

EFEITO DA DENSIDADE DE CULTIVO SOBRE O TEOR DE LIPÍDEOS E EFICIÊNCIA ALIMENTAR EM ALEVINOS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*, LINNAEUS, 1758)

Gustavo Henrique Montiel Navarro¹, Graciela de Lucca Braccini³, Vinicius Fiorillo Costa², Gislaine Refundin², Caio Henrique Carniatto², Stefania Caroline Claudino da Silva⁴, Bruno Lala⁵, Rodrigo Paolozzi⁶, Jaísa Caseta⁷

^{1,2}Acadêmicos do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Campus Maringá/PR.

¹Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. gmnarrovet@outlook.com; fiorillovinicius21@gmail.com; refundinigislaine@gmail.com; carniattozoo@gmail.com

³Orientadora, Docente do Departamento de Agronegócios, UNICESUMAR, Campus Maringá/PR. grabraccini@gmail.com

⁴Docente do departamento de Zootecnia, UEM. Maringá/PR. sccsilva2@uem.br.

⁵Docente do Departamento de Medicina Veterinária, UniFatecie. Paranavaí/PR. brunolala@hotmail.com

⁶Docente do Departamento de Medicina Veterinária, Unicesumar, Maringá/PR. rodrigo.paolozzi@unicesumar.edu.br

⁷Discente 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. A alta densidade já vem sendo estudada por alguns pesquisadores, entretanto não há fatos confirmados de que 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: 1,5 L peixe⁻¹ e Alta densidade: 3 L peixe⁻¹), consumindo dietas isoproteicas e isoenergéticas, por 60 dias. Os valores lipídeos totais e a eficiência alimentar foram comparados entre os dois grupos por meio de teste T de Student em nível de significância de 5%. Houve diferença estatística para todas as variáveis estudadas, sendo que para baixa e alta densidade foram observadas as respectivas médias e desvios: GP=1,91 ± 0,66 e 3,75 ± 0,76; CR=2,33 ± 0,25 e 3,29 ± 0,47; EA = 0,66 ± 0,05 e 0,91 ± 0,08; e TL=2,71 ± 0,62 e 3,72 ± 0,31. Os animais pertencentes ao grupo de alta densidade apresentaram melhor desempenho quando comparado aos animais criados em baixa densidade. 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-CHAVES: *Oreochromis niloticus*; produção animal; Tilapicultura.

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 (PEIXEBR, 2020).

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.

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 lipídica 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 lipídico do filé e a eficiência alimentar destes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

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.

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 (Fig. 1):

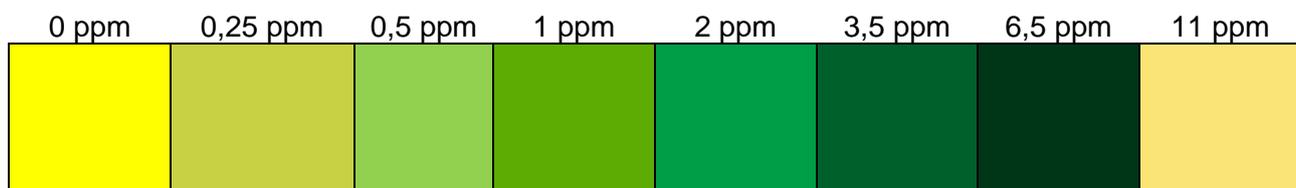


Figura 1. Escala colorimétrica para determinação de amônia. Adaptado do kit comercial Amônia tóxica (água doce) LabconTest®.

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 (Fig. 2):

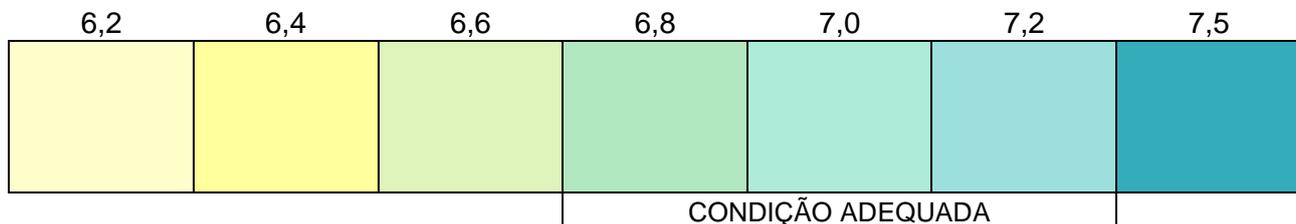


Figura 2. Escala colorimétrica para determinação de pH. Adaptado do kit comercial pH para aquários de água doce, LabconTest®.

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 (Fig. 3):

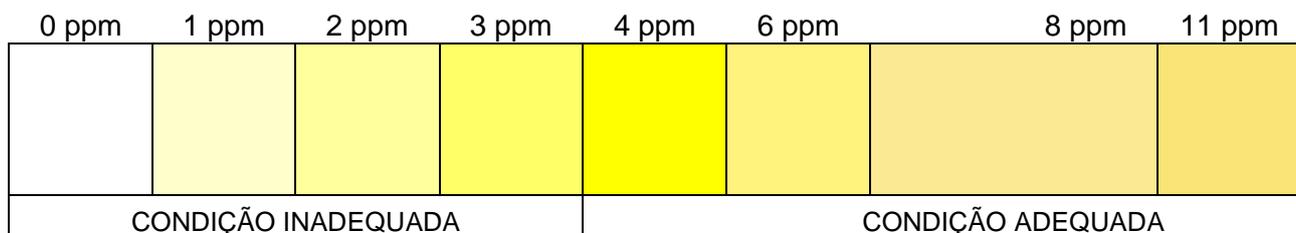


Figura 3. Escala colorimétrica para determinação de O₂. Adaptado do kit comercial de O₂ dissolvido para aquários de água doce, LabconTest®.

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

Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia (7h, 11h, 15h e 19h), até saciedade aparente. Inicialmente os animais receberam 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, enviado para análise de lipídeos totais. O método universalmente utilizado para a extração de lipídios com solventes é o de Bligh & Dyer (BLIGH; DYER, 1959), que utiliza o sistema ternário de solventes clorofórmio:metanol:água, adicionados em duas etapas. Ele é indicado quando se deseja a extração de lipídios de grandes quantidades de tecidos (CHRISTIE, 1982).

Para determinação de lipídeos totais o método descrito por Bligh & Dyer (1959) foi utilizado. Aproximadamente 100 g de tecido congelado foi homogeneizado em homogeneizador elétrico por 2 minutos com uma mistura de 100 ml de clorofórmio e 200 ml de metanol. À mistura foram então adicionados 100 ml de clorofórmio, 100 ml de água destilada em seriações de 30 segundos. O homogeneizado foi filtrado com de papel de filtro em funil de decantação. O filtrado foi transferido para um cilindro graduado de 500 ml e, após alguns minutos para separação e clarificação completa, o volume da camada de clorofórmio foi registrado e a camada alcoólica removida.

A porção do extrato de lipídios foi evaporada até a secagem total em um balão volumétrico tarado e o peso do resíduo de lipídio determinado. Após a pesagem, um pequeno volume de clorofórmio foi adicionado a cada balão para detectar a presença de

material não lipídico. O clorofórmio foi cuidadosamente decantado e o balão lavado três vezes com clorofórmio. O peso seco do resíduo foi determinado e subtraído do peso inicial. Por fim, o cálculo do teor de lipídeos baseado na matéria úmida foi realizado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Teor de lipídios (\%)} = \frac{(N \times 100)}{P}$$

Onde N = massa de lipídios (em gramas), ou seja, (massa do recipiente após a eliminação dos solventes (referente à massa do balão + óleo) – (massa do balão vazio); P = massa da amostra úmida (em gramas).

Para determinação da eficiência alimentar foi realizada a pesagem inicial e final, tanto da dieta quanto do peso corporal dos animais, individualmente. Os valores lipídeos totais, consumo, ganho em peso e eficiência alimentar foram comparados entre os dois grupos por meio de teste T de Student em nível de significância de 5%. Os dados foram expressos em função de média e erro padrão da média na forma de gráficos.

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.

O consumo de ração foi estatisticamente diferente entre os dois grupos avaliados ($p < 0,0001$), como evidenciado na Fig. 4.

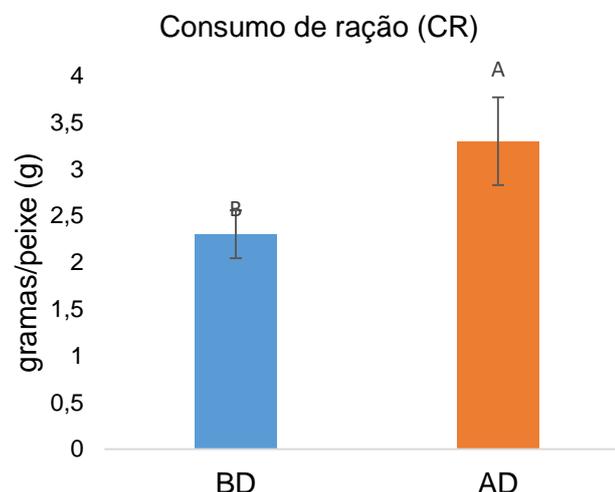


Figura 4. Consumo de ração médio observado entre animais cultivados e baixa densidade (BD) e alta densidade (AD) de cultivo. Letras diferentes sobre as barras de desvio padrão indicam diferença estatística pelo teste t de Student a 5% de significância.

Fonte: figura autoral.

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. 5); sendo desejável que as fases ordenadas prevaleçam (FILELLA et al., 2018).

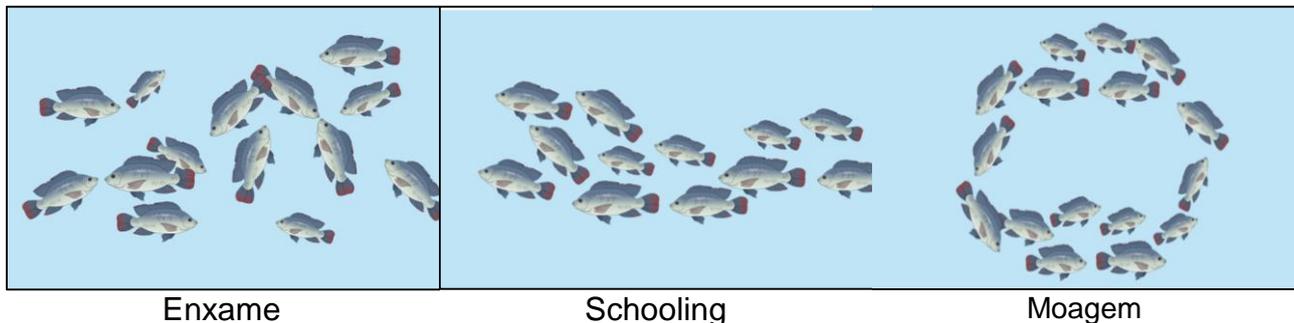


Figura 5. Movimentos ordenados e desordenados em cardumes durante o período de “Schooling”. Adaptado de FILELLA et al., 2018.

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 arraçoamento.

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.

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. Além do menor ganho em peso, os animais do grupo BD também apresentaram menor teor de lipídeos no filé, quando comparados aos animais do grupo AD (Fig. 6).

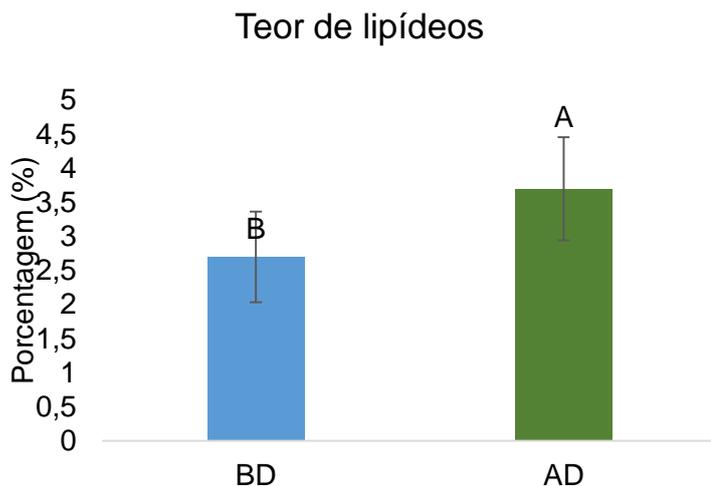


Figura 6. Teor de lipídeo médio observado entre animais cultivados e baixa densidade (BD) e alta densidade (AD) de cultivo. Letras diferentes sobre as barras de desvio padrão indicam diferença estatística pelo teste t de Student a 5% de significância.

Fonte: figura autoral.

De 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.

Por fim, a relação entre ganho em peso e o consumo de ração para determinação da eficiência alimentar evidencia a superioridade dos animais cultivados na maior densidade aqui experimentada.

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.

REFERÊNCIAS

BARROSO, RUTH BEATRIZ; MEZZALIRA, RENATA MELON; MUNOZ, AEP. **O mercado da tilápia-2 trimestre de 2017 e Análise da estrutura do preço da tilápia no varejo**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E), 2017.

BLIGH, E. G.; DYER, W.J.; A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1139/o59-099>

CHRISTIE, W.W. **Lipid analysis**. 2nded. Oxford: Pergamon Press, 1982. 207p.

COUZIN, IAIN D. et al. Self-organization and collective behavior in vertebrates. **Advances in the Study of Behavior**, v. 32, n. 1, p. 10.1016, 2003.

FILELLA, Audrey et al. Model of collective fish behavior with hydrodynamic interactions. **Physical review letters**, v. 120, n. 19, p. 198101, 2018.

GOES, E. SR; LARA, J.A. F; GASPARINO, E; VESCO, A. P. D; D. GOES, M; FILHO, L. A; P. RIBEIRO, R. Pre-slaughter stress affects ryanodine receptor protein gene expression and the water-holding capacity in fillets of the Nile tilapia. **PloS one**, v. 10, n. 6, p. e0129145, 2015. DOI:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129145>

OLSSON, GUNN BERIT; OLSEN, RAGNAR L.; OFSTAD, RAGNI. Post-mortem structural characteristics and water-holding capacity in Atlantic halibut muscle. **LWT-Food Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 125-133, 2003.

HEMELRIJK, C. K. et al. The increased efficiency of fish swimming in a school. **Fish and Fisheries**, v. 16, n. 3, p. 511-521, 2015.

HUANG, W.-B.; CHIU, T.-S. Effects of stocking density on survival, growth, size variation, and production of Tilapia fry. **Aquaculture research**, v. 28, n. 3, p. 165-173, 1997. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1997.t01-1-00843.x>

PEIXE, B. R. **Anuário Peixe BR da piscicultura 2020**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2020.

PIPER, ROBERT G. **Fish hatchery management**. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 1982.

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.

PROENÇA, ANDRÉ RG et al. New concepts in white adipose tissue physiology. **Brazilian journal of medical and biological research**, v. 47, p. 192-205, 2014.

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.

VAN DE NIEUWEGIESSEN, PASCAL G; ANNETTE S. BOERLAGE; JOHAN A.J. VERRETH; JOHAN W. SCHRAMA. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 115, n. 3-4, p. 233-243, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.05.008>

VARGAS-CHACOFF, L. et al. Combined effects of high stocking density and *Piscirickettsia salmonis* treatment on the immune system, metabolism and osmoregulatory responses of the Sub-Antarctic Notothenioid fish *Eleginops maclovinus*. **Fish & shellfish immunology**, v. 40, n. 2, p. 424-434, 2014.