

Comportamento alimentar da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) frente a diferentes ingredientes alimentares

Elyara Maria Pereira-da-Silva¹ e Luiz Edivaldo Pezzato^{2*}

¹Departamento de Ciências Básicas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga-São Paulo, Brazil. ²FMVZ/Caunesp, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, Caixa Postal: 560, 18618-000, Botucatu, São Paulo, Brazil. *Author for correspondence.

RESUMO. Foram avaliadas as respostas comportamentais da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) frente a 14 ingredientes utilizados na alimentação de peixes: farinhas de carne, de peixe, de crisálidas, de camarão, de girassol, de algodão e de mandioca, ovo integral liofilizado, levedura de cana-de-açúcar, farelos de soja e de trigo, glúten de milho, fubá de milho e raspa de mandioca. O método utilizado foi de dupla escolha, comparando-se cada ingrediente peletizado a uma ração denominada controle. Foram empregados quatro aquários (750 litros), contendo, cada um, três alevinos e dois comedouros instalados nos cantos direito e esquerdo, sendo registradas as respostas dos animais para cada ingrediente, separadamente. Concluiu-se que as respostas comportamentais da tilápia variam de acordo com o ingrediente oferecido e que parece existir uma correlação positiva entre o grau de atrato-palatabilidade de um ingrediente e a ocorrência de confrontos agonísticos entre os indivíduos. Sugere-se que ingredientes classificados como de alta atrato-palatabilidade (farinhas de crisálidas, de peixe, de carne, de camarão e ovo liofilizado integral) sejam adicionados às dietas especiais para peixes, visando ao aumento da ingestão alimentar nos períodos pré-invernais, situações de estresse ou estados patológicos.

Palavras-chave: comportamento alimentar, confronto agonístico, atratividade, ingredientes, tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT. *Alimentary ingredients and the feeding behavior of Nile tilapia (Oreochromis niloticus).* Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) responses to attractivity and taste of fourteen food ingredients, here classified as animal sources (shrimp, fish, silkworm and meat meal, integral lyophilized egg and sugar-cane-yeast), vegetable protein sources (maize gluten, soybean bran, sunflower meal and cotton bran) and energetics (maize flour, manioc scraping, manioc bran and wheat bran) were investigated. These ingredients were compared to a control diet, using a two-choice method. Four 750 liters aquaria stocked with three fries each and two feeders installed respectively at the right and left corner were used to register the responses of the fries to each ingredient separately. The results showed that behavioral patterns of the fries change according to the type of ingredient and that there seems to be a positive correlation between the attractivity and taste degree and the occurrence of agonistic behavior in the studied species. It may be suggested that the most attractive and tasty ingredients (silkworm, fish, meat and shrimp meal, and integral lyophilized egg) be added to special fish diets, in order to increase food consumption in pre-hibernal periods and under stress and pathological conditions.

Key words: food competition, agonistic behavior, Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, alimentary attraction, ingredients.

A alimentação é o processo pelo qual um animal seleciona itens alimentares específicos dentre as fontes presentes no meio, sendo norteado pelos constituintes químicos do alimento e pela sua quimiossensibilidade (Adans *et al.*, 1988).

O comportamento alimentar dos peixes é

caracterizado por uma seqüência estereotipada de comportamentos controlados por várias modalidades sensoriais, dependendo do nicho ecológico do animal, sendo o olfato o primeiro sentido empregado (Hara, 1993). Porém, independentemente dos órgãos sensoriais envolvidos na alimentação, o paladar é

considerado o responsável pela seleção final, definindo a ingestão ou a rejeição de um alimento ou, até mesmo, a quantidade a ser consumida (Adron e Mackie, 1978; Rhoades, 1979; Adams e Johssen, 1986; Mearns, 1986).

Existem respostas que os peixes parecem emitir de modo semelhante entre as espécies durante a detecção de um alimento e vários autores têm buscado uma classificação para tais respostas. Por exemplo, Linsted (1971) classificou os elementos químicos presentes nos alimentos em dois grupos: aqueles que exerceriam efeito à distância, podendo desencadear comportamento atrativo ou repelente, e aqueles que requerem contato, tendo ação incitante, repulsora, estimulante ou, ainda, dispersora. Essa classificação foi complementada por Mearns *et al.* (1987) que separaram os alimentos em inibidores, estimulantes, incitantes e excitantes.

O presente trabalho, parte de um estudo sobre determinação do grau de atrato-palatabilidade em diferentes ingredientes comumente empregados na alimentação de peixes, descreve padrões de comportamento observados na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), quando da apresentação desses ingredientes. Essa descrição é de extrema importância, uma vez que a evolução racional das técnicas de cultivo das espécies de peixes com potencial para a piscicultura depende do conhecimento de seu comportamento alimentar.

Material e métodos

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da FMVZ, Campus de Botucatu, unidade associada ao Centro de Aquicultura da Unesp - Caunesp.

Foram utilizados quatro aquários de amianto, com capacidade para 750 litros (110 x 110 x 65cm), revestidos com material impermeabilizante à base de látex e dotados de sistema de renovação contínua de água, proveniente de mina natural (fluxo de um litro/minuto). Esse sistema promoveu a concomitante oxigenação da água dos aquários.

Uma barreira confeccionada em madeira e tela metálica foi colocada ao redor da área dos aquários, isolando-os da movimentação rotineira do laboratório e minimizando possíveis efeitos sobre o comportamento dos animais. A luminosidade acompanhou as oscilações naturais do ciclo circadiano e a temperatura da água, registrada pela manhã (8h) e à tarde (14h), manteve-se em média a 23°C durante todo o experimento. Diariamente, todos os aquários foram sifonados, para remoção de excretas e/ou de restos alimentares não carregados pelo sistema de renovação de água.

Inicialmente, 20 alevinos tilápia do Nilo, não sexados e com tamanhos próximos entre si, foram transferidos para dois dos aquários a serem utilizados durante o experimento (10 animais em cada aquário), onde permaneceram durante 30 dias para aclimação às condições laboratoriais. Durante essa fase, foram alimentados *ad libitum* com uma ração controle (28% PB) pela manhã (8h) e à tarde (16h).

Após o período de aclimação, foram selecionados 12 alevinos de pesos e de comprimentos próximos entre si ($16,56 \pm 1,97\text{g}$ e $75,58 \pm 2,10\text{mm}$, respectivamente) que compuseram quatro grupos de três peixes. Esses foram separadamente transferidos para os aquários descritos, onde permaneceram por mais 30 dias.

Foi avaliado o comportamento alimentar dos peixes frente a 14 ingredientes: farinhas de camarão, de peixe, de crisálidas, de carne, de ovo integral liofilizado, de girassol e de mandioca, levedura de cana-de-açúcar, glúten de milho, farelos de soja, de algodão e de trigo, fubá de milho e raspa de mandioca.

Para obtenção de uma dieta de manutenção dos animais durante toda fase experimental, que servisse ao mesmo tempo como padrão de comparação mediante confronto com os ingredientes a serem avaliados, foi formulada uma ração (Tabela 1) segundo as normas estabelecidas pelo NAS-NRC (1993). A granulação dos ingredientes-teste e da ração-controle foi realizada adicionando-se amido de milho na razão de 30% e 10%, respectivamente, sendo obtidos grânulos com diâmetro de 1,8mm. Após esse processamento, todo material foi identificado, acondicionado em sacos plásticos e armazenado sob refrigeração a -10°C.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e características nutritivas da ração-controle/manutenção

Ingredientes	%	PB% ¹	FB% ²	EE% ³
complexo vitamínico	0.70	-	-	-
complexo mineral	0.30	-	-	-
BHT (antioxidante)	0.02	-	-	-
farinha de peixe	5.00	2.88	0.0001	0.303
amido de milho	10.00	0.055	-	0.018
fubá de milho	35.65	3.033	0.634	1.169
farelo de soja	48.33	22.038	0.381	3.122
Total	100.00	28.00	1.016	4.612

¹ PB = proteína bruta; ² FB = fibra bruta; ³ EE = extrato etéreo

Além dos fatores relacionados ao sentido predominantemente empregado pelos peixes na detecção e na ingestão de um alimento, fatores relacionados ao material-teste utilizado (alimento em potencial) foram considerados. Assim, conforme consideração de Ward (1991), todos os grânulos dos ingredientes utilizados foram apresentados aos

animais num mesmo tamanho e forma, porém sua densidade, textura e cor variaram.

A cada um dos aquários foram acoplados dois comedouros confeccionados em tela branca de *nylon*, moldados em meio cilindro e presos às bordas direita e esquerda, imersos a 15cm de profundidade. Os animais foram condicionados à alimentação nesses comedouros e também à presença do observador, de modo que anteparos ou espelhos não foram necessários durante as observações.

Diariamente, um dos 14 ingredientes a serem testados foi sorteado, assim como o comedouro a ser preenchido (direito ou esquerdo). Se o ingrediente a ser testado era colocado no comedouro direito, a ração controle permanecia no comedouro esquerdo, e assim sucessivamente. Imediatamente após a oferta simultânea do ingrediente-teste (20 grânulos) e da ração-controle (20 grânulos) nos comedouros de um aquário, registraram-se durante 20 minutos cronometrados, as ocorrências de alimentação em grupo, posicionamento sob os comedouros, visitas aos comedouros após término do alimento e a frequência de comportamentos agonísticos entre os indivíduos de cada grupo.

As observações e registros dos parâmetros avaliados foram repetidas diariamente, pela manhã e à tarde, para cada um dos ingredientes testados e em cada um dos quatro aquários observados, sendo o lado sorteado para colocação dos grânulos idêntico para os dois períodos. Todos os eventos ocorridos durante as observações foram registrados em fichas e, ao final de cada período de observação, os aquários foram sifonados para remoção de excretas ou de grânulos depositados no substrato.

O procedimento experimental descrito foi repetido três vezes para cada ingrediente testado e para cada um dos quatro aquários, de modo a totalizar 12 repetições por ingrediente.

Resultados e discussão

Deve-se ressaltar que as observações realizadas basearam-se no grau de atrato-palatabilidade de 14 ingredientes estudados anteriormente e assim classificados (ordem crescente dentro de cada grupo):

- a) ingredientes de baixa atrato-palatabilidade: farelo de algodão, farinha de mandioca, farelo de soja, farelo de trigo, farinha de girassol, fubá de milho, raspa de mandioca;
- b) ingredientes de média atrato-palatabilidade: levedura de cana-de-açúcar e glúten de milho;
- c) ingredientes de alta atrato-palatabilidade: farinhas de crisálidas, de peixe, de carne, de camarão e ovo liofilizado integral.

A ocorrência de confrontos agonísticos entre os alevinos foi constante durante o período de observação, comportamento característico da espécie que é descrita como territorial (Volpato *et al.*, 1989). Desse modo, pode-se detectar a formação de nítida hierarquia de dominância nos quatro grupos de alevinos utilizados, onde havia um indivíduo dominante e dois submissos.

Os padrões mais comumente observados durante os confrontos foram: a) contatos boca com boca, seguidos de estremecimento do corpo; b) posicionamento com corpos paralelos em sentidos opostos, geralmente seguidos de estremecimentos; c) perseguições do dominante aos submissos, geralmente em velocidade superior àquela observada na exploração do ambiente; d) ameaças: investidas de um indivíduo, geralmente o dominante, contra o coespecífico e à curta distância, porém sem resultar em contato corporal e acompanhada, algumas vezes, por tremores e eriçamento da nadadeira dorsal; e) ataques corporais com a boca, geralmente na parte lateral do coespecífico submisso; f) agitação da nadadeira caudal do dominante, como que “varrendo” o submisso.

Uma vez que há citações na literatura sobre indivíduos dominantes restringirem a alimentação dos submissos (Brett, 1979; Jobling, 1985; Koebele, 1985), poder-se-ia esperar que indivíduos dominantes tivessem prioridade na escolha do comedouro contendo os ingredientes mais atrato-palatáveis, em detrimento dos submissos que teriam como alternativa de alimentação os demais contendo ingredientes menos atrato-palatáveis. Porém, esse tipo de resposta não foi observada, pois, com poucas exceções, todos os animais deslocavam-se em grupos, em direção ao comedouro contendo os ingredientes mais atrato-palatáveis. Nessas ocasiões, apesar dos confrontos e das sinalizações serem constantes, principalmente em regiões próximas aos comedouros contendo ingredientes de média e alta atrato-palatabilidade, todos os indivíduos tiveram acesso ao comedouro.

Para ingredientes de alta atrato-palatabilidade, os confrontos ocorreram muitas vezes no interior dos comedouros. De fato, muitos trabalhos referem-se a alterações do comportamento social de peixes em função da presença de alimento (Cuenco *et al.*, 1985; Yamaoka *et al.*, 1991; Kleinschmidt *et al.*, 1991; Walters e Juanes, 1993; Torn *et al.*, 1994).

Analisando-se os indivíduos dominantes, constataram-se os seguintes comportamentos: a) estremecimentos repentinos e generalizados; b) eriçamento da nadadeira dorsal; c) exposição da lateral de um dos lados do corpo junto à superfície

da água; d) deslizamento lateral junto ao substrato ou sistema de renovação de água dos aquários; e) expansão dos opérculos; f) curvamento do corpo em toda sua extensão; g) agitação da nadadeira caudal e h) impulsionamento do corpo, sutil e vagarosamente para frente e para trás. Já os submissos exibiram eriçamento da nadadeira dorsal e tombamento da lateral do corpo para um dos lados, quando da aproximação dos dominantes.

Na Tabela 2, são apresentadas as frequências de padrões comportamentais observados quando da presença dos diferentes ingredientes estudados. Confrontos agonísticos no interior dos comedouros não foram observados ou ocorreram a baixas frequências no caso de ingredientes de média atrato-palatabilidade.

Tabela 2. Padrões comportamentais observados na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) quando da presença de diferentes ingredientes alimentares (os ingredientes são apresentados em ordem crescente de atrato-palatabilidade)

Ingredientes	Padrões comportamentais			
	AG ¹	PAC ²	VCAT ³	CAIC ⁴
farelo de algodão	1	3	-	-
farinha de mandioca	-	1	-	-
farelo de soja	1	2	-	-
farelo de trigo	1	1	-	-
farinha de girassol	-	-	-	-
fubá de milho	-	3	8	-
raspa de mandioca	1	2	-	-
levedura de cana-de-açúcar	1	3	1	2
glúten de milho	4	3	-	1
farinha de crisálidas	4	4	10	5
farinha de peixe	4	8	8	21
farinha de carne	5	9	8	20
farinha de camarão	10	6	10	1
ovo integral liofilizado	12	5	6	2

¹AG = alimentação em grupo; ²PAC = posicionamento abaixo do comedouro; ³VCAT = visita ao comedouro após término do alimento; ⁴CAIC = confrontos agonísticos no interior do comedouro

Chama atenção o fato de os ingredientes farinha de camarão e ovo integral liofilizado integral desencadearem esse comportamento somente uma e duas vezes, respectivamente. A explicação pode estar relacionada ao reduzido tempo para total consumo desses dois ingredientes.

Apesar de os indivíduos aproximarem-se dos comedouros em grupo, o mais comumente observado foi a entrada de apenas um dos indivíduos para alimentação. Jobling (1985) e Koebele (1985) citam que, em espécies territoriais, os animais dominantes impedem que os demais tenham acesso ao alimento, mesmo quando não aumentam sua própria taxa de ingestão. Porém, apesar do estabelecimento de hierarquia de dominância, a entrada isolada de animais no comedouro ocorreu tanto para indivíduos dominantes como para submissos.

Em função das características organolépticas de determinados alimentos, foram observadas entradas

de dois ou de três animais, ao mesmo tempo, num único comedouro. A frequência dessas observações indica uma correlação positiva com o grau de atrato-palatabilidade do ingrediente apresentado. Assim, tal comportamento não ocorreu ou apresentou-se em baixas frequências para ingredientes de baixa e de média atrato-palatabilidade, exceção feita para o glúten de milho, fato que reforça a baixa característica atrativa desses ingredientes e ressalta o poder de estimulação química exercido pelos ingredientes classificados como de alta atrato-palatabilidade.

Apesar de este estudo não ter focado a composição química dos ingredientes, sugere-se, com base na literatura, que os efeitos observados sobre o comportamento dos alevinos devem ser atribuídos principalmente à presença e à combinação de aminoácidos (Adron e Mackie, 1978; Hara, 1993).

Comportamento não convencional foi registrado quando dois ou três indivíduos posicionaram-se abaixo de um dos comedouros, durante as observações. Talvez a lixiviação química dos constituintes dos grânulos-ingrediente seja responsável pelo desencadeamento desse comportamento, proporcionando o sabor e/ou o odor responsáveis pela resposta observada. Esses dados são coerentes com as afirmações de Shparkovskiy *et al.* (1983) que descrevem a atração de um peixe por um alimento potencial pelo seu posicionamento próximo à fonte do cheiro, imóvel, enquanto a aversão seria caracterizada pelo aumento de movimentos de natação para pontos distantes da fonte alimentar.

A frequência do comportamento descrito tendeu a ser superior para ingredientes de alta atrato-palatabilidade, principalmente para a farinha de peixe e de carne, mostrando o potencial atrativo dos produtos de origem animal. A constatação da presença de indivíduos no comedouro, mesmo após o término do material-teste ali contido, reforça a hipótese apresentada.

De acordo com Rosenthal e Hempel (1970) e Atema *et al.* (1980), o aumento de movimentos de procura de alimento é uma resposta a estímulos químicos. De fato, os sentidos químicos exercem papel de extrema importância na mediação de respostas fisiológicas e comportamentais dos peixes, como na detecção e na localização de alimentos, de parceiros, de predadores e de locais de desova (Hara, 1993).

Keenleyside (1979) descreve que a procura seria o primeiro evento observado na sequência de padrões alimentares nos peixes. De modo geral, ingredientes de baixa e de média atrato-

palatabilidade não evocaram o comportamento descrito, com exceção de uma única vez para a levedura de cana-de-açúcar e, destacadamente, oito vezes para o fubá de milho, com frequência igualando-se àquelas observadas para ingredientes de alta atrato-palatabilidade e, inclusive, superando a frequência registrada para o ingrediente ovo integral liofilizado.

Nas condições deste estudo, pode-se concluir que, para alevinos de tilápia do Nilo: a) as respostas comportamentais apresentam-se diferenciadas em função do grau de atrato-palatabilidade dos ingredientes alimentares; b) parece existir uma correlação positiva entre o grau de atrato-palatabilidade de um ingrediente e a ocorrência de comportamentos agonísticos entre os animais e c) sugere-se que ingredientes classificados como de alta atrato-palatabilidade sejam adicionados a dietas especiais para peixes, visando-se ao aumento da ingestão alimentar em períodos pré-invernais, situações de estresse ou estados patológicos.

Referências bibliográficas

- Adams, M.A.; Johnsen, P.B. A solid matrix bioassay for determining feeding stimulants. *Prog. Fish. Cult.*, 48:147-149, 1986.
- Adams, M.A.; Johnsen, P.B.; Hong-Qi, Z. Chemical enhancement of feeding for the herbivorous fish *Tilapia zillii*. *Aquaculture*, 72:95-107, 1988.
- Adron, J.W.; Mackie, A.M. Studies on the chemical nature of feeding stimulants for rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.*, 12:202-310, 1978.
- Atema, J.; Holland, K.; Ikehara, W. Chemical search image olfactory responses of yellowfish tuna (*Thunnus albacares*), to prey odours. *J. Chem. Ecol.*, 6:457-465, 1980.
- Brett, J.R. Environmental factors and growth. In: Hoar, D.J.; Randall, D.J.; Brett, J.R. (Ed.). *Fish physiology: bioenergetics and growth*. New York: Academic Press, 1979. p.599-675. v.3.
- Cuenco, M.L.; Stickney, R.R.; Grant, W.E. Fish bioenergetics and growth in aquaculture ponds: III. effects of intraspecific competition, stocking rate, stocking size and feeding rate on fish productivity. *Ecol. Modell.*, (28): 73-95, 1985.
- Hara, T.J. Role of olfaction in fish behaviour. In: Pitcher, T.J. (Ed.). *Behaviour of teleost fishes*. 2ed., London: Chapman & Hall, 1993. p.171-199.
- Jobling, M. Physiological and social constraints on growth of fish with special reference to Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture*, 44:83-90, 1985.
- Keenleyside, M.H.A. *Diversity and adaptation in fish behaviour*. Berlin: Springer, 1979.
- Kleinschmidt, U.; Junghans, J.; Meissner, K. Rainbow trout at the feeding place: time parameters and behaviour. *Fischerei-Forschung*, 29(3):50-2, 1991.
- Koebele, B.P. Growth and size hierarchy effect: an experimental assessment of three proposed mechanisms: activity differences, disproportional food acquisition, physiological stress. *Environm. Biol. Fishes*, 12(3):181-188, 1985.
- Linsted, K.J. Chemical control of feeding behaviour. *Comp. Biochem. Physiol.*, 39A:553-581, 1971.
- Mearns, K.J. Sensitivity of brown trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry to amino acids at the start of exogenous feeding. *Aquaculture*, 55:191-200, 1986.
- Mearns, K.J.; Ellingsen, O.F.; Doving, K.B. Feeding behaviour in adult rainbow trout and Atlantic salmon Parr, elicited by chemical fractions and mixtures of compounds identified in shrimp extract. *Aquaculture*, 64:47-63, 1987.
- NAS-NRC. Nutrient requirement of warm water fishes and shellfishes. Washington: National Academy Press, 1993.
- Rhoades, D.F. Evolution of plant chemical defense against herbivores. In: Rosenthal, G.A.; Janzen, D.H. (Ed.). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. New York: Academic Press, 1979. p.3-54.
- Rosenthal, H.; Hempel, G. Experimental studies in feeding and food requirements of herring larvae (*Clupea harengus* L.). In: Steel, J.M. (Ed.). *Marine food changes*. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1970. p.344-364.
- Shparkovskiy, I.A.; Pavlov, J.D.; Chinarina, A.D. Behaviour of young hatchery reared Atlantic salmon *Salmo salar* (Salmonidae) influenced by aminoacids. *J. Ichthyol.*, 4:140-148, 1983.
- Tonn, W.M.; Holopainen, I.J.; Paszkowski, C.A. Density-dependent effects and the regulation of crucian carp populations in single species ponds. *Ecology*, 75(3):824-834, 1994.
- Volpato, G.L.; Frioli, P.M.; Carrieri, M.P. Heterogeneous growth in fishes: some new data in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* and a general view about the causal mechanisms. *Bol. Fisiol. Anim.*, 13:7-22, 1989.
- Walters, C.J.; Juanes, F. Recruitment limitation as a consequence of natural selection for use of restricted feeding habits and predation risk taking by juvenile fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50(10):2058-2070, 1993.
- Ward, N.E. Amino acids: aquafeed "attractants". *Feed Internat.*, 9:34-40, 1991.
- Yamaoka, K.; Tagagi, M.; Yamada, T.; Taniguchi, N. Territorial behaviour of released juvenile red sea bream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 57(1):1-5, 1991.

Received on September 25, 1998.

Accepted on March 02, 1999.