

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 15/01/2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**EFEITO DA QUANTIDADE DE ÁGUA
RENOVADA SOBRE A INTERAÇÃO
AGRESSIVA EM CICLÍDEOS**

Ana Carolina dos Santos Gauy

Jaboticabal, São Paulo
2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**EFEITO DA QUANTIDADE DE ÁGUA
RENOVADA SOBRE A INTERAÇÃO
AGRESSIVA EM CICLÍDEOS**

Ana Carolina dos Santos Gauy

Orientadora: Profa. Dra. Eliane Gonçalves de Freitas

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Aquicultura da UNESP - CAUNESP,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.

Jaboticabal, São Paulo
2016

G277e Gauy, Ana Carolina dos Santos
Efeito da quantidade de água renovada sobre a interação
agressiva em ciclídeos / Ana Carolina dos Santos Gauy. --
Jaboticabal, 2016
58 f. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro
de Aquicultura, 2016

Orientadora: Eliane Gonçalves de Freitas

Banca examinadora: Gelson Genaro, Percília Cardoso Giaquinto
Bibliografia

1. Comunicação química. 2. Sinais sociais. 3. Hierarquia social. I.
Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Unidade Complementar - Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: **Efeito da quantidade de água renovada sobre a interação agressiva em ciclídeos**

AUTORA: ANA CAROLINA DOS SANTOS GAUY

ORIENTADORA: ELIANE GONCALVES DE FREITAS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AQUICULTURA, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dra. ELIANE GONÇALVES DE FREITAS
Departamento de Zoologia e Botânica / IBILCE/UNESP

Prof. Dr. GELSON GENARO
Centro Universitário Barão de Mauá

Prof. Dra. PERCÍLIA CARDOSO GIAQUINTO
Departamento de Fisiologia / IB/UNESP, Botucatu-SP

Jaboticabal, 15 de julho de 2016

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	1
AGRADECIMENTOS.....	2
APOIO FINANCEIRO.....	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
INTRODUÇÃO GERAL.....	6
REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES.....	8
MANUSCRITO 1: Menor quantidade de água renovada reduz o efeito sobre a agressividade social no ciclídeo <i>Pterophyllum scalare</i>	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 Manutenção dos peixes.....	16
2.2 Delineamento experimental.....	16
2.3 Interação agressiva.....	17
2.4 Posição hierárquica e estabilidade social.....	17
2.5 Detalhes experimentais.....	17
2.6 Análise dos dados.....	18
3. CONDUTA ÉTICA.....	19
4. RESULTADOS.....	19
4.1 Ataques.....	19
4.2 <i>Displays</i>	20
4.3 Efeito na posição social.....	20
5. DISCUSSÃO.....	22
6. REFERÊNCIAS.....	24
7. LEGENDAS DAS FIGURAS.....	29
8. FIGURAS E TABELAS.....	30

MANUSCRITO 2: Renovação da água do aquário não aumenta interações agressivas no ciclídeo <i>Cichlasoma paranaense</i>	35
RESUMO	36
ABSTRACT	37
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 Manutenção dos peixes.....	39
2.2 Delineamento experimental.....	40
2.3 Interação agressiva.....	41
2.4 Posição hierárquica e estabilidade social.....	41
2.5 Detalhes experimentais.....	41
2.6 Análise dos dados.....	42
3. CONDUTA ÉTICA	43
4. RESULTADOS	43
4.1 Ataques.....	43
4.2 <i>Displays</i>	43
4.3 Efeito na posição social.....	44
5. DISCUSSÃO	45
6. REFERÊNCIAS	47
7. LEGENDAS DAS FIGURAS	52
8. FIGURAS E TABELAS	53

DEDICATÓRIA

À Ana Rosa dos Santos Gauy pelo exemplo de força, amor e apoio incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Ana Rosa e João Carlos pelo amor incondicional, apoio e dedicação. Sempre me incentivando a alcançar caminhos cada vez mais distantes.

À minha família e amigos por todo o incentivo e amor. Por serem minha base.

À professora Eliane Gonçalves de Freitas pela oportunidade, orientação e dedicação. Além da indiscutível amizade e compreensão em momentos difíceis.

Aos amigos do Laboratório de Comportamento Animal pelo companheirismo e ajuda para desenvolver o trabalho.

À Roselene S. C. Ferreira e ao Carlos Eduardo de Sousa pelo suporte técnico e ajuda na manutenção dos animais no laboratório.

Ao Centro de Aquicultura da UNESP pelo mestrado e pelo fornecimento dos acarás-bandeira utilizados no experimento.

À CAPES pela bolsa de mestrado concedida.

A todos que, direta ou indiretamente, me possibilitaram chegar até aqui, meus sinceros agradecimentos!

APOIO FINANCEIRO

CAPES, Bolsa de Mestrado.

RESUMO

Animais sociais interagem agressivamente para estabelecer territórios e hierarquia de dominância. Para evitar lutas constantes e reduzir a probabilidade de injúrias, eles mantêm a posição social por meio de *displays* e outros tipos de sinalização social. Em algumas espécies de peixes, sinais químicos que sinalizam a posição social são liberados na água. Porém, a troca da água em aquários ou tanques de criação (necessária para remover restos de alimentos e materiais orgânicos) diluem os sinais químicos, atrapalhando a comunicação social e o reconhecimento da posição social. O resultado é um aumento e persistência da interação agressiva, o que pode causar severas injúrias físicas e aumentar o nível de estresse social nos peixes. Nesse estudo, perguntamos se a agressividade está associada com os níveis de sinais químicos diluídos. Assim, foi testado o efeito da quantidade de água do aquário renovada na agressividade e estabilidade social em dois ciclídeos neotropicais, o *Pterophyllum scalare* e o *Cichlasoma paranaense*, pois o mecanismo pode variar entre espécies. Observamos para *P. scalare* que a renovação de uma pequena quantidade de água (25%) interfere menos no comportamento agressivo dos indivíduos dentro do grupo social do que uma maior quantidade de água (50%). Além disso, a agressividade rapidamente retorna a níveis basais. Em contraste a renovação de 50% da água parece reduzir as interações agressivas no grupo de *C. paranaense*. Assim, esses efeitos podem estar associados a mecanismos diferentes de sinalização social entre as espécies de ciclídeos.

PALAVRAS-CHAVE: hierarquia social, comunicação química, aquariofilia, sinais sociais.

ABSTRACT

Social animals interact aggressively to establish territories and social hierarchy. To avoid constant fights and reduce the probability of injuries, they signalize social rank by means of displays and other types of signaling. In some fish species, chemicals that signalize social rank are released into the water. However, the water renewal in aquaria or breeding tanks (required to remove food leftovers and organic materials) dilutes the chemicals, therefore impairing social communication and rank recognition. The result is an increased and constant group aggressive interaction that may cause severe physical injuries, and raise fish's social stress levels. In this study, it was asked whether the aggressiveness is associated with the levels of chemicals diluted. Then, it was tested the effect of the amount of aquarium's water renewed on the aggressiveness and social stability in two Neotropical cichlids, *Pterophyllum scalare*, and *Cichlasoma paranaense*, as the mechanisms can vary according to the species. It was noticed to *P. scalare* that the renovation of a small amount of aquarium's water (25%) interfere less in aggressive behavior of individuals within the social group than in higher changing water (50%). Aggressiveness, moreover, quickly returns to basal levels. In contrast, the renewal of 50% of water seems to reduce aggressive interactions in *C. paranaense*'s social groups. Thus, these effects may be associated with different mechanisms of social signaling between the cichlid species.

KEY-WORDS: social hierarchy, chemical communication, aquarism, social signals.

INTRODUÇÃO GERAL

As interações sociais em peixes são influenciadas por sinais visuais, químicos e sonoros (Brönmark & Hansson, 2000). Entretanto, em ambientes aquáticos, a comunicação visual e auditiva podem se tornar menos perceptíveis devido a alguns fatores como turbidez da água, baixa luminosidade e alta complexidade do habitat (Brönmark & Hansson, 2000). Assim, os sinais químicos passam a ter importância maior, uma vez que são pouco afetados por esses fatores. Barcellos *et al.* (2014) demonstraram que a comunicação química fornece informações adicionais do ambiente para co-específicos que são incapazes de detectar um potencial perigo visualmente (predador).

A comunicação química em peixes permite o acesso a várias informações, como identificação de risco de predação (Brown, 2003), tamanho dos co-específicos (Giaquinto & Volpato, 2005), antecipação a possíveis ameaças (Barcellos *et al.*, 2011), sinalização de alerta (Jordão & Volpato, 2000; Giaquinto & Hoffmann, 2010), reconhecimento de parceiros (Thünken *et al.*, 2009; Giaquinto *et al.*, 2010) e estimulação do sistema reprodutivo da fêmea (Huertas *et al.*, 2014). Ela é realizada por meio de sinais químicos que são liberados na água pela urina, fezes e sangue. Maruska & Fernald (2012) mostraram que machos de *Astatotilapia burtoni* usam sinais químicos encontrados na urina em interações territoriais (intrasexual) e reprodutivas (intersexual). De acordo com Miranda *et al.* (2005), as fêmeas de *Oreochromis mossambicus* liberam sinais químicos na urina e fezes, que permitem aos machos identificarem a condição reprodutiva da fêmea. Barreto *et al.* (2013), demonstraram que substâncias químicas presentes no sangue de predadores atuam como substância de alarme na tilápia-do-nylo (*O. niloticus*). Assim, é possível perceber que a comunicação química tem diversas funções em peixes e é essencial para a comunicação social em peixes.

Além das funções citadas, a comunicação química também é uma importante via de informação social entre peixes. As espécies da família Cichlidae, por exemplo, vivem em grupos e defendem seu território, formando assim uma hierarquia de dominância, cuja posição social é definida por meio de confrontos agressivos (Turner & Huntingford, 1986). O comportamento agressivo é formado por lutas ritualizadas, das quais fazem parte interações agressivas de

variável risco de injúrias (Greaves & Tuene, 2001) e gasto energético (Ros *et al.*, 2006). Após o estabelecimento da hierarquia, os ataques são reduzidos e os *displays*, que são interações de baixo custo energético, se tornam mais frequentes (Alvarenga & Volpato, 1995; Neat *et al.*, 1998; Ros *et al.*, 2006). Quando a hierarquia de dominância se estabelece, as sinalizações entre os indivíduos são necessárias para que haja reconhecimento da posição social de cada indivíduo. Dessa forma, os peixes informam a sua posição social, reduzindo as chances de confrontos físicos diretos constantes. Essas sinalizações ocorrem por meio da coloração dos olhos (Volpato *et al.*, 2003), coloração do corpo (O'Connor *et al.*, 1999), sons (Amorim *et al.*, 2003; Longrie *et al.*, 2008) e sinais químicos (Giaquinto & Volpato, 1997; Gonçalves-de-Freitas *et al.*, 2008).

Apesar do conhecimento das funções mediadas pela comunicação química em peixes, na aquarofilia o manejo de renovação de água do aquário é realizado ao menos uma vez por semana (Goldstein, 2001). De acordo com esse autor, esse manejo é necessário para remover sobras de alimentos e material orgânico, os quais se acumulam e formam compostos nitrogenados que são tóxicos aos peixes. No entanto, a renovação também retira substâncias químicas que são fundamentais para sinalizar a posição social entre os peixes, provocando aumento de interações agressivas e instabilidade social nos animais (e.g. Gonçalves-de-Freitas *et al.*, 2008), podendo aumentar o estresse social dos animais (Johnsson *et al.*, 2006). Essas condições são indesejáveis para a aquicultura e manutenção de animais em aquários, pois resultam em redução do crescimento (Volpato & Fernandes, 1994) e aparecimento de doenças (Conte, 2004; Gilmour *et al.*, 2005). Assim, são necessários estudos para se definir a quantidade adequada de renovação de água que permita manter a boa qualidade da água sem causar aumento excessivo das interações agressivas e, conseqüentemente, dos efeitos negativos das interações agressivas.

Para este estudo foram escolhidas duas espécie de ciclídeos, pois esses animais usam a comunicação química em vários contextos sociais (Keller-Costa *et al.*, 2015). Além disso, representantes da família Cichlidae possuem organização social definida por meio de interações agressivas (Baerends & Baerends-Van Roon, 1950), ideal para testar o objetivo proposto. As espécies utilizadas foram o *Pterophyllum scalare* (Schultze 1823) e o *Cichlasoma*

paranaense (Kullander 1983) (Perciformes, Cichlidae). O uso dos sinais químicos como sinalizadores da posição social vem sendo estudado principalmente em ciclídeos africanos (e.g. Barata *et al.*, 2007; Gonçalves-de-Freitas *et al.*, 2008; Maruska & Fernald, 2012) e dependendo da espécie, o padrão de resposta pode mudar. Por isso, este trabalho investigou tais variações na resposta à comunicação química em espécies neotropicais com distribuição amazônica (*P. scalare*) e ao longo da bacia do Alto Rio Paraná (*C. paranaense*). A família Cichlidae apresenta uma grande variedade de espécies, cores, comportamentos e nichos, isso provavelmente reflete uma variedade parecida na comunicação química (Keller-Costa *et al.*, 2015). Por isso, comparar espécies pode trazer informações mais abrangentes sobre os mecanismos de manutenção da organização social em ciclídeos.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

- Alvarenga, C. M. D. & G. L. Volpato. 1995. Agonistic profile and metabolism in alevins of the Nile tilapia. *Physiology & Behavior*, 57: 75-80.
- Amorim, M. C. P., P. J. Fonseca & V. C. Almada. 2003. Sound production during courtship and spawning of *Oreochromis mossambicus*: male–female and male–male interactions. *Journal of Fish Biology*, 62: 658-672.
- Baerends, G. P. & J. M. Baerends-Van Roon. 1950. An introduction to the study of the ethology of cichlid fishes. *Behaviour Supplement*, 1: 1-242.
- Barata, E. N., P. C. Hubbard, O. G. Almeida, A. Miranda & A. V. M. Canário. 2007. Male urine signals social rank in the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Bio Med Center Biology*, 5: 54.
- Barcellos, L. J. G., G. Koakoski, J. G. S. da Rosa, D. Ferreira, R. E. Barreto, P. C. Giaquinto & G. L. Volpato. 2014. Chemical communication of predation risk in zebrafish does not depend on cortisol increase. *Scientific Reports*, 4: 5076.
- Barcellos, L. J. G., G. L. Volpato, R. E. Barreto, I. Coldebella & D. Ferreira. 2011. Chemical communication of handling stress in fish. *Physiology & Behavior*, 103: 372-375.

- Barreto, R. E., C. A. Miyai, F. H. C. Sanches, P. C. Giaquinto, H. C. Delicio & G. L. Volpato. 2013. Blood Cues Induce Antipredator Behavior in Nile Tilapia Conspecifics. PLOS ONE, 8: doi: 10.1371/journal.pone.0054642.
- Brönmark, C. & L. A. Hansson. 2000. Chemical Communication in Aquatic Systems: an introduction. Oikos, 88: 103-109.
- Brown, G. E. 2003. Learning about danger: chemical alarm cues and local risk assessment in prey fishes. Fish and Fisheries, 4: 227-234.
- Conte, F. S. 2004. Stress and the welfare of cultured fish. Applied Animal Behaviour Science, 86: 205-223.
- Giaquinto, P. C. & A. Hoffmann. 2010. Role of olfaction and vision cues in feeding behavior and alarm reaction in the catfish pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*. Journal of Ethology, 28: 21-27.
- Giaquinto, P. C. & G. L. Volpato. 1997. Chemical Communication, Aggression, and Conspecific Recognition in the Fish Nile Tilapia. Physiology & Behavior, 62: 1333-1338.
- Giaquinto, P. C. & G. L. Volpato. 2005. Chemical cues related to conspecific size in pintado catfish, *Pseudoplatystoma coruscans*. Acta Ethologica, 8: 65-69.
- Giaquinto, P. C., C. M. S. Berbert & H. C. Delicio. 2010. Female preferences based on male nutritional chemical traits. Behavioral Ecology and Sociobiology, 64: 1029-1035.
- Gilmour, K. M., J. D. DiBattista & J. B. Thomas. 2005. Physiological causes and consequences of social status in salmonid fish. Integrative and Comparative Biology, 45: 263-273.
- Goldstein, R. J. 2001. Angelfish: a complete pet owner's manual. Barron's Educational Series, Inc. Hauppauge (NY), 95 p.
- Gonçalves-de-Freitas, E., F. B. Teresa, F. S. Gomes & P. C. Giaquinto. 2008. Effect of water renewal on dominance hierarchy of the Nile tilapia. Applied Animal Behavior Science, 112: 187-195.

- Greaves, K. & S. Tuene. 2001. The form and context of aggressive behaviour in farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 193: 139-147.
- Huertas, M., O. G. Almeida, A. V. M. Canário & P. C. Hubbard. 2014. Tilapia male urinary pheromone stimulates female reproductive axis. *General and Comparative Endocrinology*, 196: 106-111.
- Johnsson, J. I., S. Winberg & K. A. Sloman. 2006. Social interactions. Pp. 151–196. In: Sloman, K. A., R. W. Wilson & S. Balshine (Eds.). *Behaviour and physiology of fish*. San Diego, Elsevier Inc.
- Jordão, L. C. & G. L. Volpato. 2000. Chemical transfer of warning information in non-injured fish. *Behaviour*, 137: 681-690.
- Keller-Costa, T., A. V. M. Canário & P. C. Hubbard. 2015. Chemical communication in cichlids: A mini-review. *General and Comparative Endocrinology*, 221: 64-74.
- Longrie, N., M. L. Fine & E. Parmentier. 2008. Innate sound production in the cichlid *Oreochromis niloticus*. *Journal of Zoology*, 275: 413-417.
- Maruska, K. P. & R. D. Fernald. 2012. Contextual chemosensory urine signaling in an African cichlid fish. *The Journal of Experimental Biology*, 215: 68-74.
- Miranda, A., O. G. Almeida, P. C. Hubbard, E. N. Barata & A. V. M. Canário. 2005. Olfactory discrimination of female reproductive status by male tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *The Journal of Experimental Biology*, 208: 2037-2043.
- Neat, F. C., A. C. Taylor & F. A. Huntingford. 1998. Proximate costs of fighting in male cichlid fish: the role of injuries and energy metabolism. *Animal Behaviour*, 55: 875-882.
- O'Connor, K. I., N. B. Metcalfe & A. C. Taylor. 1999. Does darkening signal submission in territorial contests between juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*? *Animal Behaviour*, 58: 1269-1276.
- Ros, A. F. H., K. Becker & R. F. Oliveira. 2006. Aggressive behaviour and energy metabolism in a cichlid fish, *Oreochromis mossambicus*. *Physiology & Behavior*, 89: 164-170.

Thünken, T., N. Waltschyk, T. C. M. Bakker & H. Kullmann. 2009. Olfactory self-recognition in a cichlid fish. *Animal Cognition*, 12: 717-724.

Turner, G. F. & F. A. Huntingford. 1986. A problem for game theory analysis: assessment and intention in male mouth brooder contests. *Animal Behaviour*, 34: 961-970.

Volpato, G. L. & M. O. Fernandes. 1994. Social control of growth in fish. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 27: 797-810.

Volpato, G. L., A. C. Luchiari, C. R. A. Duarte, R. E. Barreto & G. C. Ramanzini. 2003. Eye color as an indicator of social rank in the fish Nile tilapia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 36: 1659-1663.