



Revista
Técnico-Científica



CICLO CIRCADIANO NO DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO, SUBMETIDOS A DIFERENTES MANEJOS ALIMENTARES

Marcos César Nouals^{1,2}, Bruno Corrêa da Silva¹, Haluko Massago¹, Morgana Silva³, Larissa Stockhause³, Adolfo Jatobá³

¹EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina);

²Mestrando em Produção e Sanidade Animal, IFC;

³Laboratório de Aquicultura - Instituto Federal Catarinense, campus Araquari.

RESUMO: Este estudo avaliou o desempenho zootécnico, retenção de nutrientes e índices corporais em tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*), submetidas a diferentes manejos alimentares. O experimento foi realizado no Centro de Desenvolvimento de Aquicultura e Pesca, localizado em Itajaí-SC. Foram utilizados 360 alevinos de tilápiado-nylo, distribuídos em 18 tanques-rede com capacidade de 1,0 m³, instalados num viveiro de 300 m². O delineamento foi um bi-fatorial (2 horários vs 3 formas de ofertar) casualizados em blocos com três repetições, totalizando 6 tratamentos. Todos os tratamentos receberam a mesma quantidade diária de dieta, alterando apenas o horário e as taxas de alimentação em cada refeição. Oxigênio dissolvido e temperatura da água foram monitorados diariamente. Amônia, nitrito, pH, transparência, alcalinidade e dureza foram realizados semanalmente. Após 40 dias foram avaliados peso final, ganho de peso diário, conversão alimentar, sobrevivência, produtividade, índice gordura visceral, retenção e excreção de nitrogênio. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para nenhum dos fatores analisados. Conclui-se que nas condições experimentais avaliadas o horário e as diferentes distribuições da quantidade de alimento por alimentação não interfere os índices produtivos, corporais, assim como a capacidade de reter nitrogênio de juvenis de tilápiá submetidos aos mesmos parâmetros de qualidade de água.

Palavras-chave: Desempenho zootécnico, nutrição, *Oreochromis niloticus*.

CIRCADIAN CYCLE IN THE PERFORMANCE OF NILO TILAPIA JUVENILES SUBMITTED TO DIFFERENT FOOD MANAGEMENT

ABSTRACT: This study evaluated the zootechnical performance, nutrient retention and body indexes in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), submitted to different feeding managements. The experiment was carried out at the Center for Aquaculture and Fishing Development, located in Itajaí-SC. 360 Nile tilapia fingerlings were used, distributed in 18 net cages with a capacity of 1.0 m³, installed in a 300-foot pond m². The design was a two-factorial (2 times vs 3 ways to offering) randomized blocks with three repetitions, totaling 6 treatments. All treatments received the same daily amount of diet, changing only the time and feeding rates at each meal. Dissolved oxygen and water temperature were monitored daily. Ammonia, nitrite, pH, transparency, alkalinity and hardness were performed weekly. After 40 days, final weight, daily weight gain, food conversion, survival, productivity, visceral fat index, nitrogen retention and excretion were evaluated. There was no significant difference between treatments for any of the factors analyzed. It was concluded that under the experimental conditions evaluated the time and the different distributions of the amount of food per food does not interfere with the productive and body indices, as well as the nitrogen retention capacity of tilapia juveniles subjected to the same water quality parameters.

Keywords: Zootechnical performance, nutrition, *Oreochromis niloticus*

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os 15 maiores produtores de peixe do Mundo, sendo a piscicultura uma das atividades de maior destaque no agronegócio nacional. Segundo a Peixe BR, Associação Brasileira de Piscicultura, em 2018 a piscicultura brasileira produziu 722.560 toneladas, um aumento de 4,5% em relação a 2017 (PEIXE BR, 2019).

O ciclo circadiano ou ritmos circadianos (do latim circa = cerca de + diem = dia) são mudanças físicas, mentais e comportamentais que seguem um ciclo diário (NIH, 2017). É o termo usado para descrever o ciclo fisiológico e comportamental de vinte e quatro horas que a maioria dos organismos experimenta, incluindo sono e vigília e também outros fatores como níveis hormonais e alimentação (HALL, 1988). Pode ser influenciado pela genética, luz, temperatura, disponibilidade de alimento e presença de predadores. Na prática, os ciclos de alimentação incorporam ritmos biológicos que permitem aos animais antecipar os tempos de alimentação, maximizando a utilização dos alimentos (MONTROYA, 2010).

Normalmente o fornecimento de alimentação é de igual montante durante o dia (TACON; DE SILVA, 1997). Contudo, à medida que a temperatura aumenta, até determinado momento, é esperado que aumente a ingestão do alimento pelo peixe (HANDELAND et al., 2008). Entretanto, deve-se evitar desperdícios durante a distribuição, para não deteriorar a qualidade da água causando prejuízos econômicos (ALI et al., 2010).

As tilápias são peixes tropicais, com conforto térmico entre 26 a 30 °C (KUBITZA, 2011), sendo que juvenis de tilápia-do-nilo neste intervalo de temperatura apresentaram melhor conversão alimentar e ganho de peso diário (AZAZA et al., 2008). Elas também possuem ritmos naturais circadianos para atividade enzimática digestiva (MONTOYA et al., 2016).

Em estudos realizados em exemplares juvenis de tilápia-do-nilo constatou-se que a atividade enzimática digestiva dessa espécie é maior durante a noite que durante o dia, concentrando-se principalmente das 14 h às 24 h. Esses ritmos biológicos estão estreitamente ligados ao ciclo luz/escuro do fotoperíodo. Além disto, a tilápia-do-nilo possui ritmos naturais circadianos para atividade enzimática digestiva. O ajuste dos horários de alimentação com picos enzimáticos aumentará a eficiência da alimentação, sendo que esta tem maior atividade digestiva durante a noite que durante o dia (MONTOYA et al., 2016).

O entendimento sobre a influência dos ciclos circadianos em peixes traz a perspectiva de melhorar a eficiência do manejo alimentar na piscicultura, aumentando o rendimento na produção e produtividade da atividade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influencia do ciclo circadiano no desempenho zootécnico de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas sob diferentes manejos alimentares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Desenvolvimento de Aquicultura e Pesca (CEDAP) na Unidade de Piscicultura de Itajaí, localizado na Estação

Experimental da Epagri de Itajaí, sendo as análises laboratoriais realizadas Laboratório de Aquicultura do Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari.

O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética animal (protocolo número 308/2019 CEUA/IFC-Araquari).

Foram utilizados 360 alevinos de tilápia-do-nilo Gift-Epagri revertidos sexualmente como descrito por Klipp et al. (2019), com peso médio inicial de $23,4 \pm 0,3$ g, distribuídos em 18 tanques-redes de $1,0 \text{ m}^3$ útil ($1,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m}$), com 20 animais por cada tanque, instalados em um viveiro de 300 m^2 , com aproximadamente $1,3 \text{ m}$ de profundidade e aerador com potência $\frac{3}{4}$ CV.

O delineamento foi bi-fatorial casualizado em blocos, em triplicata, onde o fator 1 foram diferentes horários de alimentação, e o fator 2 foram diferentes porcentagens de alimentação por horário. Durante 40 dias, entre janeiro e fevereiro de 2019, todos os tratamentos receberam a mesma porcentagem de alimentação diária, de acordo com tabela de recomendação da EPAGRI (SILVA et al., 2017). Os diferentes horários e taxas de alimentação foram fornecidas de acordo com a tabela 1. No experimento foi utilizada ração comercial (extrusada com 36% de proteína bruta). O alimento foi fornecido em comedouros cilíndricos localizados no interior dos tanques-redes, nas quantidades e horários conforme definido nos tratamentos. Semanalmente foram feitas biometrias para ajuste de ração.

Tabela 1. Tratamentos experimentais, diferentes porcentagens de alimentação por horário em diferentes horários para tilápias-do-nilo.

Table 1. Experimental treatments, different percentages of feeding per hour at different times for Nile tilapia.						
Tratamentos	08:00	11:00	14:00	17:00	20:00	Total da alimentação diária (%) ¹
T1	25	25	25	25	0	100
T2	10	20	30	40	0	100
T3	10	40	40	10	0	100
T4	0	25	25	25	25	100
T5	0	10	20	30	40	100
T6	0	10	40	40	10	100

¹ – Porcentagem do total indicado na tabela de alimentação de tilápias da Epagri (SILVA et al., 2017).

O oxigênio dissolvido na água e a temperatura foram medidos diariamente, durante todo o cultivo, às 08:00 horas e às 17:00 horas através de oxímetro digital

(Alfakit AT-155). Além disso, foram coletadas semanalmente amostra de água do viveiro, onde estavam os tanques-redes, e analisadas no laboratório do Cedap/Epagri de Itajaí. O pH foi determinado através de pHmetro (modelo YSI pH100A). A transparência foi mensurada com disco de Secchi, a alcalinidade por titulação com kit colorímetro (Alfakit®) e amônia total e nitrito com auxílio do fotolorímetro microprocessado com kit colorimétrico (Alfakit®) utilizando os métodos de Nessler e alfa-naftilamina, respectivamente.

Foi avaliado, no final do experimento o peso médio final dos peixes, ganho de peso diário, conversão alimentar, taxa de sobrevivência, percentagem de gordura visceral, comprimento, produtividade, fator de condição de Fulton e sobrevivência.

Os dados produtivos foram calculados de acordo com as equações abaixo:

$$\text{Taxa de sobrevivência (\%)} = \frac{\text{População final}}{\text{População inicial}} \times 100$$

$$\text{Fator de conversão alimentar aparente} = \frac{\text{Total de ração ofertada (kg)}}{(\text{Biomassa final (kg)} - \text{Biomassa inicial (kg)})}$$

$$\text{Ganho de peso médio diário (g dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}}{\text{tempo (dias)}}$$

$$\text{Produtividade média (kg m}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Biomassa (kg)}}{\text{Volume útil (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Índice gordura visceral (\%)} = \frac{\text{Peso da gordura visceral (g)}}{\text{Peso total do peixe (g)}} \times 100$$

$$\text{Fator de condição de fulton} = \frac{\text{Peso do peixe (g)}}{(\text{comprimento do peixe})^3 \text{ (cm)}} \times 100$$

Foram coletadas ao início e ao final do experimento, em cada unidade experimental, quatro tilápias para posterior análise e cálculo da retenção e excreção de nitrogênio. A análise de nitrogênio na carcaça e na ração foi realizada no laboratório CBO (Campinas, Brasil) pelo método de Kjeldahl (945.01, Association of Official

Analytical Chemists (AOAC), 1999). A retenção e excreção de nitrogênio foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Retenção (\%)} = 100 \times \frac{(Bf \times NCf) - (Bi \times Nci)}{\text{Ingestão total de Nutrientes}}$$

$$\text{Excreção (kg.t peixe}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{Consumo ração} \times Nr) - ((Bf \times NCf) - (Bi \times Nci))}{(Bf - Bi)}$$

em que: Bf = Biomassa final, em kg; NCf = Nitrogênio corporal final, em kg; Bi = Biomassa inicial, em kg; Nci = Nitrogênio corporal inicial, em kg; Nr = Nitrogênio na ração em kg.

Os dados foram previamente submetidos à análise de Bartlett para verificar a homogeneidade. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância fatorial (2x3). Quando detectada diferença significativa, foi utilizado o teste Tukey de separação de médias. Todos os testes utilizaram um nível de significância de 5% (ZAR, 1999).

RESULTADOS

O teste F para a análise de variância não demonstrou haver diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos, entre peso final, ganho de peso diário, eficiência alimentar, taxa de sobrevivência, comprimento, produtividade, fator de condição e sobrevivência (Tabela 2).

Tabela 2. Dados produtivos de juvenis de tilápia-do-nylo (*O. niloticus*) cultivados sob diferentes manejos alimentares.

Table 2. Productive data of juvenile Nile tilapia (*O. niloticus*) cultivated under different food managements.

Treatment	Peso final (g)	GPD (g.dia ⁻¹)	Comprimento (cm)	IGV (%)	Conversão Alimentar (kg.m ³)	Produtividade (kg.m ³)	Sobrevivência (%)	
T1	132,27±9,43	2,72±0,23	18,62±0,35	2,03±0,03	1,92±0,23	0,92±0,06	2,64±0,19	100,00±0,00
T2	125,57±0,75	2,55±0,02	18,30±0,08	2,03±0,04	2,07±0,24	0,97±0,02	2,51±0,15	100,00±0,00
T3	125,04±1,30	2,54±0,03	18,37±0,03	2,00±0,00	2,00±0,15	0,96±0,02	2,50±0,26	100,00±0,00
T4	126,59±0,25	2,58±0,02	18,27±0,11	2,06±0,04	1,89±0,19	0,96±0,02	2,49±0,68	98,3±2,90
T5	126,08±10,15	2,57±0,25	18,26±0,25	2,05±0,07	1,94±0,22	0,93±0,05	2,52±0,20	100,00±0,00

T6	127,93±4,88	2,62±0,12	18,43±0,19	2,03±0,03	1,93±0,11	0,92±0,03	2,56±0,97	100,00±0,00
Valor-p (H)	0,794	0,801	0,262	0,241	0,429	0,449	0,625	0,337
Valor-p (P)	0,560	0,593	0,367	0,513	0,669	0,909	0,765	0,397
Valor-p (H x P)	0,468	0,439	0,209	0,990	0,896	0,585	0,325	0,397

T1= tratamento 1, peixes alimentados nos horários 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, com porções iguais de 25%; T2= tratamento 2, peixes alimentados nos horários 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, com porções crescentes de 10, 20, 30 e 40%; T3= tratamento 3, peixes alimentados nos horários 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, com porções de 10, 40, 40 e 10%; T4= tratamento 4, peixes alimentados nos horários 11:00, 14:00, 17:00 e 20:00 horas, com porções iguais de 25%; T5= tratamento 5, peixes alimentados nos horários 11:00, 14:00, 17:00 e 20:00 horas, com porções crescentes de 10, 20, 30 e 40%; T6=tratamento 6, peixes alimentados nos horários 11:00, 14:00, 17:00 e 20:00 horas, com porções de 10, 40, 40 e 10%; GPD= ganho de peso diário, em gramas; Comp.= comprimento, em centímetros; K= fator de condição de Fulton, IGV= índice de gordura visceral em porcentagem; H= horário de alimentação; P= porcentagem de fornecimento da ração total diária; HxP = relação entre horário de fornecimento de ração e porcentagem de fornecimento da ração.

Os valores de retenção e excreção de nitrogênio não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Dados médias de retenção e excreção de nitrogênio em juvenis de tilápia-do-nylo (*O. niloticus*) criadas em tanque rede, sob diferentes manejos alimentares.
Table 3. Average data on nitrogen retention and excretion in juvenile Nile tilapia (*O. niloticus*) reared in a net tank, under different dietary managements.

Tratamento	Retenção de Nitrogênio %	Excreção de nitrogênio kg. T de peixe ¹
T1	56,00±2,97	24,26±2,83
T2	54,95±2,05	25,13±1,63
T3	52,53±2,89	22,69±2,06
T4	55,06±3,65	24,83±1,96
T5	53,64±2,70	25,03±2,55
T6	52,69±3,15	26,03±1,96
Valor-p (H)	0,625	0,967
Valor-p (P)	0,266	0,440
Valor-p (H x P)	0,904	0,934

T1= tratamento 1, peixes alimentados nos horários 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, com porções iguais de 25%; T2= tratamento 2, peixes alimentados nos horários 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, com porções crescentes de 10, 20, 30 e 40%; T3= tratamento 3, peixes alimentados nos horários 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, com porções de 10, 40, 40 e 10%; T4= tratamento 4, peixes alimentados nos horários 11:00, 14:00, 17:00 e 20:00 horas, com porções iguais de 25%; T5= tratamento 5, peixes alimentados nos horários 11:00, 14:00, 17:00 e 20:00 horas, com porções crescentes de 10, 20, 30 e 40%; T6=tratamento 6, peixes alimentados nos horários 11:00, 14:00, 17:00 e 20:00 horas, com porções de 10, 40, 40 e 10%;

Os parâmetros de qualidade da água variaram de acordo com a figura 1.

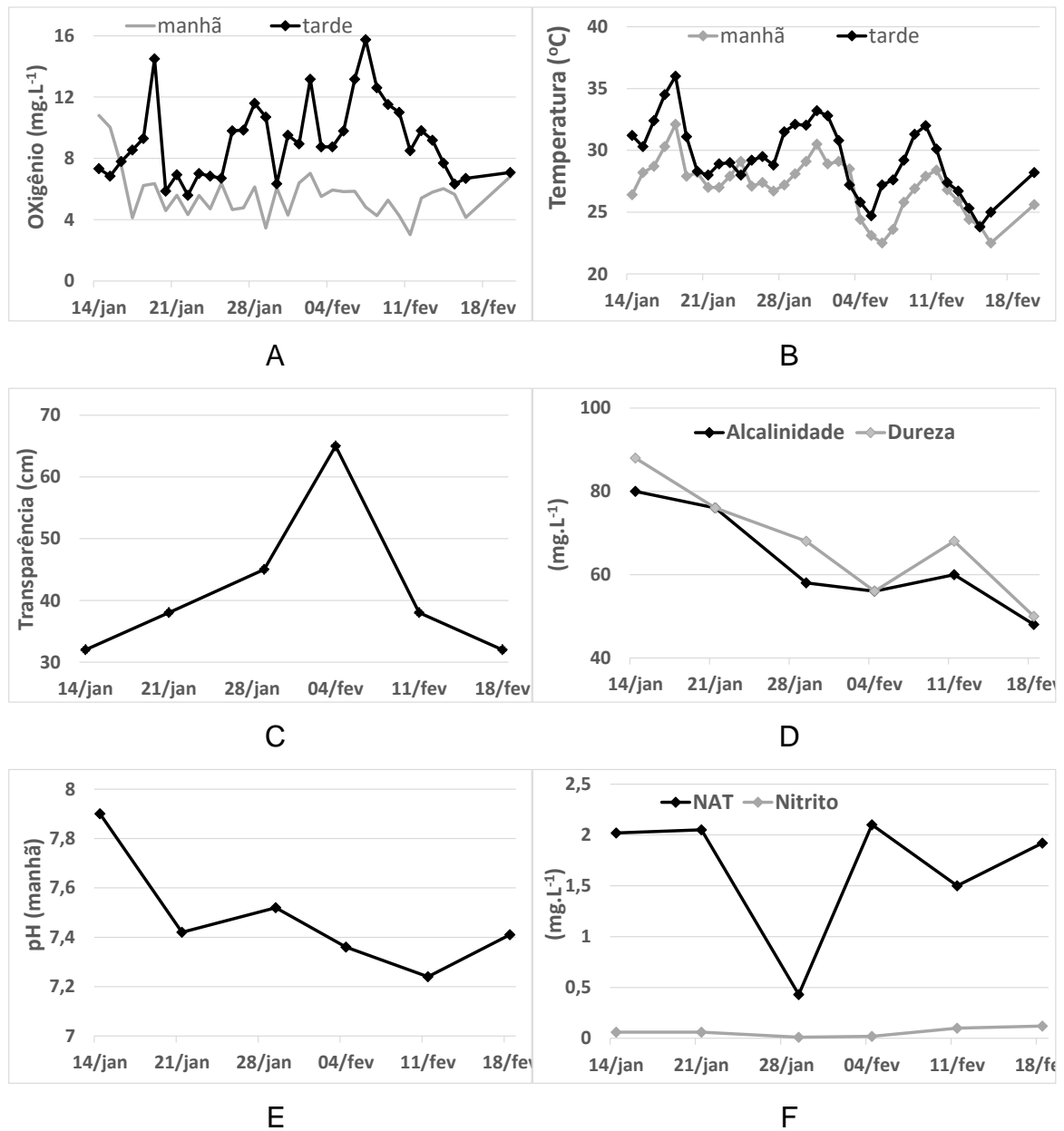


Figura 1. Parâmetros de qualidade da água, onde A= oxigênio dissolvido em mg.L⁻¹; B= temperatura da água em °C; C= transparência em cm; D= alcalinidade em mg.L⁻¹ e dureza em mg.L⁻¹; E= pH medido às 08:00 horas; F= nitrogênio amoniacal total (NAT) em mg.L⁻¹ e nitrito em mg.L⁻¹.

Figure 1. Water quality parameters, where A = oxygen dissolved in mg.L^{-1} ; B = water temperature in $^{\circ}\text{C}$; C = transparency in cm; D = alkalinity in mg.L^{-1} and hardness in mg.L^{-1} ; E = pH measured at 08:00 hours; F = total ammoniacal nitrogen (NAT) in mg.L^{-1} and nitrite in mg.L^{-1} .

DISCUSSÃO

A temperatura média durante o cultivo foi de $27,85^{\circ}\text{C}$, oscilando entre $22,5^{\circ}\text{C}$ à $36,0^{\circ}\text{C}$, considerando os períodos da manhã e da tarde, respectivamente, conforme figura 1B, muito próximo ao ideal para o desenvolvimento da tilápia-do-nylo que está entre 26 a 30°C (KUBITZA, 2011).

O oxigênio dissolvido médio foi $7,34\text{ mg L}^{-1}$, com sua menor medição de $3,46\text{ mg L}^{-1}$ no período matutino e seu máximo de $15,74\text{ mg L}^{-1}$ no período vespertino, conforme figura 1A. A fotossíntese realizada pelas algas é o principal responsável pela maior quantidade de oxigênio disponível no período vespertino (VINATEA, 2010). Entretanto, durante todo o período de cultivo, tanto a temperatura quanto o oxigênio estiveram próximos ao ideal para proporcionar o desenvolvimento da tilápia-do-nylo (KUBITZA, 2011).

O pH teve valores médio de $7,48$ no período matutino (Figura 1E), estes valores estão dentro da faixa ideal para a piscicultura (VINATEA, 2010). A alcalinidade esteve acima de 48 mg L^{-1} , com valores chegando até 80 mg L^{-1} (Figura 1D), resultados adequados para criação de peixes em viveiros. O amônia total e nitrito apresentaram valores médio durante o experimento de $1,67\text{ mg L}^{-1}$ e $0,06\text{ mg L}^{-1}$ respectivamente. Apesar do amônia total apresentar um valor preocupante (acima de 2 mg L^{-1} para pH $7,5$), o pH manteve-se estável e a alcalinidade em níveis adequados (VINATEA, 2010). O nitrito apresentou um valor médio de $0,06\text{ mg.L}^{-1}$ durante o experimento, oscilando entre $0,01$ e $0,12\text{ mg.L}^{-1}$. O nitrito não representou problemas no desenvolvimento da tilápia, pois o valor recomendado é que esteja abaixo de $1,0\text{ mg.L}^{-1}$ (SILVA et al., 2019).

O GPD médio foi de $2,60\pm 0,11\text{ g.dia}^{-1}$, variando entre $2,54$ a $2,72\text{ g.dia}^{-1}$. Estes valores são superiores aos encontrados por De Souza et al. (2006), que apresentaram valores de $2,04\text{ g.dia}^{-1}$ e $2,08\text{ g.dia}^{-1}$ para juvenis de tilápia alimentados 6 vezes durante o dia e noite, com 146 e 145 g de peso final, respectivamente.

A expectativa de conversão alimentar de juvenis de tilápias em sistemas de cultivo intensivo como o de tanques-rede é de 1,0 a 1,2 quilogramas de ração por quilo de peso vivo (KUBITZA, 2011). A conversão alimentar média foi de $0,95 \pm 0,03$ kg de ração por quilogramas de peso, valor semelhante a tilápias alimentadas em frequência alimentar diurna de 6 vezes ao dia (DE SOUZA et al., 2006).

O fator de condição de Fulton (K) é a relação entre o peso e o comprimento corporal, estas métricas podem ser relacionadas com o surgimento de enfermidades ou mesmo falha no balanço nutricional, assim como estas relacionada com o bem estar animal (DA ROCHA et al., 2005). Neste trabalho o k ficou com uma média de $2,03 \pm 0,04$, variando de $2,00 \pm 0,00$ a $2,06 \pm 0,04$, valor semelhante ao encontrado por Santos et al., 2019, com valores próximos a 2,00, com juvenis de tilápia até 63 dias em cultivo intensivo. O valor é superior ao encontrado por Leonhardt; Urbinati, (2018) de 1,44, em estudo comparativo do crescimento entre machos de tilápia revertidos ou não. Coda (1996), em cultivo intensivo de tilápia-do-nilo, encontrou valores que variaram entre 2,0 e 2,19. Portanto, segundo a literatura os valores encontrados durante o experimento seriam satisfatórios no desempenho dos peixes.

Em ambiente de cultivo, devido à restrição de locomoção dos peixes, o meio pode favorecer um maior acúmulo de gordura visceral nos peixes (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002). O índice de gordura visceral (IGV) está diretamente relacionado com a deposição de gordura na cavidade abdominal, isto pode estar relacionado com a redução no metabolismo/digestão proteica, assim com uma mudança ou redirecionamento da energia dietética o que pode ocasionar uma maior deposição de gordura (BARROS et al., 2019). Neste trabalho o IGV teve uma média de $1,96 \pm 0,19$ %, com variação de $1,89 \pm 0,19$ à $2,07 \pm 0,24$ %. Os valores são inferiores aos encontrados por Marengoni et al. (2017), em estudo com formato e área de comedouros em tanques rede para juvenis de tilápia-do-nilo, com índice de 3,43%, para comedouros cilíndricos, os mesmos usados durante o experimento. Neu et al. (2016), estudo feito com crescimento e desenvolvimento de juvenis de tilápia-do-nilo, apresentou valores que variaram de 2,62 a 4,12%. Portanto os valores estão abaixo do verificado pela literatura.

A tilápia-do-nilo possui ritmos naturais circadianos para atividade enzimática digestiva. O ajuste dos horários de alimentação com picos enzimáticos poderá aumentar a eficiência da alimentação, sendo a noite o período de maior atividade digestiva para a tilápia-do-nilo (MONTROYA et al., 2016). Diferentemente do que se esperava, os animais que receberam alimentação progressiva em horários mais tardio, não tiveram desempenho superior aos demais. Parte disto pode ser explicado pelo fato de que peixes que recebem alimentação restrita na mesma hora todos os dias, tem atividade antecipatória do alimento (SPILER; NOESKE, 1984; CHEN; TABATA, 2002). Isto pode ter regulado o consumo e resposta no desempenho dos animais durante o experimento. Aranda et al. (2001), verificaram que estudos em peixes dourados (*Carassius auratus*) produziu dados que sugerem que o alimento pode ser um sincronizador tão forte quanto a luz. Se um peixe é noturno ou diurno pode depender principalmente da disponibilidade de alimento. Sánchez-Vázquez et al. (1997) verificaram que kinguios (*Carassius auratus*) são diurnos quando alimentados de dia e noturnos quando alimentados à noite.

Animais de água doce são mais propensos que marinhos para alternar entre diuturnalismo e noturno (REEBS, 2002). O bagre africano (*Clarias gariepinus*) apresenta menores perdas de alimento e melhores ganhos de peso e conversão alimentar, quando alimentado à noite ou continuamente, do que quando alimentado durante o dia, sendo a alimentação noturna a que proporciona melhor eficiência de utilização alimentar (HOSSAIN et al., 2001). Crescêncio et al. (2005), verificaram que juvenis de pirarucu apresentam preferência alimentar pelo período noturno, principalmente no início da noite.

O consumo de alimento durante o dia varia em função da alteração da temperatura da água (CALDINI et al., 2011). Durante a realização do experimento a temperatura da água teve oscilações durante o dia, mas dentro de uma situação de conforto para o desenvolvimento da tilápia.

O fato de a temperatura e oxigênio dissolvido na água, principalmente, estarem sempre em condições ideais de cultivo, acredita-se que o arrasto pelo circadiano periférico provocado pela oferta do alimento seja o fator que mais influenciou no desempenho dos animais nas condições deste experimento (COSTA et al., 2016).

Importante salientar que durante o estudo as alimentações eram fornecidas para o mesmo tanque-rede sempre nos mesmos horários todos os dias, ou seja, nos mesmos ritmos alimentares. Já Caldini et al. (2013) observaram que uma pequena mudança no ritmo alimentar, ou seja, uma mudança de apenas uma hora no horário de alimentação durante o cultivo, pode prejudicar o desempenho zootécnico de juvenis de tilápia-do-nilo. Sendo assim, talvez a manutenção do ritmo de alimentação para a tilápia poderá ser mais importante do que o horário de alimentação ou a taxa de alimentação, desde que os parâmetros de qualidade de água estejam adequados. Contudo, esta hipótese necessita ser avaliada em estudos futuros.

A retenção de nitrogênio apresentou um valor médio de $54,15 \pm 2,90\%$, variando entre $52,53 \pm 2,89\%$ a $56,00 \pm 2,97\%$. Enquanto a excreção de nitrogênio teve um valor médio de $24,66 \pm 2,17$ kg.ton de peixe⁻¹, com valores oscilando entre $22,69 \pm 2,06$ e $26,03 \pm 1,96$ kg.ton de peixe⁻¹. Os valores de retenção de nitrogênio foram similares ao estudo realizado por Furuya et al. (2005) sobre a aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína nas dietas de tilápia (28 % a 32% de proteína bruta), que obteve resultados para retenção de 44 a 59%. Contudo, os valores de excreção de nitrogênio obtidos por Furuya et al. (2005) foram de 4,1 a 6,4 kg.ton de peixe⁻¹, muito inferiores ao nosso estudo. Provavelmente, isto se deve pela menor porcentagem de proteína utilizada na dieta, já que a fase de crescimento da tilápia nos dois estudos era similar.

CONCLUSÕES

Os juvenis de tilápia-do-nilo, alimentados com diferentes manejos alimentares, não tiveram alteração no seu desempenho zootécnico durante o ciclo circadiano.

Os dados demonstram que a tilápia-do-nilo provavelmente possui capacidade de se adaptar a diferentes manejos alimentares sem interferir no seu desempenho produtivo, o que permite adaptar os horários de arraçoamento de acordo com a realidade de cada propriedade.

REFERÊNCIAS

ALI, M.; HAYWARD R.S.; BAJER P. G.; WHITLEDGE G.W. Maintenance/submaximum feeding schedules for reducing solid wastes and improving feed conversion in aquaculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, n. 3, p. 319-331, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2010.00374.x>

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis of AOAC International. 1999.

ARANDA, A.; MADRID, J. A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J. Influence of light on feeding anticipatory activity in goldfish. **Journal of Biological Rhythms**, v. 16, n. 1, p. 50-57, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1177%2F074873040101600106>

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSI, D. M.; FIM, J. D. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo em igarapé e semi-intensivo em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000500001>

AZAZA, M. S.; DHRAÏEF, M. N.; KRAÏEM, M. M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of thermal Biology**, v. 33, n. 2, p. 98-105, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2007.05.007>

BARROS, F. A. L.; DA SILVEIRA BRITO, M. A.; DA SILVEIRA, D. S.; BRABO, M. F.; CORDEIRO, C. A. M. Características morfométricas, rendimentos de cortes e composição centesimal do híbrido tambacu. **Agrarian**, v. 12, n. 43, p. 89-96, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i43.8132>

CALDINI, N. N.; PEREIRA, N. V.; REBOUÇAS, V.T. Can a small change in the tilapia's on-going feeding strategy impair its growth?. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 35, n. 3, p. 227-234, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i3.18290>

CALDINI, N. N.; REBOUÇAS, V. T.; DE HOLANDA CAVALCANTE, D.; MARTINS, R. B.; DO CARMO, M. V. Water quality and Nile tilapia growth performance under different feeding schedules. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 33, n. 4, p. 427-430, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i4.12207>

CHEN, W. M.; TABATA, M. Individual rainbow trout can learn and anticipate multiple daily feeding times. *Journal of fish biology*, v. 61, n. 6, p. 1410-1422, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb02486.x>

CODA, S. **Cultivo intensivo de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*, revertidas sexualmente em duas densidades de estocagem**.1996. Monografia de Bacharelado- Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 1996.

COSTA, L. S.; SERRANO, I.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J.; LÓPEZ-OLMEDA, J. F. Circadian rhythms of clock gene expression in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) central and peripheral tissues: influence of different lighting and feeding conditions. *Journal of Comparative Physiology B*, v. 186, n. 6, p. 775-785, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00360-016-0989-x>

CRESCÊNCIO, R.; ITUASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; PEREIRA FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. **Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 12, p. 1217-1222, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005001200009>

DA ROCHA, M. A.; DE AZAMBUJA RIBEIRO, E. L.; MIZUBUTI, I. Y.; DA SILVA, L. D. D. F.; BOROSKY, J. C.; RUBIN, K. C. P. Uso do fator de condição alométrico e de fulton na comparação de carpa (*Cyprinus carpio*), considerando os sexos e idade. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 26, n. 3, p. 429-434, 2005.

DE SOUSA, R. M. R.; DE BOTUCATU, U.; AGOSTINHO, C. A.; DE OLIVEIRA, F. A.; ARGENTIM, D. Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. *Revista Panorama da Aqüicultura*, v. 16, n. 95, 2006.

FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. M. G. D.; SANTOS, V. G. D.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. D. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1433-1441, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000500002>

HALL, J. C.; ROSBASH, M. Mutations and molecules influencing biological rhythms. **Annual review of neuroscience**, v. 11, n. 1, p. 373-393, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.11.1.373>

HANDELAND, S. O.; IMSLAND, A. K.; STEFANSSON, S. O. The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. **Aquaculture**, v. 283, n. 1-4, p. 36-42, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.042>

HOSSAIN, M.A.R.; HAYLOR, G.S.; BEVERIDGE, M.C.M. Effect of feeding time on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings. **Aquaculture Research**, v.32, p.999-1004, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00635.x>

KLIPP, S. P.; PEREIRA, M. O.; JATOBÁ, A. Influência da frequência alimentar durante inversão sexual da tilápia do nilo. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 1, p. 205-216, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i1.304>

KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. rev. ampl. Jundiaí: Acqua Supre Comércio. e Suprimentos. para Aquicultura, 2011.

LEONHARDT, J. H.; URBINATI, E. C. Estudo comparativo do crescimento entre machos de tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*, sexados e revertidos. Boletim do Instituto de Pesca, v. 25, n. único, p. 19-26, 2018.

MARENGONI, N. G., MAHL, I., ALBUQUERQUE, D. M., MOURA, M. C., SANCHES, D. A.; PIANA, P. A. **Formato e área de comedouros em tanques-rede para juvenis**

de tilápia do Nilo. Archivos de zootecnia, v. 66, n. 256, p. 567-577, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21071/az.v66i256.2774>

MONTOYA, A.; LÓPEZ-OLMEDA, J.F.; YÚFERA, M.; SÁNCHEZ-MUROS, M.J.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J. Feeding time synchronises daily rhythms of behaviour and digestive physiology in gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v. 306, n. 1-4, p. 315-321, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.06.023>

MONTOYA-MEJÍA, M.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, H.; NOLASCO-SORIA, H. Ciclo circadiano de produção de enzimas digestivas em condições de jejum e alimentação em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Perciformes: Cichlidae). **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, 2016.v. 46, n. 3, p. 163-170, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3750/AIP2016.46.3.01>

NEU, D.; BOSCOLO, W.; ZAMINHAN, M.; ALMEIDA, F.; SARY, C.; FURUYA, W. Growth performance, biochemical responses, and skeletal muscle development of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed with increasing levels of arginine. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 47, n. 2, p. 248-259, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/jwas.12262>

National Institute of General Medical Sciences (NIH). **Circadian Rhythms**. Disponível em: < <https://www.nigms.nih.gov/education/Documents/CircadianRhythms.pdf>>. Acesso em: 27 mar 2021.

PEIXE BR. **Anuário da piscicultura 2019**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2020/>. Acesso em: 01 jul. 2020.

REEBS, S. G. Plasticity of diel and circadian activity rhythms in fishes. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 12, n. 4, p. 349-371, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1025371804611>

SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J.; MADRID, J.A.; ZAMORA, S.; TABATA, M. Feeding

entrainment of locomotor activity rhythms in the goldfish is mediated by a feeding-entrainable circadian oscillator. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 181, n. 2, p. 121-132, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1007/s003590050099>

SANTOS, J.F.; ASSIS, C.R.D.; SOARES, K.L.S.; RAFAEL, R.E.Q.; OLIVEIRA, V.M.; DE VASCONCELOS FILHO, J.E.; LEMOS, D.; BEZERRA, R.S.A. Comparative study on Nile tilapia under different culture systems: Effect on the growth parameters and proposition of new growth models. **Aquaculture**, v. 503, p. 128-138, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.044>

SILVA, B. C.; GIUSTINA, E. G. D.; MARCHIORI, N. C.; MASSAGO, H.; SILVA, F. M. Desempenho produtivo da piscicultura catarinense em 2015. Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 17p. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/DOC/DOC-268-Desempenho-produtivo-da-piscicultura-catarinense-2015.pdf. Acesso em 15 ago. 2017.

SILVA, B.C.; MASSAGO, H.; MARCHIORI, N.C. **Monocultivo de tilápia em viveiros escavados em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2019. 126 p.

SPIELER, R. E.; NOESKE, T. A. Effects of photoperiod and feeding schedule on diel variations of locomotor activity, cortisol, and thyroxine in goldfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 113, n. 4, p. 528-539, 1984. DOI: [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1984\)113%3C528:EOPAFS%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1984)113%3C528:EOPAFS%3E2.0.CO;2)

TACON, A. G. J; DE SILVA, S. S. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming systems in the tropics. **Aquaculture**, v. 151, n. 1-4, p. 379-404, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01494-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01494-9)

VINATEA, L. **Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas**. Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, v. 3, p. 238, 2010.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. Upper saddle river. Prentice Hall, New Jersey, Cap, v. 12, p. 231-272, 1999.