

Parâmetros de crescimento de achigãs (*Micropterus salmoides*, Lacépède, 1802) alimentados com *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)

Growth parameters in largemouth bass (*Micropterus salmoides*, Lacépède, 1802) feed *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)

DOI: 10.34188/bjaerv6n3-029

Recebimento dos originais: 05/05/2023

Aceitação para publicação: 30/06/2023

António Moitinho Rodrigues

Doutor em Ciência Animal pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Instituição: Instituto Politécnico de Castelo Branco – Escola Superior Agrária
Endereço: Qta. Da Sr.^a de Mércules, 6000-909 Castelo Branco, Portugal
E-mail: amrodrig@ipcb.pt

José Manuel Lourenço

Técnico no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal
Instituição: Instituto Politécnico de Castelo Branco – Escola Superior Agrária
Endereço: Qta. Da Sr.^a de Mércules, 6000-909 Castelo Branco, Portugal
E-mail: jmlourenco@ipcb.pt

Paulo Mateus

Técnico no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal
Instituição: Instituto Politécnico de Castelo Branco – Escola Superior Agrária
Endereço: Qta. Da Sr.^a de Mércules, 6000-909 Castelo Branco, Portugal
E-mail: pfmateus@ipcb.pt

Manuel Blasco Ruíz

Professor Catedrático Jubilado
Instituição: Universidad de Extremadura
Endereço: Avenida de Elvas, Km. 2, 06071 Badajoz, España
E-mail: manuel.blascoruiz@gmail.com

Filipa Inês de Oliveira Pitacas

Mestre em Engenharia Zootécnica pela Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco
Instituição: Instituto Politécnico de Castelo Branco – Escola Superior Agrária
Endereço: Qta da Sr.^a de Mércules, 6000-909 Castelo Branco, Portugal
E-mail: inespitacas@ipcb.pt

RESUMO

O achigã (*Micropterus salmoides* Lacépède, 1802) é uma espécie piscícola de águas interiores com elevado interesse gastronómico em Portugal. A *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) é uma boa fonte de proteína para utilizar na alimentação animal. No entanto, o baixo teor em matéria seca (19,03%) e os elevados teores em fibra bruta (5,83%) e em cinzas (10,70%), principalmente terra, poderão ser um fator limitante à sua utilização como alimento para peixes carnívoros. Com o objetivo de avaliar o interesse da utilização de *E. fetida* na alimentação de peixes, em setembro foram capturados 22 juvenis de achigã (0+ anos) numa pequena barragem de rega (N 39°49'27,89''; O 07°26'57,92''). Os achigãs foram colocados em três tanques para habituação a um alimento composto comercial.

Como em Portugal não se produzem alimentos compostos específicos para achigãs foi utilizado um alimento composto comercial formulado para douradas (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) e robalos (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) (proteína bruta 49,74% MS e gordura bruta 18,07% MS). Ao fim de três semanas, 86,4% dos peixes já ingeriam o alimento sólido. Não foi necessária habituação à *E. fetida* uma vez que faz parte da alimentação natural do achigã. Em 13 outubro, dos 22 achigãs iniciais foram selecionados aleatoriamente 16 que foram colocados em dois tanques (8 peixes/tanque com 0,048m³ de água). No tanque G1 (*E. fetida*) e tanque G2 (alimento granulado) o peso, o comprimento, o fator K e a densidade iniciais foram, respetivamente, 13,62 g e 13,40 g ($p>0,05$); 10,49 cm e 10,39 cm ($p>0,05$); 1,160 e 1,179 ($p>0,05$); 2,27 kg/m³ e 2,23 kg/m³. Durante o ensaio, com duração de 179 dias, a temperatura média da água variou entre 17,1°C e 24,5°C e a taxa de sobrevivência foi de 100%. No dia 179 do ensaio, os valores médios de peso, comprimento, fator K e produtividade nos tanques G1 e G2 foram, respetivamente, 31,54 g e 40,87 g ($p<0,05$); 13,01 cm e 14,28 cm ($p<0,05$); 1,410 e 1,388 ($p>0,05$); 5,25 kg/m³ e 6,80 kg/m³. Os resultados obtidos parecem indicar que a *E. fetida* pode ser utilizada na alimentação de achigãs.

Palavras-chave: alimento granulado, fator K, ganho de peso, índice de conversão, produtividade.

ABSTRACT

The largemouth bass (*Micropterus salmoides* Lacépède, 1802) is an inland fish species that is of great gastronomic interest in Portugal mainland. *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) is a very good source of protein to be used in animal feed. However, the low content of dry matter (19.03%) and the high content of crude fiber (5.83%) and ash (10.70%), mainly soil, could be a limiting factor to its use as a feed for carnivorous fish. On September, twenty-two juveniles (0+ years) largemouth bass were caught from a small irrigation dam (N 39°49'27,89''; W 07°26'57,92''). Juveniles largemouth bass were stocked in three small tanks for commercial compound feed training. Because in Portugal there are no specific commercial feed for largemouth bass were used a commercial compound for seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) and European seabass (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758) (crude protein 49.74% DM and crude fat 18.07% DM). After 3 weeks 86.4% are well trained. On October 13th, sixteen feed-trained individuals were randomly selected and stocked in two tanks (8 largemouth bass per tank with 0,048m³ of water). In tank G1 (feed *E. fetida*) and tank G2 (feed commercial compound) largemouth bass weight, length, K condition factor and productivity were, respectively, 13.62 g and 13.40 g ($p>0.05$); 10.49 cm and 10.39 cm ($p>0.05$); 1.160 and 1.179 ($p>0.05$); 2,27 kg/m³ and 2.23 kg/m³). In our experiment, water tank average temperature range between 17,1°C and 24,5°C and the survival rate was 100%. On day 179 of this study average weight, length, K condition factor and productivity in tank G1 and tank G2 were, respectively, 31.54 g e 40.87 g ($p<0.05$); 13.01 cm e 14.28 cm ($p<0.05$); 1.410 e 1.388 ($p>0.05$); 5.25 kg/m³ e 6.80 kg/m³). The results seem to indicate that *E. fetida* can be used as feed for largemouth bass.

Keywords: feed compound, K condition factor, weight gain, feed conversion ratio, productivity.

1 INTRODUÇÃO

O achigã (*Micropterus salmoides* Lacépède, 1802), está entre as 15 espécies piscícolas de água doce mais produzidas em todo o mundo. A sua produção aumentou de 0,2 mil toneladas em 2000 para 621,3 mil toneladas em 2020, ano em que a produção mundial de achigãs correspondeu a 1,3% da produção total de espécies piscícolas de águas interiores produzidas em aquacultura (FAO, 2022).

O achigã é uma espécie com elevado interesse gastronómico em regiões de Portugal como Beira Baixa, Ribatejo e Alentejo (Rodrigues e Sanches, 2012) com preços de venda ao público variando entre os 5 e 8 €/kg (Ribeiro *et al.*, 2007). Pode atingir os 12 €/kg em locais onde a procura para consumo doméstico ou para restauração é muito elevada (Rodrigues *et al.*, 2022). Foi introduzido no continente português em meados do século XX (Almaça, 1996) embora já existisse nos Açores desde 1898 (Silva, 1992). Devido ao seu elevado valor económico, há no continente português interesse na produção comercial desta espécie.

Nos EUA a produção em cativeiro de alevins de achigãs para repovoamento data de 1930, altura a partir da qual começaram a ser realizados vários trabalhos sobre reprodução de achigãs. Na década de 80, várias pisciculturas americanas, particulares e estatais, aperfeiçoaram técnicas de treino de alimentação para maximizar a produção de achigãs em cativeiro. Os peixes produzidos, com pesos de mercado variando entre os 400 e os 700 g, têm escoamento garantido junto das comunidades asiáticas apreciadoras de filete de achigã (Heidinger, 2000; Tidwell *et al.*, 2000; Tidwell *et al.*, 2002; Quinn e Paukert, 2009).

Em França também se produzem achigãs para repovoamento e para consumo humano (Arrignon, 1984) e em Portugal, entre 1958 e 2000, foram produzidos, nos Postos Aquícolas de Mira e da Azambuja, mais de 270.000 juvenis de achigã que foram utilizados para repovoar várias massas de água de Norte a Sul do país (Lourenço, 2004).

Vários autores têm vindo a avaliar a composição nutricional da *Eisenia fetida* como alimento para animais. Pode ser utilizada fresca ou transformada em farinha depois de desidratada. A farinha de *E. fetida* é uma boa fonte de proteína e de gordura. Contém aminoácidos essenciais e um interessante perfil de ácidos gordos mono e polinsaturados (Velásquez *et al.*, 1986; Vielma *et al.*, 2003a; Vielma *et al.*, 2003b). Também é fonte de vitaminas e de sais minerais (Vielma *et al.*, 2007).

A *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) desempenha um papel importante nos ecossistemas terrestres ao decompor a matéria orgânica e introduzir no solo alterações químicas, físicas e microbiológicas que são benéficas (Johnson-Maynard *et al.*, 2007). É uma espécie de minhoca utilizada na vermicompostagem como ferramenta de trabalho, reciclando todo o tipo de matéria orgânica vegetal e estrume. Quando adulta, mede entre 2,3 e 13 cm de comprimento, tem cerca de 1,5 g de peso e 50 a 55 dias após a saída do *cocoon* está apta a reproduzir-se (Fadaee, 2012).

Desde os anos 40 que a produção de minhocas se tem desenvolvido em países como EUA e Inglaterra. As minhocas são utilizadas principalmente na gestão de resíduos sólidos orgânicos através de vermicompostagem, como isco para pesca desportiva, na produção de alimentos para animais e também na fertilização e desintoxicação dos solos (Sinha *et al.*, 2002).

Vários autores têm vindo a evidenciar as potencialidades de utilização de minhocas vivas ou secas na alimentação de espécies piscícolas produzidas em aquicultura. Destacam-se os trabalhos feitos com *Acipenser sturio*, *Anguilla anguilla*, *Clarias gariepinus* e *Mystus guttatus* (Knights, 1996, Hayashi *et al.*, 1999, Yang, 2001 e Brossel *et al.*, 2002 citados por Fadaee, 2012).

Para que a utilização industrial de *E. fetida* na alimentação animal seja economicamente interessante, é indispensável melhorar eficiência do processo de separação das minhocas do húmus. Este processo requer, habitualmente, muito tempo e mão-de-obra. Os métodos mais utilizados para separação das minhocas são manuais, mecânicos e comportamentais. O método manual é muito dispendioso e limitado à recolha de pequenas amostras (Coja *et al.*, 2008). Os métodos mecânicos pressupõem a utilização de peneiras e/ou vibradores. Os métodos comportamentais ou dinâmicos são aqueles que provocam a saída das minhocas do substrato devido à influência de estímulos como a atração pelo alimento, a ação do calor ou de impulsos elétricos, a inundação ou a utilização de repelentes químicos (Bouma *et al.*, 2001). Alguns autores têm vindo a demonstrar ser tecnicamente viável, muito prático e eficaz a utilização de impulsos elétricos controlados para a separação de *E. fetida* do húmus (Chaoui e Keener, 2008; Moraes *et al.*, 2013).

Justificação

Devido à velocidade de crescimento da *E. fetida*, à sua composição nutricional e à sua já utilização como alimento para animais, considerou-se a hipótese desta espécie vir a ser utilizada na alimentação natural de achigãs produzidos em aquicultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros de crescimento de juvenis de achigãs (0+ anos) alimentados com *E. fetida* fresca e compará-los com achigãs da mesma idade alimentados com granulado comercial. Dá seguimento a estudos preliminares realizados anteriormente (Rodrigues *et al.*, 2016) sobre a utilização da *E. fetida* na alimentação de achigãs.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio decorreu no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal (LNAA) da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco (ESACB).

Durante o mês de setembro foram capturados 22 juvenis de achigãs selvagens (0+ anos) numa pequena barragem de rega (N 39°49'27,89''; O 07°26'57,92''). Os achigãs foram colocados em três tanques de vidro onde se procedeu à habituação dos peixes ao alimento granulado comercial. Como não existe no mercado português alimento composto específico para a espécie *M. salmoides*, utilizou-se um alimento granulado formulado para douradas (*S. aurata*) e robalos (*D. labrax*). O período de habituação durou 21 dias. Não foi necessário submeter os peixes a um período de

adaptação ao alimento vivo uma vez que as minhocas fazem parte da dieta natural dos achigãs. As minhocas vermelhas foram produzidas na ESACB em caixas plásticas utilizando como alimento restos de pomóideas fora de validade ou sem calibre comercial.

No fim do período de habituação, os 22 peixes foram pesados, medidos e foi determinado o fator K. Dos 22 achigãs, foram selecionados aleatoriamente 16 peixes que foram colocados em dois tanques com capacidade para 0,048 m³ de água e sem iluminação artificial (8 peixes/tanque). O volume de água foi mantido constante durante todo o ensaio. No tanque **G1**, os achigãs (2,27 kg/m³) foram alimentados com *E. fetida* fresca (Tabela 1). No tanque **G2** os achigãs (2,23 kg/m³) foram alimentados com granulado comercial (Tabela 1).

Após secagem em estufa, amostras de granulado e de *E. fetida* foram moídas em moinho e laboratório com crivo $\leq 1\text{mm}$. As amostras foram processadas para determinação dos teores em humidade, proteína bruta (PB), gordura bruta (GB), cinzas (AOAC, 2000) e fibra bruta de Weende (FB) (AOAC, 1990).

O teor em humidade foi obtido pela diferença do peso da amostra, antes e após a retirada total da água por evaporação em estufa Memmert UL 60 (103°C $\pm 2^\circ\text{C}$). O teor em matéria seca (MS) foi determinado pela diferença da humidade para 100 (MS = 100 - % humidade).

Para a determinação das cinzas, incinerou-se a amostra (550°C $\pm 50^\circ\text{C}$) em mufla Nabertherm L15 C 6 para remover toda a humidade e destruir toda a matéria orgânica.

A PB foi determinada pelo método de Kjeldahl (N Kjeldahl x 6,25). A amostra seca foi inicialmente digerida (Digestion System 6 (1007) - Tecator, Hoganas, Suécia) com ácido sulfúrico concentrado utilizando como catalisadores CuSO₄ + K₂SO₄. O azoto presente na amostra foi convertido em (NH₄)₂SO₄. À solução obtida foi adicionado NaOH 40% sendo destilada com recurso ao Kjeltex System 1026 Distilling Unit—Tecator (Tecator, Hoganas, Suécia). A amónia destilada foi recolhida numa solução de H₃BO₃, posteriormente titulada com HCl 0,1N.

A GB foi determinada por extração da gordura numa unidade Soxtec System HT1043 (Tecator, Hoganas, Suécia) utilizando como solvente orgânico o éter de petróleo.

A FB foi determinada pelo método de Weende (Fibertec System1020, Tecator, Hoganas, Suécia) (AOAC, 1990). Este método consiste na degradação hidrolítica oxidativa da celulose e lignina por meio de uma solução de H₂SO₄ e posterior tratamento com solução alcalina (NaOH). A perda de peso resultante da incineração do resíduo seco corresponde à massa de FB.

Os hidratos de carbono (HC) e a energia metabolizável (EM) dos alimentos utilizados foram estimados a partir das equações descritas por Kelly (1996): HC (%MS) = 100 – PB (%MS) – GB (%MS) – cinzas (%MS); EM (kcal/100 g) = 3,5 x PB (g) + 8,5 x GB (g) + 3,5 HC (g).

Os resultados analíticos da *E. fetida* e do granulado comercial utilizado constam da Tabela 1 e foram obtidos no LNAA da ESACB.

Tabela 1. Composição química dos dois alimentos utilizados, *Eisenia fetida* fresca (n=3) e alimento granulado comercial (n=2).

	MS (%)	Cinzas (%MS)	PB (%MS)	GB (%MS)	FB (%MS)	HC (%MS)	EM (kcal/100g)
<i>Eisenia fetida</i>	19,03 ±2,128	10,70 ±2,345	51,65 ±4,430	2,75 ±0,043	5,83 ±0,393	34,91 ±4,593	326,29 ±8,256
Granulado	93,91 ±0,650	11,57 ±0,106	49,74 ±0,345	18,07 ±0,058	0,84 ±0,012	20,33 ±0,546	398,89 ±1,777

MS – matéria seca; PB - proteína bruta; GB - gordura bruta; FB - fibra bruta; HC – hidratos de carbono; EM – energia metabolizável; ± desvio padrão.

Nos tanques G1 e G2 foram colocadas duas pedras difusoras para arejamento da água e a partir de 4 de novembro foi colocada uma resistência de 50 W com capacidade para elevar a temperatura da água 5 a 6°C acima da temperatura ambiente. A água dos tanques foi parcialmente substituída duas vezes por semana obtendo-se uma renovação média diária de 0,010296 m³ (renovação total da água em cada 4,18 dias). Mensalmente foram avaliados alguns parâmetros de qualidade da água (O₂ dissolvido, pH e NO₂). Em todas as ocasiões os parâmetros avaliados estiveram dentro dos valores considerados aceitáveis para a produção de achigãs (Boyd e Lichtkoppler, 1979 citados por Fantini *et al.* (2021).

Os peixes foram pesados e medidos com intervalos de aproximadamente 30 dias, 13 de outubro (D0), 12 de novembro (D30), 12 de dezembro (D60), 09 de janeiro (D88), 10 de fevereiro (D120), 12 de março (D150) e 10 de abril (D179). Os valores médios iniciais de peso, comprimento, fator K e densidade dos peixes foram semelhantes nos dois tanques. Os alimentos foram distribuídos até à saciedade, duas vezes por dia (10 e 16 horas), 5 dias por semana. Na altura da distribuição de alimentos foi medida a temperatura da água dos tanques. A quantidade de alimento ingerida pelos peixes de cada tanque foi determinada por diferença de pesos dos alimentos antes e depois da distribuição (*ad libitum* controlado).

Foram registados os seguintes parâmetros de crescimento: fator de condição corporal de Fulton (K) utilizando a equação $K = (100 \times P / C^3)$, em que P é o peso em g e C o comprimento em cm (Weatherly e Gill, 1987 citados por Tidwell *et al.*, 2003); índice de conversão alimentar (IC) (g matéria seca ingerida / g peso vivo ganho), calculado através da equação $IC = PAI / PVG$, em que PAI corresponde à quantidade de alimento ingerido (g MS) e PVG é o peso vivo ganho (g) (Tidwell *et al.*, 2003); produtividade dos tanques (PR) (kg peixe / m³) foi calculada através da equação $PR = PTP / V$ em que PTP corresponde ao peso total de peixe (kg) por tanque e V ao volume de água (m³) em cada tanque.

A análise estatística foi feita com recurso ao programa informático IBM SPSS Ver. 21. Para cada tratamento determinou-se a média e o desvio padrão. Recorreu-se ao Student T-Test como teste de comparação de médias para um nível de significância de 0,05.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresenta-se a composição química da *E. fetida* utilizada na alimentação dos peixes do tanque G1 e do alimento composto comercial formulado para douradas e robalos utilizado como termo de comparação (peixes do tanque G2) uma vez que em Portugal não se produzem alimentos compostos específicos para achigãs. De acordo com informação do fabricante, o alimento composto utilizado tem na sua composição farinha de peixe, farinha hidrolisada de sangue e penas, outras fontes proteicas animais e óleo de peixe. Apresenta um tamanho de partícula que varia entre 1,6 e 1,8 mm e tem uma densidade superior a 600 g/litro.

Analisando a Tabela 1, verifica-se que o teor em MS da *E. fetida* fresca (19,03%) é muito inferior à do alimento granulado (93,91%), os teores em cinzas e PB dos dois alimentos utilizados são idênticos (granulado cinzas 11,57%MS; PB 49,74%MS) (*E. fetida* cinzas 10,70%MS; PB 51,65%MS) mas o teor em FB é 7 vezes mais elevado na *E. fetida* enquanto que o teor em GB é 6,6 vezes mais elevado no granulado. A EM também é mais elevada no granulado comercial.

Vielma e Medina (2006) ao analisarem farinha de minhocas liofilizadas encontraram valores superiores para a PB (62,3%) e GB (7,9%) e valores inferiores para as cinzas (7,9%) e FB (2,0%). Já Shakorian (1991) citado por Fadaee (2012) refere teores em PB (59%) e em GB (9%) mais próximos dos obtidos no nosso trabalho. Todavia, o teor em cinzas (17%) foi muito superior. As cinzas corresponderão principalmente à terra presente no aparelho digestivo das minhocas, material que não é digerido pelos peixes.

Ao longo do ensaio, algumas minhocas foram pesadas e medidas individualmente (n=60) obtendo-se peso e comprimento médios de 0,19 g ($\pm 0,102$) e de 4,48 cm ($\pm 1,346$), respetivamente.

Durante os 179 dias em que decorreu o ensaio, a temperatura média da água dos tanques nos períodos D0 – D30, D30 – D60, D60 – D88, D88 – D120, D120 – D150 e D150 – D179 foi, respetivamente, 19,8°C, 19,8°C, 17,1°C, 22,0°C, 24,5°C e 24,0°C. De acordo com Stickney (1979) e Smith (1989) citados por Tidwell *et al.* (2003), a temperatura da água é o fator ambiental mais importante para o desenvolvimento de animais poiquilotérmicos. Afeta diretamente o crescimento dos peixes uma vez que influencia a ingestão de alimentos, as necessidades de nutrientes e o trânsito digestivo. A temperatura da água também pode influenciar a quantidade de lípidos depositados assim como o seu perfil em ácidos gordos, devido ao papel que os ácidos gordos insaturados desempenham na manutenção da fluidez das bio-membranas a diferentes temperaturas ambientes

(Tidwell *et al.*, 2007; Leticia *et al.*, 2021). No entanto, águas com temperaturas superiores a 32°C provocam *stress* térmico nos achigãs afetando negativamente o crescimento dos peixes através da redução acentuada do consumo de alimentos (Jobling, 1994 citado por Leticia *et al.*, 2021).

Os valores médios iniciais do peso, comprimento, fator K e densidade foram semelhantes nos dois tanques com 8 peixes cada um. Nos tanques G1 e G2 o peso, o comprimento, o fator K e a densidade inicial foram, respectivamente, 13,62 g e 13,40 g ($P>0,05$), 10,49 cm e 10,39 cm ($P>0,05$), 1,160 e 1,179 ($P>0,05$) e 2,27 kg/m³ e 2,23 kg/m³ (Tabela 2).

Uma das dificuldades iniciais da produção comercial de peixes carnívoros como o achigã é o treino para aceitação do alimento composto, um granulado comercial sólido. Segundo Csargo (2011), o sucesso da fase de treino é normalmente de 60 a 75%. Neste trabalho, verificou-se que 21 dias após o início do período de habituação ao alimento composto comercial 86,4% dos achigãs já ingeriam perfeitamente o granulado, o que está dentro dos valores referidos por outros autores que consideram que a percentagem de peixes que se adaptam ao alimento composto é ótima quando atinge os 80 a 90% (Heidinger, 2000; Tidwell *et al.*, 2000; Tidwell *et al.*, 2002). Não registámos dificuldade na habituação dos achigãs à ingestão de *E. fetida* vivas. Na Região onde decorreu este trabalho, as minhocas são utilizadas como isco vivo para pesca desportiva.

A taxa de sobrevivência durante todo o ensaio foi de 100%. Este valor muito elevado pode ser explicado pelas condições laboratoriais em que decorreu o ensaio e pela qualidade da água que se manteve sempre dentro dos valores considerados aceitáveis para a produção de achigãs (Boyd e Lichtkoppler, 1979 citados por Fantini *et al.*, 2021). Tidwell *et al.* (2003) encontraram taxas de sobrevivência variando entre 96,8%, 97,7% e 86,5% em achigãs mantidos durante 97 dias a temperaturas constantes, respectivamente, de 20°C, 26°C e 32°C. Fantini *et al.* (2021) determinaram taxas de sobrevivência variando entre 79,3% e 93,3% em achigãs de diferentes classes de peso mantidos a uma temperatura constante de 35°C durante 28 dias e Bhattarai e Semmens (2021) encontraram taxas de sobrevivência de 100% em achigãs mantidos durante 8 dias a uma temperatura de 14,8°C, mas sem alimentação.

Tabela 2. Valores médios de peso, comprimento, fator K e produtividade dos achigãs do **G1** (alimentados com *E. fetida*) (n=8) e do **G2** (alimentados com granulado comercial) (n=8) obtidos durante os 179 dias que durou o ensaio.

Parâmetro	Grupo	Dia0	Dia30	Dia60	Dia88	Dia120	Dia150	Dia179
Peso (g)	G1	13,62 ^a	15,08 ^a	17,16 ^a	17,58 ^a	20,55 ^a	26,82 ^a	31,54 ^b
		±3,171	±3,913	±4,070	±4,071	±4,988	±5,194	±6,374
	G2	13,40 ^a	16,33 ^a	18,21 ^a	19,19 ^a	23,40 ^a	29,86 ^a	40,87 ^a
		±3,002	±4,613	±4,407	±4,811	±6,617	±7,796	±8,389
Comprimento (cm)	G1	10,49 ^a	10,71 ^a	10,85 ^a	10,95 ^a	11,46 ^a	12,36 ^a	13,01 ^b
		±0,757	±0,714	±0,760	±0,798	±0,968	±0,840	±0,822
	G2	10,39 ^a	10,63 ^a	11,09 ^a	11,29 ^a	12,05 ^a	13,03 ^a	14,28 ^a
		±0,649	±0,736	±0,876	±0,871	±1,047	±1,103	±1,061
Fator K	G1	1,160 ^a	1,204 ^b	1,319 ^a	1,316 ^a	1,339 ^a	1,403 ^a	1,410 ^a
		±0,043	±0,144	±0,058	±0,044	±0,068	±0,054	±0,081
	G2	1,179 ^a	1,324 ^a	1,315 ^a	1,311 ^a	1,306 ^a	1,325 ^b	1,388 ^a
		±0,082	±0,140	±0,081	±0,061	±0,053	±0,060	±0,058
Produtividade (kg peixe /m ³)	G1	2,27	2,51	2,86	2,93	3,42	4,47	5,25
	G2	2,23	2,72	3,03	3,20	3,90	4,97	6,80

± desvio padrão; letras diferentes na mesma coluna para cada parâmetro analisado indicam diferenças significativas (Student T-Test, p<0,05).

Aos 179 dias de ensaio, os valores médios do peso e do comprimento dos peixes diferiram significativamente nos dois tanques. Nos tanques G1 (*E. fetida*) e G2 (granulado) o peso, o comprimento e o fator K foram, respetivamente, 31,54 g e 40,87 g (p<0,05), 13,01 cm e 14,28 cm (p<0,05) e 1,410 e 1,388 (p>0,05) (Tabela 2). Os achigãs alimentados com o granulado comercial tiveram melhor crescimento embora a condição corporal final (fator K) tenha sido semelhante (p>0,05). Considera-se que esta diferença de crescimentos está associada à menor concentração energética da *E. fetida* (326,29 kcal/100gMS) e ao seu maior teor em fibra bruta (5,83%MS) (Tabela 1). A maior concentração energética e menor teor em fibra bruta do granulado comercial terão influenciado favoravelmente o crescimento dos peixes.

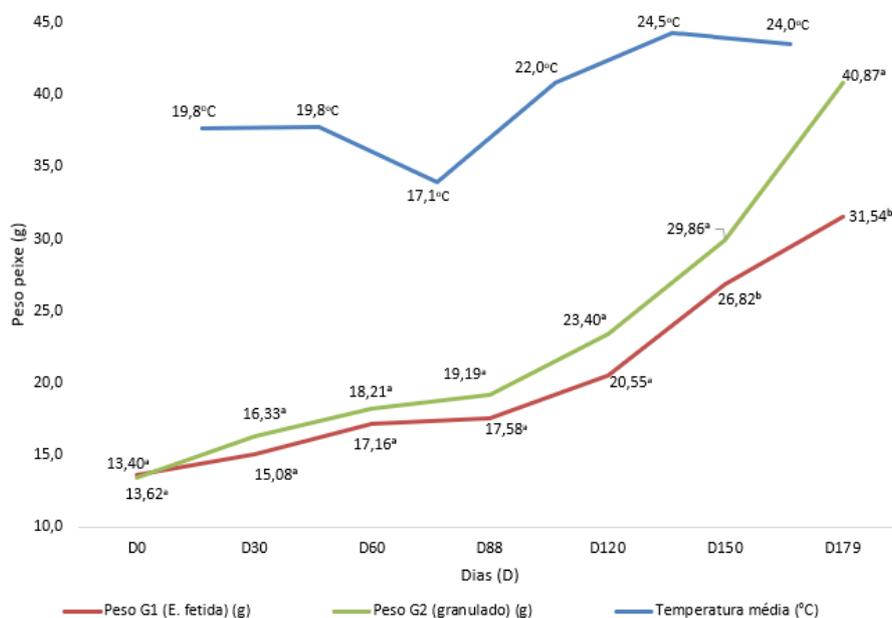
Relativamente ao fator K, aos 179 dias de ensaio e de acordo com a escala de avaliação de condição corporal de Fulton definida por Barnham e Baxter (1998), tanto os achigãs G1 (*E. fetida*), com fator K igual a 1,410, como os achigãs do G2 (granulado), com fator K igual 1,388, apresentaram boa condição corporal (Fator K ≥ 1,6 excelente condição corporal; Fator K = 1,4 boa condição corporal; Fator K = 1,2 aceitável condição corporal; Fator K = 1,0 pobre condição corporal; Fator K ≤ 0,8 extremamente pobre condição corporal).

Como seria de esperar, o maior crescimento verificado nos achigãs do G2 traduziu-se numa maior produtividade. Logo ao fim dos primeiros 88 dias de ensaio, período em que temperatura média ponderada da água foi de 19,0°C, a produtividade do tanque G1 foi de 2,93 kg/m³, valor inferior à produtividade do tanque G2 que, na mesma altura, foi de 3,20 kg/m³. Os valores obtidos

ao D88 são semelhantes aos valores finais obtidos por Tidwell *et al.* (2003) para achigãs mantidos durante 97 dias em água com temperatura constante de 20°C (2,80 kg/m³) mas inferiores à produtividade de peixes mantidos durante o mesmo tempo a temperaturas constantes de 26°C (7,12 kg/m³) ou 30°C (6,63 kg/m³). No entanto, estes últimos resultados são semelhantes aos resultados obtidos no nosso trabalho para os 179 dias (D179), com temperatura média ponderada da água de 21,8°C. Nestas condições, os achigãs do G1 obtiveram uma produtividade de 5,25 kg/m³ e os achigãs do grupo G2 obtiveram uma produtividade de 6,80 kg/m³. Considera-se que a temperatura da água influenciou o crescimento destes animais poiquilotérmicos.

Na Figura 1, é possível verificar que os peixes dos grupos G1 e G2 aumentaram de peso do dia D0 até ao dia D179, com o ritmo de crescimento a acelerar na segunda metade do ensaio. Esta evolução poderá estar relacionada com o aumento de temperatura da água nos tanques G1 e G2 que no período D0-D88 obteve uma média ponderada de 19,0°C e no período D88-D179 uma média ponderada de 23,5°C (Tabela 3).

Figura 1. Representação gráfica da evolução da temperatura da água e do peso vivo dos achigãs G1 e G2 durante os 179 dias de ensaio (T-Test, letras diferentes nas médias dos pesos G1 (*E. fetida*) e G2 (granulado) indicam p<0,05).



O aumento de peso vivo dos peixes e o aumento da temperatura da água terão influenciado o consumo diário de alimentos. No período D60-D88, com temperatura média da água igual a 17,1°C, o consumo diário de MS e o peso ganho diariamente foram muito inferiores ao período D150-D179 em que a temperatura média da água foi de 24,0°C (Tabela 3).

Para os achigãs alimentados com granulado, o melhor IC (0,803 gMS/g peso ganho) foi obtido entre D150 e D179 com temperatura da água de 24,0°C enquanto que para os achigãs

alimentados com *E. fetida* o melhor IC ocorreu no período D88-D120 (1,585 gMS/g peso ganho) com temperatura da água de 22,0°C. Para os dois grupos, o pior IC ocorreu no período D60-D88 tendo sido de 5,647 gMS/g peso ganho no G1 e de 2,548 gMS/g peso ganho no G2 (Tabela 3). Neste período, a temperatura média da água foi de 17,1°C.

Durante os 179 dias de ensaio, o IC médio foi de 2,381 gMS/g de peso ganho no G1 e de 1,331 gMS/g de peso ganho no G2. Os IC obtidos no ensaio realizado com uma temperatura média da água de 21,0°C (Tabela 3), foram piores do que os obtidos por Tidwell *et al.* (2003), com achigãs alimentados com granulado (45% PB e 16% GB) e mantidos a temperaturas constantes de 20°C, 26°C e 32°C durante 97 dias (1,2, 1,0 e 1,1 gMS/g de peso ganho). No entanto, foram muito melhores do que os resultados obtidos por Leticia *et al.* (2021) que trabalharam com achigãs de 80 g, 105 g e 137 g alimentados com granulado formulado para a espécie (48% PB e 18% GB) e mantidos durante 28 dias com temperatura de água constante de 35°C. Obtiveram IC respectivamente de 5,5, 5,8 e 4,0 gMS/g peso ganho.

Tabela 3. Temperatura da água, ingestão de MS, peso ganho, índice de conversão e percentagem de peso ganho relativo ao peso inicial dos achigãs do **G1** (alimentados com *E. fetida*) (n=8) e do **G2** (alimentados com granulado comercial) (n=8), valores obtidos durante os 179 dias que durou o estudo.

Intervalo		D0-D30	D30-D60	D60-D88	D88-D120	D120-D150	D150-D179	D0-D179
Temperatura (°C)		19,8	19,8	17,1	22,0	24,5	24,0	21,0
Ingestão MS/peixe (g MS/dia)	G1	0,079	0,118	0,083	0,147	0,409	0,331	0,195
	G2	0,087	0,101	0,090	0,154	0,219	0,305	0,159
Peso ganho (g/dia)	G1	0,049	0,069	0,015	0,093	0,209	0,163	0,100
	G2	0,098	0,062	0,035	0,131	0,216	0,380	0,153
IC (g MS/g de peso ganho)	G1	1,630	1,695	5,647	1,585	1,958	2,034	2,381
	G2	0,895	1,617	2,548	1,176	1,018	0,803	1,331
		D0-D30	D0-D60	D0-D88	D0-D120	D0-D150	D0-D179	
Peso ganho (% relativamente ao peso inicial)	G1	10,7%	26,0%	29,0%	50,9%	96,9%	131,6%	
	G2	21,8%	35,8%	43,2%	74,5%	122,8%	204,9%	

Comparando com o peso inicial, no final do ensaio, aos 179 dias, o peso médio dos achigãs do G1 correspondia a 131,6% do peso médio inicial enquanto que o peso médio dos peixes do G2 correspondia a 204,9% do peso médio inicial. Os achigãs alimentados com minhocas ultrapassaram o dobro do peso inicial entre os 150 e os 179 dias de ensaio enquanto que os achigãs alimentados com o granulado comercial foram mais precoces e ultrapassaram o dobro de peso inicial entre os 120 e os 150 dias de ensaio.

4 CONCLUSÕES

Embora tenha baixo teor em gordura, a *E. fetida* tem um elevado teor em proteína o que a poderá tornar numa matéria-prima interessante para a alimentação de peixes carnívoros como o achigã. No entanto o elevado teor em humidade, fibra bruta e cinzas, principalmente terra, poderão ser um fator limitante à sua utilização como alimento fresco para peixes.

A diminuição da temperatura da água parece ter influenciado negativamente os parâmetros de crescimento. O efeito da redução da temperatura parece ter-se feito sentir mais nos achigãs alimentados com *E. fetida*. No entanto, os indicadores de crescimento obtidos até aos 179 dias parecem confirmar que a *E. fetida* pode ser utilizada na alimentação de achigãs.

Devido ao valor ambiental da *E. fetida* e devido à crescente desaprovação da sociedade acerca da utilização de farinha de peixe na produção de alimentos granulados para espécies piscícolas carnívoras produzidas em aquicultura, a farinha de *E. fetida* poderá vir a substituir parcialmente aquela matéria-prima na formulação de alimentos granulados.

Trabalhos futuros serão obrigatórios para avaliar o interesse que a *E. fetida*, fresca ou desidratada, poderá ter como complemento da dieta comercial. Também será necessário avaliar a influência que a *E. fetida* utilizada na alimentação de achigãs poderá ter sobre o valor nutricional dos filetes e sobre as suas propriedades organolépticas. Para o efeito terão que ser realizadas análises físico-químicas detalhadas, com a avaliação do perfil de ácidos gordos e presença de metais pesados, e estudos de análise sensorial com painéis de consumidores e/ou de provadores treinados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro à publicação concedido pelo CERNAS-IPCB [projeto UIDB/00681/2020] financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

REFERÊNCIAS

- Almaça, C. Peixes dos rios de Portugal. Edições INAPA, Lisboa, 1996.
- AOAC. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th Ed., Washington DC, USA, 1990.
- AOAC. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 17th Ed., Gaithersburg, Maryland, USA, 2000.
- Arrignon, J. Ecología y Piscicultura de Aguas Dulces (tercera edición). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1984.
- Barnham, C.; Alan Baxter, A. Condition factor, K, for Salmonid Fish. Fisheries Notes, State of Victoria, Department of Primary Industries, p.1-3, March 1998. ISSN 1440-2254.
- Bhattacharai, S.; Semmens, K. J. Evaluation of two densities for holding live food fish in a small recirculating aquaculture system, North American Journal of Aquaculture, 83(6): 1-12, 2021. DOI: 10.1002/naaq.10180
- Bouma, J.; Curry, J. P.; Houba, V. J. G. Measuring physical, chemical and biological soil parameters in grasslands. In: Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Cabi Publishing, 1 Ed., p.279-303, 2001.
- Chaoui, H.; Keener, H. M. Separating earthworms from organic media using an electric field. Biosystems Engineering, 100, p.409-421, 2008.
- Coja, T.; Zehetner, K.; Bruckner, A.; Watzinger, A.; Meyer, E. Efficacy and side effects of five sampling methods for soil earthworms (Annelida, Lumbricidae). Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 71(2): 552-565, 2008. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2007.08.002
- Csargo, I. J. Advanced largemouth bass production and stock contribution to small south Dakota - impoundment fisheries. Master of Science in Wildlife and Fisheries Sciences Thesis, South Dakota State University, USA, 2011.
- Fadaee, R. A review on earthworm *Eisenia fetida* and its applications. Annals of Biological Research, 3(5): 2500-2506, 2012. ISSN 0976-1233
- Fantini, L. E.; Matthew, A. S.; Jones, M.; Roy, L. A.; Lochmann, R.; Kelly, A. M. Growth parameters in northern largemouth bass *Micropterus salmoides salmoides* raised near their upper thermal tolerance for 28 days. Aquaculture Reports v. 21, 100845, p.1-7, 2021. DOI:10.1016/j.aqrep.2021.100845
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO, 2022. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Heidinger, R. C. A White Paper on the Status and Needs of Largemouth Bass Culture in the North Central Region. Largemouth Bass White Paper, March, p.1-10, 2000.
- Johnson-Maynard, J. L.; Umiker, K. J.; Guy, S. O. Earthworm dynamics and soil physical properties in the first three years of no-till management. Soil & Tillage Research, v. 94(2): 338-345, 2007.

Kelly, N. C. Food types and evaluation. In: Manual of companion animal nutrition and feeding. Ed. Noel Kelly and Josephine Wills, British Small Animal Veterinary Association, Gloucestershire, UK, p.22-42, 1996.

Lourenço, R. M. V. Repovoamentos piscícolas em Portugal Continental desde o século XIX. Relatório Trabalho de Fim de Curso em Engenharia Florestal, ISA – UTL, Lisboa, 2004.

Moraes, M. J.; Filho, D. O.; Martins, J. H.; Santos, L. C. Electric signals as a tool for separation of earthworms (*Eisenia fetida*) from humus. Engenharia na Agricultura, Viçosa - MG, v. 21, n. 6, p.527-538, 2013.

Quinn, S.; Paukert, C. Centrarchid fisheries. In: Centrarchid fishes, diversity, biology and conservation, Edited by Steven J. Cooke and David P. Philipp. Blackwell Publishing, UK, p.312-338, 2009.

Ribeiro, F.; Beldade, R.; Dix, M.; Bochechas, J. Carta Piscícola Nacional. Direcção Geral dos Recursos Florestais - FluviaTilis, Lda. Publicação Electrónica (versão 01/2007), 2007. Disponível em: <http://www.bemposta.net/rioribeiras/peixes/peixesbemposta.htm>

Rodrigues, A. M.; Lourenço, J. M.; Mateus, P.; Blasco Ruís, M. Utilização de minhocas (*Eisenia fetida* Savigny, 1826) na alimentação de achigãs (*Micropterus salmoides*, Lacépède, 1802) - resultados preliminares. Livro de Actas “VIII Congresso Ibérico de Agroingeniería: Retos de la Nueva Agricultura Mediterránea” (ed. UMH), p.757-765, Orihuela – Algorfa, 2016.

Rodrigues, A. M.; Mello, A. V.; Mello, M.; Pitacas, F. I. Avaliação do crescimento de achigãs produzidos em aquacultura. In Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo, Capítulo 19, p.239-249. Brasil: Artemis, 2022. ISBN 978-65-87396-68-2. DOI: 10.37572/EdArt_26082268219

Rodrigues, A. M.; Sanches, J. C. A produção comercial de Achigãs (*Micropterus salmoides*). *Agrofórum*: Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, n. 28, p.45-53, 2012.

Silva, A. M. M. Introdução de peixes dulciaquícolas na Ilha de S. Miguel: subsídios para a sua história. Direcção Regional dos Recursos Florestais, p.77-83, 1992.

Sinha, R. K.; Herat, S.; Agarwal, S.; Asadi, R.; Carretero, E. Vermiculture and waste management: study of action of earthworms *Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia. *The Environmentalist*, 22: 261-268, 2002. DOI: 10.1023/A:1016583929723

Tidwell, J. H.; Coyle, S. D.; Bright, L. A.; Van Arnum, A.; Yasharian, D. Effect of Water Temperature on Growth, Survival, and Biochemical Composition of Largemouth Bass *Micropterus salmoides*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 34(2): 175-183, 2003.

Tidwell, J. H.; Coyle, S. D.; Webster, C. D. Centrarchids: largemouth bass, *Micropterus salmoides*. In Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture, Ed. C. D. Webster e C. Lim. CABI Publishing, USA, p. 374-380, 2002.

Tidwell, J. H.; Coyle, S. D.; Woods, T. A. Species Profile: Largemouth Bass. Southern Regional Aquaculture Center, n. 722, 2000.

Tidwell, J. H.; Coyle, S.; Bright, L. A. Effects of different types of dietary lipids on growth and fatty acid composition of Largemouth Bass. *North American Journal of Aquaculture*, v. 69(3): 257-264, 2007. DOI: 10.1577/A06-040.1

Velásquez, L. B.; Ibáñez, I.; Herrera, C. Harina de lombriz. II Parte: composición de ácidos grasos, factores antinutricionales y tratamiento térmico para control bacterial. *Alimentos*, 11(4): 9-13, 1986.

Vielma, R. A.; Carrero, P.; Rondón, C.; Medina, A. Comparación del contenido de minerales y elementos trazas en la harina de lombriz de tierra (*Eisenia fetida*) utilizando dos métodos de secado. *Saber, Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, Venezuela*, 19(1): 83-89, 2007.

Vielma, R. A.; Medina, A. L. Determinación de la composición química y estudios de solubilidad en la harina de lombriz *Eisenia fetida*. *Revista de la Facultad de Farmacia (Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela)*, 48(1): 2-8, 2006.

Vielma, R. A.; Ovalles, J.; León, A.; Medina A. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia fetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Ars Pharmaceutica*, 44(1): 43-48, 2003a.

Vielma, R. A.; Usubillaga, A.; Medina, A. Estudio preliminar de los niveles de ácidos grasos de la harina de lombriz (*Eisenia fetida*) mediante cromatografía de gases acoplada a masas. *Revista de la Facultad de Farmacia (Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela)*, 45(2): 39-44, 2003b.