

EFEITO DA DENSIDADE DE CULTIVO SOBRE O RENDIMENTO E TEOR DE PROTEÍNA BRUTA NO FILÉ DE ALEVINOS DE TILÁPIA-DO-NILO: EFEITO DA DENSIDADE NO CULTIVO DE TILÁPIAS-DO-NILO

Gislaine Aparecida Garcia Refundini¹, Stefania Caroline Claudino da Silva², Renan Moura Garcia³, Graciela de Lucca Braccini⁴, Bruno Lala⁵, Jaísa Caseta⁶

¹Acadêmica do Curso de Medicina Veterinária, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. refundinigislaine@gmail.com

²Docente do departamento de Zootecnia – UEM. Maringá/PR. scsilva2@uem.br

³Hospital Veterinário, UNICESUMAR, Maringá/PR. renan.garcia@unicesumar.edu.br

⁴Docente do Curso de Medicina Veterinária, UNICESUMAR, grabraccini@gmail.com

⁵Docente do Departamento de Medicina Veterinária – UniFatecie. Paranavaí, Pr. brunolala@hotmail.com

⁶Discente de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PPZ-UEM. Maringá/PR. jaisacasetta@hotmail.com

RESUMO

No Brasil, a tilapicultura desempenha papel importante na economia. Dentre os diversos fatores que podem afetar a produção de tilápias destaca a densidade de cultivo. A alta densidade já vem sendo estudada por alguns pesquisadores, entretanto não se sabe se baixas densidades podem afetar de alguma forma o desempenho dos animais. Para testar tal hipótese, foi realizado um ensaio submetendo alevinos de tilápias ao cultivo com duas densidades distintas (Baixa densidade (BD): 1,5 L peixe⁻¹ e Alta densidade (AD): 3 L peixe⁻¹), consumindo dietas isoproteicas e isoenergéticas, por 60 dias. Os valores de proteína total e rendimento de filé foram comparados usando o teste t de Student a 5% de significância. Os animais AD apresentaram maior peso vivo ($p < 0,0001$), rendimento de filé com pele ($p = 0,001$), de filé sem pele ($p < 0,0001$), maior rendimento de carcaça sem vísceras; sem vísceras e cabeça; e totalmente limpa ($p < 0,0001$), e maior peso de cabeça ($p < 0,0001$) comparado aos animais do grupo BD. Não houve diferença para PB% ($p = 0,467$), porcentagem de vísceras ($p = 0,786$) e pele ($p = 0,081$). Durante o período experimental os animais cultivados em baixa densidade apresentaram dificuldade em formar hierarquia social, acarretando redução do consumo diário. Essa redução de consumo foi refletida nas demais medidas avaliadas. Este estudo evidencia que além de uma densidade máxima, como já evidenciado na literatura, uma densidade mínima deve ser respeitada para que a hierarquia social seja formada e o desempenho dos animais seja satisfatório.

PALAVRAS-CHAVE: Tilapicultura; produção animal; *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT

In Brazil, tilapia farming plays an important role in the economy. Among the various factors that can affect the production of tilapia, the crop density stands out. High density has already been studied by some researchers; however, it is not known whether low densities can affect some form of animal performance. A trial was carried out to test this hypothesis by submitting tilapia fingerlings to cultivation with two different densities (low density: 1.5 L fish⁻¹ and high density: 3 L fish⁻¹), consuming isoprotein, and isoenergetic diets, for 60 days. Total protein values and fillet gain were compared between the two groups using the Student's t-test at a significance level of 5%. The animals in high density had higher live weight ($p < 0.0001$), fillet with skin yield ($p = 0.001$), fillet without skin ($p < 0.0001$), higher carcass yield without viscera; without viscera and head; and totally clean ($p < 0.0001$), and greater head weight ($p < 0.0001$) compared to animals in the BD group. There was no difference for PB% ($p = 0.467$), percentage of viscera ($p = 0.786$) and skin ($p = 0.081$). Animals belonging to the high-density group performed better when compared to animals raised in low density. During the experimental period, animals cultivated in low density dissipated in forming a social hierarchy, resulting in reduced daily consumption. This reduction in consumption was reflected in the other measures evaluated. This study shows that in addition to a maximum density, as shown in the literature, a minimum density must be respected so that the social hierarchy is formed, and the performance of the animals is satisfactory.

KEY-WORDS: Tilapia farming; animal husbandry; *Oreochromis niloticus*.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a tilapicultura desempenha papel importante na economia, sendo responsável por 60% da produção de peixes cultivados brasileira. Dentro deste cenário, o Paraná se destaca como o maior produtor nacional (146,2 mil toneladas em 2019),

mantendo o Brasil em quarto lugar no ranking internacional de produção de tilápia, com 432,149 mil toneladas em 2019.

O preço praticado para o filé de tilápia nas principais regiões metropolitanas do país alcança valores muito positivos, entre R\$ 33 e R\$ 41 por quilo, o que torna pesquisas com esta espécie extremamente interessante quando comparada a outras espécies como a Merluza, principal substituta do filé de tilápia em consumo (Barroso et al., 2017), que apresenta valores entre R\$ 25 e 30 por quilo de filé. Além disso, a tilapicultura contribui ativamente para economia do estado do Paraná, que atualmente possui a maior produção nacional de tilápia, com 33,8% do total nacional (PEIXEBR, 2020).

Dentre os diversos fatores que podem afetar a produção de tilápias destacam-se aqueles relacionados à baixa qualidade nutricional das dietas e o manejo inadequado, como a densidade de cultivo elevada (Huang et al., 1997). A elevação da densidade de cultivo tem sido cogitada como alternativa de tornar a produção mais rentável, por melhorar a relação Kg carcaça/ m³. Apesar disso, o aumento da densidade de cultivo promove alteração metabólica e hormonal (Vargas-Chacoff et al., 2014), além de favorecer comportamento agonístico nos animais, aumentando a taxa de natação para fuga (van de Nieuwegiessen et al., 2009).

Este aumento de atividade na musculatura branca potencializa as taxas de glicólise anaeróbica, e conseqüentemente a produção de ácido láctico e redução do pH do músculo (Poli et al., 2005; Rahmanifarah et al., 2011; Goes et al., 2015). A queda do pH muscular está diretamente relacionada ao aumento da proteólise e capacidade de retenção de água da carne (Olsson et al., 2003), gerando um filé de baixa qualidade. Além disso, o número de animais por m³ influencia diretamente a construção de hierarquia social para esta espécie, e pode representar um gargalo para o aumento da eficiência alimentar.

Em virtude dos fatos acima mencionados, é provável que o aumento na densidade de cultivo influencia a produção individual dos peixes, principalmente na primeira fase criação, e altere a capacidade de deposição de proteica nestes animais. Para testar tal hipótese, foi realizado um ensaio submetendo alevinos de tilápias ao cultivo com duas densidades de cultivo distintas, e avaliados o teor de proteína bruta e o rendimento de filé.

2 MATERIAIS E MÉTODO

Os procedimentos neste experimento foram submetidos a aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Botucatu - Brasil. O projeto foi conduzido em uma propriedade privada situada latitude -23.446302 e longitude -51.935163, no município de Maringá-Pr. Foram utilizados 180 alevinos revertidos sexualmente para macho da linhagem GIFT, com peso médio inicial de aproximadamente 1g, provenientes de piscicultura local.

O desenho experimental adotado foi o delineamento blocos casualizados (DBC), sendo cada hapa considerada como bloco. Os peixes foram distribuídos em 6 hapas (0,40 x 0,58 x 0,34), sendo três hapas para baixa densidade de cultivo (BD – 3 L de água peixe⁻¹) e três para alta densidade (AD – (1,5 L de água peixe⁻¹). Os peixes foram submetidos a sete dias de adaptação às instalações e densidades antes do início do experimento, como segue:

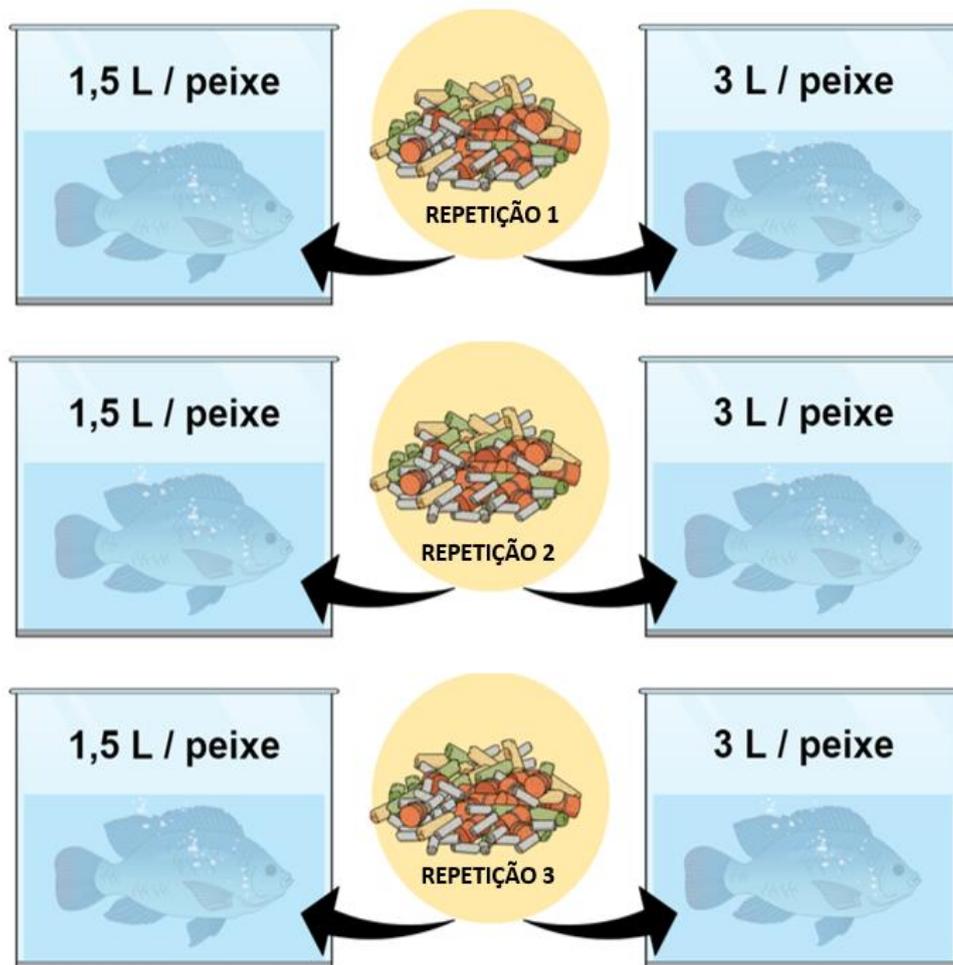


Figura 1. Esquema experimental com duas densidades de cultivo, baixa (1,5 L /peixe) e alta (3 L/peixe), com três repetições cada. Todos os animais consumiram a mesma dieta.
Fonte: figura autoral.

As mortalidades foram tomadas e anotadas nos quatro períodos de alimentação; para todas as hapas de forma individual.

A temperatura do ar e água foi aferida diariamente com auxílio de termômetro apropriado em todos os tanques, sempre as 8 horas da manhã. As medidas de cada repetição foram anotadas e posteriormente avaliadas. A taxa de renovação de água foi de 30 % ao dia e aeração foi constante por meio de pedra porosa acoplada a um soprador central, para garantir a oxigenação recomendada.

Para avaliar a qualidade de água as variáveis pH, amônia e oxigênio dissolvido foram aferidas a cada três dias com auxílio de kits individuais, e os valores anotados (PIPER ET AL., 1982).

Para determinação dos níveis de amônia foi usado o kit comercial Amônia tóxica (água doce) LabconTest® que possui sensibilidade de variação de leitura da amostra inicial entre 0 e 6,5 ppm, de acordo com a seguinte escala colorimétrica.

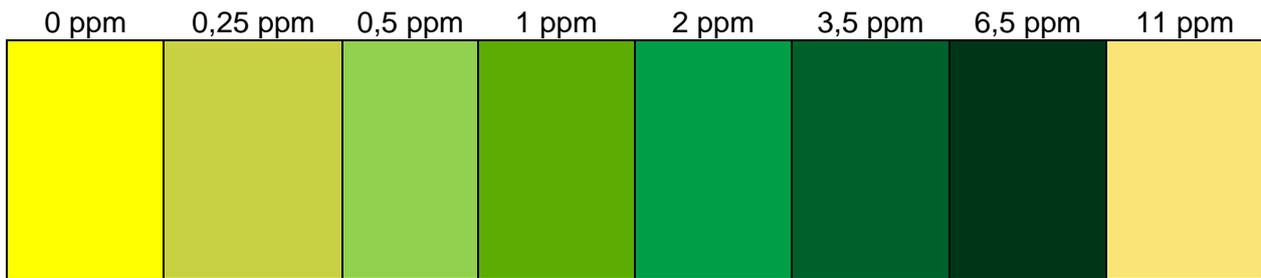


Figura 2. Escala colorimétrica para determinação de amônia. Adaptado do kit comercial Amônia tóxica (água doce) LabconTest®.

Os valores diretos obtidos na escala colorimétrica foram então correlacionados com temperatura da água e pH, e assim determinadas os valores ideais de acordo com a tabela de correlação fornecida pelo fabricante. Foi considerado dentro dos padrões mínimos para o bem-estar dos animais medidas ajustadas menores que 0,020 ppm.

Para determinação do PH foi usado o kit comercial LabconTest® que possui sensibilidade de variação entre 6,2 e 7,5. Foi considerado dentro dos padrões mínimos para o bem-estar dos animais medidas entre 6,8 e 7,2; de acordo com a seguinte escala colorimétrica:

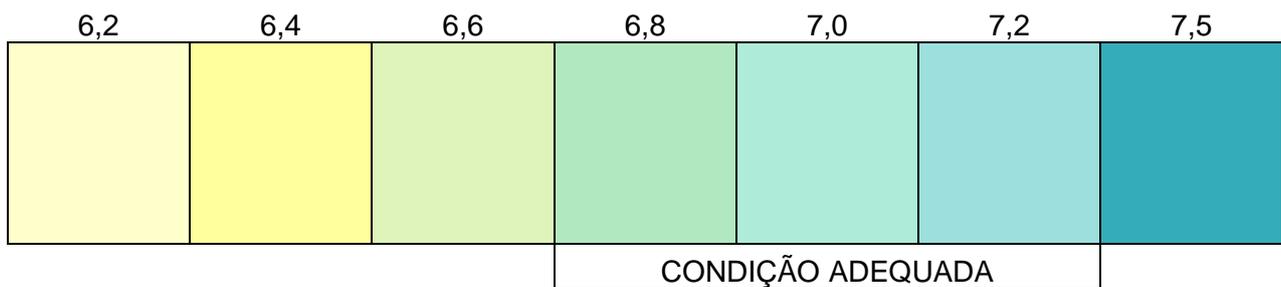


Figura 3. Escala colorimétrica para determinação de pH. Adaptado do kit comercial pH para aquários de água doce, LabconTest®.

Para determinação das concentrações de O₂ dissolvido foi usado o kit comercial LabconTest® que possui sensibilidade de variação entre 0 e 11 ppm (ponto de saturação). Foi considerado dentro dos padrões mínimos para o bem-estar dos animais medidas acima de 4 ppm de O₂, de acordo com a seguinte escala colorimétrica:

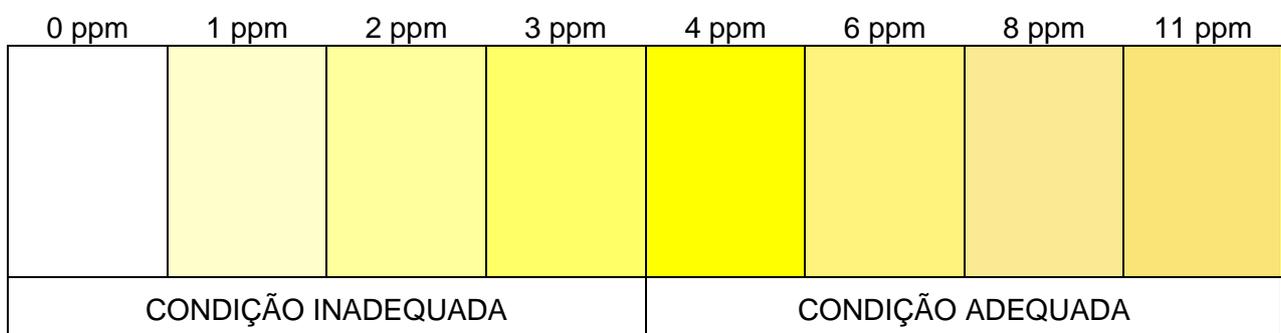


Figura 4. Escala colorimétrica para determinação de O₂. Adaptado do kit comercial de O₂ dissolvido para aquários de água doce, LabconTest®.

Foram elaboradas duas dietas isoproteicas e isoenergéticas com aproximadamente 3000 kcal ED/kg de dieta e 29% de proteína digestível (Tab. 1).

Tabela 1. Composição química e nutricional da dieta.

Ingredientes	Proporção dietética (%)
Soja, farelo-45	43,5
Concentrado Proteico de Soja	10
Vísceras, farinha	5
Milho, grão	33,04
Soja, óleo	0,5
Trigo, farelo	2
DL-metionina	0,22
L-Treonina	0,36
L-Triptofano	0,32
Fosfato bicálcico	2,01
Inerte (caulim)	2,24
BHT	0,02
Premix Vit/min	0,6
Vit. C	0,09
NaCl	0,1
Total	100

Composição Nutricional %

MS	86,23
EB (kcal kg ⁻¹)	3762
PB	31,86
ED (kcal kg ⁻¹)	3044
PD	29,75
FB	3,31
EE	3,03
Ca	0,81
P disp	0,53
ED/PD	102,32

MS (Matéria Seca); EB (Energia Bruta); PB (Proteína Bruta); ED (Energia Digestível); PD (Proteína Digestível); FB (Fibra Bruta); EE (Extrato Etéreo); Ca (Cálcio); P disp. (Fósforo disponível); ED/PD (relação Energia Digestível/Proteína Digestível).

Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia (7h, 11h, 15h e 19h), até saciedade aparente. Inicialmente os animais receberão dieta farelada, e a granulometria adaptada dentro do período experimental de 60 dias.

Antes do abate, os animais foram anestesiados com auxílio de eugenol de acordo com as concentrações recomendadas pelo comitê de ética no uso de animais (CEUA). Após o abate foi realizada a retirada do filé do lado direito dos animais, e enviado para análise de proteína bruta, cuja determinação foi realizada pelo método de Kjeldahl.

O método de Kjeldahl determina a matéria nitrogenada total de uma amostra. O método foi realizado em três etapas: digestão, destilação e titulação. A digestão consistiu na transformação do nitrogênio das substâncias nitrogenadas, por ebulição com ácido sulfúrico concentrado e catalisadores, em sulfato de amônio. Na destilação, o sulfato de amônio foi tratado com hidróxido de sódio em excesso, liberando amônia sob a forma de hidróxido de amônio, que foi destilado e recolhido em ácido bórico. O nitrogênio foi então

determinado por titulação com ácido clorídrico valorado, ao vermelho de metila (IAL, 2008). A determinação do teor de nitrogênio foi realizada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Nitrogênio total (\%)} = \frac{V \times M \times f \times 0,014 \times 100}{P}$$

Onde:

V = volume de solução de ácido utilizado (mL);

M = concentração molar teórica da solução de ácido utilizado;

f = fator de correção da solução de ácido utilizado;

P = massa da amostra úmida (g).

Após a determinação do teor de nitrogênio total (%) este foi multiplicado por 6,25 para a estimativa da proteína bruta (PB%) do filé. A determinação do rendimento de filé foi realizada de acordo com a figura 5.

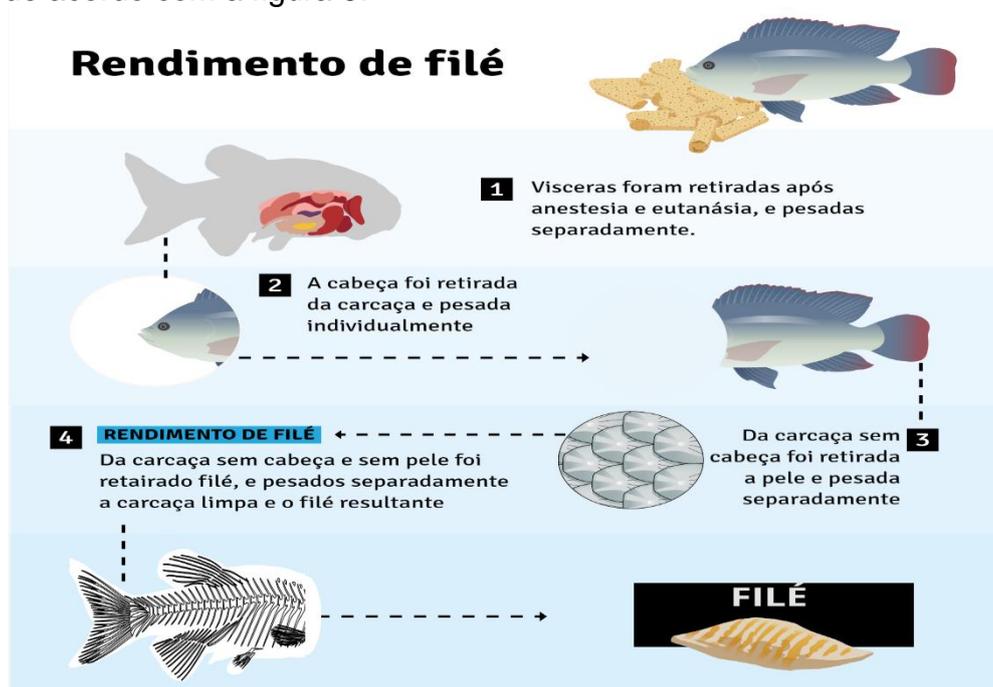


Figura 5. Determinação do rendimento de filé.

Para determinação do rendimento de filé foi realizada a retirada do filé do lado esquerdo dos animais e somado ao peso do filé do lado direito, anteriormente retirado para análise de proteína bruta, e este peso aplicado a seguinte equação:

$$\text{Rendimento de filé (\%)} = \frac{\text{peso do filé (g)}}{\text{peso corporal total (g)}} \times 100$$

Os valores PB% e rendimento de filé foram então comparados entre os dois grupos por meio de teste T de Student em nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade observada foi de 35% (BD) e 18%(AD), porém sem diferença estatística entre os grupos. Estes valores são decorrentes da alta mortalidade observada em apenas uma das hapas de baixa densidade. As diferentes densidades de cultivo não

alteraram os valores das variáveis oxigênio dissolvido ($7,8 \pm 1,5 \text{ mg L}^{-1}$), NH_3 ($0,0015 \pm 0,001 \text{ mg L}^{-1}$), pH ($6,9 \pm 0,2$) e temperatura ($23,8 \pm 1,35 \text{ }^\circ\text{C}$) entre as hapas.

A avaliação da participação de cada fração, bem como o rendimento de filé são mostrados a seguir na figura 6. Os animais em alta densidade apresentaram maior peso vivo ($p < 0,0001$), rendimento de filé com pele ($p = 0,001$), de filé sem pele ($p < 0,0001$), maior rendimento de carcaça sem vísceras; sem vísceras e cabeça; e totalmente limpa ($p < 0,0001$), e maior peso de cabeça ($p < 0,0001$) comparado aos animais do grupo BD (Fig. 7). Não houve diferença para PB% ($p = 0,467$), porcentagem de vísceras ($p = 0,786$) e pele ($p = 0,081$).

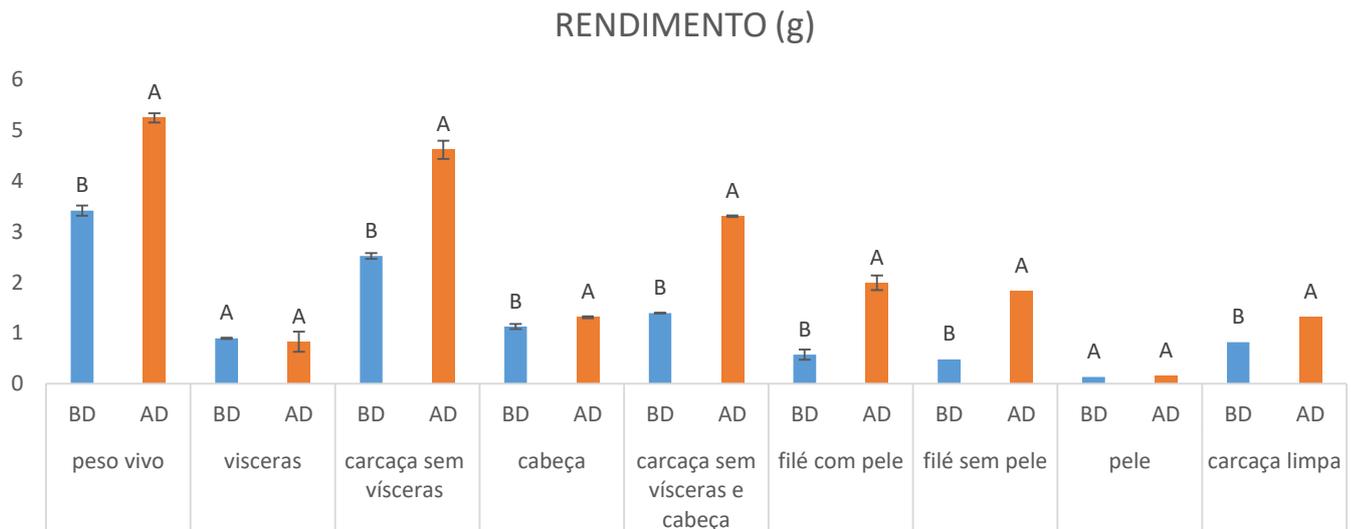


Figura 6. Rendimento médio observado entre animais cultivados em baixa densidade (BD) e alta densidade (AD) de cultivo. Letras diferentes sobre as barras de desvio padrão indicam diferença estatística pelo teste t de Student a 5% de significância.

Fonte: figura autoral.

De modo geral, O movimento coletivo de animais está presente em inúmeras espécies, desde insetos até vertebrados de grande porte, incluindo humanos, os quais podem modular seu comportamento dependendo do número de indivíduos ao seu redor (COUZIN et al., 2003). Esta mudança comportamental pode ser observada também em alguns peixes, num fenômeno conhecido por “Schooling”, o qual se refere ao movimento coordenado dos peixes. Durante o desenvolvimento do “Schooling” é possível observar ainda fases desordenadas (como enxame) e ordenadas (como a moagem, bola de isca, ou cardumes altamente polarizados) (Fig. 7); sendo desejável que as fases ordenadas prevaleçam (FILELLA et al., 2018).

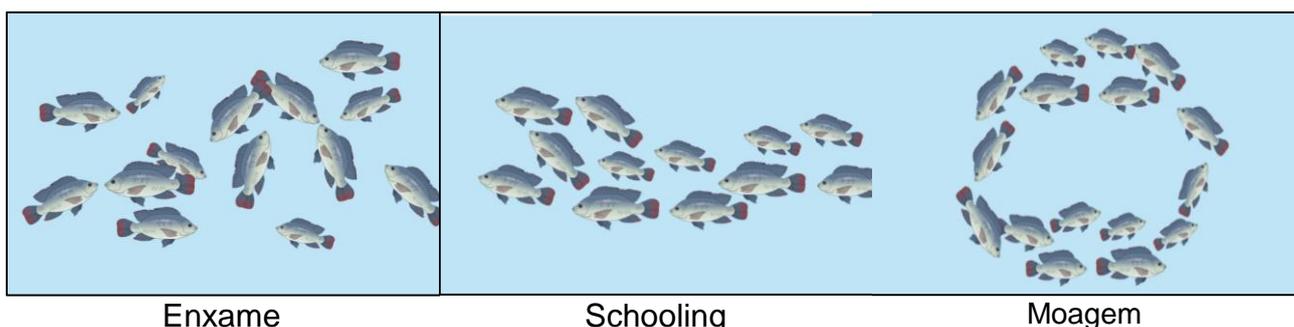


Figura 7. Movimentos ordenados e desordenados em cardumes durante o período de “Schooling”. Adaptado de FILELLA et al., 2018.

A coordenação dos movimentos fica bem evidente em espécies que expressam comportamento de dominância, como as tilápias, e pode auxiliar em diversos fatores sociais, como a melhor busca de alimentos, maior proteção contra predadores e menor gasto energético durante o movimento de natação devido a interações hidrodinâmicas com seus vizinhos devido ao menor esforço e, conseqüentemente, consumo reduzido de oxigênio (HEMELRIJK, et al., 2015).

Dentre os fatores que podem afetar a formação do “schooling”, o número de animais por m³ de água, ou densidade de cultivo, pode ser um dos mais importantes, pois tilápias, principalmente em fase de alevinagem, usam da hierarquia social para melhorar a eficiência individual na busca por alimentos, na tentativa de reduzir riscos de predação por outras espécies.

A baixa densidade de cultivo aplicada em nossa pesquisa afetou diretamente a capacidade dos animais em desenvolver movimentos coordenados e determinar a adequada hierarquia social, sem apresentar a característica subida coletiva no momento do arraçamento.

A não subida dos animais fez com que menor quantidade de alimento fosse fornecida, uma vez que este foi fornecido até a saciedade aparente, ou até que nenhum animal mais do cardume subisse para realização da preensão. Como consequência, os animais cultivados em baixa densidade de cultivo também apresentaram menor taxa de ganho em peso (Fig.7).

O crescimento corporal na maioria dos peixes ocorre por hiperplasia e hipertrofia muscular, que são influenciadas por diferentes fatores regulatórios, como níveis de miostatina, GH, IGF1, dentre outros. A regulação destes fatores é, em sua maioria, dependente da disponibilidade energética de aminoácidos, que deve ser superior às exigências mínimas de manutenção.

Em nossa pesquisa, os animais do grupo de baixa densidade ganharam pouco peso quando comparados aos de alta densidade, indicando que as exigências nutricionais para produção não foram atingidas ao máximo pela baixa ingestão dietética deste grupo. A participação de cada fração em escala percentual, considerando o peso inicial como 100%, são demonstrados na tabela 2, a seguir:

Tabela 2. Rendimento das frações considerando o peso vivo como 100%.

	RENDIMENTO %	
	BD	AD
<i>Vísceras</i>	25,27% a	15,81% b
<i>Carcaça sem vísceras</i>	74,73% b	84,19% a
<i>Cabeça</i>	32,67% a	23,63% b
<i>Carcaça sem vísceras e cabeça</i>	42,06% b	60,56% a
<i>Filé com pele</i>	18,43% b	34,22% a
<i>Filé sem pele</i>	14,46% b	31,19% a
<i>Pele</i>	3,97% a	3,03% a
<i>Carcaça limpa</i>	23,63% b	26,34% a

De forma semelhante ao crescimento muscular, a deposição de gordura corporal é dependente do excedente de energia dietética. Quando em excesso, triglicerídeos são formados a partir de uma molécula de glicerol 3-fosfato (G3P) e de três moléculas de ácidos graxos, que se originam de diferentes vias metabólicas (Proença et al., 2014). Em contrapartida, quando nem a exigência energética de manutenção é ingerida, o organismo animal lança mão de ferramentas metabólicas distintas para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose normais e manutenção das funções vitais.

Dentre os mecanismos existentes, a degradação de triglicerídeos, e posteriormente dos ácidos graxos por meio da β -oxidação representam um dos mais eficientes em termos de geração de energia em ATP. Neste contexto, é possível inferir que o consumo dietético apresentado pelos animais cultivados em baixa densidade não foi suficiente para suprir ao menos as exigências energéticas de manutenção, o que justifica em sua totalidade o menor teor de lipídeos observado nestes animais.

Estes dados sugerem que a baixa densidade além de interferir diretamente no consumo e no ganho em peso direto dos animais, ainda interferiu na capacidade de conversão dos poucos nutrientes em peso, tornando estes animais ineficientes. Este fato se dá, provavelmente, pelo desvio da pouca energia ingerida para manutenção das funções fisiológicas vitais do animal.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A densidade de cultivo interferiu no desempenho geral dos alevinos de tilápia, sendo que, sob as condições experimentais aqui avaliadas, a baixa densidade de cultivo se mostrou pior por atrapalhar diretamente a formação da hierarquia social necessária para o desenvolvimento comportamental dos animais, e consecutivamente piorou o desempenho deles.

REFERENCIAS

ALFARO, Andrea C.; YOUNG, Tim. **Show casing metabolomic applications in aquaculture: a review**. Reviews in Aquaculture, v. 10, n. 1, p. 135-152, 2018.

BARROSO, Renata Melon; MEZZALIRA, Ruth Beatriz; MUNOZ, AEP. **O mercado da tilápia-2 trimestre de 2017 e Análise da estrutura do preço da tilápia no varejo**. Embrapa Pesca e Aquicultura-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E), 2017.

BARTON, Bruce A. **Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids**. Integrative and comparative biology, v. 42, n. 3, p. 517-525, 2002.

BEYOĞLU, Diren; IDLE, Jeffrey R. **Metabolomics and its potential in drug development**. Biochemical pharmacology, v. 85, n. 1, p. 12-20, 2013.

GOES, Elenice SR et al. **Pre-slaughter stress affects ryanodine receptor protein gene expression and the water-holding capacity in fillets of the Nile tilapia**. PloSone, v. 10, n. 6, p. e0129145, 2015.

GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia Médica**/Arthur C Guyton, John E. Hall: tradução Bárbara de Alencar Martins, et al. 12^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 921, 2011a, 2011

GUYTON, A. C. **Tratado de Fisiologia Médica**/Arthur C Guyton, John E. Hall: tradução Bárbara de Alencar Martins, et al. 12^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p 2011b, 2011

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: IAL, 2008.

LOPES, Ivã Guidini; DE OLIVEIRA, Renan Gracia; RAMOS, Fabrício Menezes. **Perfil do consumo de peixes pela população brasileira**. Biota Amazônia (BioteAmazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), v. 6, n. 2, p. 62-65, 2016.

MARCOS, Josep et al. Targeting tryptophan and tyrosine metabolism by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, v. 1434, p. 91-101, 2016.

OLSSON, GunnBerit; OLSEN, Ragnar L.; OFSTAD, Ragni. **Post-mortem structural characteristics and water-holding capacity in Atlantichal ibut muscle**. *LWT-Food Science and Technology*, v. 36, n. 1, p. 125-133, 2003.

POLI, B. M. et al. **Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management**. *Aquaculture International*, v. 13, n. 1-2, p. 29-49, 2005.

RAHMANIFARAH, Kaveh; SHABANPOUR, Bahareh; SATTARI, Amir. **Effects of clove oil on behavior and flesh quality of common carp** (*Cyprinus carpio* L.) in comparison with pre-slaughter CO₂ stunning, chilling and asphyxia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 11, n. 1, p. 139-147, 2011.

WISHART, David S. **Emerging applications of metabolomics in drug discovery and precision medicine**. *Nature reviews Drug discovery*, v. 15, n. 7, p. 473, 2016.