

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPORÇÕES ANATÔMICAS E TEMPO DE TRÂNSITO GASTROINTESTINAL DO APAIARI E DO ACARÁ-BANDEIRA

Thiago El Hadi Perez FABREGAT¹; Thiago Matias Torres do NASCIMENTO²; Thiago Scremin PEREIRA³; Andressa Steffen BARBOSA⁴

RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar as proporções anatômicas do trato digestório e o tempo de trânsito gastrointestinal do apaiari (*Astronotus ocellatus*) e do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) e relacionar os resultados com o hábito alimentar das duas espécies. Foram realizados dois experimentos. No primeiro experimento foi avaliado o índice estomagossomático e o coeficiente intestinal, e no segundo, o tempo de trânsito gastrointestinal. O índice estomagossomático foi maior ($P < 0,05$) no apaiari ($0,54 \pm 0,14$) em comparação com o registrado no acará-bandeira ($0,19 \pm 0,05$). Por outro lado, o coeficiente intestinal foi menor ($P < 0,05$) no apaiari ($0,46 \pm 0,07$) em relação ao do acará-bandeira ($0,99 \pm 0,22$). O tempo de trânsito gastrointestinal foi menor ($P < 0,05$) no apaiari (10 h) em comparação com o observado no acará-bandeira (12 h). Pelas características do trato digestório das espécies, é possível concluir que o apaiari está mais adaptado para um hábito alimentar carnívoro e que o acará-bandeira se aproxima mais de um onívoro generalista. Além disso, as variações no tamanho dos órgãos do sistema digestório podem ter influência no tempo de trânsito gastrointestinal.

Palavras chave: anatomia de peixe; nutrição; peixe ornamental; peixe de água doce; trânsito gastrointestinal; *Pterophyllum scalare*; *Astronotus ocellatus*

GASTROINTESTINAL TRACT EVALUATIONS FOR OSCAR AND ANGELFISH: ANATOMIC PROPORTIONS AND TRANSIT TIME

ABSTRACT

This study aimed to characterize the digestive tract anatomic and the gastrointestinal transit time of oscar (*Astronotus ocellatus*) and angelfish (*Pterophyllum scalare*), relating the results with the feeding habit. For this purpose two experiments were conducted. First the stomach somatic index and the intestinal coefficient were evaluated for the two species. In the second experiment the gastrointestinal transit time was evaluated. The stomach somatic index averages were higher ($P < 0.05$) for the oscar (0.54 ± 0.14) compared to the angelfish (0.19 ± 0.05). On the other hand the intestinal coefficient was lower ($P < 0.05$) in the oscar (0.46 ± 0.07) than in the angelfish (0.99 ± 0.22). Furthermore, the oscar the gastrointestinal transit time (10 h) was faster ($P < 0.05$) in relation to the angelfish (12 h). From the results is possible to conclude that the oscar digestive tract was more adapted for carnivorous habits, and the angelfish approaches more of a generalist omnivore. Moreover, variations in the size of the digestive system organs could affect the gastrointestinal transit time.

Keywords: anatomy; freshwater fish; nutrition; ornamental fish; *Pterophyllum scalare*; *Astronotus ocellatus*

Nota Científica: Recebida em 02/06/2014 – Aprovada em 14/08/2015

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Av. Luis de Camões, 2090 – CEP: 88520-000 – Lages – SC – Brasil. e-mail: thiagofabregat@hotmail.com (autor correspondente)

² Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV). Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, km 5 – CEP: 14884-900 – Jaboticabal – SP – Brasil. e-mail: thiago_zoounesp@yahoo.com.br

³ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (Ibilce). Rua Cristovão Colombo, 2265 – CEP: 15054-000 – São José do Rio Preto – SP – Brasil. e-mail: thiago.scremin@gmail.com

⁴ Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias. e-mail: andressasteffenb@gmail.com

INTRODUÇÃO

A maioria dos peixes teleósteos é bastante flexível em relação ao hábito alimentar, variando o tipo de alimento ingerido de acordo com a disponibilidade no ambiente (BLAY-JR, 2006). Entretanto, muitas espécies possuem adaptações anatômicas e fisiológicas no sistema digestório que permitem aproveitar com maior eficiência determinados tipos de alimentos (RUST, 2002; KENDALL e RAUBENHEIMER, 2005; BALDISSEROTO, 2009). Dessa forma, conhecer estas adaptações e o funcionamento do sistema digestório é o primeiro passo na definição do manejo alimentar mais adequado das espécies com potencial para cultivo em cativeiro.

O tamanho do estômago afeta a frequência de alimentação e o tipo de alimento ingerido (KAPOOR *et al.*, 1975). Assim, espécies com estômago reduzido possuem pequena capacidade de armazenamento, precisando ser alimentadas várias vezes por dia para obtenção do ótimo desempenho. Por outro lado, peixes com estômago maior necessitam ser alimentados com menos frequência, a fim de conseguir aproveitar as proteínas da dieta com eficiência (RUST, 2002). Normalmente, os teleósteos carnívoros enquadram-se no segundo grupo, pois, na maioria das vezes, as presas são ingeridas inteiras, exigindo grande capacidade gástrica (BALDISSEROTO, 2009). De maneira geral, o tamanho do intestino também pode ser associado ao hábito alimentar, sendo que espécies carnívoras têm o intestino proporcionalmente mais curto, e os herbívoros, intestino mais longo para aproveitar melhor os alimentos com baixa digestibilidade (GONÇALVES *et al.*, 2013).

O tempo de trânsito gastrointestinal, ou tempo de retenção do alimento, é um dos fatores que regula a digestão do alimento e absorção dos nutrientes. A anatomia do sistema digestório afeta o tempo de trânsito gastrointestinal, que também sofre influência de fatores como a temperatura da água e o tipo de dieta (KENDALL e RAUBENHEIMER, 2005). O conhecimento do tempo de trânsito é importante para definir protocolos efetivos de manejo alimentar, principalmente na determinação da frequência alimentar adequada para maximizar os resultados produtivos.

O acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) e o apaiari (*Astronotus ocellatus*) são ciclídeos neotropicais originários da Bacia Amazônica, muito apreciados como peixes ornamentais, devido à grande beleza e variedade de cores. Além disso, o apaiari tem carne de excelente qualidade e potencial para a piscicultura de corte (SILVA, 2005). Ambas as espécies possuem hábito alimentar onívoro com tendência ao carnivorismo (CHELLAPPA, 2005; SILVA, 2005). No entanto, as poucas informações que existem sobre o espectro alimentar destas espécies são restritas a nutrição (FABREGAT *et al.*, 2006; ZUANON *et al.*, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2007; NASCIMENTO *et al.*, 2012), não levando em consideração as adaptações anatômicas e o funcionamento do sistema digestório.

Assim, para auxiliar a preencher esta lacuna e aprofundar os conhecimentos sobre o hábito alimentar do apaiari e do acará bandeira, o objetivo deste estudo foi determinar, para as duas espécies, o índice estomagossomático, o coeficiente intestinal e o tempo de trânsito gastrointestinal das duas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi dividido em dois experimentos. No experimento 1 foi feita a determinação do índice estomagossomático e do coeficiente intestinal do apaiari e do acará-bandeira, para caracterizar as proporções anatômicas dos órgãos do sistema digestório, e no experimento 2 foi avaliado o tempo de trânsito gastrointestinal nas duas espécies, para determinar o tempo de retenção do alimento. Os dois experimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado de Santa Catarina com o número de protocolo 1.36.14. Antes de se iniciarem os experimentos, os animais foram mantidos durante 30 dias no laboratório para aclimação em tanques de 100 L e alimentados duas vezes ao dia, à saciedade aparente. Os tanques foram limpos diariamente através da remoção de sobras de alimentos e fezes com auxílio de sifão. Os parâmetros físicos e químicos da água foram monitorados semanalmente, com medições de pH, oxigênio dissolvido e amônia total. A temperatura da água foi aferida diariamente. O fotoperíodo foi mantido em 12 horas de luz (07:00 h às 19:00 h).

No experimento 1 foram utilizados 10 juvenis de apaiari (peso médio de $27,54 \pm 5,23$ g e comprimento total médio de $10,54 \pm 0,98$ cm) e 10 juvenis de acará-bandeira (peso médio de $18,53 \pm 4,45$ g e comprimento total médio de $9,49 \pm 0,89$ cm). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com duas espécies e 10 repetições. Antes das avaliações, os peixes foram submetidos a jejum de dois dias, para evitar interferências nos resultados. Após este período, os animais foram eutanasiados com dose letal de benzocaína (28 mg L^{-1}) para coleta dos órgãos do sistema digestório. Não foi feita fixação, pois se optou em pesar e medir os órgãos logo após a dissecação, em razão das possíveis retrações dos mesmos provocadas pelo fixador.

A rotina para os procedimentos seguiu a seguinte ordem: (a) sacrifício dos peixes; (b) registro do comprimento total; (c) registro do peso corpóreo; (d) identificação do exemplar por meio de etiqueta numerada; (e) registro do comprimento dos intestinos; (f) registro do peso do estômago. As medidas de comprimento foram obtidas com auxílio de paquímetro, em milímetros, e os valores dos pesos foram obtidos através de balança digital de precisão, em gramas. Para expressar matematicamente as medidas de peso do estômago foi utilizado o índice estomagossomático ($\text{IES} = \text{peso do estômago} / \text{peso total do peixe}$). Também foi calculado o coeficiente intestinal ($\text{Qi} = \text{comprimento total do intestino} / \text{comprimento do corpo}$).

No experimento 2 foram utilizados juvenis de apaiari (peso médio de $3,05 \pm 0,47$ g) e acará-bandeira (peso médio de $1,64 \pm 0,39$ g) para avaliação do tempo de trânsito gastrointestinal. Para cada espécie foram realizados três ciclos de avaliação, utilizando seis aquários de 30 L equipados com sistema de aeração e aquecedor para manutenção da temperatura em 31°C , aproximadamente. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (ciclos de avaliação), com dois tratamentos (espécies) e 18 repetições. As densidades foram de 10 e 8 peixes por aquário, para o apaiari e o acará-bandeira, respectivamente.

A avaliação do tempo de trânsito gastrointestinal foi realizada segundo o método descrito por STOREBAKKEN (1985). A alimentação foi fornecida uma única vez ao dia. Foram

utilizadas duas rações teste peletizadas com a mesma formulação básica (Tabela 1), seguindo as exigências conhecidas até então para as duas espécies (FABREGAT *et al.*, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2007). A uma das rações adicionou-se 1% de óxido de titânio, que propicia coloração esbranquiçada às fezes, e à outra foi acrescentada a mesma proporção de óxido de cromo-III, que confere coloração verde às fezes.

Tabela 1. Ingredientes e composição das dietas experimentais.

Ingredientes	(%)
Farinha de peixe	15,00
Farelo de soja	34,50
Milho	28,80
Farelo de trigo	16,00
Óleo de soja	1,50
Supl. vitamínico e mineral ¹	1,40
Vitamina C	0,10
Fosfato bicálcico	2,70
Total	100,00
Composição calculada²/analizada³	
Matéria seca ³	89,04
Proteína bruta ³	32,29
Extrato etéreo ³	5,04
Extrato não-nitrogenado ²	44,90
Fibra bruta ³	3,69
Cálcio ²	1,57
Fósforo ²	0,99
Energia Bruta (kcal kg^{-1}) ³	4331,40

¹ Suplemento vitamínico e mineral: Vit. A - 5000.000 UI; Vit. D3 - 200.000 UI; Vit. E - 5.000 UI; Vit. K3 - 1.000 mg; Vit C - 15.000 mg; Vit B12 - 4.000.000 mcg; Vit. B1 - 1.500 mg; Vit. B2 - 1.500 mg; Vit. B6 - 1.500 mg; Biotina - 50 mg; Ácido fólico - 500 mg; Ácido pantotêmico - 4000 mg; B.H.T. - 12,25 g; Colina - 40 g; Fe - 5.000 mg; Cu - 500 mg; Mn - 1.500 mg; Co - 10 mg; I - 50 mg; Se - 10 mg e Zn - 5.000 mg.

Nos três primeiros dias dos experimentos, os peixes foram alimentados até a saciedade aparente com ração contendo 1% de óxido de titânio. No quarto dia foi fornecida ração contendo 1% de óxido de cromo-III e os aquários foram limpos com auxílio de sifão para retirada das sobras de ração e, assim, evitar que estas se misturassem às fezes, que foram coletadas a cada duas horas. Após a coleta, as fezes foram

transferidas para tubos de ensaio para serem melhor visualizadas. As amostras receberam notas 0; 0,25; 0,50; 0,75; e 1,00, de acordo com a intensidade da cor verde e da proporção das fezes com esta cor em relação às brancas. Foi considerado completo o tempo de trânsito gastrointestinal dos peixes quando todos aquários receberam nota 1,00.

No experimento 1, os resultados foram analisados estatisticamente por meio do teste t-Student, adotando-se nível de 5% de significância. No experimento 2, os resultados foram avaliados por meio de Análise de Variância Paramétrica (ANOVA) para medidas repetidas (tempo) e submetidos ao teste de Tukey (5% de significância). Antes da realização destas análises foi verificada a normalidade dos erros (Cramer-von Mises) e a homocedasticidade das variâncias (Teste de Levene). Foi utilizado o programa estatístico SAS 8.0.

RESULTADOS

Os parâmetros de qualidade da água (temperatura $30,1 \pm 1,1$ °C; pH $6,53 \pm 0,36$; oxigênio dissolvido $6,50 \pm 0,06$ mg L⁻¹ e amônia total $0,36 \pm 0,18$ mg L⁻¹) se mantiveram adequados para o cultivo de peixes (BOYD, 2000). Os resultados da

avaliação das proporções anatômicas dos órgãos do aparelho gastrointestinal demonstraram que o índice estomagossomático (IES) foi maior ($P < 0,05$) para o apaiari em relação ao observado para o acará-bandeira. Por outro lado, o coeficiente intestinal (Qi) foi menor ($P < 0,05$) no apaiari em relação ao acará-bandeira (Tabela 2).

Tabela 2. Proporções anatômicas (médias $\pm$ desvio padrão) dos órgãos do sistema digestório de juvenis de apaiari e acará bandeira. IES = índice estomagossomático; Qi = coeficiente intestinal.

	IES	Qi
Apaiari	$0,54 \pm 0,14^a$	$0,46 \pm 0,07^b$
Acará-bandeira	$0,19 \pm 0,05^b$	$0,99 \pm 0,22^a$
CV(%)	13,80	44,23

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

A avaliação do tempo de trânsito gastrointestinal (Tabela 3) indicou que, no apaiari, o alimento ficou retido no trato digestório por 10 horas. Por outro lado, para o acará-bandeira o tempo de trânsito foi maior ($P < 0,05$), cerca de 12 horas, em relação ao observado para o apaiari.

Tabela 3. Notas médias ($\pm$ desvio padrão) atribuídas na avaliação do tempo de trânsito gastrointestinal do apaiari e do acará-bandeira.

	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas	12 horas
Apaiari	$0,03 \pm 0,08^{Ac}$	$0,39 \pm 0,12^{Ac}$	$0,82 \pm 0,11^{Ab}$	$1,00 \pm 0,00^{Aa}$	-
Acará-bandeira	$0,14 \pm 0,18^{Ad}$	$0,39 \pm 0,19^{Ad}$	$0,54 \pm 0,18^{Bc}$	$0,84 \pm 0,12^{Bb}$	$1,00 \pm 0,00^a$

Médias seguidas de letras diferentes (maiúsculas entre colunas e minúsculas entre linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

A avaliação do IES e do Qi permite a realização de algumas inferências em relação ao hábito alimentar das duas espécies. Em primeiro lugar, o maior IES foi registrado para o apaiari em comparação ao obtido para o acará-bandeira, o que pode indicar maior tendência do apaiari ao carnivorismo. Embora existam algumas exceções, peixes carnívoros normalmente possuem estômago mais desenvolvido, com musculatura

bastante elástica para acomodar presas grandes (BALDISSEROTO, 2009). Além disso, é no estômago que as proteínas da dieta são digeridas com maior eficiência pela ação de proteases ácidas, como a pepsina, chegando a 80% de aproveitamento nas espécies carnívoras, contra 50% em espécies sem estômago, como as carpas (SMITH, 1989). Neste sentido, o elevado IES apresentado pelo apaiari pode indicar que a espécie está realmente mais adaptada para ingerir

presas grandes e dietas com maior teor de proteína que o acará-bandeira.

Os menores valores de Qi obtidos para o apaiari em relação àqueles registrados para o acará-bandeira também apontam para diferenças no hábito alimentar. De fato, a comparação destes coeficientes com os obtidos para outras espécies de peixe (BALDISSEROTTO, 2009; GONÇALVES *et al.*, 2013) situam o apaiari como carnívoro e o acará-bandeira como um onívoro. Estes dados demonstram que, embora o apaiari aceite diversos tipos de alimento, seu trato digestório é típico de espécie carnívora. Por outro lado, o acará-bandeira, mesmo possuindo tendência ao canivorismo (CHELLAPPA, 2005), está adaptado a uma dieta com maior proporção de itens pouco digestíveis que o apaiari, pois seu trato digestório é mais longo, permitindo que o alimento permaneça mais tempo em contato com as enzimas digestivas e, conseqüentemente, que a digestão seja completa.

O intestino relativamente curto apresentado pelo apaiari pode prejudicar o aproveitamento de determinados nutrientes. Nos carnívoros, a utilização dos carboidratos como o amido é normalmente baixa. Em algumas espécies carnívoras, as enzimas digestivas necessárias podem até estar presentes (CHAKRABARTI *et al.*, 1995), mas o intestino curto impede a digestão completa destes nutrientes (GONÇALVES *et al.*, 2013). Neste sentido, a avaliação da digestibilidade da energia de ingredientes para o apaiari, realizada anteriormente, mostra que esta espécie não aproveita bem ingredientes ricos em amido, como o milho (NASCIMENTO *et al.*, 2012).

Os resultados de tempo de trânsito gastrointestinal obtidos para ambas as espécies, apaiari e acará-bandeira, demonstram que as características anatômicas do sistema digestório podem ter relação com o tempo de retenção do alimento. No apaiari, que possui o trato digestório proporcionalmente mais curto, o tempo de trânsito gastrointestinal foi de aproximadamente 10 horas, portanto, menor que no acará-bandeira, que possui o trato digestório proporcionalmente mais longo, e no qual o tempo de trânsito foi maior, cerca de 12 horas. Estes valores são semelhantes aos encontrados por LANNA *et al.* (2004) para a tilápia (*Oreochromis niloticus*), que

também é um ciclídeo com hábito alimentar onívoro. DIAS-KOBERSTEIN *et al.* (2005) estudaram a fisiologia digestiva de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), outra espécie onívora, e registraram tempo de trânsito de 14 horas à temperatura de 27 °C.

A avaliação do tempo de trânsito pode ser usada para direcionar as práticas de manejo alimentar do apaiari e do acará-bandeira. Conhecendo o tempo de trânsito gastrointestinal, é possível estimar a frequência alimentar mais adequada e maximizar os resultados produtivos. Para o apaiari e o acará-bandeira, com tempo de trânsito de 10 e 12 horas, respectivamente, é possível inferir que devem ser fornecidas pelo menos duas alimentações diárias para manter o trato digestório sempre funcionando e, conseqüentemente, obter os melhores resultados de crescimento.

Finalmente, é possível concluir que o apaiari possui o trato digestório mais adaptado para um hábito alimentar carnívoro, com estômago bem desenvolvido e intestino curto, enquanto que o acará-bandeira se aproxima mais de um onívoro, com o estômago pouco desenvolvido e intestino longo. Além disso, demonstra-se que variações no tamanho dos órgãos do sistema digestório provavelmente influem no tempo de trânsito gastrointestinal das duas espécies.

REFERÊNCIAS

- BALDISSEROTTO, B. 2009 *Fisiologia de Peixes Aplicada à piscicultura*. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 352p.
- BLAY-JR, J. 2006 Seasonal variation in food preference and feeding ecology of two juvenile marine fishes, *Pseudolithus senegalensis* (Sciaenidae) and *Brachydeuterus auritus* (Haemulidae) off Cape Coast, Ghana. *West Africa Journal of Applied Ecology*, 9(1): 1-6.
- BOYD, C.E. 2000 *Water quality: an introduction*. Massachusetts: Klumer Academic Press. 330p.
- CHAKRABARTI, I.; GANI, M.A.; CHAKI, K.K.; SUR, R.; MISRA, K.K. 1995 Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 112(1): 167-177.

- CHELLAPPA, S. 2005 Acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. In: BALDISSEROTO, B. e GOMES, L.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora da UFSM. p.393-402.
- DIAS-KOBERSTEIN, T.C.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. 2005 Tempo de trânsito gastrointestinal do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 27(3): 413-417.
- FABREGAT, T.E.H.P.; FERNANDES, J.B.K.; RODRIGUES, L.A.; RIBEIRO, F.A.; SAKOMURA, N.K. 2006 Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de apaiari (*Astronotus ocellatus*). *Acta Scientiarum. Animal Science*, 28(4): 477-482.
- GONÇALVES, L.U. 2013 Morfologia e fisiologia do sistema digestório dos peixes. In: FRACALOSS, D.M. e CYRINO, J.E.P. *Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*. Florianópolis: Aquabio. p.9-36.
- KAPOOR, B.G.; SMIT, H.; VERIGHINA, I.A. 1975 The alimentary canal and digestion in teleosts. *Advances in Marine Biology*, 13: 109-239.
- KENDALL, D. e RAUBENHEIMER, D. 2005 Feeding and Nutrition. In: EVANS, D.H. e CLAIRBONE, J.B. *The Physiology of Fishes*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, p.47-82.
- LANNA, E.A.T.; L.E.; CECON, P.R.; FURUYA, W.M.; BOMFIM, M.A.D. 2004 Digestibilidade aparente e trânsito gastrintestinal em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6): 2186-2192.
- NASCIMENTO, T.M.T.; FABREGAT, T.E.H.P.; RODRIGUES, L.A.; SAKOMURA, N.K.S.; FERNANDES, J.B.K. 2012 Effects of different sampling intervals on apparent protein and energy digestibility of common ingredients by juvenile oscar fish (*Astronotus ocellatus*). *Acta Scientiarum. Animal Science*, 34(2): 143-147.
- RIBEIRO, F.A.S.; RODRIGUES, L.A.; FERNANDES, J.B.K. 2007 Desempenho de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33(2): 195-203.
- RUST, M.B. 2002 Nutritional Physiology. In: HALVER, J.H. *Fish Nutrition*. San Diego: Academic Press. p.367-452.
- SILVA, J.W. B. 2005 Biologia e cultivo do apaiari *Astronotus ocellatus*. In: BALDISSEROTO, B. e GOMES, L.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora da UFSM. p.363-387.
- SMITH, L.S. 1989 Digestive functions in teleost fishes. In: HALVER, J.H. (ed.) *Fish Nutrition*. Academic Press, San Diego: Academic Press. p.333-422.
- STOREBAKKEN, T. 1985 Binders in fish feeds I. Effect of alginate and guar gum on growth, digestibility, feed intake and passage through the gastrointestinal tract of rainbow trout. *Aquaculture*, 47(1): 11-26.
- ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; BALBINO, E.M.; SARAIVA, A.; QUADROS, M. FONTANARI, R.L. 2006 Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(5): 1893-1896.