

**Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências
Campus de Botucatu**

**COMUNICAÇÃO DO STATUS SOCIAL PELA
EXIBIÇÃO DA NADADEIRA DORSAL**

NILO FLÁVIO DEPLÁCIDO

**BOTUCATU – SP
2010**

**Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências
Campus de Botucatu**

**COMUNICAÇÃO DO STATUS SOCIAL PELA
EXIBIÇÃO DA NADADEIRA DORSAL**

Nilo Flávio Deplácido
Orientador: Prof. Dr. Gilson Luiz Volpato

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de
Fisiologia do Instituto de
Biociências -UNESP- Campus de
Botucatu, como parte dos
requisitos para obtenção do
Título de Bacharel em Ciências
Biológicas.**

**BOTUCATU – SP
2010**

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação - Campus De Botucatu - UNESP
Bibliotecária responsável: *Sulamita Selma Clemente Colnago* – CRB 8/4716

Deplacido, Nilo Flavio.

Comunicação do status social pela exibição da nadadeira dorsal / Nilo Flavio Deplacido. – Botucatu, 2010.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado – Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista

Orientador: Gilson Luiz Volpato

1. Tilápia (Peixe) – Comportamento.

Palavras-chave: Agressão; Comunicação; Confronto; Dominância; Hierarquia social; Nadadeira dorsal; Peixe; *Oreochromis niloticus*; Sinalização

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus amigos e companheiros do laboratório que durante esse tempo estiveram juntos de mim, que todos tenham um futuro bonito e promissor tanto na vida pessoal quanto na profissional, ao meu orientador é claro que me conduziu ao meio científico, me ensinando ter a percepção necessária de um pesquisador, e a minha família que esteve sempre ao meu lado, me animando e dando forças nas horas mais difíceis, e especialmente ao meu pai, que onde quer que esteja, com certeza está respirando o mais puro ar possível, preenchendo seus pulmões que a tempo não podia.

AGRADECIMENTOS

- ✓ Começo agradecendo é claro o meu orientador Gilson Volpato pela oportunidade de fazer parte desse laboratório, podendo desenvolver meu projeto de bacharel, e agradeço também pelo companheirismo e amizade que viemos a ter ao longo desse tempo e que com certeza perpetuará. Não posso deixar de comentar a dedicação com que ele nos ensina a difícil e prazerosa vida de pesquisador, com ética e senso crítico dentro e fora da ciência.
- ✓ Agradeço aos meus amigos e amigas de laboratório pela convivência harmoniosa que tivemos todo esse tempo, pelas brincadeiras, pelos risos, pelos encontros em baladas, bares e botecos, com certeza nunca esquecerei porque formamos uma família, não citarei nomes para não ser desonesto com alguém que vir a esquecer. Agradeço a todos pela ajuda em algum ponto do meu projeto sendo ele teórico ou prático, na leitura dos artigos, na análise dos resultados e por ai vai e em especial a Vivian e o Balboa por estar na maior parte deste projeto, obrigado mesmo.
- ✓ E por último e não menos importante, agradeço os funcionários que sem eles estaríamos perdidos para adequação dos projetos, em especial o Juninho e o Tardivo pela grande amizade que viemos a ter, as mulheres da limpeza que sem elas o laboratório estaria um verdadeiro caos e as mulheres da cozinha que sempre nos davam o prazer de provar aqueles cafezinhos de fim de tarde.

SUMÁRIO

Resumo.....	2
1. Introdução.....	3
2. Material e Método.....	5
3. Resultados.....	9
4. Discussão.....	12
5. Referencias.....	15

RESUMO

No presente estudo, avaliamos se a exibição da nadadeira dorsal é usada na comunicação do status social na tilápia do Nilo. Medimos o grau de expansão da nadadeira dorsal de peixes durante confrontos que levassem ao estabelecimento de hierarquia de dominância (em isolamento, antes e após estabelecimento hierárquico). Foram observados dez pares de peixes, dos quais 7 claramente estabeleceram a hierarquia de dominância. Antes do pareamento, o grau de expansão da nadadeira dorsal (GEN) não diferiu entre os animais. Com o pareamento, mas antes da definição hierárquica, o GEN aumentou de forma similar para ambos os animais dos pares e os indivíduos de cada par emitiram taxas de confrontos equivalentes. Porém, após a definição hierárquica, tanto o GEN quanto as taxas de confrontos se mantiveram nos dominantes, reduzindo drasticamente nos submissos. Esses dados mostram que o GEN é um sinal indicativo da posição hierárquica dos peixes, podendo transmitir informação de dominância (elevação do GEN) ou submissão (redução do GEN).

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, nadadeira dorsal, sinalização, comunicação, hierarquia social, dominância, submissão, peixe, agressão, confronto.

1. INTRODUÇÃO

A exibição da nadadeira dorsal em muitas espécies de peixes pode ser um sinal de comunicação inter e intraespecífica. Essa exibição tem sido investigada principalmente o contexto reprodutivo. Por exemplo, em *Rhinogobius brunneus* as fêmeas preferem os machos com maior tamanho da nadadeira dorsal, mas a taxa de exibição da nadadeira pode ser prioritária quando as fêmeas estão mais próximas do macho (Suk & Choe, 2002). Em *Xiphophorus birchmanni*, as fêmeas preferem machos em menor tamanho de nadadeira dorsal, sendo o efeito da maior nadadeira efetivo na intimidação entre machos para a disputa sexual (Fisher et al. 2007). Em *Betta splendens*, a exibição da nadadeira e abertura dos opérculos são consideradas parte de um padrão comportamental de intimidação agressiva (Castro et al., 2006). Nessa espécie, esses autores mostram que essas exibições (nadadeira e opérculo) demandam energia, embora não haja diferença dessa demanda entre ganhadores e perdedores durante os confrontos (Castro et al., 2006).

No ciclídeo tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, a exibição da nadadeira dorsal é um comportamento frequente. Ele ocorre em vários contextos sociais e é possível que também esteja envolvido na interação agonística intraespecífica. Na interação interespecífica, a tilápia aumentou a frequência de expansão da nadadeira dorsal e o tempo dessa expansão quando pareada com o piau e o pintado (Freitas & Volpato, 2008). Porém, o maior aumento de tempo de eriçamento da nadadeira dorsal ocorreu frente ao não predador (piauí) comparado ao predador (pintado). Esses autores interpretam que a resposta de expansão da nadadeira dorsal da tilápia frente ao piauí pode ter sido uma resposta de disputa hierárquica, já que se tratava de uma espécie simpátrica não predadora (piauí). Além disso, o desenvolvimento a partir de larvas de tilápia do Nilo normais criados em grupos mutantes (que não possuem nadadeira dorsal) afetou a performance agressiva desses indivíduos normais (Barki & Volpato, 1998).

No presente estudo, buscamos uma melhor interpretação do papel da exibição da nadadeira dorsal no contexto agonístico na tilápia do Nilo. Para isso, buscamos estudar o grau de expansão dessa nadadeira. Assumimos o pressuposto de que quanto maior fosse esse grau de expansão, maior seria o significado dessa demonstração no respectivo contexto.

2. MATERIAL E MÉTODO

Utilizamos juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) com comprimento padrão de $7,47 \pm 0,27$ cm. Eles estavam mantidos em biotério climatizado e cada peixe foi capturado uma semana antes dos experimentos, quando ficavam isolados para aclimação em aquário (29x12x20 cm) com temperatura média de 22 °C. Com esse período de uma semana procuramos minimizar efeitos da hierarquia prévia (Francis, 1983).

Basicamente, buscamos medir o grau de expansão da nadadeira dorsal de peixes durante confrontos que levassem ao estabelecimento de hierarquia de dominância. Assim, essa medida da expansão da nadadeira dorsal foi feita individualmente e antes do pareamento dos animais (a cada 20 s por 5 min) e a cada 20 s por 15 min durante a interação social. Ao mesmo tempo, registramos seguidamente o número de confrontos emitidos por cada peixe em direção ao contendor. Assim, pudemos avaliar a expansão da nadadeira em função das interações agonísticas e também durante e após a definição hierárquica nas duplas. Foram analisadas 10 duplas.

O aquário foi o mesmo usado na aclimação dos animais. Para o pareamento dos animais, o peixe intruso era capturado com uma rede e rapidamente introduzido no aquário do coespecífico. As interações eram filmadas para posterior análise dos confrontos e expansão da nadadeira dorsal. A identificação de cada animal no par era feita por meio de pequeno corte na nadadeira caudal do peixe intruso ou residente, que era realizado uma semana antes do pareamento e com os peixes sob anestesia com benzocaína (0,6 g/L). Em metade das duplas o indivíduo residente foi marcado, e na outra metade o intruso.

Foram observadas as seguintes interações agonísticas, como segue (adaptado de Alvarenga & Volpato, 1995 e Giaquinto & Volpato, 1997):

- *Confrontos paralelos*: os peixes permanecem próximos entre si, dispostos lado a lado (mesmo sentido ou sentidos opostos), e batem as caudas para ambos os lados.
- *Confronto bucal*: ambos os peixes se aproximam frontalmente com a boca aberta e mordem concomitantemente a boca do oponente, geralmente empurrando-o para trás.
- *Confronto lateral*: quando ambos os peixes, ou apenas um deles, morde a lateral do corpo do oponente.
- *Confrontos totais*: incluem todos os tipos de confrontos.

A hierarquia foi visualmente definida quando apenas um dos animais passava a deflagrar confrontos e o outro fugia. A definição hierárquica foi observada basicamente pela fuga do oponente; ou seja, quando houvesse mais investidas de uma das partes e fuga permanente da outra. Eventualmente, mesmo depois da definição hierárquica, o submisso podia reagir a alguns ataques, mas essa atitude não mudou a sua posição no par. Essa definição hierárquica foi medida por meio do índice de dominância (ID), calculado como:

$$ID = \frac{\text{Confrontos Emitidos}}{\text{Confrontos Emitidos} + \text{Confrontos Recebidos}}$$

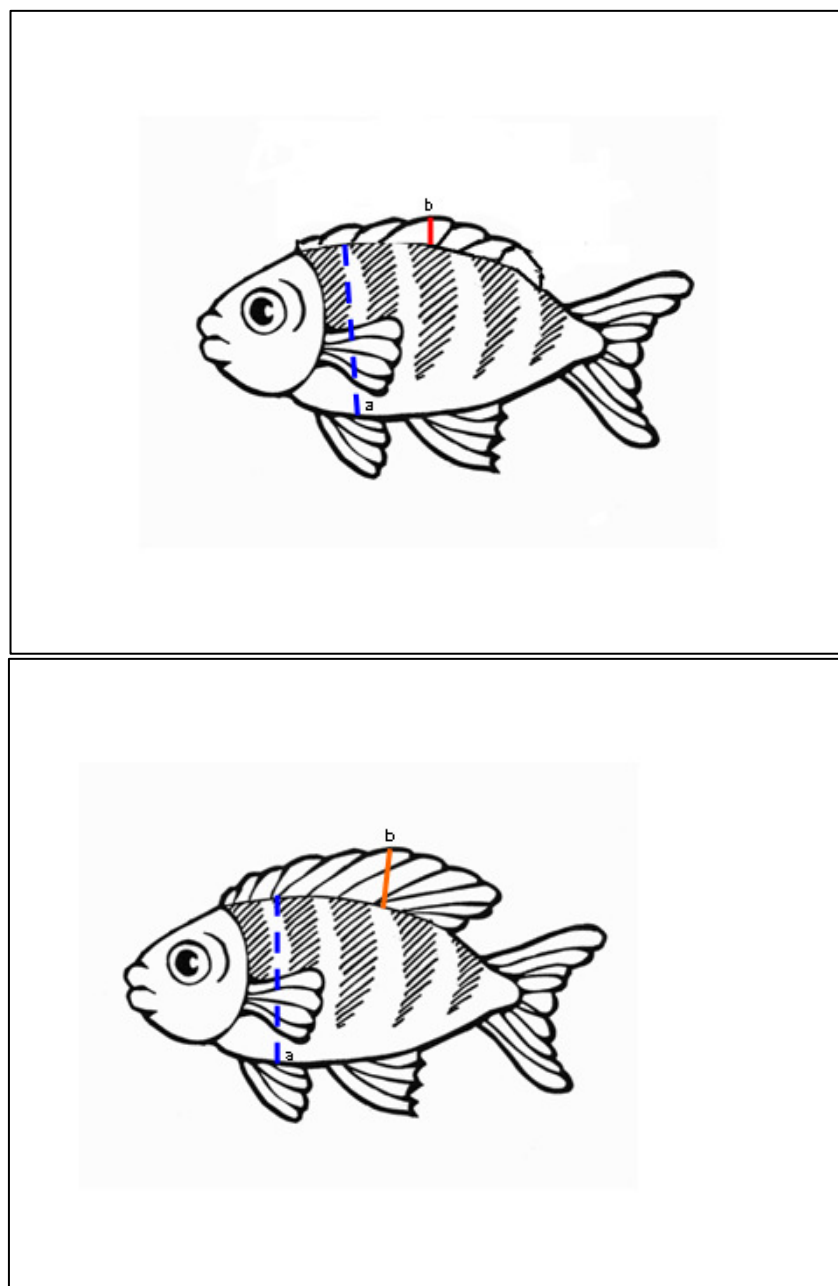
No caso de confrontos que eram emitidos concomitantemente pelos indivíduos do par, consideramos esse confronto para ambos os peixes. No confronto em paralelo, em alguns casos apenas um dos indivíduos emitia o confronto, com o outro permanecendo parado (neste caso, computado apenas para o peixe emissor).

Os peixes dominantes pesaram $13,73 \pm 1,12$ g e os submissos $13,56 \pm 1,53$ g ($p > 0,05$, teste t independente). A diferença de peso entre as duplas foi, em média, de $1,37 \pm 0,78$ g, resultando numa diferença percentual média de $10,01 \pm 5,71\%$.

Da análise da fita, quantificamos também a expansão da nadadeira dorsal de cada peixe do par. Essa medida era mensurada de sua base até o ápice,

sempre na região que fornecesse a maior extensão possível no momento (Fig. 1). Essa medida sempre foi realizada na porção anterior da nadadeira dorsal (na porção posterior a curvatura do peixe impede a correta medição de sua altura). Em alguns momentos a medida da nadadeira dorsal não pôde ser feita devida à posição que o peixe se encontrava. Quando possível, essa medida era feita no momento imediatamente anterior, mas somente se nesse período o padrão de expansão da nadadeira não oscilasse.

Essas medidas foram feitas a partir das filmagens, o que nem sempre garantia a mesma distância entre o peixe e a câmera, podendo assim alterar a escala a ser medida. Para corrigir esse efeito, usamos como referência a altura real dos peixes, medida da base da região ventral até o dorso, realizada após o pareamento e retirada dos peixes do aquário. A partir daí, essa altura era novamente medida nas filmagens, determinando-se o percentual de defasagem entre as duas medidas, que era usado para corrigir as medidas da expansão das nadadeiras.



Modificado de: <http://desenhos.kids.sapo.pt/peixe-2.htm>

Figura 1: Medidas das alturas do corpo (a) e da distensão da nadadeira (b) em juvenis de tilápia do Nilo. Para cada um dos casos, usamos sempre a maior medida possível.

3. RESULTADOS

A definição hierárquica foi claramente estabelecida em 7 das 10 duplas examinadas, levando, em média, $8,71 \pm 5,87$ min. Dessas 7 duplas, em 5 os animais de maior peso foram os dominantes. Antes do estabelecimento hierárquico, os dois indivíduos de cada par emitiram taxas de confronto equivalentes; após o estabelecimento hierárquico, essa taxa se manteve nos dominantes e reduziu drasticamente nos submissos (Fig. 2A). Tal perfil é também visto no índice de dominância, que aumentou nos dominantes e reduziu nos submissos após o estabelecimento hierárquico (Fig. 2B).

Antes do pareamento, o GEN* não diferiu entre os animais dos pares. Com o pareamento, mas antes da definição hierárquica, o GEN aumentou de forma similar para ambos os animais dos pares. Porém, após a definição hierárquica, o GEN se manteve nos dominantes e reduziu drasticamente nos submissos (Fig. 3).

* A relação entre a altura da nadadeira dorsal e a altura do corpo do animal (grau de expansão da nadadeira - GEN (“fin expansion ratio” = FER)).

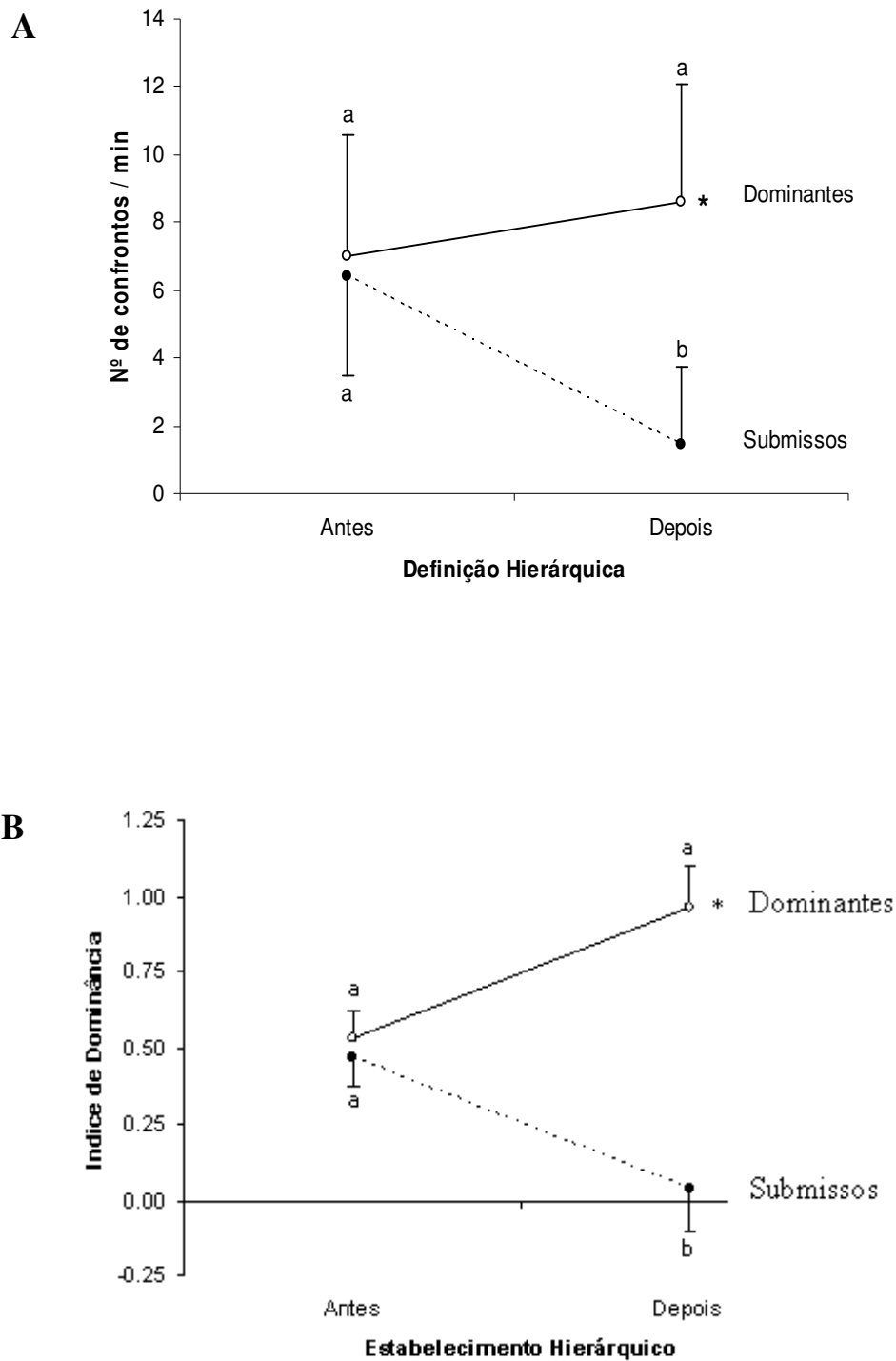


Figura 2. Estabelecimento da dominância na tilápia do Nilo. Dados médios ($n = 7$, $\pm$ desvio padrão). Letras diferentes indicam diferença num mesmo grau hierárquico; * indica diferença entre graus hierárquicos num mesmo momento [Anova, teste de Tukey]. **A** - Variação da taxa de confrontos emitidos por cada nível hierárquico em função do estabelecimento hierárquico. Sub antes > Sub depois ($p = 0,037$) e Dom antes = Dom depois ($p = 0,744$); Dom antes = Sub antes ($p = 0,983$) e Dom depois > Sub depois ($p = 0,004$). **B** - O índice de dominância foi a relação entre o número de confrontos emitidos por um indivíduo e o total de confrontos no par. Sub antes > Sub depois ($p = 0,0007$) e Dom antes = Dom depois ($p = 0,0007$); Dom antes = Sub antes ($p = 0,997$) e Dom depois > Sub depois ($p = 0,0002$).

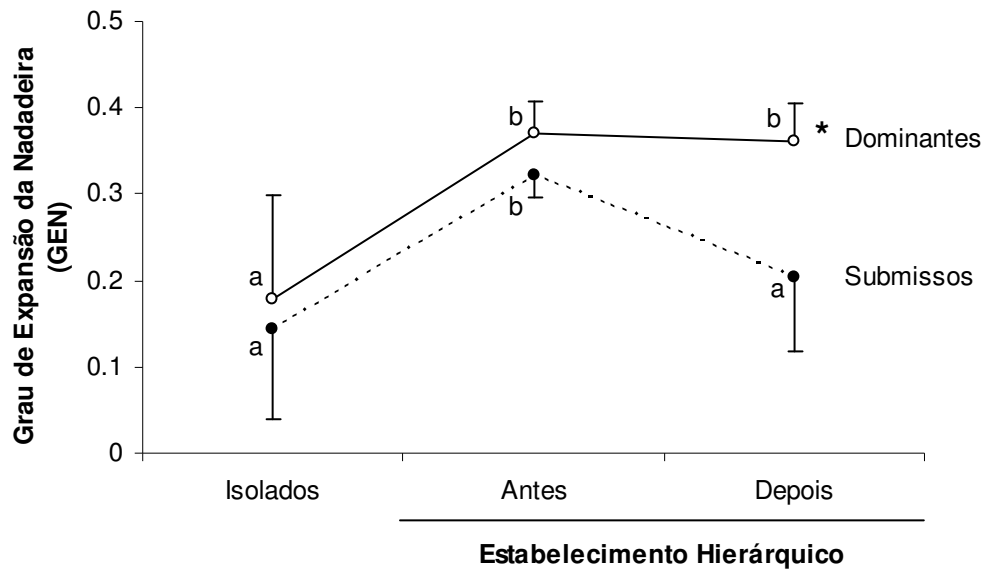


Figura 3. Grau de Expansão da Nadadeira dorsal (GEN) durante dinâmica de interação social em pares de juvenis de tilápia do Nilo. Valores médios ($\pm$ desvio padrão). Letras diferentes indicam diferença num mesmo grau hierárquico em relação à condição antes do pareamento. Não houve diferença durante o isolamento ($p = 0,941$). Após pareamento, todos aumentaram o GEN (Dom, $p = 0,0004$; Sub, $p = 0,001$). Após definição hierárquica, os dominantes mantiveram o GEN (Isolados, $p = 0,0007$; Antes, $p = 1,000$); os submissos reduziram o GEN (Antes, $p = 0,041$) a nível igual à condição de isolamento ($p = 0,603$). * indica diferença entre graus hierárquicos num mesmo momento [Anova, teste de Tukey].

4. DISCUSSÃO

Neste estudo vimos que a exibição da nadadeira dorsal está associada com o estabelecimento hierárquico entre juvenis de tilápia do Nilo. Essa exibição é evidente na fase onde a relação hierárquica ainda não está definida, mas com a definição hierárquica fica predominante nos animais dominantes. Portanto, a intensidade da exibição da nadadeira dorsal é um sinal associado às relações interindividuais durante as disputas hierárquicas, significando dominância.

As duplas estudadas mostraram claramente relação hierárquica entre os animais, visto pelo índice de dominância. Na literatura, valores desse índice acima de 0,6 já têm sido considerados indicativos de estabilidade hierárquica (veja valores em Bailey, et al., 2000). Durante a fase de definição hierárquica, o índice de dominância ficou em torno de 0,50 (Fig. 2B), que indica que os confrontos eram emitidos de forma bastante proporcional entre os indivíduos. No período que consideramos definição hierárquica, esse índice claramente aumentou para o dominante e diminuiu para o submisso (Fig. 2B). Essa expressão em relação ao número de confrontos (Fig. 2A) reforça essa interpretação. Assim, validamos os diferentes contextos sociais nos momentos que consideramos “antes” e “Depois” da definição hierárquica.

O grau de expansão da nadadeira dorsal também variou segundo esses dois momentos de definição hierárquica referidos acima e entre os graus hierárquicos (Fig. 3). Certa expansão da nadadeira dorsal existe mesmo com os animais em isolamento, mas ela é aumentada para os dois animais na fase de confrontos quando a definição hierárquica ainda não existe. Em seguida, com esta já definida, é reduzida apenas nos animais submissos.

As variações expressas acima podem significar basicamente três contextos: necessidade de equilíbrio na água, defesa de território e demonstração de status social. Se fosse apenas resposta de equilíbrio, teríamos que admitir que as possibilidades de desequilíbrio seriam aumentadas com o pareamento (Fig. 3 Antes) e maiores nos dominantes apenas após a definição hierárquica (Fig. 3 Depois). De outro lado, se fosse uma resposta específica ao perigo e ataques

recebidos, após a definição hierárquica os dominantes estariam sendo mais desafiados que os submissos, o que certamente não ocorre. A explicação mais razoável é que a exibição da nadadeira dorsal seja um mecanismo de demonstração da superioridade hierárquica. Com isso, enquanto em isolamento, ela pode ocorrer em baixas taxas em repostas a estímulos súbitos que eventualmente ocorram no ambiente. Esses estímulos ameaçadores são, então, grandemente aumentados com o pareamento, pois há desafio entre os dois animais que disputam a dominância. Como esses desafios são para ambos os peixes, a resposta de nadadeira dorsal é também similar entre eles. Porém, quando ocorre a definição hierárquica por meio da confrontação diretas entre esses animais, os submissos tentem a diminuir a emissão de ataques aos dominantes, enquanto estes buscam emitir sinais que avisem frequentemente sua superioridade. Esta explicação se coaduna ao fato dos dominantes manterem o grau de expansão da nadadeira dorsal após a definição hierárquica, enquanto os submissos a reduzem a valores iguais ao do isolamento (Fig. 3).

A explicação abaixo condiz com os vários sinais de dominância presentes entre animais. Após o pareamento, *Betta splendens* exibem alta taxa de confrontos, a qual é reduzida com a definição hierárquica. Essa redução é garantida com a expressão de sinais que mantêm a relação hierárquica a menos custo (Haller & Wittenberg, 1988). Essa substituição de confrontos diretos por sinais evita que os peixes se machuquem e despendam energia além do necessário, o que poderia comprometer a sobrevivência tanto dos submissos quanto dos dominantes. A evolução desses sinais é algo bem estabelecido na literatura em peixes (Volpato *et al*, 2003) e outros animais (Fatjó *et al.*, 2006; Cafazzo & Natoli, 2008).

Embora tais sinais sejam esperados, o presente estudo avança no sentido de que identifica na tilápia do Nilo um desses sinais de dominância. Ou seja, maior grau de expansão da nadadeira dorsal indica sinalização de dominância, sejam com a hierarquia definida ou não. Porém, não se pode excluir que a redução no grau de estiramento da nadadeira dorsal seja também uma emissão ativa para indicar a submissão hierárquica, pois tanto dominantes quanto

submissos adquirem vantagens em expressar seus status hierárquicos: o dominante para manter sua superioridade e o submisso para reduzir os ataques sobre ele.

5 - REFERÊNCIAS

- Alvarenga, C. M. D. & Volpato, G. L. 1995. Agonistic profile and metabolism in alevins of the Nile tilapia. *Physiol. Behav.*, 57 (1), 75-80.
- Bailey, J., Alanärä, A. & Brännäs, E. 2000. Methods for assessing social status in Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 57, 258–261.
- Barki, A. & Volpato, G. L. 1998. Early social environment and the fighting behaviour of young *Oreochromis Niloticus* (pisces, Cichlidae). *Behaviour*, 135, 913-929.
- Cafazzo, S. & Natoli, E. 2008. The social function of tail up in the domestic cat (*Felis silvestris catus*). *Behavioural Processes*, 80, 60-66.
- Castro, N., Ros, A. F. H., Becher, K. & Oliveira, R. F. 2006. Metabolic costs of aggressive behaviour in the Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Aggressive Behavior*, 32 (5), 474-480.
- Fatjo, J., Feddersen-Petersen, D., De la Torre, J. L. R., Amat, M., Mets, M., Braus, B. & Manteca, X. 2007. Ambivalent signals during agonistic interactions in a captive wolf pack. *Applied Animal Behaviour Science*, 105, 274-283.
- Fisher, H. S. & Rosenthal, G. G. 2007. Male swordtails court with an audience in mind. *Biology Letters*, 3 (1), 5-7.
- Francis, R. C. 1983. Experimental effects on agonistic behaviour in the paradise fish, *Macropodus opercularis*. *Behaviour*, 85 (3-4): 292-313.
- Freitas, R. H. A. & Volpato, G. L. 2008. Behavioral response of Nile tilapia to an allopatric predator. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 41:4, 267-272.
- Giaquinto, P. C. & Volpato, G. L. 1997. Chemical communication, aggression, and conspecific recognition in the fish Nile tilapia. *Physiology & behaviour*, 62, n. 6, 1333-1338.
- Haller, J. & Wittenberg, C. 1988. Biochemical energetics of hierarchy formation in *Betta splendens*. *Physiol. Behav.*, 43, 447-450.
- Suk, H. Y. & Choe, J. C. 2002. Females prefer males with larger first dorsal fins in the common freshwater goby. *Journal of fish biology*, 61, 899-914.
- 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. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 36(12), 1659-1663.