
EFEITO DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR SOBRE O CRESCIMENTO E A COMPOSIÇÃO ISOTÓPICA ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) DE JUVENIS DE PACU *PIARACTUS MESOPOTAMICUS*

FIOD, Mário Sérgio De Rezende ¹

DUCATTI, Carlos ²

CABRAL, Marina Calil ³

TEIXEIRA, Regiane Batista Gonçalves ³

ABIMORAD Eduardo Gianini ⁴

JOMORI, Rosangela Kiyoko ⁵

Recebido em: 2010.09.15 Aprovado em: 2010.10.30

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278-466

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da frequência alimentar sobre o crescimento e a composição isotópica de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* mantidos sob três frequências de alimentação: 1, 2 e 3 vezes ao dia. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, por um período de 40 dias. Os juvenis (n= 10 para cada repetição) foram estocados em unidades experimentais contendo 40 L de água cada, em sistema de recirculação da água. Após 40 dias de alimentação, observou-se que os animais alimentados 2 e 3 vezes ao dia apresentaram crescimento semelhante e superior ao dos animais alimentados 1 vez ao dia. A taxa de crescimento específico foi de 2,49; 3,15; 3,34%/ dia, e a taxa de conversão alimentar não apresentou diferença estatística entre os tratamentos variando de, 0,71 a 0,73. A frequência alimentar de 2 vezes ao dia pode ser indicada no manejo alimentar de juvenis de pacu, em fase inicial do crescimento; e a composição isotópica dos tecidos correlacionaram com os resultados de crescimento e, entre os tecidos analisados, o fígado foi metabolicamente mais ativo que o músculo.

Palavras-chave: Manejo alimentar, Tecido muscular. Fígado. Carbono-13. Nitrogênio-15.

SUMMARY: The purpose of this work was to evaluate the effect of feeding frequency on the growth and the isotopic composition of pacu *P. mesopotamicus* juvenile. The animals were submitted to three trials: feedings frequencies at once, twice and three times daily. This experiment was conducted with 4 replicates lasting 40 days. The juveniles (n=10 for each replicates) were stocked in tanks containing 40 liters of water each, with a water recirculation system. After 40 days of feeding, It was observed that the animals fed twice or three times a day showed similar growth (in weight, length and height), and were bigger than the animals fed once a day. The specific growth rate (TCE) was of 2.49; 3.15; 3.34%/day and the values of food conversion were not different among the trials varying of 0.71 to 0.73. Based on these results, the frequency of twice a day can be suggested in the feeding protocol of pacu juvenile during the initial phase of growth. The isotopic composition of tissues correlated to the growth results and the liver was metabolically more active than the muscle.

¹ Graduando do Curso de Medicina Veterinária da Faculdade Dr Francisco Maeda, FAFRAM/ FE, Ituverava, SP.

² Professor Doutor do Departamento de Física e Biofísica, Supervisor do Centro de Isótopos Estáveis, IB/ UNESP, Botucatu, SP.

³ Graduanda do Curso de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, FFCL/ FE, Ituverava, SP. Bolsista Centro de Integração Empresa Escola (CIEE).

⁴ Pesquisador do Pólo Regional do Noroeste Paulista – APTA/SAA-SP, Votuporanga, SP.

⁵ Professora Doutora da Faculdade Dr Francisco Maeda, Laboratório de Aquicultura, FAFRAM/ FE Ituverava, SP. Pós-Doutoranda do Centro de Isótopos Estáveis – Instituto de Biociências/ UNESP, Botucatu, SP. Autor Correspondente: jomori@netsite.com.br

Keywords: Feeding frequency. Muscle tissue. Liver. 13-Carbon. 15-Nitrogen.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com grande potencial para o desenvolvimento da aquicultura, possuindo um amplo território e condições climáticas que favorecem a produção comercial de peixes de água doce em larga escala.

Um dos aspectos importantes na criação dos peixes diz respeito à frequência de disponibilização do alimento e a quantidade ofertada. Um regime alimentar adequado favorece o aproveitamento do alimento, reduz os desperdícios e gastos com a alimentação, e diminui a liberação de excedentes alimentares e metabólitos para o meio ambiente (CARNEIRO; MIKOS, 2005; FURUYA, 2007; SUSSEL, 2008).

Informações sobre a frequência alimentar das espécies de peixes têm importantes implicações nos resultados produtivos. Altas taxas de alimentação interferem no metabolismo digestivo e leva a deteriorização da qualidade da água; e a subalimentação pode levar a uma competição por alimento causando uma heterogeneidade no tamanho dos animais (CASTAGNOLLI, 1979).

Atualmente, a técnica isótopos estáveis de carbono e nitrogênio é uma das ferramentas metodológicas que tem sido bastante utilizada para avaliar o aproveitamento da dieta pelos animais, através da incorporação dos átomos de carbono e nitrogênio destes alimentos no tecido animal (JOMORI et al., 2008). Ao consumir fontes energéticas de origens C₃ ou C₄, o animal reflete em seus tecidos o conteúdo de carbono-13 da respectiva fonte ingerida, com uma pequena variação isotópica entre a fonte alimentar (sinal isotópico da dieta) e o tecido animal (DENIRO; EPSTEIN, 1978).

Um dos fundamentos da técnica dos isótopos estáveis baseia-se na teoria do *turnover* isotópico dos bioelementos nos tecidos corporais. Os tecidos apresentam diferentes taxas de *turnover*, e aqueles metabolicamente mais ativos podem ser utilizados para identificar a alimentação recente, e tecidos menos ativos, as dietas antigas (HOBSON; CLARK, 1992a).

Desta forma, o presente estudo visa obter informações quanto à frequência alimentar de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* associando o crescimento dos animais à composição isotópica dos tecidos, sob diferentes frequências de alimentação. O pacu é uma das espécies nativas mais estudadas na aquicultura, possui importância comercial em suas regiões de origem, e apresenta grande habilidade de ganho de peso, rusticidade e adaptabilidade aos ecossistemas aquaculturais (VAZ et al., 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura da Faculdade “Dr. Francisco Maeda” – FAFRAM/ FE, Ituverava, SP. Foram investigados os efeitos de três frequências de alimentação sobre o crescimento de juvenis de pacu *P. mesopotamicus*, em fase inicial de crescimento, associando as respostas de crescimento à composição isotópica dos tecidos muscular e fígado.

Juvenis de pacu, com peso médio inicial de $24 \pm 0,07\text{g}$, foram submetidos às frequências alimentares de 1, 2 e 3 vezes ao dia (F1, F2 e F3, respectivamente). O alimento foi oferecido até a saciedade aparente, em todas as refeições, com o controle diário do alimento consumido. Antes de iniciar o experimento, os peixes estavam recebendo uma dieta experimental elaborada com ingredientes C_4 . Com o início do experimento, os peixes passaram a receber uma ração experimental constituída por ingredientes de origem C_3 (a base de soja, farelo de algodão, quirera de arroz e farinha de peixe), contendo 28% de proteína bruta.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, por um período 40 dias. Os juvenis ($n= 10$ para cada repetição) foram estocados em unidades experimentais contendo 40 L de água cada, em sistema de recirculação da água. Diariamente, era realizada a limpeza dos tanques para retirada das fezes e aferida a temperatura da água, que foi mantida por aquecedores em torno de $28,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Para avaliação do desempenho dos animais foram realizadas biometrias inicial e final, avaliando-se comprimento total, altura e peso dos animais, além da taxa de sobrevivência. Com os valores médios de peso inicial e peso final de cada réplica, calculou-se a taxa de crescimento específico (TCE) pela da expressão: $\text{TCE (\%/dia)} = 100 (\ln P_f - \ln P_i)/t$, onde: TCE (%/dia) representa a taxa de crescimento específico, P_i e P_f expressam os pesos inicial e final (em gramas) e t , o intervalo de tempo em dias. Além disso, também foram calculados o Ganho de Peso (GP), considerando o peso inicial (P_i) e o peso final (P_f), em gramas: $\text{GPD} = P_f - P_i$

Através dos dados de consumo de alimento foram calculados a conversão alimentar aparente (CAA) dos peixes nos diferentes tratamentos, pela seguinte equação: $\text{CAA} = \text{RI}/\text{GP}$, em que (RI) é a quantidade média de ração ingerida e (GP) é o ganho de peso dos peixes (em gramas).

Os valores médios das variáveis analisadas foram analisados estatisticamente através da análise de variância paramétrica (ANOVA). As taxas de sobrevivência e crescimento

específico sofreram transformação arco seno. As médias de comprimento, altura e peso foram analisadas em delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo, tendo as frequências de alimentação como tratamentos principais e os tempos do experimento (início e final) como os tratamentos secundários. Nos resultados em que foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Análises Isotópicas

No final do experimento, após 40 dias de alimentação, amostras do tecido muscular da porção dorsal (filé) e o fígado foram coletados para análise da composição isotópica do animal nos diferentes tratamentos. As amostras foram secas em estufa a 60° C e finamente moídas em moinho criogênico. As determinações dos valores isotópicos foram efetuadas no Centro de Isótopos Estáveis, IB/ UNESP, Botucatu, SP.

Para a determinação da composição isotópica do alimento e dos tecidos do animal, as razões $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ das amostras foram mensuradas comparativamente com a razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ do padrão internacional PDB (Fóssil *Belemnite americana* da formação cretácea Pee Dee do Sul da Carolina/USA) e com a razão $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ do padrão internacional Nitrogênio Atmosférico, respectivamente. A comparação relativa entre a amostra e o padrão expressa-se, na terminologia isotópica, como enriquecimento relativo ou delta per mil, mensurada pela expressão (1):

$$\delta^{13}\text{C} \text{ ou } \delta^{15}\text{N} = [(R \text{ amostra} / R \text{ padrão}) - 1] \times 10^3, \quad (1)$$

na qual, R é a razão isotópica, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, da amostra e do padrão, respectivamente, e $\delta^{13}\text{C}$ ou $\delta^{15}\text{N}$ é o enriquecimento isotópico (delta per mil) da amostra relativo ao padrão PDB ou nitrogênio atmosférico, respectivamente (DUCATTI; MATSUI; SALATTI, 1982).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frequência alimentar (F1, F2 e F3) influenciou no crescimento dos juvenis de pacu, tanto para as médias de comprimento total como para a altura e o peso ($P < 0,01$). Além do efeito da frequência alimentar, também foram observadas diferenças ($P < 0,01$) ao longo do tempo (Tabelas 1, 2 e 3).

No início do experimento as animais apresentaram-se homogêneos, sem diferenças entre as variáveis de crescimento ($P > 0,05$). Após 40 dias de alimentação, os animais que receberam o alimento nas frequências de 2 ou 3 vezes ao dia apresentaram crescimento semelhante ($P > 0,05$), e superior ao crescimento dos animais alimentados 1 vez ao dia

($P < 0.05$). Este resultado foi observado para o comprimento, a altura e o peso (Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente).

Tabela 1- Valores médios de comprimento total (cm) de juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos à diferentes frequências de alimentação, após 40 dias.

Tratamentos	Tempo de alimentação	
	Inicial	40 dias
F1	10,80 B a	14,68 A b
F2	10,94 B a	15,88 A a
F3	10,92 B a	16,45 A a

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tratamentos: F1, F2 e F3 – Frequência alimentar de uma, duas e três vezes ao dia.

Tabela 2- Valores médios de altura (cm) de juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos à diferentes frequências de alimentação, após 40 dias.

Tratamentos	Tempo de alimentação	
	Inicial	40 dias
F1	4,42 B a	6,04 A b
F2	4,35 B a	6,70 A a
F3	4,36 B a	6,83 A a

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tratamentos: F1, F2 e F3 – Frequência alimentar de uma, duas e três vezes ao dia.

Tabela 3- Valores médios de peso (g) de juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos à diferentes frequências de alimentação, após 40 dias.

Tratamentos	Tempo de alimentação	
	Inicial	40 dias
F1	24,35 B a	66,08 A b
F2	24,24 B a	85,64 A a
F3	24,38 B a	92,96 A a

Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Tratamentos: F1, F2 e F3 – Frequência alimentar de uma, duas e três vezes ao dia.

Em relação ao período experimental, constatou-se diferenças estatísticas entre o início e o final do experimento ($P < 0,05$), em todas as frequências de alimentação (Tabelas 1, 2 e 3), mostrando que houve crescimento significativo em 40 dias de alimentação.

A sobrevivência final não foi influenciada pelos tratamentos ($P > 0,01$), observando taxas de 100%. As taxas de crescimento específico (TCE) revelaram índices satisfatórios para a fase de crescimento em estudo, mesmo para a frequência alimentar de 1 vez ao dia que proporcionou a menor média entre os demais ($P < 0,05$; Figura 1).

O ganho de peso foi menor na F1 ($P < 0,05$; Figura 2), e os peixes alimentados 2 vez ao dia apresentaram um ganho superior em 32% em relação aos alimentados 1 vez ao dia. Já o tratamento F3 proporcionou um ganho superior de 10,5 % em relação ao F2. Estudos com outras espécies de peixes também têm apresentado melhores índices de crescimento quando o alimento é oferecido mais de uma vez ao dia. Com juvenis de jundiá, Canton et al. (2007) observaram que os peixes alimentados quatro vezes ao dia ganharam praticamente o dobro do peso daqueles que receberam somente uma alimentação diária.

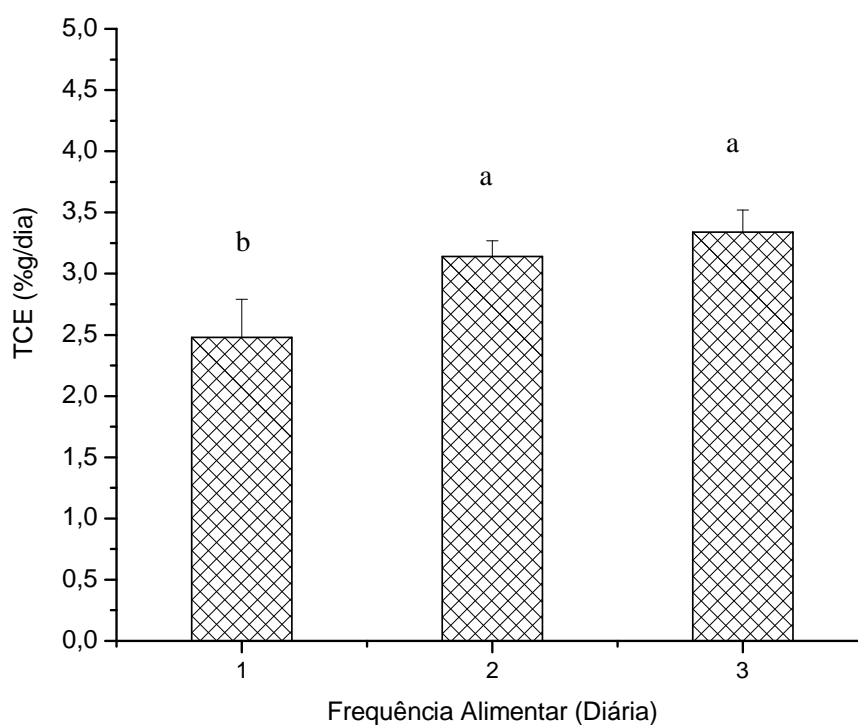


Figura 1. Taxa de crescimento específico de juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos a diferentes frequências de alimentação (vezes/dia), após 40 dias de criação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Embora os resultados tenham expressado menor crescimento dos animais quando alimentados 1 vez ao dia, a taxa de conversão alimentar mostrou-se satisfatória, e foi semelhante entre os tratamentos ($P>0,05$), variando de 0,72 a 0,73. Para outras espécies, também foram observados resultados satisfatórios na frequência alimentar de 1 vez ao dia. Para juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*), Frasca-Scorvo et al. (2007) constataram que uma alimentação diária mostrou ser eficiente, e não foram verificadas diferenças significativas para os resultados de ganho de peso diário e a taxa de conversão alimentar aparente. Carneiro et al. (2007), analisando o efeito do manejo alimentar (1, 2 e 3 vezes ao dia) no desempenho do matrinxã (*Brycon amazonicus*) também observaram que não houve diferenças para o consumo de ração, tempo de saciação aparente, velocidade de ingestão e o índice de ingestão. A frequência alimentar ideal para cada espécie é um fator espécie-específico, e diferenças também podem ocorrer dentro de uma mesma espécie, principalmente em função do estágio de desenvolvimento (SAMPAIO et al., 2007).

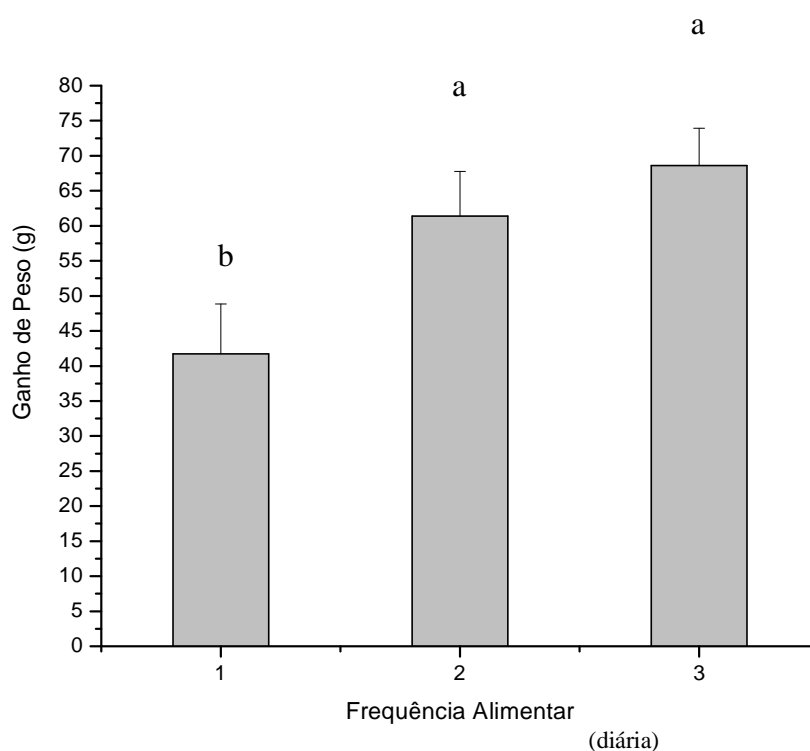


Figura 2. Valores médios de ganho de peso (g) de juvenis de pacu *P. mesopotamicus* submetidos a diferentes frequências de alimentação (vezes/ dia), após 40 dias de criação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Os resultados isotópicos do tecido muscular e do fígado de juvenis de pacu, em $\delta^{13}\text{C}$, estão na Figura 3. Inicialmente, o músculo apresentou uma composição isotópica de - 16,8‰

e o fígado de $-18,6\text{‰}$, sinais mais próximos ao de plantas “C₄” devido à ração que os peixes estavam recebendo antes de iniciar o experimento. Após 40 dias de alimentação, recebendo a nova dieta (característica do tipo C₃), a composição isotópica do tecido muscular dos peixes mudou de $-16,8\text{‰}$ para valores de $-22,6$ a $-23,6\text{‰}$, evidenciando a incorporação dos nutrientes do novo alimento, que era a dieta C₃ com sinal isotópico de $-26,84\text{‰}$. O fígado alterou de $-18,6\text{‰}$ para $-25,8$ a $-26,1\text{‰}$. Estas alterações isotópicas também ocorreram para a composição dos tecidos em nitrogênio-15 (Figura 4).

A composição isotópica do tecido muscular variou conforme a frequência de alimentação. Associando os resultados de crescimento à constituição isotópica dos tecidos, observou-se que o músculo apresentou uma variação entre os tratamentos em cerca de $1,04\text{‰}$ para o $\delta^{13}\text{C}$. Quanto maior o ganho de peso dos animais, mais próximo do sinal da dieta C₃ era a composição isotópica do tecido muscular, evidenciando uma maior concentração de carbono-13 da nova dieta nos peixes dos tratamentos F2 e F3, conseqüentemente, proporcionado pelo maior crescimento. Essa variação na composição isotópica do tecido em função do tamanho dos animais foi observada por Jomori *et al.* (2008) na larvicultura do pacu, de maneira que, quanto maior o tamanho do animal, mais próximo do sinal da nova dieta era a composição isotópica dos animais. Para animais jovens, a taxa de crescimento

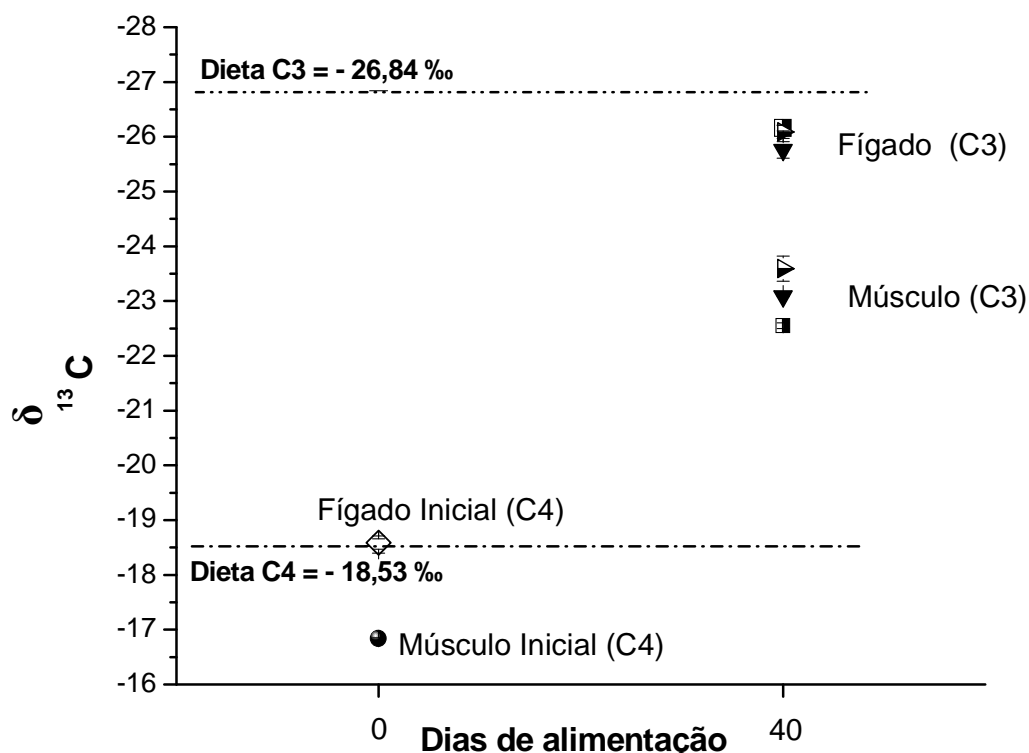


Figura 3. Composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) do tecido muscular e do fígado de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* submetidos a diferentes frequências de alimentação, em 40 dias

Já para o fígado, as diferenças entre os tratamentos foram menores, de apenas 0,4 ‰ para o $\delta^{13}\text{C}$, mesmo com a existência de animais de diferentes classes de tamanho. Porém entre os dois tecidos, o fígado mostrou-se isotopicamente mais próximo ao sinal da nova dieta. Os tecidos apresentam diferentes taxas de *turnover*, e aqueles metabolicamente mais ativos apresentam taxas mais rápidas de metabolização ou incorporação dos isótopos estáveis (DUCATTI, 2004). Provavelmente, por ser um tecido com *turnover* isotópico mais acelerado, a composição do fígado poderia estar mais próxima da formação do patamar de equilíbrio. Neste patamar, com tempo, a composição isotópica dos tecidos tende a estabelecer um valor assintótico em relação ao sinal da dieta (ZUANON et al., 2006; ZUANON et al., 2007). O valor torna-se quase que invariável, mostrando que neste ponto ocorreu praticamente toda a troca do carbono-13 e nitrogênio-15 no tecido, da antiga para a nova dieta. A diferença isotópica estabelecida entre o tecido e o sinal “puro” da dieta caracteriza o fracionamento isotópico.

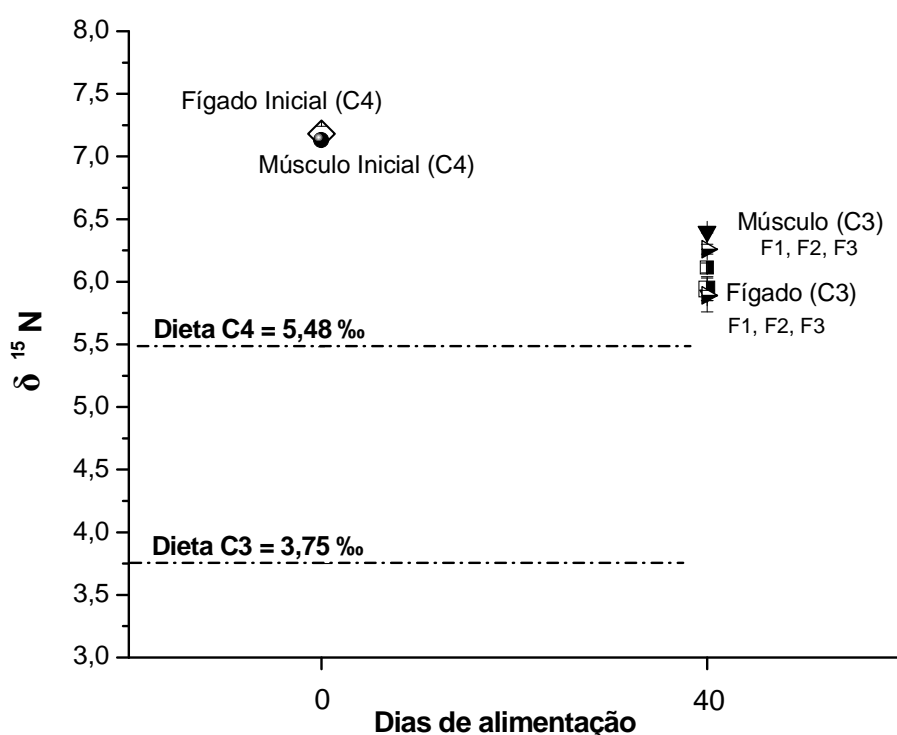


Figura 4. Composição isotópica ($\delta^{15}\text{N}$) do tecido muscular de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* submetidos a diferentes frequências de alimentação, em 40 dias.

De maneira geral, os resultados obtidos no presente trabalho, revelaram que a frequência alimentar de 3 vezes ao dia não proporcionou incrementos significativos no crescimento dos juvenis de pacu, e nem melhorias nos índices zootécnicos como a conversão alimentar aparente. Com outras espécies, como para a carpa-capim, que apresenta uma morfologia do trato digestivo diferente a do pacu, Marques et al. (2008) observaram a necessidade de alimentações diárias em até quatro vezes, com melhores respostas de crescimento e conversão alimentar. Para juvenis de lambari do rabo amarelo, Hayashi et al.(2004) também constataram que a frequência alimentar ideal para o melhor desempenho destes animais foi a de quatro vezes ao dia.

A frequência alimentar está diretamente relacionada com os custos da produção no que se refere à mão-de-obra e gastos excessivos com a ração, conseqüentemente, influencia no retorno econômico da produção. Assim, levando em consideração estes aspectos, a frequência alimentar de 2 vezes ao dia pode ser indicada para os juvenis de pacu nesta fase de crescimento. As informações obtidas no presente trabalho podem orientar na escolha do manejo alimentar quanto à frequência de arraçoamento para juvenis de pacu; e dar subsídios à continuidade das pesquisas visando à aplicação da técnica dos isótopos estáveis em estudos de alimentação de peixes. Assim, as investigações desta pesquisa têm a sua continuidade em outros estudos visando determinar o valor de fracionamento isotópico entre a dieta e os tecidos de animais mantidos sob diferentes frequências de alimentação.

CONCLUSÃO

A frequência alimentar de 2 vezes ao dia pode ser considerada eficiente para juvenis de pacu em fase de crescimento inicial.

A composição isotópica do tecido muscular variou em função da frequência alimentar; e os peixes alimentados 2 e 3 vezes ao dia apresentaram uma composição mais próxima a composição do novo alimento, evidenciado pelo maior crescimento dos animais nestes tratamentos.

Os tecidos, músculo e fígado, apresentaram diferentes composições isotópicas, e o fígado apresentou um *turnover* isotópico mais acelerado.

REFERÊNCIAS

- CANTON, R. et al. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá **R. Bras. Zootec.** Viçosa., v.36 n.4, July/aug. 2007.
- CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. F. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.187-191, 2005.
- CARNEIRO, D. J.et al. Efeito do manejo alimentar no desempenho de matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. **Acta Amaz.** Manaus, v.37, n.4, 2007.
- CASTAGNOLLI, N. Tecnologia de alimentação de peixes. In: FUNDAMENTOS de Nutrição de Peixes. São Paulo: Livrocere, 1979.
- DENIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, New York, v. 42, p. 495-506, 1978.
- DUCATTI, C; MATSUI, E.; SALATTI, E. Fundamentos teóricos dos fatores de correção para a análise das variações relativas das razões $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ por espectrometria de massa. **Energ. Nucl. Agric.** v.4, n.1, p.41-58, 1982.
- DUCATTI, C. **Isótopos estáveis ambientais**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2004. 138p. (Apostila).
- FRASCA-SCORVO, C. M.; CARNEIRO.D. J.; MALHEIROS, E. B. Efeito da frequência alimentar em juvenis de *Brycon cephalus*, **Acta Amaz**, 2007.
- FURUYA, W.M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS – ACESUIREGIÕES, 7. **Palestra...** SEMINÁRIO DE AQUICULTURA, MARICULTURA E PESCA, 2. **Anais...**Belo Horizonte. 2007. p.121-139.
- HAYASHI, C. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.
- HOBSON, K.A.; CLARK, R.G. Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of ^{13}C in tissues. **The Condor**, v.94, p.181-188, 1992a.
- JOMORI, R.K. et al. Stable carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes as natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* larval tissue. **Aquaculture Research**, v.39, p.370-381, 2008.
- MARQUES, N. R.et al. Frequência de alimentação diária para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*, V.). **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v.34, n. 2, p. 311 - 317, 2008. .
- SAMPAIO, L.A.; OLIVEIRA, M.; TESSER, M.B. Produção de larvas e juvenis do Peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis* submetidos à diferentes frequências alimentares. **R. Brás. Agrociencia**, Pelotas, v.13, n.2, p.271-274, 2007.
- SUSSEL, F.R. **Alimentação na criação de peixes em tanques-rede**. Disponível em: ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/alimentacao_peixes.pdf.

VAZ , M. M.; BARBOSA, N. D. C.; TORQUATO, V. C. **Guia lustrado de peixes da bacia do rio grande**, CEMIG/CETEC, 2000. p.144.

ZUANON, J.A.S.et al. Muscle $\delta^{13}\text{C}$ change in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings fed on C_3 or C_4 cycle plants grain-based diets. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.147, p.761-765, 2007.

ZUANON, J.A.S.et al. Muscle $\delta^{13}\text{C}$ change in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): effects of growth and carbon turnover. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.145, p.101-107, 2006.