

**A influência do enriquecimento ambiental no comportamento agressivo da tilápia  
do Congo *Tilapia rendalli*.**

Camila Sobral Torrezani

Orientação: Prof. Dr. Rodrigo Egydio Barreto

**Botucatu – SP**

**2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE

Torrezani, Camila Sobral.

A influência do enriquecimento ambiental no comportamento agressivo da tilápia do Congo *Tilapia rendalli* / Camila Sobral Torrezani. – Botucatu : [s.n.], 2012

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) -  
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu  
Orientador: Rodrigo Egydio Barreto  
Capes: 20404000

1. Tilápia (Peixe). 2. Peixe - Comportamento. 3. Animais – Comportamento agressivo. 4. Animais - Proteção. 5. Ambientalismo. 6. Teoria dos jogos.

Palavras-chave: Agressividade; Bem estar animal; Complexidade ambiental; Comportamento agonístico; Teoria dos jogos.

## Resumo

O enriquecimento ambiental tem sido proposto como uma prática para melhoria do bem-estar de animais de cativeiro ou de produções zootécnicas. No caso de animais territoriais e agressivos, ao se enriquecer o ambiente, aumenta-se a quantidade de recursos a se defender, bem como o valor do território em disputa, aumentando as interações agressivas. Esse aspecto foi mostrado recentemente para o peixe ciclídeo tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Do ponto de vista comparativo, isso pode ser um fenômeno espécie-específico. Para avaliar isso devemos observar se em condições similares outro peixe ciclídeo sofre a mesma influência do enriquecimento do ambiente. Assim, seguindo a lógica do confronto obtido para tilápia-do-Nilo, aventamos a hipótese de que as atividades agressivas aumentam em função do enriquecimento. Este estudo avaliou essa hipótese para a tilápia do Congo *Tilapia rendalli*. Como principal resultado, observamos que a latência para iniciar a luta é menor no ambiente enriquecido, mas a frequência de ataques é maior no ambiente não enriquecido (controle). Além disso, observamos clara definição hierárquica por meio da sinalização de submissão (corpo com listras escuras) e dominância (corpo claro sem listras) na condição sem enriquecimento do ambiente. Concluímos que ao contrário da tilápia-do-Nilo, na tilápia do Congo o enriquecimento do ambiente leva a diminuição da agressividade sem clara definição da hierarquia de dominância.

**Palavras chaves:** Complexidade ambiental, teoria dos jogos, comportamento agonístico, agressividade, bem estar animal.

## 1. Introdução

Na natureza, os animais competem por recursos ambientais, que em geral são limitados. A obtenção de recursos (alimento, abrigo, fêmeas receptivas etc.) pode ter como consequência maior chance de sobrevivência e reprodução. Assim, esperamos que a seleção natural favoreça os indivíduos de uma espécie que possuem maior habilidade para competir pelos recursos. A competição entre os animais pode acontecer passivamente, onde um indivíduo angaria o máximo de recursos para si, ou, ativamente, por meio de disputas agressivas (Ridley, 1995). Na verdade, a maneira mais comum de competição envolve disputas agressivas. Dentro dessa lógica, a seleção natural favoreceria os indivíduos mais agressivos. Contudo, observamos que os animais evitam combates violentos e, em geral, em disputas agressivas, observamos lutas ritualizadas, estabelecimento de hierarquia de dominância e/ou territorialidade, o que reduz o nível de agressão desenfreada. De fato, caso os indivíduos com perfis violentos fossem exclusivamente favorecidos, teríamos ao longo do tempo ocorrência de uma frequência alta de indivíduos com perfil violento e o resultado disso seria disputas que poderiam ter como consequência gasto excessivo de energia, danos físicos severos e mesmo alta mortalidade (Brick, 1998). Isso interferiria diretamente na capacidade de sobrevivência e reprodução dos indivíduos e provavelmente a seleção natural favoreceria, então, indivíduos com perfil menos agressivo. De fato, em uma população com alta frequência de indivíduos pouco agressivos, indivíduos com perfil violento são obviamente favorecidos; enquanto que em uma população com alta frequência de indivíduos violentos, a taxa de encontros deletérios é grande, então, o perfil pouco violento é favorecido (Maynard-Smith & Price, 1973). Uma resposta esperada seria os animais ajustarem a intensidade de disputa (violenta ou comedida) ao contexto ambiental que se encontram.

O comportamento agonístico depende da motivação do indivíduo para lutar (relacionada ao valor do recurso) e do risco envolvido na disputa, como constatado para animais de diversos grupos (Ridley, 1995), incluindo os peixes (Beaugrand & Zayan, 1985). De fato, a agressividade em um combate aumenta conforme o valor do recurso em disputa em várias espécies de peixes (Nijman & Heuts, 2000). Já o risco envolvido nas disputas pode depender de vários fatores. O tamanho do corpo é um dos indicadores mais fidedignos do resultado de uma luta (quanto maior o animal, maior a força física – *resource holding potential*) (Braddock, 1949; Beaugrand & Zayan, 1985; Heuts & Nijman, 1998; Peixoto & Benson, 2008). Em geral, os animais podem avaliar a habilidade de luta de seu oponente podendo se basear na diferença de tamanho e comprimento, e poderia atacá-lo ou recuar conforme a motivação agressiva (Manning & Dawkins, 1992; Ploger & Yasukawa, 2003).

Outra assimetria comum que poderia predizer o resultado de uma luta é a posse de um território. Em geral, o proprietário do território vence a disputa em relação a um intruso (Turner e Huntingford, 1986), como observado para várias espécies de peixes (Beaugrand e Zayan, 1985). Isso estaria associado ao conhecimento prévio do território e usufruto dessa vantagem na luta ou porque apenas animais saudáveis e fortes conseguem manter um território (Zayan, 1976). Algumas vezes ainda, o efeito da residência prévia pode sobrepujar o do tamanho do corpo (Baird, 1968; Morishita et al., 2009). Ainda, o grau hierárquico prévio também pode afetar o resultado de confrontos futuros (Braddock, 1945; Zayan, 1976). Animais previamente dominantes tendem a ser os vencedores, e os submissos perdedores.

Excluindo esses fatores, os resultados dos confrontos seriam imprevisíveis, mas a dinâmica de confronto poderia variar conforme o contexto ambiental. O enriquecimento estrutural ambiental (aumento da complexidade do ambiente) tem sido proposto como prática para aumentar o bem estar dos indivíduos de espécies

cultivadas em cativeiro (Caldji et al., 2000), incluindo o cultivo de peixes (Salvanes et al., 2007). Todavia, enriquecer o ambiente no caso de uma espécie de peixe agressiva e territorial poderia induzir exatamente o efeito oposto, ou seja, o aumento da intensidade e custo dos confrontos devido ao aumento do valor do recurso em disputa. Em um estudo prévio, nós nos baseamos nessas premissas e corroboramos a hipótese de que o enriquecimento ambiental aumenta a intensidade dos confrontos no peixe ciclídeo tilápia-do-Nilo (Barreto et al., 2011). Contudo, do ponto de vista comparativo, isso pode ser um fenômeno espécie-específico. Para avaliar isso devemos observar se em condições similares outro peixe ciclídeo sofre a mesma influência do enriquecimento do ambiente. Assim, seguindo a lógica do confronto obtido para tilápia-do-Nilo, aventamos a hipótese de que as atividades agressivas aumentam em função do enriquecimento. Este estudo avaliou essa hipótese para a tilápia do Congo *Tilapia rendalli*.

Um dos principais pressupostos do enriquecimento ambiental visa melhorar o bem-estar animal, beneficiando os animais de cativeiro. Para desafiar com êxito esta suposição é necessário investigar a relação entre o enriquecimento e a agressão, incluindo o teste para avaliar se nossos resultados prévios na tilápia-do-Nilo são reproduzíveis em outra espécie, elucidando se os pacotes tecnológicos quanto ao enriquecimento devem ser espécie-específico ou não.

## 2. Materiais e métodos

### *Animais*

Espécimes de tilápia do Congo, (Boulenger, 1897), foram mantidos por pelo menos 30 dias em tanques de estoque de plástico de 310 l com água desclorificada, fotoperíodo de 12h de luz e 12 de escuro e iluminação artificial (lâmpada tipo luz do dia) e temperatura de ~26 °C. Os peixes foram alimentados diariamente por volta do meio dia com ração comercial de peixes (32% de proteína) em excesso (mais de 5% da biomassa dos peixes). A ração excedente e as excretas foram removidas, para evitar acúmulo de matéria orgânica nos tanques, pelo suprimento contínuo de água desclorificada, permitindo constante renovação da água e filtragem mecânica-química-biológica.

### *Protocolo Experimental*

Após o período de aclimação, os peixes foram isolados (1 peixe/ aquário) em aquários de 23 L (40 x 23 x 25 cm) por 60 horas. Após esse período de isolamento, pareamos dois peixes oriundos desses aquários. Esses procedimentos foram realizados para evitar os efeitos da familiaridade (Giaquinto & Volpato, 1997) e hierarquia prévia (Hsu et al., 2000). Os peixes selecionados tinham tamanho similar (3% de diferença máxima), evitando-se assim os efeitos de assimetria do tamanho do corpo (Beaugrand & Beaugrand, 1991) e foram introduzidos nos aquários experimentais ao mesmo tempo para se evitar os efeitos da residência prévia (Barreto & Volpato, 2006a,b). Esses aquários de pareamento foram enriquecidos ou não (controle). Imediatamente após introduzi-los, nós filmamos os pares por 30 min., totalizando 7 pares na condição de enriquecimento e 8 pares controles – sem enriquecimento. O ambiente foi enriquecido com rochas de rio neutras (03 unidades) e algas artificiais de plástico (01 unidade; *Valisneria spiralis* 15cm), enquanto que o

ambiente controle não possuía esses objetos (Baseado em Delicio et al., 2006; Maximino et al., 2010; Barreto et al., 2011). Os recursos ambientais foram dispostos respeitando a condição de não atrapalhar a observação do comportamento dos peixes.

Os aquários experimentais foram iluminados conforme descrito anteriormente e receberam suprimento constante de ar, por meio de um compressor ligado a uma pedra porosa por uma mangueira atóxica de silicone.

### *Análise do comportamento*

O comportamento agressivo da tilápia do Congo foi avaliado em termos da latência para o início do confronto, frequência e tipo de interações agressivas e estabelecimento da hierarquia de dominância. A latência para o início do confronto foi definido como o tempo entre a introdução dos animais no aquário e a ocorrência do primeiro confronto, ou seja, quanto tempo se passou entre a introdução dos peixes, avaliação mútua dos oponentes e início da ocorrência de ataques. Isso nos dá uma noção sobre a motivação para se lutar. Para quantificação das interações agressivas, identificamos qualitativamente os tipos de interações agressivas adaptando o etograma do comportamento agressivo da tilápia-do-Nilo, segundo descrito em Alvarenga & Volpato (1995) e Barki & Volpato (1998), para a tilápia do Congo. Dividimos as interações em 2 categorias: interações sem contato e os ataques. As interações sem contato foram as exibições e as ameaças. Na primeira, os peixes eriçam a nadadeira dorsal no campo visual do oponente e, na segunda, executam a manobra para deflagrar uma mordida no oponente, incluindo a abertura da boca, mas finalizam a manobra sem morder. Os ataques poderiam ser mordidas na cabeça, ventre, cauda e área medial; ondulações (tail beating - um rápido movimento de zigue zague entre os corpos dos peixes) e confronto frontal (mouth wrestling), onde os peixes justapõem suas mandíbulas e se empurram mutuamente sendo o vencedor do confronto quem consegue empurrar ou não desistiu da luta. O iniciador de um ataque

foi identificado como aquele que se aproximou do oponente e deflagrou a agressão; o perdedor de uma interação foi o peixe que deixou o lugar do ataque ou se retraiu. Determinar o ponto nas interações em que o confronto terminou e a resolução do conflito está decidida é chave para nossa análise sobre o estabelecimento da hierarquia de dominância. Nós definimos a ocorrência de estabelecimento hierárquico quando um dos indivíduos claramente sinalizou submissão. As tilápias submissas ficam com a cor do corpo e olhos escuros, enquanto que os dominantes claros (Falter, 1987; Volpato et al., 2003).

#### *Análises estatísticas*

Os valores obtidos para os pares de tilápia do Congo foram avaliados quanto à normalidade e homocedasticidade pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e F-max, respectivamente, e atenderam as premissas para realização de testes paramétricos. Assim, analisamos os dados por meio de teste t de Student para amostras não pareadas com uma calda. Quanto a frequência de pares que a definição hierárquica ocorreu baseado na sinalização pela cor do corpo, comparamos as condições de enriquecimento pelo teste exato de Fischer com duas caldas. Diferenças estatísticas foram consideradas quando  $P < 0,05$ .

### 3. Resultados

A latência para iniciar a luta foi significativamente maior na condição controle (sem enriquecimento) em comparação à condição com enriquecimento ( $t = 2,311$ ;  $P = 0,019$ ; Figura 1A), já o número de ataques foi significativamente menor na condição com enriquecimento ( $t = 2,153$ ;  $P = 0,025$ ; Figura 1B), enquanto que para as interações sem contato (exibições e ameaças) não houve diferença significativa ( $t = 0,044$ ;  $P = 0,483$ ; Figura 1C). Enquanto que na condição controle apenas em 1 dos 8 pares de tilápia do Congo (12,5 %) houve clara sinalização de submissão e dominância, na condição de enriquecimento ambiental os 7 pares testados (100%) apresentaram definição da hierarquia de dominância conforme indicado pela coloração do corpo dos peixes, sendo essa proporção estatisticamente diferente ( $P = 0,0014$ ).

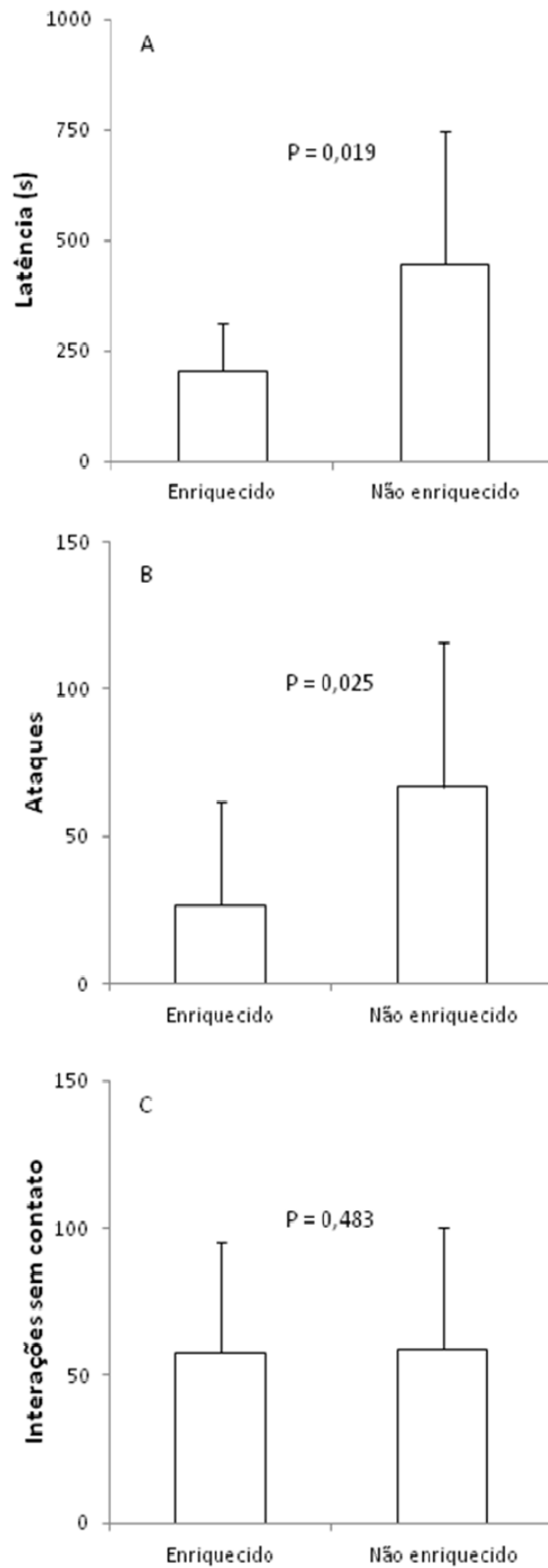


Figura 1. Efeitos do enriquecimento ambiental no comportamento agressivo da tilápia do Congo (*Tilapia rendalli*). Quando  $P < 0,05$  os valores médios são estatisticamente diferentes (teste t de Student não pareado) entre as condições de enriquecimento ambiental (rochas e modelos de alga ou sem enriquecimento – controle).

#### 4. Discussão

Conforme prediz a teoria dos jogos, com o aumento do valor do recurso em disputa aumenta o custo da luta pelo recurso. Nós mostramos previamente que tilápias-do-Nilo de mesmo tamanho, sem familiaridade prévia e introduzidas em um território novo aumentam as atividades agressivas em função do aumento do valor do recurso em disputa, ou seja, uma constatação de acordo com as previsões da teoria dos jogos (Barreto et al., 2011). Assim, o enriquecimento ambiental no caso de espécies agressivas pode ter o potencial de comprometer o bem estar e não ser uma ferramenta útil na prática zootécnica de algumas espécies. No presente estudo, aventamos ampliar esse paradigma analisando outra espécie de ciclídeo, a tilápia do Congo (*Tilapia rendalli*), avaliando se essa lógica do comportamento agressivo poderia ser espécie-específico. Ao contrário da tilápia-do-Nilo, a tilápia do Congo diminui a atividade agressiva em ambiente enriquecido. Assim, essa constatação tem clara implicação para prática da aquicultura, no que tange o manejo da tilápia do Congo. Contudo, nossos achados não estão no sentido apontado pela teoria dos jogos e uma explicação alternativa é necessária.

A latência para lutar, ou seja, o tempo do pareamento dos animais até a ocorrência do primeiro confronto pode indicar a motivação para lutar dos indivíduos. Quanto mais rápido se inicia a luta, mais motivados a lutar os indivíduos ou pelo menos um indivíduo (o iniciador da luta) ficou no contexto ambiental que estavam inseridos. Nesse caso, a latência para lutar foi menor no ambiente enriquecido em relação ao não enriquecido, indicando que o enriquecimento ambiental aumenta a motivação para se iniciar a luta na tilápia do Congo. Não observamos esse efeito para tilápia-do-Nilo em um contexto similar (Barreto et al., 2011), o que indica que os efeitos do enriquecimento é espécie-específico em ciclídeos.

Embora a latência indique que o enriquecimento do ambiente aumenta a motivação para se iniciar a luta, esse fator diminui a agressividade. Os dados do presente estudo

sugeririam que estão a favor da hipótese da barreira visual, que diz que uma maior estruturação do ambiente age como barreira visual e isso diminui a frequência de interações agressivas por diminuir a sinalização entre os indivíduos (Imre et al., 2002). Contudo, a frequência de exibições e ameaças foi similar entre as condições de enriquecimento (com ou sem estruturas). Esse tipo de interação sem contato, em geral, é mais frequente no início da luta, que tende a escalar para confrontos com contato físico, como as mordidas, que, por sua vez, foram significativamente mais frequentes no ambiente sem enriquecimento. Uma possível explicação alternativa seria a hipótese da diminuição do tamanho do território. A demarcação de territórios menores devido ao aumento de complexidade do ambiente leva a um nível de interações agressivas reduzidas (Imre et al., 2002). De fato, em outras situações foi observado que a maior estruturação do ambiente leva a redução da agressão, como no paulistinha *Danio rerio* (Basquill & Grant 1998) e no ciclídeo convict (Barley & Coleman, 2010) e, no contexto do intruso-residente, no acará *Geophagus brasiliensis* (Kadry & Barreto, 2010). Semmens et al. (2005) compararam o uso do espaço e o comportamento agressivo na natureza no cirurgiã azul *Acanthurus coeruleus* em territórios com baixa versus alta complexidade de estruturação. Eles não acharam diferenças em relação ao comportamento agressivo, mas os territórios menos enriquecidos eram até 4 vezes maior do que os territórios mais complexos, porém ambos tinham o acesso a praticamente a mesma quantidade recursos. Ou seja, eles ajustam as interações agressivas modulando o tamanho do território.

No presente estudo, o enriquecimento do ambiente pode ter levado a territórios menores e no ambiente não enriquecido, por ser um aquário, não era possível aumentar o tamanho do território nem ter uma forma de demarcação dele, assim a agressividade aumentou.

Esse aumento da agressividade foi fundamental para o claro estabelecimento da hierarquia de dominância. Enquanto no ambiente enriquecido não houve clara

sinalização de dominância ou submissão pelo escurecimento ou clareamento do corpo, na condição sem enriquecimento isso aconteceu. Esse aspecto reforça a explicação conforme a hipótese do tamanho dos territórios. No ambiente enriquecido, os objetos foram suficientes para a demarcação de mais de um território, levando a diminuição da agressão, ao passo que na situação sem enriquecimento não. De fato, no ciclídeo tilápia-do-Nilo, os dominantes exercem clara prioridade em usufruir do território (Delicio et al., 2006).

## 5. Referências bibliográficas

- Alvarenga, C.M.D., Volpato, G.L., 1995. Agonistic profile and metabolism in alevins of the Nile tilapia. *Physiol. Behav.* 57, 75-80.
- Barreto, R.E., Volpato, G.L., 2006a. Stress responses of the fish Nile tilapia subjected to electroshock and social stressors. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 39, 1605-1612.
- Barreto, R.E., Volpato, G.L., 2006b. Ventilatory frequency of Nile tilapia subjected to different stressors. *J. Exp. Anim. Sci.* 43, 189–196.
- Barreto, R.E., Arantes-de-Carvalho, G.G.; Volpato, G.L. 2011. The aggressive behavior of Nile tilapia introduced into novel environments with variation in enrichment. *Zoology* 114, 53-57.
- Bailey, J., Alanara, A., Brannas, E., 2000. Methods for assessing social status in Arctic charr. *J. Fish Biol.* 57, 258-261.
- Baird, R.C., 1968. Aggressive behavior and social organization in *Mollienesia latipinna* Le Sueur. *Tex. J. Sci.* 20, 157-176.
- Beaugrand, J.P., Zayan, R., 1985. An experimental-model of aggressive dominance in *Xiphophorus helleri* (Pisces, Poeciliidae). *Behav. Process.* 10, 1-52.
- Braddock, J.C., 1945. Some aspects of the dominance-subordination relationship in the fish *Platypoecilus maculatus*. *Physiol. Zool.* 18, 176-195.
- Braddock, J.C., 1949. The effect of prior residence upon dominance in the fish *Platypoecilus maculatus*. *Physiol. Zool.* 22, 161-169.
- Brick, O., 1998. Fighting behavior, vigilance and predation risk in the cichlid fish *Nannacara anomala*. *Animal Behavior*, 56, 309–317.
- Briffa, M., Elwood, R.W., 2010. Repeated measures analysis of contests and other dyadic interactions: problems of semantics, not statistical validity. *Anim. Behav.* 80, 583-588.
- Caldji, C., Francis, D., Sharma, S., et al., 2000. The effects of early rearing environment on the development of GABA(A) and central benzodiazepine receptor levels and novelty-induced fearfulness in the rat. *Neuropsychopharmacol.* 3, 219-229.
- Delicio, H.C., Barreto, R.E., Normades, E.B., Luchiari, A.C., Marcondes, A.L., 2006. A place preference test in the fish Nile tilapia. *J. Exp. Anim. Sci.* 43, 141-148.
- Falter, U., 1987. Description of the color patterns in *Oreochromis niloticus* (L) (Teleostei, Cichlidae). *Annal. Soc Roy. Zool. Belg.* 117, 201-219.
- Giaquinto, P.C., Volpato, G.L., 1997. Chemical communication, aggression, and conspecific recognition in the fish Nile tilapia. *Physiol. Behav.* 62, 1333-1338.
- Heuts, B.A., Nijman, V., 1998. Aggressive behaviour of two swordtail colour breeds (*Xiphophorus*, Poeciliidae) in a prior residence situation. *Behav. Process.* 43, 251-255.
- Manning, A., Dawkins, M.S., 1992. An introduction to animal behaviour. 4th ed. Cambridge: Cambridge Press.

- Maynard-Smith, J., Price, G.R., 1973. Logic of animal conflict. *Nature* 246, 15-18.
- Maximino, C., de Brito, T.M., Dias, C.A.G.D., et al., 2010. Scototaxis as anxiety-like behavior in fish. *Nat. Protoc.* 5, 209-216.
- Morishita, V.R., Buchmann, F.S.D., Christofolletti, R.A., Volpato, G.L., Barreto, R.E., 2009. Prior residence and body size influence interactions between black sea urchins. *Behav. Process.* 80, 191-195.
- Nijman, V., Heuts, B.A., 2000. Effect of environmental enrichment upon resource holding power in fish in prior residence situations. *Behav. Process.* 49, 77-83.
- Peixoto, P.E.C., Benson, W.W., 2008. Body mass and not wing length predicts territorial success in a tropical satyrine butterfly. *Ethology* 114, 1069-1077.
- Ploger, B.J., Yasukawa, K., 2003. Exploring animal behavior in laboratory and field. Academic Press, Elsevier Science, USA.
- Ridley, M., 1995. *Animal Behavior: an introduction to behavioral mechanisms, development and ecology.* Blackwell Science.
- Salvanes, A.G.V., Braithwaite, V.A., 2005. Exposure to variable spatial information in the early rearing environment generates asymmetries in social interactions in cod (*Gadus morhua*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 59, 250-257.
- Salvanes, A.G.V., Moberg, O., Braithwaite, V.A., 2007. Effects of early experience on group behaviour in fish. *Anim. Behav.* 74, 805-811.
- Turner, G.F., Huntingford, F.A., 1986. A problem for game-theory analysis - assessment and intention in male mouthbrooder contests. *Anim. Behav.* 34, 961-970.
- Volpato, G.L., Luchiari, A.C., Duarte, C.R.A., Barreto, R.E., Ramanzini, G.C., 2003. Eye color as an indicator of social rank in the fish Nile tilapia. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 36, 1659-1663.
- Zayan, R.C., 1976. Modification of prior residence effects in xiphophorus - role of isolation and of size difference. *Zeitschrift Fur Tierpsychologie - J. Comp. Ethol.* 41, 142-190.