

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Frederico Ozanam de Souza**

**Avaliação zootécnica e econômica da restrição alimentar programada na produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede**

**Belo Horizonte  
2017**

**Frederico Ozanam de Souza**

**Avaliação zootécnica e econômica da restrição alimentar programada na produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede**

Tese apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Animal.

Área de concentração: Zootecnia.

Orientador: Professor Dr. Edgar de Alencar Teixeira.

**Belo Horizonte  
2017**

S729a

Souza, Frederico Ozanam de, 1965-

Avaliação zootécnica e econômica da restrição alimentar programada na produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede / Frederico Ozanam de Souza. – 2017. 29 p. : il.

Orientador: Edgar de Alencar Teixeira

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Tilápia (Peixe) – Alimentação e rações – Teses. 2. Tilápia (Peixe) – Criação – Teses. 3. Eficiência alimentar – Teses. 4. Desempenho produtivo – Teses. 5. Produção animal – Teses. I. Teixeira, Edgar de Alencar. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 639.31

TESE defendida e aprovada em 24 / 11 / 2017 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:



---

Prof. (Orientador) Edgar de Alencar Teixeira



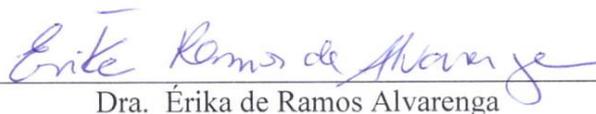
---

Prof. Alexandre Benvindo de Sousa



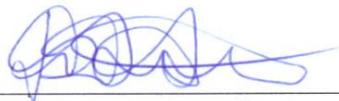
---

Dra. Ana Carolina de Castro Euler



---

Dra. Érika de Ramos Alvarenga



---

Dr. Túlio Soares de Brito

## **DEDICO**

A Deus que somente pela sua presença e inspiração foi possível tal conquista.

## **AGRADECIMENTO À FAMÍLIA**

À minha querida família esposa Márcia e filhos Livia e Gustavo pelo carinho, amor e força.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador prof. Dr. Edgar de Alencar Teixeira e sua esposa e amiga Dra. Ana Carolina Castro Euler pelo apoio, amizade e orientação.

Aos amigos do LAQUA Dra. Erika Ramos de Alvarenga, Dr. Eduardo Turra, Dr. Alexandre Benvindo, Dr. Túlio Soares de Brito, Marcos Antônio da Silva e Gabriel Francisco de Oliveira Alves pelo suporte e ajuda.

Aos parceiros Ronaldo Brandão pelo apoio na disponibilização da mão de obra e espaço físico para desenvolvimento do projeto, João Dimas Pereira pela disponibilização dos tanques-rede e Diogo Pereira Nassif pela disponibilização da ração.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
2.1. Restrição alimentar .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
3.1. Local, período e instalações experimentais .....	15
3.2. Material biológico e manejo experimental .....	15
3.3. Análises de desempenho produtivo e perfil sérico bioquímico .....	17
3.4. Composição corporal.....	18
3.5. Análise econômica.....	19
3.6. Análise estatística .....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	26
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	27

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Níveis de garantia da ração comercial utilizada durante o período experimental ..	16
<b>Tabela 2.</b> Frequência alimentar diária e quantidade de ração recomendada para tilápias (1.000 peixes).....	17
<b>Tabela 3.</b> Parâmetros físicos e químicos da água de cultivo, obtidos durante o período experimental .....	21
<b>Tabela 4.</b> Parâmetros de desempenho produtivo de tilápias do Nilo submetidas a diferentes planos de restrição alimentar em tanques-rede.....	21
<b>Tabela 5.</b> Perfil Sérico Bioquímico de tilápias submetidas a diferentes planos de restrição alimentar em tanques-rede.....	23
<b>Tabela 6.</b> Composição Bromatológica de tilápias submetidas a diferentes planos de restrição alimentar em tanques-rede.....	24
<b>Tabela 7.</b> Desempenho econômico de tilápias submetidas a diferentes programas alimentares. Conversão alimentar (C.A.); Renda bruta média (RBM); Custo médio de arraçoamento (CMA); Margem bruta média (MBM); Rentabilidade média (RM); Índice relativo de rentabilidade (IRR) .....	24

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Imagem de satélite do local do experimento..... 15
- Figura 2.** Momento da coleta de sangue dos peixes e última biometria..... 18

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C.A. - Conversão alimentar

CAL - Custo Alimentar

CMA - Custo médio de arraçamento

CONCEA - Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal

CR - Consumo de Ração

g - grama

g/kg - grama por quilograma

GIFT - *Genetic Improvement of Farmed Tilapia*

IRR - Índice Relativo de Rentabilidade

Kg - quilograma

m - metro

m<sup>3</sup> - metro cúbico

MBM - Margem Bruta Média

MG - Estado de Minas Gerais

mg/dl - miligrama por decilitro

mL - mililitro

mm - milímetro

pH - potencial hidrogeniônico

RBM - Renda Bruta Média

RM - Rentabilidade Média

TGI - trato gastrointestinal

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

## RESUMO

Assim como na produção de animais terrestres, na piscicultura a alimentação representa um dos principais gastos para o produtor. Por isso a racionalização do uso das rações é fundamental para o bom desempenho econômico dos sistemas produtivos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a adoção de planos de alimentação com restrição alimentar para tilápias. O experimento foi implantado no reservatório de Furnas - Brasil em 20 tanques-rede de 3,0 m<sup>3</sup> com 300 peixes cada. O peso inicial dos peixes foi de 201 ± 10g e o período experimental foi de 98 dias com delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram diferentes planos alimentares: 1- Alimentação contínua (controle); 2- Seis dias de alimentação consecutivos, seguido de um dia de restrição alimentar e realimentação controlada; 3- Seis dias de alimentação consecutivos, seguido de um dia de restrição alimentar e realimentação à vontade; 4- Cinco dias de alimentação consecutivos, seguido de dois dias de restrição alimentar e realimentação controlada; 5- Cinco dias de alimentação consecutivos, seguido de dois dias de restrição alimentar e realimentação à vontade. Foram mensurados o ganho de peso, conversão alimentar, perfil sérico bioquímico e viabilidade financeira durante um ciclo de engorda de tilápias. Ao final do período experimental todos os peixes foram pesados para avaliação do desempenho e três peixes por unidade experimental foram anestesiados para coleta de sangue e eutanasiados para a avaliação de composição corporal. Os tratamentos 3 e 5 apresentaram melhores resultados em ganho de peso e biomassa, porém foram os que apresentaram pior conversão alimentar e custo de produção. Os tratamentos 2 e 4 não diferenciaram em ganho de peso e biomassa do grupo controle, porém apresentaram menor consumo, conversão alimentar e maior retorno financeiro. Não houve diferença significativa do perfil sérico bioquímico e nem na composição corporal. Conclui-se que em situações de campo onde não existe um controle rigoroso como em experimento, recomenda-se que seja utilizado 1 dia de restrição alimentar, seguido de realimentação controlada segundo tabela do fabricante.

**Palavras-chave:** Desempenho, Eficiência alimentar e Plano alimentar.

## ABSTRACT

As in the production of terrestrial animals, in fish farming, food is among the main expenses for the producer. Therefore rationalization of the use of rations is fundamental for the good economic performance of the productive systems. The objective of this work was to evaluate the adoption of feeding plans with food restriction for tilapia. The experiment was carried out in the Furnas-Brasil reservoir in 20 net cages of 3.0 m<sup>3</sup> with 300 fish each. The initial weight of the fish was 201 ± 10 g and the experimental period was 98 days. The experiment was carried out in a completely randomized design, with five treatments and four replications. The treatments were different food plans: 1- Continuous feeding (control); 2- Six consecutive feeding days, followed by one day of feed restriction and controlled feedback; 3- Six consecutive feeding days, followed by one day of feed restriction and feedback at will; 4- Five consecutive feeding days, followed by two days of feed restriction and controlled feedback; 5- Five consecutive feeding days, followed by two days of feed restriction and feedback at will. Weight gain, feed conversion, serum biochemical profile and financial viability during a fattening cycle of tilapia were measured. At the end of the experimental period all fish were weighed for performance evaluation and three fish per experimental unit were anesthetized for blood collection and euthanized for body composition evaluation. Treatments 3 and 5 presented better results in weight gain and biomass, but were those that presented worse feed conversion and production cost. Treatments 2 and 4 did not differentiate in weight gain and biomass of the control group, but presented lower consumption, feed conversion and higher financial return. There was no significant difference in the biochemical serum profile nor in the body composition. It is concluded that in field situations where there is no strict control as in experiment, it is recommended that one day of food restriction be used, followed by controlled feedback according to the manufacturer's table.

**Key-words:** Performance, Food Efficiency and Food Plan.

## 1. INTRODUÇÃO

A tilápia é uma das espécies de peixe mais consumidas e cultivadas no mundo. O grande interesse por esta espécie é devido a suas características, tais como, qualidade de carne, rusticidade, capacidade de se adaptar a diversos ambientes de cultivo, boa conversão alimentar e aceitação de ração como alimento desde seus primeiros estágios de vida (ALLAMAN et al., 2013).

Em uma unidade de produção com finalidade econômica, o investimento e o custeio são parâmetros que precisam ser bem planejados e executados, pois são determinantes para o retorno econômico ao produtor. No custeio, a ração é o item que causa maior impacto, sendo responsável por aproximadamente 65% no custo total da produção.

A adoção de estratégias de manejo alimentar envolvendo restrição alimentar é uma forma de explorar a capacidade dos peixes em adaptarem-se a condições adversas, podendo resultar em um melhor retorno financeiro (SOUZA et al., 2003). Principalmente devido à maior eficiência alimentar.

Além disso, é possível reduzir os gastos com mão-de-obra nas atividades ligadas à alimentação. A legislação trabalhista brasileira determina que todo empregado tem o direito de 24 horas de repouso semanal remunerado, preferencialmente aos domingos. Em pisciculturas em geral, há um responsável constante pela alimentação dos peixes. Porém, na necessidade de sua substituição semanal, os animais reagem negativamente devido ao fato de encontrarem-se adaptados ao seu tratador.

Adicionalmente, o suposto ganho em eficiência alimentar ao se aplicar estratégias de restrição possibilita menor impacto ambiental. Isso devido ao menor aporte de nutrientes como nitrogênio e fósforo, presentes na ração e excremento dos animais na água.

Assim, a justificativa desta pesquisa deu-se por alguns fatores inquietantes: necessidade de troca do tratador de ração aos peixes, sem prejuízo comportamental a eles e minimização do impacto ambiental por rações e excrementos. Tais ações poderiam resultar consequentemente na redução de custos sem afetar a qualidade na produção da piscicultura e do meio ambiente. Desta forma, visando contribuir para programas alimentares, este trabalho teve como objetivo avaliar índices zootécnicos e econômicos, através da restrição alimentar para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na produção em tanques-rede.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Restrição Alimentar

Trabalhando com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) durante 52 semanas em tanques escavados utilizando restrição alimentar constatou-se que durante a ausência ou redução do alimento, os peixes utilizam diferentes estratégias hormonais e metabólicas para sobreviver. Uma delas é a utilização de reservas como glicogênio hepático e muscular, estado letárgico, ou seja, diminuição na respiração e batimentos cardíacos, decréscimo na taxa de crescimento do animal, redução do tamanho do trato gastrointestinal e fígado são algumas destas estratégias (SOUZA et al., 2003).

A tilápia híbrida (*Oreochromis mossambicus* × *O. Niloticus*) foi avaliada em um experimento de 8 semanas. Os peixes foram privados de alimento por 1, 2 e 4 semanas, e depois foram alimentados com saciedade ou livremente por 4 semanas. Os peixes alimentados com saciedade durante o experimento serviram de controle. Neste estudo, observou-se que os peixes apresentam menor teor de lipídeos e energia em todo o corpo. Os lipídeos são as primeiras reservas a serem utilizadas na falta de outra fonte de energia (WANG et al., 2005).

As condições ambientais são extremamente importantes e podem interferir diretamente nos resultados. Em tanques de terra, com os parâmetros físicos e químicos da água equilibrados podem garantir além do bem estar aos animais fonte de alimento a espécies filtradoras como as tilápias (ALI et al., 2003).

Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em processo de restrição alimentar com intervalos de dois em dois dias, semanalmente, leva à hiperfagia, que pode ser constatada pelo aumento do consumo de alimento nos dias de realimentação. Com esta sobre ingestão os lipídeos são armazenados nos músculos e vísceras, resultando em acúmulo de gordura e aumento no peso dos animais (ALI et al., 2003).

Utilizando tilápia (*Oreochromis niloticus*) durante 12 semanas, duas unidades experimentais sendo a primeira com restrição severa por duas semanas consecutivas, seguidas de quatro semanas de realimentação e outro grupo com quatro semanas de restrição e oito semanas de realimentação apresentaram elevada ingestão de alimento e menor desempenho dos animais. Porém, o manejo alimentar de dois dias de restrição e cinco dias de realimentação, é capaz de permitir uma adaptabilidade e recuperação dos peixes melhor que restrições muito severas (WANG et al., 2009).

Juvenis de pacu foram submetidos a quatro estratégias de alimentação sendo a primeira delas o grupo controle; a segunda, com restrição alimentar de duas semanas consecutivas; a terceira com três semanas de restrição e a quarta com quatro semanas de restrição alimentar, em tanques escavados por um período de 20 semanas. Neste trabalho, foi observado que a restrição alimentar em todas as estratégias seguidas de realimentação resultou em crescimento compensatório, sendo, portanto, um manejo eficaz sem prejuízo aos animais (SAITA, 2010).

Gao e Lee (2012), utilizando 4 tratamentos atribuídos aleatoriamente para tilápias em 12 tanques de vidro, alimentaram o grupo controle livremente três vezes ao dia durante todo o experimento. Os outros três grupos foram de tratamento restritivo a 1 semana, 2 semanas e 4 semanas respectivamente, durante 120 dias. Apenas o grupo 4 semanas apresentou diferença significativa reduzindo o peso e comprimento. Este resultado é considerado previsto ou esperado devido à longa restrição alimentar, reduzindo consequentemente o desempenho do animal.

Hakim et al. (2009), trabalhando com tilápias observaram que o grupo controle, com alimentação fornecida até saciedade dos animais e outros três grupos privados de alimento para 1, 2 e 3 dias por semana respectivamente não tiveram diferenças no peso corporal. Porém, apresentaram diferença significativa na ingestão de alimentos, conversão alimentar e eficiência na utilização de proteína. Os piores resultados foram obtidos com 3 dias de restrição alimentar. Os autores concluíram que é possível utilizar restrição até 2 dias/semana, em sistema intensivo de peixes cultivados em tanques de terra, resultando em redução dos custos sem prejudicar o desempenho dos animais. Possivelmente, a presença de alimento natural (plâncton) contribuiu para o resultado, visto que a tilápia é uma espécie que filtra alimento em todas as fases da vida.

Já no trabalho de Arauco e Costa (2012) com o objetivo de avaliar o efeito da restrição alimentar no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo, (*Oreochromis niloticus*) cultivados em sistema de recirculação de água, constatou que os piores resultados foram para os peixes alimentados uma vez a cada 2 dias, ou seja, uma restrição severa.

Oliveira (2015) trabalhou com juvenis de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por um período de 154 dias, em dois sistemas de produção sendo um em tanques escavados e outro em caixas com recirculação de água. Para isso, utilizou um tratamento com grupo controle e no outro grupo, 1, 2 e 3 dias de restrição alimentar semanalmente. Como resultado, pode-se observar que, em grupos com restrição alimentar ocorreram ingestão compensatória de 20% acima do grupo controle. Em tanques escavados, o ganho de peso foi maior do grupo controle do que com os grupos com restrição alimentar. Quanto à conversão alimentar, não houve diferença significativa para os dois sistemas de produção.

Em outro experimento, avaliando a ocorrência de resposta compensatória no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo (linhagem GIFT), submetidos a diferentes estratégias alimentares, em tanques de polietileno, obteve-se uma economia na quantidade de ração de 22,5% sem causar nenhum prejuízo no desempenho dos peixes. A estratégia alimentar utilizada semanalmente foi de cinco dias recebendo ração e dois dias sem receber ração (PALMA et al., 2010).

Assim, temos que, é de extrema importância determinar as necessidades qualitativas e quantitativas dos nutrientes da dieta para a formulação de rações adequadas que atendam às exigências nutricionais dos peixes e que representem custo mínimo para o produtor (CYRINO et al., 2004).

A adoção de estratégias de alimentação com restrição alimentar e realimentação é uma forma de explorar a capacidade natural de recuperação metabólica e crescimento dos peixes que permite economia no fornecimento de ração (SOUZA et al., 2003). Além disso, utilizar altos níveis de carboidratos na realimentação favorece o aproveitamento de energia e poupa a

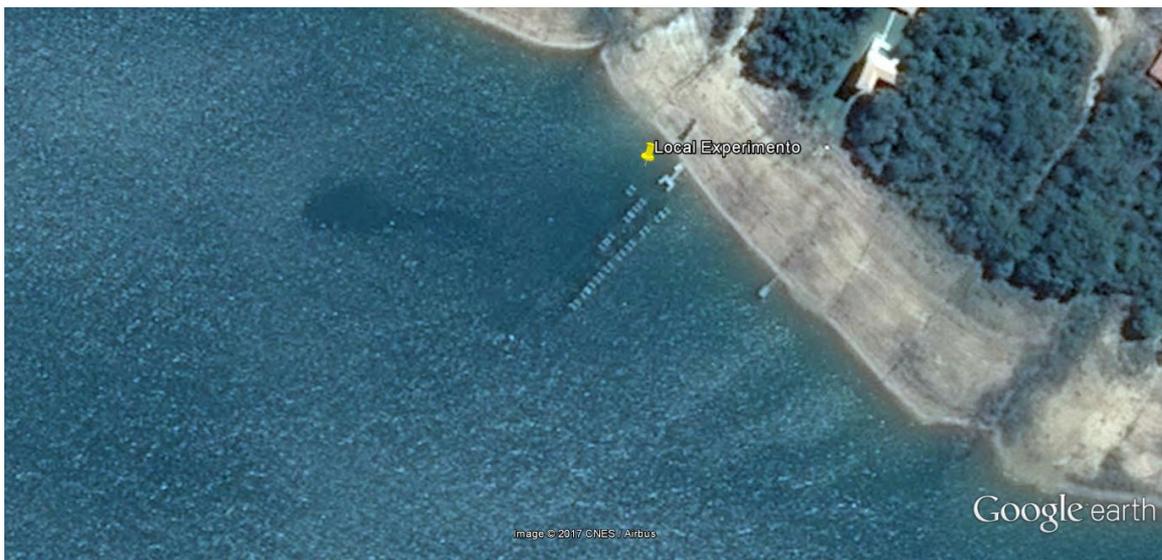
proteína para o crescimento (SHIAU, 1997). Também é importante adaptar previamente os peixes às dietas de restrição alimentar em experimentos para se evitar respostas fisiológicas inesperadas nos animais.

Assim, temos que, além da frequência, a quantidade correta de alimento diário é fator determinante no custo de produção. Estes itens melhoram os resultados tanto econômicos quanto ambientais (BUREAU et al., 2006).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local, período e instalações experimentais

O experimento foi conduzido no reservatório de Furnas, localizado a montante da barragem da Usina Hidrelétrica de Furnas no Município de São José da Barra - MG, 46°14'33,57" e 20°42'34,97", zona 23, meridiano 45° (Figura 1).



**Figura 1:** Imagem de satélite do local do experimento.

**Fonte:** Google Earth.

Os peixes foram alocados nos tanques-rede 30 dias antes do período experimental para adaptação. Logo após este período, iniciou-se o experimento com duração de 98 dias, cuja data de início foi em 19 de março de 2015 e término em 25 de junho de 2015.

Foram utilizados 10 tanques-rede, com dimensões de 2,00m x 2,00m x 1,50m, divididos ao meio, formando-se duas unidades experimentais, com 3,0m<sup>3</sup> de volume útil. Cada unidade experimental possuía comedouro independente para evitar a perda ou desvio da ração para outra unidade experimental.

Durante o estudo, os parâmetros físicos e químicos da água do sistema de cultivo foram monitorados através da metodologia proposta pela APHA (1995). A temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram medidos diariamente. Já amônia, nitrito e alcalinidade foram mensurados semanalmente.

#### 3.2. Material biológico e manejo experimental

Foram utilizados 6.000 exemplares de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) da linhagem GIFT masculinizadas com peso médio inicial de  $201 \pm 10$ g com 90 dias de idade. Os peixes foram

distribuídos aleatoriamente nos tanques-rede com densidade de estocagem 100 peixes/m<sup>3</sup>, totalizando 300 peixes/unidade experimental.

Foram realizadas as pesagens totais dos peixes tanto no início quanto no término do experimento. No período experimental, foram realizadas biometrias quinzenais coletando aleatoriamente 30 peixes/unidade experimental com auxílio de um puçá.

O experimento foi executado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram cinco planos de alimentação, conforme descrito abaixo:

Tratamento 1 - Plano de alimentação contínuo (controle - T1);

Tratamento 2 - Plano de alimentação de seis dias consecutivos, seguido de um dia de restrição e realimentação controlada (T2);

Tratamento 3 - Plano de alimentação de seis dias consecutivos, seguido de um dia de restrição e realimentação à vontade (T3);

Tratamento 4 - Plano de alimentação de cinco dias consecutivos, seguido de dois dias de restrição e realimentação controlada (T4);

Tratamento 5 - Plano de alimentação de cinco dias consecutivos, seguido de dois dias de restrição e realimentação à vontade (T5).

Os tratamentos foram distribuídos nas unidades experimentais ao acaso, através de sorteio.

Foi utilizada ração comercial extrusada, fornecida quatro vezes ao dia, com níveis nutricionais de garantia descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Níveis de garantia da ração comercial utilizada durante o período experimental

<b>Ingredientes</b>	<b>Níveis de garantia</b>
Umidade (máx.)	120 g/kg
Proteína bruta (mín.)	320 g/kg
Extrato etéreo (mín.)	65 g/kg
Fibra bruta (máx.)	70 g/kg
Matéria mineral (máx.)	110 g/kg
Cálcio (min.)	10 g/kg
Cálcio (máx.)	30 g/kg
Fósforo (mín.)	6.000 mg/kg
Vitamina C	3.000 mg/kg
Vitamina A	9.000 UI/kg
Vitamina E	135 UI/kg
Zinco	100 mg/kg

**Fonte:** Embalagem da ração.

O consumo de ração foi medido através da quantidade de ração ofertada aos peixes. O ajuste foi realizado quinzenalmente através da biometria. A quantidade de ração foi ajustada de acordo com a biomassa de cada unidade experimental.

Semanalmente, nos dias sem restrição alimentar, os peixes recebiam ração segundo a tabela 2. Essa quantidade foi ajustada quinzenalmente pela biometria e por unidade experimental.

Nos tratamentos com realimentação à vontade, os peixes recebiam ração até saciedade aparente. A conversão alimentar foi determinada dividindo-se a quantidade de ração total consumida pelo ganho de peso total dos animais.

**Tabela 2.** Frequência alimentar diária e quantidade de ração recomendada para tilápias (1.000 peixes).

Peso dos peixes (g)	Tipo de ração	Quantidade diária ração (Kg)	Biomassa (Kg)	Número tratos/dia
200	32%PB 4-6mm	8,800	200	4
250	32%PB 6-8mm	9,500	250	4
280	32%PB 6-8mm	10,800	280	4
330	32%PB 6-8mm	12,000	330	4
370	32%PB 6-8mm	12,200	370	4
420	32%PB 6-8mm	12,600	420	4
480	32%PB 6-8mm	14,400	480	4
540	32%PB 6-8mm	16,200	540	4
600	32%PB 6-8mm	18,000	600	4
660	32%PB 6-8mm	19,800	660	4
730	32%PB 6-8mm	21,900	730	4
800	32%PB 6-8mm	24,000	800	4
870	32%PB 6-8mm	26,100	870	4

**Fonte:** Adaptado tabela rações Purina.

### 3.3. Análises de desempenho produtivo e perfil sérico bioquímico

Durante o período experimental não ocorreu mortalidade de peixes. Na última biometria (Figura 2) foi coletado sangue de três peixes de cada unidade experimental por venopunção caudal, utilizando seringas estéreis de 3,0 mL, as quais continham solução de anticoagulante Glistab (ETDA e fluoreto de potássio), sendo uma alíquota de 1,5 mL separada para posterior centrifugação a 1008 RCF durante 10 minutos, a 10°C. O sangue foi homogeneizado por inversão e acondicionado em microtubos que foram posteriormente armazenados sob refrigeração (5 a 7 °C) até o momento das análises. Foram determinadas concentrações séricas de glicose (método enzimático-colorimétrico utilizando *Kit Bioclin*), triglicérides (método enzimático-colorimétrico Trinder utilizando *Kit Gold Analisa*), colesterol (método enzimático-colorimétrico Trinder utilizando *Kit Gold Analisa*) e proteínas totais (método colorimétrico-biureto utilizando *Kit Gold Analisa*).



**Figura 2:** Momento da coleta de sangue dos peixes e última biometria.

**Fonte:** Imagem do Autor.

### 3.4. Composição corporal

Ao final do experimento foram coletados três peixes por unidade experimental para determinação da composição corporal. Estes foram eutanasiados por imersão em água com benzocaína na concentração de 0,5mg/L foram mantidos submersos por 10 minutos após cessar o movimento opercular segundo o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA e após foram armazenados em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, foram moídos individualmente e submetidos a secagem em estufas de ventilação forçada por 72 horas a  $55^{\circ}\text{C}$ . Finalmente, em posse das amostras secas, realizou-se a determinação de proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo e cinzas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG.

- Umidade e matéria seca: as amostras foram desidratadas em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$ , até peso constante;

- Cinza (minerais): determinada por incineração da matéria orgânica, em forno mufla a  $550^{\circ}\text{C}$ , até peso constante;

- Proteína bruta: foi utilizado o método de Kjeldahl para determinar o nitrogênio total. Este método baseia-se no conteúdo de nitrogênio da matéria orgânica, incluindo o nitrogênio proteico propriamente dito e outros compostos nitrogenados não proteicos, tais como aminas, aminoácidos, entre outros. Neste caso, o resultado foi expresso em proteínas bruta ou total, utilizando-se para o cálculo o fator 6,25;

- Extrato etéreo (lipídeos): o conteúdo de gordura foi determinado nas amostras desidratadas por meio do método de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente extrator.

### 3.5. Análise econômica

Foi realizada a análise de viabilidade econômica da produção, calculando-se a quantidade de ração economizada ao final do experimento, bem como a economia da mão de obra não utilizada nos tratamentos com restrição alimentar durante o período experimental.

O custo da hora-homem foi determinado a partir do valor de salário mínimo vigente em janeiro de 2016 (R\$845,00 + 65% de encargos sociais diretos = R\$ 1.394,25/mês). Nesse sentido, o valor de remuneração considerada para hora-homem foi de R\$6,22. Para manejo em 10 tanques rede/20 unidades experimentais foi considerado 2 horas/homem/dia.

O estudo da viabilidade econômica foi realizado a partir de adaptação dos cálculos descritos por Togashi (2004).

- *Renda Bruta Média (RBM)* - valor em reais (R\$) obtido em função do ganho em biomassa no período avaliado em quilogramas (GB) e o preço do quilo da tilápia em R\$ (PT).

$$RBM = GB \times PT$$

- *Custo Médio de Arraçoamento (CMA) ou Custo Alimentar (CAL)* – custo total relativo em função do produto do consumo de ração no período avaliado (CR) do custo médio do quilo da ração e da conversão alimentar (CA) e mão de obra do lote de peixes (Considerando ½ do custo de mão de obra para a quantidade de tanques rede deste projeto)

$$CMA = (CR \text{ no período} \times \text{custo ração} \times \text{conversão alimentar}) + \text{mão de obra}$$

- *Margem Bruta Média (MBM)* = diferença entre a renda bruta média (RBM) e os custos com alimentação.

$$MBM = RBM - CMA$$

- *Rentabilidade Média (RM)* – divisão entre a Margem Bruta Média (RBM) e o custo médio de alimentação (CMA), multiplicado por 100.

$$RM = MBM/CMA \times 100$$

- *Índice Relativo de Rentabilidade (IRR)* – relação entre a Rentabilidade Média (RM) dos tratamentos e a do controle, multiplicado por 100.

$$IRR = RM \text{ do tratamento testado} / RM \text{ tratamento controle} \times 100.$$

Para o cálculo de índice relativo de rentabilidade foi comparado os tratamentos com o grupo controle (100%).

O preço médio de venda considerado foi de R\$ 6,50 para o quilo da tilápia viva, conforme levantamento realizado com piscicultores da região do sul do Estado de Minas Gerais. O custo estimado para aquisição da ração comercial de terminação foi de R\$ 1,90/quilo, sendo esse preço tomado em agosto de 2017, considerando o preço médio na região de sul do Estado de Minas Gerais, quando o câmbio era de U\$1,00: R\$3,33.

Para o gasto de horas-homem na operação de arraçoamento em piscicultura intensiva em tanques-rede foram levados em consideração os coeficientes operacionais estimados por Souza-Filho (2002) e Rockenbach (2005), o que gerou, em média, a dedicação de um tratador para 20 tanques.

A análise econômica foi calculada considerando a fase de terminação da tilápia adulta e do custo com ração. Os custos inerentes às instalações e outros serviços de mão-de-obra (que não fossem arraçoamento) além de demais despesas, variam em função das

características de cada sistema produtivo, bem como à escala de produção. Nesse sentido, para efeito de análise, os custos citados foram considerados para os sistemas similares que adotem as estratégias de manejo alimentar descritas nesse estudo. Quanto à receita, a composição da margem bruta se deu pela diferença entre as receitas geradas em função da biomassa total de peixes de cada tratamento e os respectivos custos totais associados à ração.

### 3.6. Análise estatística

O consumo de ração a conversão alimentar, ganho em peso, peso final, biomassa final, proteína plasmática total, glicose, triglicerídeos, colesterol e lipase foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ) de probabilidade, considerando o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ . Em que:

$Y_{ij}$ : é a observação feita na unidade experimental para o tratamento  $i$  na repetição  $j$ ;

$\mu$ : constante comum a todas unidades experimentais;

$T_i$ : efeito do  $i$ -ésimo tratamento ( $i = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ );

$e_{ij}$ : erro aleatório observado na variável resposta  $Y$  que recebeu o  $i$ -ésimo tratamento no  $j$ -ésimo;

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade de água no sistema de cultivo se manteve adequada para o crescimento de tilápias (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetros físicos e químicos da água de cultivo, obtidos durante o período experimental.

	Temperatura (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Amônia (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Alcalinidade (mg/L)
<b>Analisado</b>	25-28	8,0-12,0	7,3-7,8	0,1-0,2	0,6-0,8	22,0-26,0
<b>Kubitza (2000)</b>	22-30	>5,0	6,4-8,0	<0,2	<1,0	20,0-30,0

**Fonte:** Kubitza (2000).

O conhecimento para se analisar e interpretar os resultados dos parâmetros da qualidade da água é de grande importância para os piscicultores. Fatores como oxigênio dissolvido e temperatura, entre outros, estão diretamente relacionados com o desenvolvimento dos peixes, bem como, pH e alcalinidade que também afetam os peixes (SILVA et al., 2010).

Os peixes que receberam os planos de alimentação T3 e T5 apresentaram maiores resultados ( $P<0,05$ ) para ganho de peso e biomassa se comparado com os demais tratamentos (Tabela 4). Os que receberam os planos de alimentação T2 e T4 comparando com o grupo controle apresentaram maiores resultados no consumo de ração. Porém, quanto à conversão alimentar apresentaram resultados semelhantes.

Verificou-se ainda um consumo elevado de ração para os T3 e T5 em relação aos demais, o que evidencia que a realimentação à vontade leva a um consumo acima do necessário de ração, apesar de haver maior ganho de peso diário nesses tratamentos em relação aos demais, houve uma piora significativa ( $P<0,05$ ) na conversão alimentar (Tabela 4).

**Tabela 4.** Parâmetros de desempenho produtivo de tilápias do Nilo submetidas a diferentes planos de restrição alimentar em tanques-rede.

Variáveis	Ciclos de restrição					CV
	T1 (Controle)*	T2*	T3*	T4*	T5*	
	<b>Desempenho</b>					
Ganho de peso total (g)	679,44 <sup>c</sup>	670,47 <sup>c</sup>	714,38 <sup>b</sup>	645,75 <sup>c</sup>	775,17 <sup>a</sup>	3,58
Biomassa (Kg)	203,83 <sup>c</sup>	201,14 <sup>c</sup>	214,31 <sup>b</sup>	193,73 <sup>c</sup>	232,55 <sup>a</sup>	3,58
Consumo (Kg)	290,00 <sup>c</sup>	255,00 <sup>d</sup>	441,50 <sup>b</sup>	220,00 <sup>e</sup>	499,50 <sup>a</sup>	4,22
Ganho de peso (g/dia)	6,93 <sup>c</sup>	6,84 <sup>c</sup>	7,28 <sup>b</sup>	6,58 <sup>c</sup>	7,91 <sup>a</sup>	3,58
Conversão alimentar	1,42 <sup>b</sup>	1,27 <sup>b</sup>	2,06 <sup>a</sup>	1,13 <sup>b</sup>	2,15 <sup>a</sup>	6,47

Plano de alimentação contínuo (controle); Plano de alimentação de seis dias consecutivos, seguido de um dia de restrição e realimentação controlada (tratamento 2); Plano de alimentação de seis dias consecutivos, seguido de um dia de restrição e realimentação à vontade (tratamento 3); Plano de alimentação de cinco dias consecutivos, seguido de dois dias de restrição e realimentação controlada (tratamento 4); Plano de alimentação de cinco dias consecutivos, seguido de dois dias de restrição e realimentação à vontade (tratamento 5); Coeficiente de variação (CV%).

\* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste SNK ( $P<0,05$ ).

**Fonte:** Dados analisados.

Observou-se que os tratamentos com restrição alimentar com realimentação à vontade tiveram maior consumo de ração ocorrendo piora significativa na conversão alimentar. Resultados diferentes apesar de não citar o processo de realimentação, foram obtidos trabalhando com juvenis de tilápias do Nilo alimentadas até a saciedade aparente. Para esses animais, observou-se que o consumo de ração em animais que não sofreram restrição alimentar foi superior aos que sofreram restrição por três dias em um ciclo de sete dias e não diferiu dos que sofreram restrição em dois dias (PALMA et al., 2010). O fator estresse pode ter interferido neste resultado, devido os animais terem sido submetidos à restrição talvez sem estarem adaptados ao sistema de manejo proposto, levando a menor ingestão de alimento.

Os resultados deste trabalho também diferem ao observado por Kim e Lovell (1995) em estudo com bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), onde mesmo os animais tendo sido submetidos à restrição alimentar, tiveram conversão alimentar semelhante aos peixes que foram alimentados de forma à vontade. Podemos observar que se trata de outra espécie de peixe, os resultados mostram que espécies diferentes podem apresentar resultados diferentes.

Os tratamentos com restrição alimentar e realimentação à vontade apresentaram maior ganho de peso que os demais. No entanto, a conversão alimentar piorou. A explicação pode ser que a realimentação à vontade leva a hiperfagia, que é um aumento no apetite ou ingestão excessiva de alimento tentando compensar a restrição, ocorrendo deposição de gordura nos músculos e vísceras (ALI et al., 2003). Segundo Xie et al. (2001) esse maior consumo leva a um ganho de peso acelerado, através do acúmulo de gordura e aumento na taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal diminuindo a absorção dos nutrientes piorando a eficiência alimentar.

Este trabalho demonstra a importância do manejo alimentar, através de seus resultados sendo possível observar que com controle técnico eficiente é possível adotar um ou dois dias de restrição alimentar. Souza et al. (2003) observaram que animais submetidos a longos períodos de restrição alimentar utilizam estratégias hormonais e metabólicas que provocam decréscimo na taxa de crescimento dos órgãos internos como trato gastrointestinal (TGI) e fígado. Desta forma, os nutrientes são direcionados para deposição de tecidos ósseo, muscular e adiposo.

Quando o animal passa por longos períodos de restrição de alimento, os órgãos internos podem se adaptar reduzindo a capacidade do estômago. Com isto, a ingestão de pequenas quantidades de alimento dá a sensação de saciedade, alterando o seu funcionamento e ocasionando um maior direcionamento de nutrientes para manutenção dos processos fisiológicos vitais (SOUZA, 1998). Além disto, há uma sobre ingestão de ração nos tratamentos com realimentação à vontade, o que gera um gasto energético acima de 3.200 kcal/Kg de ração, piorando a conversão alimentar. Outro fator está relacionado à ingestão à vontade de alimento a qual interfere na conversão alimentar. No momento em que uma grande quantidade de alimento precisa ser processada, a quantidade de enzimas no organismo não é suficiente para hidrolisar todo este alimento. Uma grande parte é excretada junto às fezes piorando a conversão alimentar (OLIVEIRA, 2015).

Restrições impostas por longos períodos sem alimentação podem comprometer a habilidade dos organismos de se recuperarem quando passam por privações de alimentos (METCALFE; MONAGHAN, 2001). Wang et al. (2000), em estudo desenvolvido com

híbridos de tilápia (*O. mossambicus* x *O. niloticus*), observaram que o grupo controle (sem restrição) apresentou um ganho de peso superior ao dos grupos submetidos a períodos de restrição alimentar de duas e quatro semanas, por um período de 150 dias. Os estudos não colaboraram com este trabalho apesar do método de restrição ser bastante diferente pois se utilizou 1 e 2 dias de restrição e não períodos semanais, o ganho de peso dos animais submetidos à restrição alimentar e realimentação à vontade foi superior aos animais do grupo controle. Portanto, o intervalo de tempo entre a restrição e realimentação é importante pois se este intervalo for longo como foi o trabalho acima, poderá comprometer a capacidade de recuperação dos peixes.

Neste estudo não foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os parâmetros séricos bioquímicos analisados (Tabela 5).

**Tabela 5.** Perfil Sérico Bioquímico de tilápias submetidas a diferentes planos de restrição alimentar em tanques-rede.

Variáveis	T1 (Controle)*	T2	T3	T4	T5	CV
Proteína plasmática total (g/dl)	13,34	13,67	13,74	13,73	12,99	2,32
Glicose (mg/ dl)	54,33	53,75	44,59	54,75	49,75	5,34
Triglicerídeos (mg/dl)	278,96	307,38	358,53	367,21	386,9	6,80
Colesterol (mg/dl)	204,72	170,53	106,39	136,33	135,04	8,72
Lipase (UI)	127,14	157,17	152,66	154,45	158,86	3,25

Plano de alimentação contínuo (controle); Plano de alimentação de seis dias consecutivos, seguido de um dia de restrição e realimentação controlada (T2); Plano de alimentação de seis dias consecutivos, seguido de um dia de restrição e realimentação à vontade (T3); Plano de alimentação de cinco dias consecutivos, seguido de dois dias de restrição e realimentação controlada (T4); Plano de alimentação de cinco dias consecutivos, seguido de dois dias de restrição e realimentação à vontade (T5); Coeficiente de variação (CV%).

**Fonte:** Dados analisados.

Os planos de alimentação avaliados não causaram efeito nas concentrações séricas bioquímicas em relação ao tratamento controle, nem foram observadas alterações que pudessem afetar a homeostase no organismo dos animais. A determinação das variáveis séricas bioquímicas é uma eficiente ferramenta no auxílio do diagnóstico de alterações metabólicas em diferentes manejos e assim permite uma avaliação clínica criteriosa de indivíduos, além de auxiliar na definição de forma eficaz o perfil nutricional para populações homogêneas.

Quando animais são submetidos a períodos de restrição alimentar, a atividade metabólica pode ser afetada, e a manutenção da homeostase pode decorrer da mobilização de reservas corporais endógenas e concomitante a isso, a perda nos parâmetros de desempenho pode ser expressiva. Como nesse trabalho as restrições foram curtas, isso não foi observado, não havendo, portanto, diferença para as variáveis séricas bioquímicas entre os tratamentos. Além disso, os tratamentos com restrição apresentaram ganho de peso, peso final e biomassa igual ou superior ao tratamento controle.

A glicose e o colesterol são variáveis fisiológicas que auxiliam no diagnóstico de estresse nos animais. O cortisol, hormônio da família dos esteróides produzido pela parte superior da glândula supra-renal, inibe a absorção de glicose, aumentando sua concentração no plasma sanguíneo (OBA et al., 2009; SIMÕES; GOMES, 2009).

Os resultados deste trabalho mostram que houve um menor índice de estresse ou adaptação dos animais ao manejo alimentar, pois os índices de glicose e colesterol não apresentaram alterações significativas.

Dessa forma como não ocorreram alterações metabólicas significativas, os peixes responderam positivamente apresentando resultados crescentes entre peso final e consequentemente biomassa, visto que a biomassa é calculada com base no peso final e na quantidade de animais nas unidades experimentais. Para tilápia a correlação entre consumo, peso final e biomassa evidencia que quanto maior o consumo, maior será o ganho de peso dos animais. Segundo Cook et al. (2000) isso vem sendo observado em outros trabalhos com outras espécies de peixes, além da tilápia, pacu e alguns bagres. A correlação positiva da conversão alimentar com as demais variáveis de desempenho mostram que quanto maior o consumo de ração, maior será a conversão alimentar devido à menor eficiência, ocorrendo acúmulo de gordura e ou aumento na taxa de passagem do alimento.

Para as análises das características da composição da carcaça os resultados estão descritos na tabela 6. Observando as variáveis relacionadas aos tratamentos.

**Tabela 6.** Composição Bromatológica de tilápias submetidas a diferentes planos de restrição alimentar em tanques-rede.

Composição Corporal						
	Controle*	1Rt*	1Rc*	2Rt*	2Rc*	CV (%)
Matéria Seca	94,67	94,18	94,67	94,6	94,98	0,7
Extrato etéreo	41,78	39,41	38,26	39,21	40,26	8,28
Extrato estéreo (MS)	44,25	41,86	40,39	41,5	42,38	8,33
Proteína	41,40	40,90	40,15	40,53	39,33	1,73

**Fonte:** Dados analisados.

Neste estudo, não foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os parâmetros das características bromatológicas das carcaças de tilápias analisados (Tabela 6).

Para as análises financeiras, os resultados estão descritos na tabela 7, observando-se as variáveis relacionadas aos tratamentos.

**Tabela 7.** Desempenho econômico de tilápias submetidas a diferentes programas alimentares. Conversão alimentar (C.A.); Renda bruta média (RBM); Custo médio de arraçoamento (CMA); Margem bruta média (MBM); Rentabilidade média (RM); Índice relativo de rentabilidade (IRR).

Variáveis	Controle	1Rt	1Rc	2Rt	2Rc
C.A	1,42	1,27	2,06	1,14	2,15
RBM (R\$)	1.324,89	1.307,41	1.393,02	1.259,25	1.511,57
CMA (R\$)	1.066,33	896,46	2.011,69	756,84	2.324,46
MBM (R\$)	258,56	410,95	-618,67	502,41	-812,89
RM (R\$)	24,24	45,84	-30,75	66,38	-34,97
IRR (%)	100	189,11	-126,86	273,84	-144,26

**Fonte:** Dados analisados.

Diante do exposto, temos que otimizar o consumo de ração sem prejudicar o desempenho dos peixes, torna-se necessário ao piscicultor, visto que a alimentação representa

a maior fração do custo de produção (HAYWARD et al., 1997). Neste trabalho, planos de restrição alimentar e realimentação controlada segundo tabela comercial, trouxeram rentabilidade acima do tratamento controle (66,38%-T4 e 45,84% - T2).

O tratamento T5 foi o que resultou em melhor renda bruta se comparado aos demais. Isso ocorreu devido ao maior acúmulo de biomassa. Porém, foi o que apresentou maior custo médio de arração devido à piora na conversão alimentar.

Os tratamentos T2 e T4 foram os que apresentaram melhor retorno financeiro dentro do custo/renda. Já os tratamentos T3 e T5 apresentaram resultado negativo, ou seja, déficit de retorno econômico.

O índice relativo de rentabilidade foi melhor no tratamento T4 se comparado com o tratamento controle (Tabela 7).

A rentabilidade do tratamento T4 foi a maior, seguida do tratamento T2 que também apresentou resultado superior ao controle. Já nos tratamentos T3 e T5 as variáveis de rentabilidade foram negativas, devido ao consumo exagerado de ração e consequente piora na conversão alimentar. As estratégias de privação de alimento com realimentação à vontade não são viáveis economicamente. Apesar do maior ganho de peso, há aumento significativo do custo de produção devido à queda na eficiência alimentar. Portanto, nota-se que a adoção de restrição alimentar de um ou dois dias por semana na engorda de tilápias em tanques-rede é viável desde que se controle a realimentação.

Realizando uma análise entre a biomassa e rentabilidade temos que, os tratamentos 2 e 4 tiveram uma rentabilidade média de 45,84% e 66,84% acima do grupo controle. O grupo controle teve peso médio dos animais de 679,44g multiplicando por 600 peixes/tanque resulta em 407,67 kg/tanque X R\$6,50 = R\$2.649,86. O grupo T2 (peso médio = 670,47g X 600peixes/tanque = 402,28kg/tanque X R\$6,50 = R\$ 2. 614,82). O grupo T4 (peso médio = 775,17g X 600 peixes/tanque = 465,10kg/tanque X R\$ 6,50 = R\$ 3.023,15). Tomando-se a rentabilidade referência do tratamento controle de 45,84% de R\$ 2.649,86 = R\$ 1.214,70 somando-se ao grupo T2 = R\$ R\$ 2.614,82 + R\$ 1.214,70 = R\$ 3.829,52. Tomando-se a rentabilidade referência do tratamento controle de 66,84% de R\$ 2.649,86 = R\$ 1.771,17 somando-se ao grupo T5 = R\$ 3.023,15 + R\$ 1.771,17 = R\$ 4.794,32.

Observa-se com isso, que o processo de manejo do grupo controle resultou em uma rentabilidade média de R\$ 2.649,86 ou U\$ 795,75. O processo utilizando restrição alimentar do grupo T2 resultou em R\$3.829,52 ou U\$ 1.150,00, uma rentabilidade melhor que a do grupo controle e do grupo T4 R\$ 4.794,32 ou U\$ 1.439,73, uma rentabilidade melhor que todos os grupos analisados.

## 5. CONCLUSÕES

Pode-se comprovar neste experimento que o manejo alimentar interfere no desempenho e na eficiência econômica de peixes submetidos à restrição alimentar.

Utilizando-se de restrições alimentares nas intensidades aqui avaliadas o ideal é que se faça o controle da realimentação.

Planos de alimentação com a restrição alimentar de um ou dois dias por semana para engorda de tilápias em tanques-rede com realimentação controlada pode ser utilizado por não afetar o desempenho e perfil sérico bioquímico.

Através da restrição alimentar pode-se diminuir o impacto ambiental, melhorar o retorno econômico ao piscicultor e otimizar mão de obra.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. **Fish and Fisheries**, 4:147- 190, 2003.
- ALLAMAN, I. B. et al., Weight and morphometric growth of different strain sof tilapia (*Oreochromis sp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 42: 305-311, 2013.
- APHA-AWWA-WPCF. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. Washington, D. C.: APHA. 1995, 1587p.
- ARAUCO, L. R. R; COSTA, V. B. **Restrição alimentar no desempenho produtivo da tilápia do Nilo - (*Oreochromis niloticus*)**. Universidade Federal de Píauí. Brasil, 2012.
- BUREAU, D. P.; HUA, K; CHO, C. Y. Efect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) growing from 150 to 600g. **Aquaculture**, 37:1090-1098, 2006.
- COOK, J. T. et al. Effect of food deprivation on oxygen consumption and body composition of growth-enhanced transgenic Atlantic salmon (*Salmosalar*). **Aquaculture**, 188:47-63, 2000.
- CYRINO, J. E. P. Tópicos Especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 217-238, 2004.
- GAO, Y; LEE, J. Compensatory Responses of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) under Different Feed-Deprivation Regimes. **Fish Aquat Sci**, 15: 305-311, 2012.
- HAKIM, N. F. A. et al. Effect of Feeding Regimes on Growth Performance of Juvenile Hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). **World Journal of Agricultural Sciences**, 5: 49-54, 2009.
- HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. WANG, N. Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. **Transactions of the American Fisheries Society**, 126: 316-322. 1997.
- KIM, M. K.; LOVELL, R. T. Effect of restricted feeding regimens on compensatory Weight gain and body tissue changes in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in ponds. **Aquaculture**, 125:285-293. 1995.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí, Brasil: Quinck Press Editora, 2000. 285p.

METCALFE, N. B.; MONAGHAN, P. Compensation for a bad start: grow now, pay later. **Trends in Ecology and Evolution**, 16: 255-260, 2001.

OBA, T. E.; MARIANO, S. W.; ROMAGUEIRA, L. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo**, 226-247, 2009.

OLIVEIRA, G. R. **Restrição alimentar programada na produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em viveiros e em recirculação de água**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil. 2015.

PALMA, E. H. et al. **Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT**. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil, 2010.

ROCKENBACH, I. H. et al. **Manual de coeficientes de mão-de-obra e mecanização em atividades agropecuárias e de aquicultura de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2005. 272p. (Documento n° 221).

SAITA, M. V. **Parâmetros produtivos, fisiológicos e imunológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), submetidos à restrição alimentar e estresse de manejo**. UNESP. Jaboticabal. São Paulo: 2010.

SHIAU, S. Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish with particular reference to tilapia, (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). **Aquaculture**, 151:79-96, 1997.

SILVA, V. K. et al. **Qualidade de água para piscicultura**. Lavras: 2010. 22p.

SIMÕES, L. N.; GOMES, L.C. Eficácia do mentol como anestésico para juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 61:613-620, 2009.

SOUZA, M. L. R.; CASTAGNOLLI, N.; KRONKA, S. N. Influência das densidades de estocagem e sistemas de aeração sobre o peso e características de carcaça da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v. 20, n. 3, p. 387-393, 1998.

SOUZA, F. J. **Custo de produção do camarão marinho**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, Epagri, 2002. 23p.

SOUZA, V. L. et al. Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Holmberg, 1887 submetidos a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32:19-28, 2003.

WANG, Y. et al. Compensatory growth in Hybrid tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) reared in sea water. **Aquaculture**, 189:101-108, 2000.

WANG, Y. et al. Partial compensatory growth of hybrid tilapia (*Oreochromis mossambicus* X *O. niloticus*), following food deprivation. **J. Appl. Ichthyol**, 21: 389-393, 2005.

WANG, Y. et al. Cyclical feed deprivation and refeeding fails to enhance compensatory growth in Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus*). **Aquac Res**, 40: 204-210, 2009.

XIE, S.; CUI, Y.; LI, Z. Dietary-morphological relationships of fishes in Liangzi Lake, China. **Journal of Fish Biology**, 58:1714-1729, 2001.