

Graus de moagem dos ingredientes em rações peletizadas para alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*)

André Luis Gentelini¹, Wilson Rogério Boscolo^{2*}, Aldi Feiden², Fábio Meurer³ e Carmino Hayashi⁴

¹Engenheiro de Pesca, Prefeitura Municipal de Pato Bragado, Paraná, Brasil. ²Curso de Engenharia de Pesca, Universidade do Oeste do Paraná, Rua da Faculdade, 645, 85903-000, Toledo, Paraná, Brasil. ³CCTP, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo, Av. da União, 500, Jardim Coopagro, 85902-532, Toledo, Paraná, Brasil. ⁴Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: wrboscolo@unioeste.com.br

RESUMO. Foram utilizados 125 indivíduos com peso inicial de $3,25 \pm 0,94$ g e comprimento inicial de $6,29 \pm 0,63$ cm, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em 25 aquários de 35 L. Os tratamentos consistiram na moagem dos ingredientes da ração em moinho com peneiras de 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 e 1,50 mm, com respectivo diâmetro geométrico médio (DGM) de 245,50; 317,23; 345,29; 366,04 e 450,28 μ m. Não foram observadas diferenças no comprimento final médio, no peso final médio, na conversão alimentar aparente, no ganho de peso diário e na taxa de eficiência protéica, entre os diferentes graus de moagem. A velocidade de trânsito do alimento foi maior para rações com partículas maiores (345,29; 366,04 e 450,28 μ m). Alevinos de piavuçu podem ser alimentados com rações utilizando DGM dos ingredientes, variando de 245,50 até 450,28 μ m, sem prejuízo ao seu desempenho.

Palavras-chave: moagem, desempenho, *Leporinus macrocephalus*, piavuçu, velocidade de trânsito.

ABSTRACT. Milling Degree in Pellet Ration Ingredients for Piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) Fingerlings. 125 fingerlings with initial weight of 3.25 ± 0.94 g and 6.29 ± 0.63 cm of initial length were used, distributed at an entirely randomized delineation in 25 aquariums with capacity of 35 L. The treatments consisted of the milling of the ration ingredients in mill with bolters of opening of 0.50; 0.75; 1.00; 1.25 and 1.50 mm, with respective average geometric diameter (DGM) of 245.50, 317.23, 345.29, 366.04 and 450.28 μ m. Differences ($p < 0.05$) were not observed in the average final length, average final weight, apparent alimentary conversion, profit of daily weight and tax of protein efficiency of the different degrees of milling in function of the analyzed parameters. The velocity of food transit was bigger for the diets with bigger particles (345.29, 366.04 and 450.28 mm). Fingerlings of *piavuçu* can be fed with rations, using DGM of the ingredients varying from 245.50 to 450.28 μ m, without causing damage to their performance.

Key words: milling, performance, *Leporinus macrocephalus*, piavuçu, velocity of food transit.

Introdução

Entre as espécies de peixes nativas do Brasil, algumas se destacam como potenciais para a aquíicultura por apresentarem crescimento rápido, carne saborosa, rusticidade e por aceitarem dietas artificiais (Lovshin e Cyrino, 1997). O piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) possui hábito alimentar onívoro, ou seja, pode utilizar ampla gama de alimentos, sendo os vegetais e as sementes itens freqüentes na sua dieta (Andrian *et al.*, 1994). Pertencente à família Anostomidae, ainda é praticamente desconhecido do ponto de vista zootécnico (Castagnolli, 1992), tendo atualmente

algumas de suas espécies (*L. elongatus*, *L. friderice*, *L. obtusidens* e *L. macrocephalus*) utilizadas para piscicultura.

O piavuçu apresenta potencial para a piscicultura no Brasil, entretanto são raras as pesquisas para a determinação de suas exigências nutricionais, de seu manejo e de sua profilaxia (Soares, 1997). Recentemente, com a expansão da atividade “pesque-pague”, tem-se buscado espécies que se adaptem à pesca esportiva, na qual se destaca o piavuçu (Hayashi *et al.*, 1999a) em função de seu comportamento agressivo quando fisgado e por apresentar carne com ótimas características

organolépticas.

Um entrave para a expansão do cultivo do piavuçu é o fato de essa espécie não ser apropriada para a indústria de filetagem, justamente por apresentar espinhos em Y na sua musculatura. A retirada dos espinhos intramusculares, por meio do processo de despulpagem, para elaboração de produtos específicos, tais como bolinhos, empanados e *fishburgers*, pode ser uma boa alternativa (Antunes, 1997).

A eficiência da digestão dos alimentos pode ser influenciada, entre outros fatores, pela superfície da exposição desses às secreções digestivas, bem como pelo tempo de passagem pelo trato gastrointestinal (NRC, 1993). A moagem dos alimentos reduz o tamanho das partículas, aumentando sua área de superfície e expondo maior área à ação de enzimas digestivas (Zanotto *et al.*, 1995). Alimentos finamente moídos podem levar à menor velocidade de trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal, quando comparados aos grosseiramente moídos, apresentando como consequência maior tempo de exposição dos alimentos às enzimas digestivas e permanência no intestino para absorção dos nutrientes, como observado por Hayashi *et al.* (1999b) em tilápias alimentadas com rações formuladas com ingredientes moídos a 0,5 ou 1,5 mm.

Um grau fino de moagem é pré-requisito para boa estabilidade das rações peletizadas na água. Isso reduz a perda de nutrientes por lixiviação, sendo que o maior benefício no grau fino de moagem poder ser sentido no aumento da eficiência alimentar dos peixes (Carneiro *et al.*, 1992; Pezzato *et al.*, 1995; Kubitz, 1997); por outro lado, a diminuição no tamanho das partículas dos ingredientes, destinados à fabricação de rações, implica menor eficiência de moagem, podendo levar a maior consumo de energia elétrica pelos equipamentos e a possíveis efeitos deletérios no trato digestivo desses animais.

Em rações para peixes onívoros em terminação, cerca de 90% dos alimentos são grãos ou subprodutos vegetais, principalmente o farelo de soja e o milho (Boscolo *et al.*, 2002a). A determinação de tamanhos adequados de partícula dos alimentos para a confecção das rações levaria ao melhor aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, à redução de custos, assim como à menor excreção de resíduos ao meio ambiente.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de diferentes graus de moagem dos ingredientes em rações peletizadas no desempenho, na deposição de gordura e de proteína corporal e na velocidade de trânsito do alimento pelo trato

digestivo de alevinos de piavuçu.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aqüicultura, do curso de Engenharia de Pesca da Universidade do Oeste do Paraná do Câmpus de Toledo, no período de 20/11/01 a 20/01/02. Foram utilizados 125 alevinos de piavuçu com peso inicial de $3,25 \pm 0,94$ g e comprimento inicial de $6,29 \pm 0,63$ cm, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Considerou-se como unidade experimental um aquário com cinco peixes.

Foram utilizados 25 aquários com capacidade para 35 L, equipados com sistema de aeração artificial por contato e por biofiltro. Os aquários foram sifonados duas vezes ao dia (50% de renovação por vez): pela manhã (7h30min) e à tarde (16h30min). Antes das sifonagens, eram realizadas as medições da temperatura da água. Os parâmetros físicos e químicos da água, pH, condutividade e oxigênio dissolvido foram medidos semanalmente, no período vespertino, sempre antes da sifonagem.

As dietas experimentais apresentaram a mesma composição quanto aos ingredientes e nutrientes, diferindo apenas no tamanho das partículas dos ingredientes utilizados (Tabela 1). Os alimentos que compunham as rações foram moídos em peneiras de diferentes diâmetros de abertura (0,50; 0,75; 1,00; 1,25 e 1,50 mm). Para a elaboração das rações experimentais, os alimentos foram moídos individualmente em um triturador tipo faca com motor de 1,5 CV, utilizando a peneira de acordo com o tratamento. Os alimentos de cada tratamento foram misturados manualmente, conforme a formulação da ração (Tabela 1).

Antes da peletização, uma amostra de cada ração foi submetida à análise do DGM, de acordo com a metodologia proposta por Zanotto e Bellaver (1996). Para o processamento, realizado em laboratório, as rações foram misturadas, umedecidas com água a 50°C e peletizadas em moinho elétrico para carnes. Depois de peletizadas, foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 12 horas (até cerca de 90% de matéria seca) e, após isso, acondicionadas em sacos plásticos e guardadas sob refrigeração.

As rações foram fornecidas quatro vezes ao dia na proporção de 7% do peso vivo/dia. Para a correção da quantidade a ser fornecida, foram realizadas pesagens de todos os indivíduos a cada dez dias.

Durante o experimento, foi avaliada, em horas, a velocidade de trânsito de cada ração pelo trato gastrointestinal dos peixes utilizando-se como marcador 1,0% de óxido de crômico III adicionado

em parte das rações de cada tratamento, antes de proceder-se à peletização. Para tal, os peixes de cada unidade experimental foram alimentados à vontade, pela manhã, e a cada 30 minutos, logo após as coletas de fezes. No mesmo intervalo de tempo, realizaram-se coletas das fezes mediante sifonagem do fundo dos tanques, para verificar a proporção de fezes marcadas pela cor com o Cr_2O_3 em relação ao total de fezes, com o intuito de se determinar o início da evacuação das fezes com o marcador, sendo a alimentação mantida até o momento em que 100% das fezes coletadas estivessem coradas (Meurer *et al.*, 2002).

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais com base na matéria natural.

Ingrediente	%
Milho	36,744
Farelo de soja	57,505
Óleo de soja	1,483
Fosfato bicálcico	2,356
Calcário calcítico	0,892
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,500
Sal comum	0,500
Antioxidante (BHT)	0,020
Nutriente	Quantidade
Energia digestível (kcal/kg) ²	3,000
Proteína bruta	30,000
Extrato etéreo	4,371
Fibra bruta	3,512
Amido	30,544
Ácido linoléico	1,917
Cálcio	1,000
Fósforo total	0,800
Lisina	1,735
Metionina + cistina	0,999

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto (Supremais): Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D₃, 200.000 UI; Vit. E, 12.000 mg; Vit. K₃, 2.400 mg; Vit. B₁, 4.800 mg; Vit. B₂, 4.800 mg; Vit. B₆, 4.000 mg; Vit. B₁₂, 4.800 mg; Ác. Fólico, 1.200 mg; Pantotenato Ca, 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; Biotina, 48 mg; Colina, 65.000 mg; Niacina, 24.000 mg; Ferro, 10.000 mg; Cobre, 6.000 mg; Manganês, 4.000 mg; Zinco, 6.000 mg; Iodo, 20 mg; Cobalto, 2 mg; Selênio, 20 mg. ² Baseados no valor de energia e no valor digestível propostos por Boscolo *et al.* (2002b).

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24h, depois medidos e pesados. Os parâmetros de desempenho avaliados foram o peso final, o comprimento final, a conversão alimentar aparente e o fator de condição. Posteriormente, os animais foram abatidos, por imersão em água gelada (cerca de 1°C), para análise da proteína bruta e do extrato etéreo, no Laboratório de Tecnologia do Pescado da Unioeste/Toledo, Estado do Paraná, conforme metodologia descrita por Silva (1990). As taxas de retenção de proteína e de gordura dos animais foram calculadas segundo Stortebakken *et al.* (1998).

Os valores de desempenho, composição corporal dos peixes e as variáveis físico-químicas da água foram submetidas à análise de variância ao nível de 5% de significância pelo programa estatístico Saeg - Sistema de Análise Estatística e Genética (UFV, 1998).

Resultados e discussão

Os valores médios de temperatura, de oxigênio dissolvido, de condutividade elétrica e de pH, da água dos aquários, foram de 27,54°C ± 1,22°C; 7,99 ± 0,91 mg/L; 81,25 ± 7,65 µS/cm e 7,13 ± 0,30, respectivamente. Esses valores não variaram entre os tratamentos, mantendo-se dentro dos níveis recomendados para a piscicultura (Galli e Torloni, 1984; Proença e Bittencourt, 1994; Tavares 1995).

Os resultados médios finais do comprimento, do peso, da conversão alimentar aparente, da taxa de eficiência protéica e do fator de condição dos alevinos de piavuçu encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de desempenho de piavuçu em função do grau de moagem dos ingredientes.

Característica	Moagem do alimento (mm)				
	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Comprimento final médio (cm)	9,20	9,25	9,40	9,56	9,00
Peso final médio (g)	10,71	11,16	11,55	12,34	10,68
Conversão alimentar aparente	2,23	2,39	1,96	1,74	2,03
Taxa de eficiência protéica	1,55	1,49	1,74	1,95	1,67
Fator de condição	1,37	1,40	1,39	1,41	1,46

No presente experimento, não foi observado efeito significativo dos diferentes graus de moagem sobre os parâmetros de desempenho dos animais, diferentemente de Hayashi *et al.* (1999b) que observaram melhor desempenho para a tilápia do Nilo, na fase de crescimento, quando alimentadas com rações que continham ingredientes moídos em peneiras de 0,5 mm comparado com a ração com ingredientes moídos em peneiras de 1,5 mm. Kubitz (1997) também relata que houve aumento na eficiência alimentar dos peixes com um menor grau de moagem dos ingredientes.

No caso do piavuçu, as diferenças podem ser explicadas pelo fato de que a diferença numérica do DGM era pequena (245,50 µm; 317,23 µm; 345,29 µm; 366,04 µm; 450,28 µm). Outros fatores, como as diferenças existentes na fisiologia, na digestão das diferentes espécies (Degani *et al.*, 1997) e na morfologia do trato digestório da espécie em questão, também devem ser considerados.

Trabalhos com aves demonstraram que se pode utilizar moagens mais grosseiras dos ingredientes com maiores DGM, isso em função da presença da moela no trato digestivo dessa espécie, o que auxilia na trituração dos alimentos, podendo ser utilizado DGM entre 500 a 1000 µm (Zanotto *et al.*, 1996).

Os valores médios de porcentagem de proteína bruta, de gordura e de matéria seca corporal dos alevinos de piavuçu encontram-se na Tabela 3.

Não foi observado efeito dos diferentes graus de moagem sobre a porcentagem de deposição de

proteína e de gordura, bem como sobre a matéria seca na carcaça inteira. Valores semelhantes com relação à composição química do piavuçu foram observados por Oliveira *et al.* (2001).

Tabela 3. Valores médios das análises bromatológicas de alevinos de piavuçu alimentados com rações contendo diferentes graus de moagem.

Característica	Moagem do alimento (mm)					C.V.(%)
	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	
Proteína bruta (%) ¹	57,00	56,91	56,11	55,48	57,75	6,27
Gordura (%) ²	1,68	1,45	1,19	1,48	1,22	20,50
Matéria seca (%) ²	27,98	28,16	27,74	27,48	26,47	5,94

¹ matéria seca ²

Na Tabela 4, estão apresentados os valores médios de velocidade de trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal dos alevinos de piavuçu.

Tabela 4. Valores percentuais médios da velocidade de trânsito da ração no trato gastrointestinal de alevinos de piavuçu, em função do grau de moagem.

Tempo (horas)*	Moagem do ingrediente (mm)				
	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
2:30	0,00	0,00	8,13	5,63	10,00
3:00	23,12	16,25	32,5	36,88	26,88
3:30	51,25	43,13	65,63	68,13	53,13
4:00	81,88	81,88	93,13	92,50	91,25
4:30	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

* Horas após o arraçoamento.

Para os tratamentos com maior tamanho das partículas (1,00; 1,25 e 1,50 mm), observou-se a presença de fezes coradas 2 horas e 30 minutos após o primeiro arraçoamento, enquanto para os tratamentos com partículas menores (0,50 e 0,75 mm), observou-se após 3 horas, concordando com os dados obtidos por Hayashi *et al.* (1999b) que observaram maior velocidade de trânsito do alimento pelo trato gastrintestinal dos alevinos de tilápia do Nilo na fase de crescimento, quando alimentadas com rações que continham ingredientes moídos em peneiras de 1,5 mm quando comparado à ração em mesma composição moída em peneiras de 0,5 mm.

A eficiência da digestão dos alimentos pode ser influenciada, entre outros fatores, pela superfície da exposição desses às secreções digestivas, bem como pelo tempo de passagem pelo trato gastrointestinal (NRC 1993; Zanotto *et al.*, 1995), sendo que o maior tamanho de partícula proporciona maior velocidade de trânsito, o que poderia levar à menor exposição do alimento às enzimas digestíveis, devendo ocasionar pior desempenho dos animais alimentados com dietas de partículas maiores. Entretanto os DGM dos ingredientes que compunham as rações avaliadas neste experimento não influenciaram o desempenho de alevinos de piavuçu.

Conclusão

Rações cujos ingredientes são fracionados em moinho com peneira entre 0,50 mm a 1,50 mm, apresentando diâmetro geométrico médio (DGM) de 245,50 a 450,28 µm, não causam prejuízos ao desempenho e à composição corporal de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*).

Referências

- ANDRIAN, I. F., *et al.* Espectro alimentar e similaridade na composição da dieta de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) do rio Paraná (22°10'-22°50'S / 53°10'- 53°40'W), Brasil. *Revista Unimar*, Maringá, v.16, Suplemento 3, p.97-106, 1994.
- ANTUNES, S.A. Recentes avanços e perspectivas da industrialização do pescado de água doce. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., 1997 Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: CBNA, 1997. p. 131-136.
- BOSCOLO, W. R., *et al.* Farinha de Varredura de Mandioca (*Manihot esculenta*) na Alimentação de Alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.13, n.2, p.545-551, 2002a.
- BOSCOLO, W. R. *et al.* Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.13, n.2, p.539-545, 2002b.
- CARNEIRO, D.J. *et al.* Efeito do processamento das dietas comerciais sobre o desenvolvimento produtivo do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7., 1995, Peruíbe. *Anais...* Peruíbe: Simbraq, 1992. p. 44-51.
- CASTAGNOLLI, N. *Piscicultura de água doce*. Jaboticabal: Funep, 1992. 189p.
- DEGANI, G. *et al.* Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp (*Cyprinus carpio* L.) *Aquacu. Res*, Hagerman, v.28, n.1, p. 23-28, 1997.
- GALLI, L. F.; TORLONI, C. E.C. *Criação de peixes*. 2º. ed. São Paulo: Nobel, 1984.
- HAYASHI, C. *et al.* Utilização de polpa cítrica em dietas para o piavuçu (*Leporinus macrocephalus*, L.) na fase inicial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11, CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1, 1999, Olinda. *Anais...* Olinda: CONBEP/CONLAEP, 1999a. p.211-219.
- HAYASHI, C. *et al.* Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.21, n.3, p 733-737, 1999b.
- KUBTIZA, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: CBNA, 1997. p. 63-101.
- LOVSHIN, L. L.; CYRINO, J. E. Status of commercial fresh water fish culture in Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., Piracicaba,

- SP, *Anais...* Piracicaba: CBNA, 1997. p. 1-10.
- MEURER F. *et al.* Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.31, n.2, p 566-573, 2002.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Fish*. Washington, DC: Academy Press, 1993.
- OLIVEIRA L.G. *et al.* Avaliação de carcaça e características morfológicas de curimatã (*Prochilodus lineatus* L.), e do piavuçu (*Leporinus macrocephalus*, L.) machos e fêmeas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 12., 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: CONBEP, 2001.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba:CBNA, 1995. p. 34-52.
- PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P. R. L. *Manual de piscicultura Tropical*. Brasília: Ibama, 1994.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)* Viçosa: Imprensa Universitária/Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- SOARES, C.M. Farelo de canola na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus* L.) e de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella* V.).1997. Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Universidade Estadual de Maringá, Maringá 1997.
- STOREBAKKEN, T. *et al.* The apparent digestibility of diets containing fish meal, soybean meal or bacterial meal fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*): evaluation of different fecal collection methods. *Aquaculture*, Amsterdam, v.169,n.3-4, p.195-210,1998.
- TAVARES, L.H.S. *Limnologia aplicada à aquíicultura*. Jaboticabal: Funep, 1995.
- ZANOTTO, D.L.; BELLAVER C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para o uso em rações de suínos e aves. COMUNICADO TÉCNICO ISSN 0110-8862, CT/215/EMBRAPA-CNPSA, Dezembro, 1996, p.1-5.
- UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. *Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG*. Viçosa, 1998. 150p.
- ZANOTTO, D.L. *et al.* Granulometria do milho da dieta e desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. *Anais...* Campinas: Facta, 1996. p.19.
- ZANOTTO, D.L. *et al.* Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.24, n.6, p. 428-436, 1995.

Received on August 06, 2004.

Accepted on February 07, 2005.