

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

Efeito da melatonina no comportamento agressivo de matrinxã, *Brycon
amazonicus*

Bolsista: Mayumi Nagahama Motta, CNPq

MANAUS
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
COMITÊ CIENTÍFICO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RELATÓRIO FINAL

PIB-B/0094/2014

Efeito da melatonina no comportamento agressivo de matrinxã, *Brycon
amazonicus*

Bolsista: Mayumi Nagahama Motta, CNPq

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Thaís Billalba Carvalho

MANAUS
2015

Sumário

1. RESUMO.....	4
2. INTRODUÇÃO.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1 ACLIMATAÇÃO E ACLIMATAÇÃO DOS ANIMAIS.....	7
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	7
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	8
3.4 NOTA ÉTICA.....	9
4. RESULTADOS.....	9
5. DISCUSSÃO.....	10
6. REFERÊNCIAS.....	11

1. Resumo

A criação do matrinxã (*Brycon amazonicus*) oferece um grande potencial para o agronegócio na Amazônia, porém apesar do domínio sobre as técnicas de reprodução induzida, o matrinxã apresenta alta frequência de comportamento agressivo e de canibalismo, o que pode ser considerado um fator limitador em sistemas de criação intensiva. Dentro desse contexto, a manipulação da melatonina pode modular a interação social dos peixes, pois afeta o sistema dopaminérgico desses animais. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da melatonina como moduladora do comportamento agressivo em juvenis de *B. amazonicus*. Juvenis foram submetidos a diferentes concentrações de melatonina: menor (0 µm), intermediária (1 µm) e maior (10 µm), com sete repetições cada. Os animais foram isolados por 48 horas e, em seguida, submetidos aos tratamentos. A interação agressiva foi registrada durante 30 minutos e avaliada pela frequência de ataques e exhibições emitidos pelo animal à um espelho. Não foi observada diferença na latência para os confrontos entre os tratamentos com melatonina (Kruskal-Wallis, $X^2 = 3,26$; $p = 0,21$), no entanto, a maior concentração do hormônio reduziu a agressividade dos animais (Kruskal-Wallis, $X^2 > 9,71$; $p < 0,01$). Diante do exposto, conclui-se que a melatonina modula a agressividade em juvenis de *Brycon amazonicus*. A manipulação desse hormônio permite a melhoria das condições sociais durante a criação dessa espécie e, conseqüentemente, contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor produtivo.

Palavras-chave: agressividade, confinamento, hormônio, peixes.

2. Introdução

No Brasil, a piscicultura ainda tem muito a desenvolver, mas atualmente já é possível obter uma produtividade economicamente viável com o uso das tecnologias vigentes. A utilização dos recursos hídricos, que é de aproximadamente 12% da água doce disponível no planeta, indica o enorme potencial nacional para criação de animais aquáticos, uma vez que as condições ambientais são favoráveis ao cultivo desses organismos (MPA, 2012).

Na Amazônia, a criação do matrinxã (*Brycon amazonicus*) oferece um grande potencial para o agronegócio da região, principalmente porque o ambiente dispõe de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo, promovendo o bom desempenho em cativeiro (Izel & Melo, 2004; Ono, 2005). Dessa forma, a criação dessa espécie vem se destacando, e atualmente ocupa o segundo lugar dos peixes mais comercializados na Amazônia (Lima, 2005). Além disso, o matrinxã apresenta crescimento relativamente rápido frente ao fornecimento de rações artificiais com índices desejáveis de conversão alimentar e desempenho zootécnico (Val & Honczarick, 1995; 2004; Izel & Melo, 2004).

Apesar das características favoráveis ao cultivo, *Brycon amazonicus* apresenta alta frequência de comportamento agressivo e de canibalismo (Hoshiba, 2007; Ferraz & Gomes, 2009), o que pode ser considerado um fator limitador em sistemas de criação intensiva. De fato, a exibição da agressividade pode ser exacerbada em sistemas de produção devido ao confinamento e adensamento dos indivíduos (Bernardino *et al.*, 1993; Leonardo *et al.*, 2008).

Durante a exibição do comportamento agonístico em peixes tem-se um intenso gasto energético que se reflete em alterações hematológicas e bioquímicas, na redução da eficiência de conversão alimentar e do crescimento e em mudanças comportamentais (Wendeelar-Bonga, 1997). Além disso, a interação agressiva pode resultar em lesões e danos corporais que, por sua vez, aumentam a susceptibilidade a doenças e enfraquece os animais, tornando-os mais vulneráveis ao canibalismo ou à morte como consequência dos seus ferimentos (Huntingford *et al.*, 2006). O efeito estressor da agressividade também pode comprometer o bem estar dos

peixes e, conseqüentemente, os rendimentos da cadeia produtiva (Conte, 2004; Silveira *et al.*, 2009).

Vários fatores modulam a frequência e a intensidade do comportamento agressivo em peixes, tais como, o tamanho do grupo (Andries & Nelissen, 1990; Quinn *et al.*, 1996), a fase reprodutiva (Holder *et al.*, 1991; Yamamoto *et al.*, 1999; Jaroensutasinee & Jaroensutasinee, 2003), a experiência social prévia (Nelissen & Andries, 1988), o sexo do animal (Carvalho & Gonçalves-de-Freitas, 2008), os parâmetros ambientais (Nicieza & Metcalfe, 1999; Sloman *et al.*, 2001) e os níveis hormonais (Villars, 1983; Trainor & Hofman, 2006).

Dentro deste contexto, a liberação de substâncias químicas (ex. melatonina) (Porter *et al.*, 2000) podem interferir na interação social dos animais. Assim, avaliar o efeito dos hormônios sobre o comportamento agonístico é de grande importância, pois permite o entendimento da modulação endócrina sobre o contexto social e, conseqüentemente, o desenvolvimento de técnicas aplicadas a sistemas de produção animal.

De acordo com Huntingford & Turner (1987) e Oliveira & Gonçalves (2008), a ação dos hormônios sobre o comportamento agressivo em vertebrados é provavelmente mediada pelos seus efeitos no sistema motivacional central da agressividade (ex. dopamina, serotonina e GABA). Dessa forma, a melatonina poderia modular a interação agressiva em peixes, pois afeta o sistema dopaminérgico desses animais (Popek *et al.*, 2006; Sébert *et al.*, 2008; López-Patinõ *et al.*, 2013). Além disso, a melatonina tem como precursor a serotonina (Falcón & Collin, 1989; Ekström & Meissl, 1997) que, por sua vez, está inversamente relacionada com o comportamento agressivo de vertebrados (Huntingford & Turner, 1987; Winberg *et al.*, 1992; Lepage *et al.*, 2005).

A avaliação de fatores moduladores do comportamento agressivo, como a melatonina, é de extrema relevância para o desenvolvimento de procedimentos que visem melhorar o desempenho, rentabilidade e sustentabilidade das práticas durante o cultivo de *Brycon amazonicus*. Diante disso, este estudo objetivou testar se a melatonina atua como um modulador do comportamento agressivo em juvenis de *B. amazonicus*.

3. Material e Métodos

3.1 Aclimação e Manutenção dos Animais

Os juvenis de matrinxã foram provenientes da Estação de Piscicultura de Balbina-AM e aclimatados no Laboratório Experimental de Fisiologia e Comportamento de Animais Aquáticos (Departamento de Ciências Fisiológicas/UFAM) em caixa de polietileno de 500L (1 animal/5L) por, no mínimo, 15 dias antecedendo os experimentos. Durante esse período, a temperatura foi mantida em torno de 27 °C, a intensidade luminosa em 700 lx e o fotoperíodo em 12 h (07:00 h às 19:00 h). Filtros externos garantiram a manutenção da qualidade da água em condições adequadas e uma ração comercial (40% de proteína) foi oferecida até a saciação aparente por duas vezes ao dia (início da manhã e final da tarde).

3.2 Delineamento Experimental

Foi avaliada a influência da melatonina sobre a agressividade em juvenis de matrinxã. Para isso, 21 indivíduos foram medidos ($9,27 \pm 1,39$ mm), pesados ($16,47 \pm 7,38$ mg), isolados por 48 horas e, em seguida, submetidos a diferentes concentrações de melatonina: menor (0 μ m), intermediária (1 μ m) e maior (10 μ m), com sete repetições cada.

A melatonina (N-acetil-metoxitriptamina) foi diluída na água do aquário, conforme metodologia descrita por López-Patinó *et al.* (2013). De acordo com Zhdanove *et al.* (2008), a manipulação exógena de melatonina afeta o seu nível plasmático, portanto, espera-se efeito nos parâmetros comportamentais moderadores por este hormônio.

A agressividade foi avaliada pela frequência de ataques e exhibições emitidos pelo animal para um espelho (**Figura 1**), que é um método experimental utilizado para mensurar a motivação agressiva em peixes (Oliveira *et al.* 2005) e foi escolhido, pois, evita o efeito dos oponentes sobre a resposta agressiva do indivíduo alvo (Franck *et al.* 1985). Dessa forma, um espelho (40 x 40 cm) foi colocado na lateral esquerda externa do aquário após 48 horas de isolamento, sendo a interação agressiva registrada por meio de filmagem com duração de 30 minutos. Para a quantificação da interação agressiva foram consideradas as seguintes unidades

comportamentais: ataque, batida de cauda, confronto frontal, exibição frontal, exibição lateral, com base no etograma descrito para *Astronotus ocellatus* (Gonçalves-de-Freitas & Mariguela, 2006). Também foi avaliada a latência para a exibição do comportamento e o total de interações (soma de todas as unidades agressivas).



Figura 1. Animal submetido ao teste do espelho no aquário.

Os animais foram isolados em aquários de 37 x 37 x 45 cm revestido por plástico azul opaco em três lados para evitar contato visual com animais de aquários vizinhos no laboratório, ficando apenas a porção frontal livre para o registro do comportamento e o plástico da lateral esquerda foi removido nos momentos da apresentação do espelho. A cor azul foi utilizada porque reduz o estresse em tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus* (Volpato & Barreto, 2001). A qualidade da água dos aquários foi mantida por meio de filtros biológicos e aeração constante. A temperatura da água foi mantida em torno de 27 °C e os animais receberam ração comercial na proporção de 2% da biomassa oferecida duas vezes ao dia. O fotoperíodo e a intensidade luminosa foram controlados, conforme descrito para o período de aclimatação e manutenção dos animais.

3.3 Análise dos Dados

Os dados foram analisados quanto à existência de valores discrepantes e, em seguida, testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade pelo teste F max. A latência e a frequência da interação agressiva foram comparadas entre os tratamentos experimentais por Kruskal-Wallis. O teste LSD foi utilizado para as

comparações múltiplas e foi considerado $\alpha \leq 0,05$ para significância estatística. Todas as análises citadas acima são baseadas em Zar (1999) e Siegel &Castellan (2006).

3.4 Nota Ética

Este estudo está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFAM, Manaus, AM (protocolo nº 035/2011).

4. Resultados

Não foi observada diferença na latência para a exibição da interação agressiva entre as diferentes concentrações de melatonina (Kruskal-Wallis, $X^2 = 3,26$; $p = 0,21$). No entanto, a maior concentração de hormônio reduziu a frequência de confronto frontal e de total de ataques exibidos pelo animal (Kruskal-Wallis, $X^2 > 0,01$; **Figura 2**).

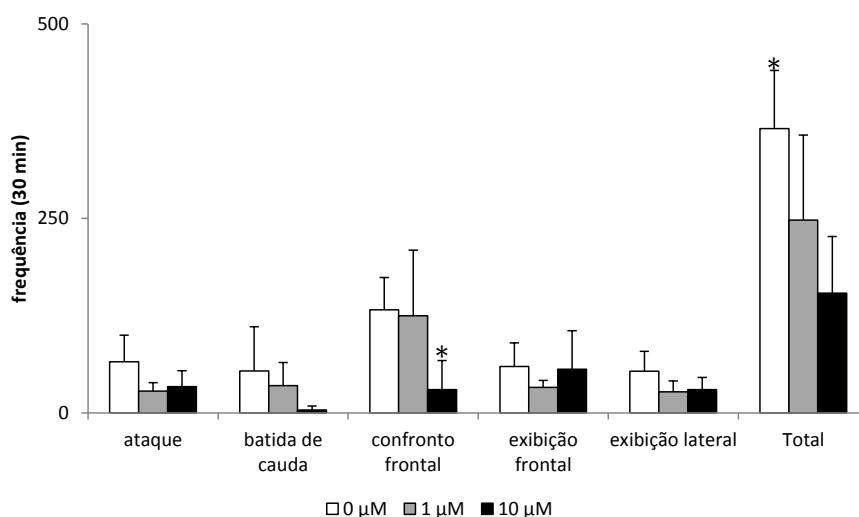


Figura 2. Média (\pm desvio padrão) da frequência da interação agressiva na menor (0 μ M), intermediária (1 μ M) e maior (10 μ M) concentração de melatonina. Asterisco indica diferença estatística significativa entre os tratamentos (LSD, $p < 0,05$).

5. Discussão

A latência para os confrontos foi semelhante entre os tratamentos submetidos a diferentes concentrações de melatonina, indicando que esse hormônio não afeta a motivação agressiva para o início da interação em juvenis de matrinxã. No entanto, foi constatado que a melatonina reduz a exibição comportamento agressivo como, por exemplo, o confronto frontal e o total de ataques.

Os resultados deste estudo corroboram o descrito por Munro (1986) que demonstra que a injeção de melatonina reduz a agressividade em *Aequidens pulcher*. De fato, a ação da melatonina no sistema motivacional no comportamento em vertebrados pode desencadear menor agressividade mediada pelos efeitos de modulação de liberação de neurotransmissores (ex. Oliveira & Gonçalves, 2008). O triptofano e a serotonina, precursores da melatonina, também reduzem a agressividade e o canibalismo e, por sua vez, aumentam a sobrevivência em peixes (Hseu *et al.*, 2003; Höglund *et al.*, 2005; Lepage *et al.*, 2005; Summers & Winberg, 2006).

A regulação da produção de melatonina plasmática pode ser o fator modulador da ação da luminosidade sobre a agressividade em peixes. Isso pode ser sugerido, pois a intensidade luminosa e o fotoperíodo modulam a agressividade em peixes (Carvalho *et al.*, 2012; 2013) e a liberação de melatonina está relacionada com essa condição ambiental (Falcón & Collin, 1989; Ekström & Meissl, 1997; Falcón *et al.*, 2010). De fato, Skulstad *et al.* (2013) observaram níveis plasmáticos de melatonina elevados com aumento de 3-4 vezes em ambiente escuro e diminuição em alta luminosidade para juvenis de bacalhau do atlântico (*Gadus morhua* L.).

O efeito inibidor da melatonina sobre o comportamento também pode ser indireto, pois este hormônio apresenta efeito tranquilizante e indutor de sono em algumas espécies (Satake, 1979; Zhdanova *et al.*, 2001). Além disso, a melatonina reduz os níveis de andrógenos (Borg & Ekström, 1981; Amano *et al.*, 2004; Sébert *et al.*, 2008), sendo que a menor liberação desses esteróides sexuais pode reduzir a frequência do comportamento agonístico em peixes (Fernald, 1976; Munro & Pitcher, 1985; Ros *et al.*, 2004).

Foi constatado que a melatonina reduz a agressividade em juvenis de *B. amazonicus*, o que permite a compreensão de modulação endócrina sobre

o contexto social em peixes e pode ser proposto como estratégia para reduzir o déficit de oferta de juvenis de matrinxã. Portanto, este trabalho contribuirá para o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor produtivo e para a melhoria da produtividade do matrinxã, que é considerada uma espécie de grande potencial para suprir a necessidade de consumo do pescado na região Amazônica.

6. Referências

- Amano, M.; Iigo, M.; Ikuta, K.; Kitamura, S.; Okazawa, K.; Yamada, H.; Yamamori, K. 2004. Disturbance of plasma melatonin profile by high dose melatonin administration inhibits testicular maturation of precocious male masu salmon. *Zoological Science*, 21: 79-85.
- Andries, S.; Nelissen, M.H.J. 1990. A study of the dominance hierarchy in four Mbuna-species: *Melanochromis johanni*, *M. auratus*, *Pseudotropheus ornatus* and *P. lombardoi* (Teleostei: Cichlidae). *Belgian Journal of Zoology*, 120: 165-193.
- Baldisserotto, B. 2009. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria: ed. UFSM, 352pp.
- Bernardino G.; Senhorini, J.A.; Fontes, N.A.; Bock, C.L.; Mendonça, J.O.J. 1993. Propagação artificial da matrinxã, *Brycon cephalus* (GÜNTHER, 1869) (Teleostei, Characidae). *Boletim Técnico do CEPTA*, 6: 1-9.
- Borg, B.; Ekström, P. 1981. Gonadal effects of melatonin in the 3-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. during different seasons and photoperiods. *Reproduction Nutrition Development*, 21: 919-927.
- 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.
- Conte, F.S. 2004. Stress and the welfare of cultured fish. *Applied Animal Behavior Science*, 86: 205-223.
- Ekström, P.; Meissl, H. 1997. The pineal organ of teleost fishes. *Review in Fish and Fisheries*, 7: 199-284.
- Fálcon, J.; Collin, J.P. 1989. Photoreceptors in the pineal of lower vertebrates: functional aspects. *Experientia*, 45: 909-913.

- Fernald, R.D.; 1976. The effect of testosterone on the behavior and coloration of adult male cichlid fish, *Haplochromis burtoni*, *Hormone Research*, 7: 172-178.
- 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.
- Franck, D.; Hannes, R. P.; Lanffermann, H.; Ribowski, A. 1985. Effects of social isolation on aggressiveness in fish with special reference to the swordtail, *Xiphophorus helleri*. *Behavior Processes*, 10: 415-427.
- Gonçalves-de-Freitas, E.; Mariguela, T. C. 2006. Social isolation and aggressiveness in the Amazonian juvenile fish, *Astronotus ocellatus*. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 233-238.
- Höglund, 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.
- Holder, J.L.; Barlow, G.W.; Francis, R.C. 1991. Differences in aggressiveness in the Midas cichlid fish (*Cichlasoma citrinellum*) in relation to sex, reproductive state and the individual. *Ethology*, 88: 297-306.
- Hoshiba, M.A. 2007. *Enriquecimento da Alimentação das larvas de matrinxã (Brycon amazonicus) com aminoácidos: influência no crescimento inicial e sobrevivência das larvas*. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 103pp.
- Huntingford, F.; Turner, A. 1987. *Animal Conflict*. Chapman and Hall, New York, 448pp.
- Huntingford F.A.; Adams, C.; Braithwait, V.A.; Kadri, S.; Pottinger, T.G.; Sandoe, P.; Turnbull, J.F. 2006. Current issues in fish welfare. *Journal Fish Biology*, 68: 332-372.
- Izel, A.C.U.; Melo, L.A.S. 2004. Criar matrinxã: atividade econômica potencial para o agronegócio amazonense. Manaus, *Embrapa Amazônia Ocidental* (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 31), 22pp.
- Hseu, J.R.; Lu, F.L.; Su, H.M.; Wang, L.S.; Tsai, C.L.; Hwang, P.P. 2003. Effect of exogenous tryptophan on cannibalism survivor and growth in juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 218: 251-263.

- Jaroensutasinee, M.; Jaroensutasinee, K. 2003. Type of intruder and reproductive phase influence male territorial defence in wild-caught Siamese fighting fish. *Behavioural Processes*, 64: 23-29.
- Leonardo, A.F.G.; Hoshiba, M.A.; Senhorini, J.A.; Urbinati, E.C. 2008. Canibalismo em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus* após imersão dos ovos a diferentes concentrações de triiodotironina (T3). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 34: 231-239.
- Lepage, O.; Larson, E.T.; Mayer, I.; Winberg, S. 2005. Serotonin, but not melatonin, plays a role in shaping dominant-subordinate relationships and aggression in rainbow trout. *Hormones and Behavior*, 48: 233-242.
- 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.1-20.
- López-Patiño, M.A.; Conde-Sieira, M.; Gesto, M.; Librán-Pérez, M.; Soengas, J.L.; Míguez, J.M. 2013. Melatonin partially minimizes the adverse stress effects in Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*, 388-391:165-172.
- Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). 2012. *Plano de Desenvolvimento Sustentável (2009-2015)*. Cartilha Amazônia Sustentável. Brasília, 15pp
- Munro, A.D.; Pitcher, T.J. 1985. Steroid hormones and agonistic behaviour in a cichlid teleost, *Aequidens pulcher*. *Hormones and Behavior*, 19: 353-371.
- 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.; Andries, S. 1988. Does previous experience affect the ranking of cichlid fish in a dominance hierarchy? *Annales de la Societe Royale Zoologique de Belgique*, 118: 41-50.
- Nicieza, A.G.; Metcalfe, N.B. 1999. Costs of rapid growth: the risk of aggression is higher for fast-growing salmon. *Functional Ecology*, 13: 793-800.
- Oliveira, R.F.; Carneiro, L. A.; Canário, A. V. M. 2005. No hormonal response in tied fights. *Nature*, 437: 207-208.

- Oliveira, R.F.; Gonçalves, D.M. 2008. *Hormones and social behaviour of teleost fish*. In: Magnhagen, C.; Braithwaite, V.A.; E. Forsgren; E. Kapoor, B.G. (Eds.); *Fish Behaviour*. Science Publishers nc., Enfield, N.H, 646pp.
- Ono, E.A. 2005. Cultivar peixes na Amazônia: Possibilidade ou utopia? *Panorama da Aquicultura*, 15: 41-48.
- Popek., W.; Luszczek-Trojnar. E.; Dryg-Kozak, E.; Rzasa, J.; EPLER, P. 2006. Effect of Melatonin on Dopamine Secretion in the Hypothalamus of Mature Female Common Carp, *Cyprinus carpio* L. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 36: 135-141.
- Porter, M.J.R.; Duncan, N., Handeland, S.O.; Stefansson, O.; Bromage, N.R., 2000. Temperature, light intensity and plasma melatonin levels in juvenile Atlantic salmon. *Journal Fish Biology*, 58: 431-438.
- Quinn, T.P.; Adkison, M.D.; Ward, M.B. 1996. Behavioral tactics of male Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) under varying operational sex ratios. *Ethology*, 102: 304-322.
- Romagosa, E.; Narahara, M.Y.; Borella, M.I.; Fenerich-Verani, N. 2001. Seleção e Caracterização de Fêmeas de Matrinxã, *Brycon cephalus*, Induzidas a Reprodução. *Boletim Instituto de Pesca*, São Paulo, 27: 139-147.
- Ros, A.F.H.; Bruintjes, F.; Santos, R.S.; Canário, A.V.M.; Oliveira, R.F. 2004. The role of androgens in the trade-off between territorial and parental behavior in the Azorean rock-pool blenny, *Parablennius parvicornis*. *Hormones and Behavior*, 46: 491-497.
- Satake, N. 1979. Effect of melatonin and methionine-enkephalin on surfacing responses in goldfish. *Physiology Behavior*, 23: 995-999.
- Sébert, M.E.; Legros, C.; Weltzien, F.A.; Malpaux, B.; Chemineau, P.; Dufour, S. 2008. Melatonin activates brain dopaminergic systems in the eel with an inhibitory impact on reproductive function. *Journal of Neuroendocrinology*, 20: 917-929.
- Siegel, S.; Castellan, Jr., N. 2006. *Estatística Nao-Parametrica para Ciencias do Comportamento*. Artmed, Porto Alegre, 448pp.
- Silveira, U.S.; Logato, P.V.R.; Pontes, E.C. 2009. Fatores estressantes em peixes. *Revista Eletrônica Nutritime*, 6: 1001-1017.

- 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.
- Summers, C.H.; Winberg, S. 2006. Interactions between the neural regulation of stress and aggression. *Journal of Experimental Biology Science*, 157: 146-151.
- Trainor, B.C.; Hofman, H.A. 2006. Somatostatin regulates aggressive behavior in an African cichlid fish. *Endocrinology*, 11: 5119-5125.
- Val, A. L. E; Honczaryk, A., 1995. Criando peixes na Amazônia. Manaus. INPA, 160pp.
- 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, 611pp.
- Volpato, G.L.; Barreto, R.E. 2001. Environmental blue light prevents stress in the fish Nile tilapia. *Brazilian journal of medical and biological research*, 34: 1041–1045.
- Winberg, S.; Nilsson, G.E.; Olsen, K.H. 1992. Changes in brain serotonergic activity during hierarchic behavior in Arctic charr (*Salvelinus alpinus L.*) are socially induced. *Journal of Comparative Physiology*, 170: 93-99.
- Yamamoto, M.E.; Chellappa, 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.
- Zhdanova, I.V.; Wang, S.Y.; Leclair, O.U.; Danilova, N.P. 2001. Melatonin promotes sleep-like state in zebrafish. *Brain Research*, 903: 263–268.