

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

Restrição alimentar associada a alimentação natural no crescimento de alevinos de
tilápias

Giovane Henrique Rossi

Orientador: Prof. Dr. Vander Bruno dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA – SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo - SP

Fevereiro - 2023

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

Restrição alimentar associada a alimentação natural no crescimento de alevinos de
tilápias

Giovane Henrique Rossi

Orientador: Prof. Dr. Vander Bruno dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA – SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo - SP

Fevereiro - 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Elaborada pelo Núcleo de Comunicação Científica. Instituto de Pesca, São Paulo

R741r Rossi, Giovane Henrique.
Restrição alimentar associada à alimentação natural no crescimento de alevinos de tilápias / Giovane Henrique Rossi – São Paulo, 2023.
v; 50f.; 5t., 7f.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Prof. Dr. Vander Bruno dos Santos.

1. *Oreochromis*. 2. Aquicultura. 3. Fertilização de viveiros. 4. Hiperplasia e hipertrofia. 5. Fibras musculares. 6. Medidas morfométricas.

I. Santos, Vander Bruno. II. Título.

CDD 639.4

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus e a Vida pela oportunidade neste momento estar realizando um sonho que era há muito tempo perseguido, de estar na pós-graduação do Instituto de Pesca.

E mais que tudo, agradecer aos meus pais e irmão que me apoiaram com muito amor e carinho nesta jornada e que me ofereceram de tudo para isso.

Agradecer ao meu orientador que foi de extrema importância desde aceitar-me como orientando, passando pelos ensinamentos e sempre disposto a ajudar no que precisei, até a minha última palavra na defesa da dissertação que encerrará este ciclo. Ensinamentos esses que levarei por toda minha vida.

Também não posso deixar passar a todos que me deram muito suporte enquanto estive na APTA do Vale do Paraíba em Pindamonhangaba - SP, João (um grande amigo), Sorriso, Olavo, Jorge, Adriana, Karla, Sergio, Matheus e a própria APTA onde pude usufruir da estrutura e dos equipamentos para a realização deste projeto.

Já na segunda parte do meu projeto, o qual realizei no Instituto de Pesca na Vila Mariana, agradeço pessoas como Cristina, Marcos e Gustavo que me apoiaram desde os auxílios até os ensinamentos técnicos. Sendo Cristina uma grande companheira que levarei sempre no coração.

E por último, não que seja agradecimentos e sim autovalorização por ter conseguido passar por esse grande desafio de 2 anos envolvidos com muito empenho, dedicação, vontade e perseverança para a realização deste objetivo em minha vida.

Muito obrigado a todos.

E assim continuará...

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Agradecimentos..... | ii |
| Resumo Geral..... | v |
| Abstract..... | vi |
| 1 Introdução geral..... | 1 |
| 1.1 Biologia da tilápia..... | 1 |
| 1.2 Fatores que interferem no crescimento das tilápias..... | 2 |
| 1.3 Alimentação e nutrição..... | 2 |
| 1.4 Alimentação natural..... | 3 |
| 1.5 Restrição alimentar..... | 6 |
| 2 Referências..... | 7 |

Capítulo 1

Influência da restrição alimentar associada a oferta de alimento natural no crescimento de alevinos de tilápias

| | |
|---|----|
| Resumo..... | 12 |
| 1 Introdução..... | 13 |
| 2 Material e métodos..... | 14 |
| 2.1 Localidade, instalações, manejos e amostragens..... | 15 |
| 2.2 Extração de tecidos e técnicas histológicas..... | 17 |
| 2.3 Composição da comunidade fitoplanctônica..... | 17 |
| 2.4 Análises estatísticas..... | 19 |
| 3 Resultados e discussões..... | 20 |
| 3.1 Análise dos parâmetros limnológicos..... | 20 |
| 3.2 Análises do desempenho zootécnico..... | 21 |

| | |
|---|----|
| 3.3 Análise do crescimento..... | 24 |
| 3.4 Análises histológicas..... | 27 |
| 3.5 Análises da composição fitoplanctônica..... | 35 |
| 4 Referências bibliográficas..... | 40 |
| Anexo I - Fotos..... | 45 |
| Anexo II - Tabela..... | 48 |

Resumo Geral

Restrição alimentar associada a alimentação natural no crescimento de alevinos de tilápias

Objetivou-se analisar a influência da restrição alimentar e do aumento da oferta de alimento natural através de fertilizações inorgânicas no desempenho zootécnico, nas medidas morfométricas e no crescimento por hiperplasia e hipertrofia em fibras musculares brancas e vermelhas em alevinos de tilápias. O delineamento foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 3 repetições cada. Os tratamentos foram: (T1) peixes alimentados diariamente a 100% do peso vivo; (T2) peixes alimentados em dias alternados a 100% do peso vivo; (T3) peixes alimentados diariamente a 50% do peso vivo + fertilização e (T4) peixes alimentados em dias alternados a 50% do peso vivo + fertilização. As tilápias foram cultivadas durante 60 dias em tanques de alvenaria com 16 m² na densidade inicial de 19 peixes/m². Uma ração comercial de 45% de proteína bruta foi usada e os peixes foram alimentados 4 vezes ao dia (exceto em dias de restrição). As fertilizações foram executadas semanalmente com fertilizantes inorgânicos comerciais como superfosfato simples e sulfato de amônia. Oxigênio e temperatura da água foram mensurados diariamente. Transparência, pH, nitrato, nitrito e amônia foram medidos semanalmente. No início, aos 30 e 60 dias foram coletados dados de desempenho zootécnico e medidas morfométricas e amostras de tecido muscular da região dorsal e caudal foram extraídas e preservadas em formol. Foram preparadas lâminas histológicas para a avaliação e determinação do diâmetro das fibras musculares vermelhas e brancas através de software de análise de imagem. Para análises da composição da comunidade fitoplanctônica, amostras de água foram coletadas com auxílio de rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm e fixadas com formol à 4%. Os peixes alimentados diariamente a 50% do peso vivo + fertilização (T3) não mostraram diferenças significativas ($p>0,05$) em comparação aqueles alimentados diariamente a 100% do peso vivo (T1) quanto ao ganho de peso e no comprimento padrão ao final de 60 dias. O crescimento por hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares foram maiores ($p<0,05$) no tratamento 3 ao final de 60 dias. Observou-se também maior dissimilaridade na comunidade fitoplanctônica no tratamento 3 em comparação aos demais tratamentos e a maior contribuição de classes e riqueza de espécies identificadas foram das chlorophyceae, bacillariophyceae e das cianobactérias. Sendo assim, alevinos de tilápias podem ser alimentados a 50% do peso vivo com fertilizações semanais executadas sem que haja efeitos deletérios no desenvolvimento dos peixes contribuindo também para uma economia de ração.

Palavras chaves: *Oreochromis*; aquicultura; fertilização de viveiros; hiperplasia e hipertrofia; fibras musculares; medidas morfométricas;

Abstract

The objective of this study was evaluate the influences of food restriction and natural food increasing by inorganics fertilizations on grow performance; morphometrics measurements and growth per hyperplasia and hypertrophy on white and red muscle fibers on tilapia fingerlings. The experimental design was completely randomized with four treatments and three replicates. The treatments were: (1) fish feed daily at 100% feed rate over body weight; (2) fish feed on alternate days at 100% feed rate over body weight; (3) fish feed daily with 50% feed rate over body weight + pond fertilization; (4) fish feed on alternate days with 50% feed rate over body weight + pond fertilization. Tilapias were reared for 60 days in concrete tanks with 16 m² at an initial density of 19 fish/m². A commercial ration with 45% crude protein was used and fish were feed 4 times a day (except on restriction days). The fertilizations were performed weekly with inorganics fertilizers as simple superphosphate and ammonium sulfate. Oxygen and temperature of water were measured daily; transparency, pH, nitrate, nitrite and ammonia were measured weekly. At the beginning, 30 and 60 days of cultivation, data of growth performance and morphometrics measures were collected and tissue samplings have been taken from the dorsal and caudal muscle for histological analysis. Histological sections were prepared and evaluated to determine the diameter of the red and white muscle fiber. Samples of water from ponds were collected for analyses of phytoplankton community. Treatment 3 showed not difference ($p>0.05$) in comparison with treatment 1 on weight gain and final length at 60 days. Growth for hyperplasia and hypertrophy were the highest in treatment 3 ($p<0.05$) and still promote highest dissimilarity in phytoplankton community and the greatest contribution of classes and species richness identified were from chlorophyceae, bacillariophyceae and cyanobacterias. Thus, tilapia fingerlings can be fed at 50% of live weight with weekly fertilizations performed without deleterious effects on fish development, also contributing to feed savings.

Keywords: tilapias; food restriction; natural food; hyperplasia and hypertrophy; growth performance; morphometrics measurements

1. Introdução Geral

1.1 Biologia da tilápia

Existem mais de 70 espécies de tilápias distribuídas dentro da família dos ciclídeos que é composta por 4 gêneros *Oreochromis*, *Sarotherodon*, *Tilapia* e *Danakilia* sendo a maioria oriundas de rios e lagos da África (Proença e Bittencourt, 1994; Kubitza, 2000).

Sua distribuição geográfica atualmente está difundida pelo mundo devido a ótima capacidade de adaptação a diversos tipos de ambientes e interessantes características para a cultivos (Watanabe et al., 2002; Kubitza, 2000). A presença em variados habitats é notável por parte da espécie como por exemplo, grandes lagos, represas e rios com corredeiras, áreas de pântanos e até sobrevivendo em águas salinas (El-Sayed, 2006).

Sobre a temperatura ideal é uma espécie que tolera variações entre 15° a 30°, no entanto melhores índices de desenvolvimento mostram-se em faixas de 25° a 30°. Abaixo de 18° C ocorrerá redução de apetite com conseqüente impacto no crescimento e supressão imunológica (Kubitza, 2000; El-Sayed 2006).

Possuem hábitos alimentares desde omnívoros (alimento de várias origens), herbívoros (plantas) fitoplanctófagos (algas) a detritívoros (detritos) e com atenção especial a piscicultura, aceitam rações industriais e artesanais elaboradas por produtos provenientes da agricultura (De Oliveira et al., 2007).

Com relação ao estágio reprodutivo, este inicia-se por volta do 4° ao 5° mês de vida do indivíduo, com hábitos das fêmeas incubarem os ovos na cavidade oral (De Oliveira et al., 2007)

1.2 Fatores que interferem no crescimento das tilápias

O processo de crescimento se traduz nas respostas das interações conjuntas de catabolismo e anabolismo seja em tamanho e número de fibras musculares ou pelos adipócitos (hipertrofia e hiperplasia, respectivamente) pela taxa de diferenciação e proliferação destas células. São mediadas através das influências do meio físico juntamente com as características genéticas do indivíduo formando assim a interação genótipo-ambiente em diferentes estágios de vida do animal (Trenke e Marple, 1983; Vieira e Johnston, 1992; Usher et al., 1994; Johnston et al., 1998; Lugert et al., 2014; Salomão et al., 2018).

Além dos aspectos relacionados a genética (no que tange da disponibilidade de diferentes linhagens de tilápias) outros fatores que interferem no crescimento são variáveis dentro dos cultivos, merecendo muita atenção por parte dos produtores. Entre esses fatores destacam-se, por exemplo, a densidade de estocagem (Leonardo e Baccarin, 2014); parâmetros limnológicos (Andrade et al., 2016); alimentação e nutrição (Santos et al., 2015); fotoperíodo que influencia a fisiologia dos animais (Navarro e Navarro, 2012) e uma reversão sexual bem conduzida com lotes homogêneos de machos (Leonhardt, 1997).

1.3 Alimentação e Nutrição

Em ambientes de cultivos as espécies exploradas não possuem o alimento natural em quantidade e qualidade o suficiente para que se consigam melhores taxas em desempenho produtivo e reprodutivos pelo produtor. Em decorrência disto, faz-se necessário a formulação e uso de rações comerciais pré-estabelecidas em energia e nutrientes de acordo com as exigências de determinada espécie (Silva e Galício, 2012).

Os peixes necessitam de nutrientes em quantidade e qualidade dos quais conferem uma otimização de desempenho produtivo, crescimento, sanidade e reprodução, tais como: os aminoácidos para formação e regeneração de específicos tecidos e específicas proteínas de peixes; energia para uma obtenção de uma manutenção básica do metabolismo e consequente taxas interessantes de crescimento; ácidos graxos essenciais os quais compõe a nível celular em suas membranas e como fonte energética; minerais para um balanço osmorregulatório e formação de espinhas e dentes; por último as vitaminas e seus complexos com atuação a nível enzimáticos como ativadores participando em diferentes processos metabólicos (Kubitza, 1999).

Ribeiro et al. (2012) advertem que a escolha inadequada da ração ou uma má formulação provocará redução dos parâmetros zootécnicos acarretando em aumento dos custos com a alimentação e impactando economicamente no retorno dos cultivos ao produtor. Assim como um bom manejo alimentar, respeitando sempre os mesmos horários de fornecimento da ração, taxas de arraçoamento e frequência, estocagem em locais apropriados das embalagens são imprescindíveis ao sucesso produtivo e econômico (Kubitza, 1999 e Meurer et al., 2005).

1.4 Alimentação Natural

O alimento natural é composto essencialmente pelos organismos planctônicos, como o fitoplâncton (algas e cianobactérias) e zooplâncton (rotíferos e crustáceos como os cladóceros e os copépodos) que vivem como livre nadantes na coluna da água (Mischke, 2019). Sobre o fitoplâncton, este é ainda uma importante fonte de incremento de oxigênio nos corpos das águas, por se tratarem de organismos fotossintéticos (Conte, 2000).

São a base da cadeia alimentar da biota aquática natural e em aquicultura não é diferente, pois podem ser estimulados a se desenvolverem através de fertilizações, principalmente nas primeiras semanas de cultivo quando a biomassa é baixa, onde pós-larvas e alevinos fazem o uso mais eficiente do alimento natural (Green, 2015).

Sendo assim, emprega-se protocolos de fertilizações em determinados momentos estabelecidos tanto de origem orgânica quanto inorgânica para o aumento da produtividade nestes meios. O fitoplâncton utiliza além dos nutrientes provindos da fertilização, a energia solar para seu desenvolvimento por se tratar de organismos fotossintetizantes e do oxigênio presente na água. Este pode servir como alimento ao zooplâncton, que então são consumidos por peixes e crustáceos (Mischke, 2012).

Contudo, deve-se se atentar para a real necessidade da utilização destes protocolos ou até mesmo a sua continuação, uma vez que problemas como uma superprodução ou os ditos 'blooms' fitoplanctônicos podem se desenvolver e ocasionar sérios problemas. Dentre eles, o consumo excessivo do oxigênio dissolvido na água principalmente no período vespertino e noturno quando a fotossíntese é cessada e conseqüentemente com as alterações bruscas de pH com o gás carbônico como produto da respiração se acumulando na água causando acidez e queda do pH e do aumento do nitrogênio amoniacal (Mercante et al., 2011; Hubaciková e Opletová, 2017).

Proença e Bittencourt (1994) indicam que fertilizações podem ser executadas quando a transparência da água exceder a profundidade de 40 cm e devem ser interrompidas (ou não empregadas) quando não ultrapassar dos 30 cm, sendo a aferição facilmente medida pelo disco de Secchi. E os mesmos autores recomendam que as fertilizações não devem ser executadas em dias nublados e com temperatura inferior a 20 °C.

Com relação a sua origem, como anteriormente já dito, os fertilizantes são classificados de orgânicos e inorgânicos. Os orgânicos em sua maioria são insumos provenientes de vegetais

como farelo de arroz, farinha de semente de algodão, farinha de soja e farinha de alfafa, mas também provenientes de animais como esterco de bois, porcos e aves. Os inorgânicos provenientes de ordem puramente química como ureia, superfosfato simples e triplos, nitrato de amônio e de cálcio (Mischke, 2019).

A diferença entre essas duas categorias de fertilizantes aponta Mischke (2019) está no fato de que os orgânicos podem ser assimilados diretamente pelo fitoplâncton, mas requerem um tempo maior para sua decomposição e, como risco, podem afetar os níveis de oxigênio dissolvido na água, devido ao processo exigir grandes quantidades desse gás e diminuição do pH devido aos produtos da decomposição como o gás carbônico (Leonardo et al., 2009). E os fertilizantes inorgânicos, que são mais concentrados no teor de nutrientes e prontamente disponível para a assimilação do fitoplâncton, no entanto, possuem uma “estabilidade” e “durabilidade” menor nas águas de cultivo, exigindo quando necessário, fertilizações constantes (Leonardo et al., 2009).

Basicamente, a composição dos nutrientes principais presentes nos fertilizantes agrícolas são nitrogênio, potássio e fósforo que são encontrados em diferentes concentrações nos diversos produtos disponibilizados no mercado (Boyd e Lichtkoppler, 1979). Estes autores ressaltam que a produção do plâncton é limitada pela presença inadequada de fósforo, sendo por isso, os fertilizantes fosfatados mais usados em aquicultura. No entanto, o emprego de fertilizantes nitrogenados promove benefícios interessantes aos cultivos. Segundo Green (2015), é possível que taxas de fertilizações por fósforo possam vir a ser diminuídas em associação ao nitrogênio mais alto. Em resumo, muito depende do local, da qualidade da água e do solo, onde Mischke (2012) destaca que protocolos de fertilizações ainda podem ser considerados mais arte do que ciência.

1.5 Restrição Alimentar

Resultados de um inadequado manejo alimentar em empreendimentos de aquicultura podem resultar em prejuízos tanto ao meio ambiente como econômicos ao produtor. No entanto, alimento em quantidades reduzidas podem levar a desempenho produtivo baixo e também podem gerar grandes perdas por mortalidade (Eroldogan et al., 2006).

Desta forma, De Oliveira (2015) afirma que o desenvolvimento de planos alimentares como a restrição alimentar são alternativas técnica e econômica aos produtores de tilápia. Entretanto Geller et al. (2018), recomendam que avaliações sobre o atual estágio de desenvolvimento, da fisiologia e da anatomia dos peixes a serem cultivados devem ser muito bem investigados para adoção da restrição alimentar, afim desta não comprometer o crescimento dos peixes.

Passinato et al. (2015) e De Oliveira et al. (2020) ressaltam que regimes adotados de restrição alimentar além de impactarem no desempenho zootécnico e na qualidade da carcaça como produto ao final do cultivo de tilápias também podem influenciar diretamente no desempenho econômico, elevando as margens de lucros na atividade com a redução dos custos de produção relacionados a redução do consumo de ração e da mão de obra. Além disto, as rações impactam o meio ambiente através da lixiviação de seus nutrientes que eutrofizam as águas principalmente pela presença de fósforo e que não são aproveitados pelos peixes em determinados sistemas de cultivos (Soares Junior et al., 2007; Oliveira-Segundo et al., 2013; Bueno et al., 2019).

A restrição alimentar trata-se de um assunto controverso na literatura, autores como Da Palma, (2010); Salomão et al., (2017); De Oliveira et al., (2020); Pereira, (2020) recomendam este tipo de manejo, no entanto outros salientam que há efeitos negativos no desempenho

produtivo de tilápias do Nilo como menor crescimento e ganho de peso (Arauco e Costa, 2012; Lui, 2016; Geller et al., 2018).

Encontram-se muitas formas de emprego da restrição alimentar na literatura, mas esta estratégia consiste basicamente em dias onde há oferta de ração aos peixes, seja por exemplo, de uma simples redução de 75 a 66,7% diária, seja 100% da quantidade da ração fornecida em dias alternados (Afram et al., 2021), ou até mesmo de 1, e 2 a 3 dias seguidos de restrição alimentar semanalmente (Da Palma et al., 2010; Lui, 2016; Salger et al., 2020).

2. Referências

Afram, F.; Agbo, N.W.; Adjei-Boateng, D.A.; Eгна, H. 2021. Effects of feeding strategies on growth performance and economic returns on the production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in fertilized ponds. *Aquaculture Studies*, 21, 63-73. http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_2_03

Andrade, C. L.; Rodrigues, F.S; Castro, K.S.; Pires, M.F.; Pires, S.F. 2016. Fatores que influenciam no desempenho e sobrevivência de tilápias em sistema de tanques-rede. *Revista Nutritime* 13(01). <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-363.pdf>

Arauco, L.R.R.; Costa V.B. 2012. Restrição alimentar no desempenho produtivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Revista Comunicata Scientiae*, 3(2): 134-138. [https://Dialnet-RestricaoAlimentarNoDesempenhoProdutivoDaTilapiaOr-3959659_20\(2\).pdf](https://Dialnet-RestricaoAlimentarNoDesempenhoProdutivoDaTilapiaOr-3959659_20(2).pdf)

Boyd, C.E.; Lichtkoppler, F. 1979. Water quality management in pond fish culture. International Center for Aquaculture Agricultural Experiment Station. Auburn University Auburn, Alabama. Research and Development Series No. 22, 32p. <http://hdl.handle.net/11200/1088>

Bueno, G.W.; De Mattos, B.O.; Neu, D.H.; David, F.S.; Feiden, A.; Boscolo, W.R. 2019. Stability and phosphorus leaching of tilapia feed in water. *Ciência Rural*, Santa Maria - RS, 49 (6). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180429>

Conte, F.S. 2000. Pond fertilization: Initiating an algal bloom. Western Regional Aquaculture Center. <https://cemariposa.ucanr.edu/files/103178.pdf>

Da Palma, E. H.; Takahashi, L.S.; Dias, L.T.S.; Gimbo, R.Y.; Kojima, J.T.; Nicodemo, D. 2010. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e alimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. *Ciência Rural*, Santa Maria - RS, 40(2): 421-426. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000200026>

De Oliveira, E. G.; Santos, F. J. S.; Pereira, A. M. L.; Lima, C. B. 2007. Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria (Circular Técnica). MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Teresina - PI. URL: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34992/1/Circular45.pdf>

De Oliveira, G.R. 2015. Restrição alimentar programada na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em viveiros e em recirculação de água. Belo Horizonte, Minas Gerais - Brasil. 134 f. (Tese de Doutorado. Universidade federal de Minas Gerais). Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-9ZJGW9> Acesso em: 21 ago. 2021

De Oliveira, G.R.; Gemaque, T.C.; Melo K.D.M.; Silva, S.R.; Oliveira, A.V; Freato T.A. 2020. Restrição alimentar na piscicultura: fisiologia, metabolismo e sustentabilidade. Revista Brazil Journal of Development, 6(5): 28224-28244. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-31>

Eroldogan, O.T.; Kumla, M.; Kiris, G.A.; Sezer, B. 2006. Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. Aquaculture Nutrition, v.12, p.203-210. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00402.x>

Geller, N. I.V.; Noleto R.B.; Campo, C.; Ribeiro, M.O. 2018. O efeito da restrição alimentar no desempenho da tilápia (*Oreochromis niloticus*). Revista Luminária, 20(2): 43-50. <https://Downloads/rogeriokrupek,+Artigo sete final+ iago.pdf>

Green, B. Fertilizers in aquaculture. 2015. U.S.Department of Agriculture: Agricultural Reserch Service. University of Nebraska - Lincoln - USA. <https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/2422>

Hubaciková, V.; Opletová, P. 2017. The impact of pond on water quality in the Cermina stream. Journal of Ecological Engineering. 18(1): 42-47. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/67098>

Johnston, I.A.; Cole, N. J.; Vieira, V.L.A.; Abercromby, M. 1998. Embryonic temperature modulates muscle Growth characteristics in larval and juvenile herring. The Journal of Experimental Biology 201, 623-646. <https://doi.org/10.1242/jeb.201.5.623>

Kubitza, F. 1999. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. 3ª ed. Jundiaí - SP: 123p.

Kubitza, F. 2000. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. 1ª ed. Jundiaí - SP: 289p.

Leonardo, A.F.G.; Tachibana, L.; Corrêa, C.F.; Gonçalves, T.G.; Baccarin A.E. 2009. Qualidade da água e desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo em viveiros, utilizando três sistemas de alimentação. Revista Acadêmica de ciências agrárias e ambientais, Curitiba - PR. 7(4): 383-393.

Leonardo, A.F.G.; Baccarin, A.E. 2014. Desempenho produtivo de tilápias do Nilo criadas em tanques rede em represa do Vale do Ribeira. Boletim. Ind. Anim., Nova Odessa, 71(3):256-261.

Leonhardt, J.H. 1997. Efeito da reversão sexual em tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). 141 f. (Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista - UNESP). Jaboticabal - SP. Disponível em: <[000105141.pdf \(308.9Kb\)](#)> Acesso em: 28 Jan. 2023.

Lugert, V.; Thaller G.; Tetens, J.; Schulz, C.; Krieter, J. 2014. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*. 6, 1-13. <https://doi.org/10.1111/raq.12071>

Lui, T.A. 2016 Restrição alimentar para tilápia (*Oreochromis niloticus*). Toledo, Paraná-Brasil. 2016. 48 f. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unoeste) Toledo - PR. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br:8080/tede/handle/tede/1950>>. Acesso em: 26 jan. 2023.

Meurer, F.; Hayashi, C.; Boscolo, W.R.; Kavata, L.B.; Lacerda, C.H.F. 2005. Nível de arraçoamento para alevinos de lambari-dorabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). *Revista Brasileira Zootecnia*, 34(6): 1835-1840. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000600006>

Mercante, C.T.J.; Carmo, C.F.; Rodrigues, C.J.; Osti, J.A.S.; Mainardes Pinto, C.S.; Vaz-Dos-Santos A.M.; Tucci, A.; Di Genaro, A.C. 2011. Limnologia de viveiro de criação de tilápias do Nilo: avaliação diurna visando boas práticas de manejo. *Boletim Instituto de Pesca, São Paulo*, 37(1): 73 - 84. https://intranet.institutodepesca.org/37_p1_73-84.pdf

Mischke, C.C. Fertilizing Fish Ponds. 2019. Southern Regional Aquaculture Center. Pub. No. 0469. <https://appliedecology.cals.ncsu.edu/wp-content/uploads/469.pdf>

Navarro, F.K.S.P.; Navarro, R.D. 2012. Importância do fotoperíodo no crescimento e na reprodução de peixes. *Rev. Bras. Reprodução Animal Belo Horizonte*, 36(2): 94-99. [http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v36n2/pag94-99%20\(RB338\).pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v36n2/pag94-99%20(RB338).pdf)

Oliveira-Segundo, J.N.; Lima, F.R.S.; Akao, M.M.F.; Carmo e SÁ, V. 2013. Small crumbled diet versus powdered diet in restricted feeding management of juvenile Nile tilapia. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 35 (127). <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i2.16767>

Passinato, E.B.; Júnior Magalhães, F.O.; Cipriano, F.S., De Souza, R.H.B.; De Lima, K.S.; Chiapetti, J.; Braga, L.G.T. 2015. Performance and economic analysis of the production of Nile tilapia submitted to different feeding management. *Revista Ciências Agrárias, Londrina - PR*, 36(6): 4481-4492. <https://doi.org:10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4481>

Pereira, M.C. 2020. Manejo alimentar no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* e lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax altiparanae* em baixas temperaturas. 69f. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA) Belém - Pará. Disponível em: <<http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/962>> Acesso em: 21 ago.2021.

Proença, C. E. M; Bittencourt, P.R.L. 1994. Manual de Piscicultura Tropical. Brasília: IBAMA, 195p.

- Ribeiro, P.A.P.; Melo, D.C.; Costa, L.A.; Teixeira, E.A. 2012. Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. Belo Horizonte – MG.
<https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/EDITORIA/20131002140549.pdf>
- Salger, S.A.; Reza, J.; Deck, C.A.; Wahab, M.A.; Baltzegar, D.A.; Murr, A.T.; Borski R.J. 2020. Enhanced biodiversity of gut flora and feed efficiency in pond cultured tilapia under reduced frequency feeding strategies. *Revista Plus One*, 15(7): <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236100>>
- Salomão R.A.S.; Drimel, V.G.; Dos Santos, V.B. 2017. Crescimento compensatório em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista PUBVET*, 11(7): 646-651.
<https://DX.DOI.ORG/10.22256/PUBVET.V11N7.646-651>
- Salomão, R.A.S.; Dos Santos, V.B; Mareco, E.A. 2018. Influence of rearing temperature on muscle growth and adipose tissue in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains. *Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.35686>
- Santos, M.N.; Calumby, J.A.; Coelho Filho, P.A.; Soares, E.C.; Gentilini, A.L. 2015. Nível de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho de alevinos de tilápias do Nilo. *Boletim Instituto de Pesca*, 41(2): 387 – 395. https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/41_2_387-395.pdf
- Silva, L.E.S.; Galício, G.S. 2012. Alimentação de peixes em piscicultura intensiva. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia*, 8(15): p. 49.
<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/Alimentacao.pdf>
- Soares-Júnior, M.S.; Caliari, M.; CHANG, Y.K. 2007. Replacement of soybean meal by full fat soybean in extruded feeds for aquaculture. *Agricultural Research in the Tropics*. 29-37.
<https://revistas.ufg.br/pat/article/view/2339>
- Trenke, A.; Marple, D.N. 1983. Growth and development of meat animals. *Journal of Animal Science*, v.57, 273-283. https://doi.org/10.2527/animalsci1983.57Supplement_2273x
- Usher, M. L.; Stickland, N.; Thorpe, J. 1994. Muscle development in Atlantic salmon (*Salmo salar*) embryos and the effect of temperature on muscle cellularity. *Journal of fish biology*, 44, 953-964. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1994.tb01267.x>
- Vieira, V.; Johnston, I. A., 1992. Influence of temperature on muscle-fibre development in larvae of the herring *Clupea harengus*. *Marine Biology*, 112, 333- 341.
<https://doi.org/10.1007/BF00702480>
- Watanabe, W.; Losordo, T.; Fitzsimmons K.M.; Hanley F. 2002. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends and challenges. *Reviews in Fisheries Science*, 10(3), 465 – 498. <https://doi.org/10.1080/20026491051758>

Capítulo 1

Influência da restrição alimentar associada a oferta de alimentação natural no crescimento de alevinos de tilápias

Resumo

Objetivou-se avaliar a influência da restrição alimentar e do alimento natural no desempenho zootécnico, na morfometria e no crescimento por hiperplasia e hipertrofia de fibras musculares de alevinos de tilápias do Nilo. Foram utilizados 3.648 alevinos distribuídos em 12 tanques de 16m² cada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiam em 1: alevinos alimentados com 100% da ração recomendada ao dia sem fertilização; 2: alevinos alimentados com 100% de ração recomendada em dias alternados; 3: alevinos alimentados com 50% de ração recomendada ao dia mais fertilização inorgânica semanal e 4: alevinos alimentados com 50% de ração em dias alternados mais fertilização inorgânica semanal. Os alevinos foram alimentados com uma ração comercial com 45% de proteína bruta em uma frequência de 4 vezes ao dia através de porções previamente pesadas por balança analítica e ajustadas conforme o crescimento dos animais por um período de 60 dias. Foram realizadas mensurações de oxigênio e temperatura diariamente e pH, nitrito, nitrato e transparência semanalmente. No início, aos 30 e 60 dias do experimento realizou-se a coleta de dados de desempenho zootécnico e de morfometria. Foram também extraídas amostras de tecido muscular da região caudal e dorsal de 5 peixes de cada tanque e coleta de água dos recintos para análises da comunidade fitoplanctônica. Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) com maior taxa de oxigênio e índices de transparência nos tratamentos submetidos a fertilização. Houve maior crescimento por hiperplasia e hipertrofia de fibras musculares brancas no tratamento 3 ($p < 0,05$) em relação aos demais. A composição da comunidade fitoplanctônica do mesmo tratamento também se mostrou mais dissimilar aos demais e a maior

contribuição de classes e riqueza de espécies identificadas foram das chlorophyceae, bacillariophyceae e das cianobactérias. A estratégia de ofertar 50% de ração todos os dias associada a fertilização semanal pode ser adotada para a economia de ração sem que haja efeitos deletérios em alevinos de tilápias.

Palavras Chaves: curva de crescimento, fibras musculares, fitoplâncton, hiperplasia, hipertrofia, viveiro escavado

1. Introdução

A produção de tilápias no mundo corresponde a 9% do total da produção de peixes e, no Brasil, ultrapassa os 60% sendo a espécie mais produzida a nível nacional (Sofia, 2022; Peixe BR, 2022). Porém, os elevados custos de produção, principalmente com a ração, que chega a representar 70%, são alguns entraves para a expansão da produção de peixes no Brasil. Estratégias como restrição alimentar e fertilizações nos tanques podem ser vistos como alternativa para a economia de ração sem que haja efeitos no desempenho e crescimento dos lotes (Schalch, 2013; De Oliveira, 2015).

Encontram-se muitas formas de emprego da restrição alimentar basicamente por uma simples redução nos tratos diários ou a suspensão da ração fornecida em dias alternados ou seguidos (Da Palma et al., 2010; Lui, 2016; Salger et al., 2020; Afram et al., 2021)

Referente a restrição alimentar, deve-se salientar que até mesmo em ambientes naturais, os peixes estão susceptíveis a falta do alimento em períodos sazonais o que implica em estratégias do organismo de superar estes desafios e que

o fornecimento diário poderia ser repensado por parte dos produtores (Camargo et al., 2008).

O alimento natural compõe uma forma essencial no desenvolvimento das tilápias, principalmente nas primeiras fases de criação (alevinagem e cria), podendo muitas vezes serem aderidos nestes momentos ao consumo da ração, pois são peixes com ótima capacidade de filtração e aproveitamento do fitoplâncton e do zooplâncton (El Sayed, 2006).

Através de adubações nas águas de cultivo por substratos de origem orgânica e/ou inorgânica em quantidades estabelecidas (Kubtiza, 2006; Salger et al., 2020) obtém-se o desenvolvimento de comunidades planctônicas desejáveis aos cultivos com ótimos índices nutritivos (De Araújo, 2010).

Sendo assim, a associação das estratégias de alimentação, considerando períodos de restrição e o aproveitamento de alimento natural pode ser interessante aos produtores de peixes filtradores, trazendo vantagens econômicas.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar os índices zootécnicos, a morfometria, o crescimento por hiperplasia e hipertrofia de fibras musculares como também analisar a comunidade fitoplanctônica dos viveiros com o uso de estratégias de restrição alimentar associadas a alimentação natural para a produção de tilápias do Nilo.

2. Material e Métodos

2.1 Localidade, Instalações, Manejo e Amostragens

O experimento foi realizado no Polo Regional do Vale do Paraíba da APTA (Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio) na cidade de Pindamonhangaba,

estado de São Paulo, no período da primavera entre os meses de setembro a novembro de 2021.

Alevinos de tilápias pesando $1,16 \pm 0,37$ g revertidos sexualmente foram distribuídos em tanques de alvenaria de 16 m^2 na densidade de 19 peixes/ m^2 (Ayroza, 2011) em um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos em 3 repetições sendo avaliadas as seguintes estratégias alimentares:

- A) T1:R100D: Peixes arraçoados com 100% de ração todos os dias;
- B) T2:R100DA: Peixes arraçoados com 100% de ração em dias alternados;
- C) T3:R50D+F: Peixes arraçoados com 50% de ração todos os dias + fertilização;
- D) T4:R50DA+F: Peixes arraçoados com 50% de ração em dias alternados + fertilização.

Os peixes foram alimentados 4 vezes ao dia com ração extrusada, contendo 45% de proteína bruta (PB) à proporção de 10% do peso vivo (PV). As biometrias foram realizadas no início, aos 15, 30 e 60 dias e a quantidade de ração foi ajustada conforme o crescimento dos peixes até encerramento do experimento (Senar, 2019).

A estratégia de adubação dos viveiros para o desenvolvimento dos plânctons consistiu em: após a secagem dos viveiros durante 3 dias, foi realizada a calagem em todos os tanques para desinfecção e correção do pH e da alcalinidade com cal virgem na proporção de 10,000 kg/ha no fundo dos viveiros úmidos, sendo realizada 1 semana antes da fertilização para evitar a precipitação do fósforo e a elevação acentuada do pH (De Queiroz, 2012).

Os viveiros foram parcialmente preenchidos (25 cm de profundidade) com água e, a partir de então, foi realizada a adição do fertilizante superfosfato simples e de sulfato de amônia na proporção de 130 kg/ha para ambos (Emater, 2000). Após 5

dias, os viveiros foram preenchidos para a capacidade ideal de trabalho (50 cm de profundidade) onde acondicionou-se os alevinos para os estudos 3 dias depois. As fertilizações de manutenção de 75 kg/ha desses mesmos compostos foram executadas semanalmente para manter as comunidades planctônicas (Emater, 2000).

Redes de proteção de nylon com malha padrão foram colocadas sobre os tanques para evitar, o máximo possível, ataques de aves predadoras presentes na região. Também foram colocadas redes nos canos de abastecimento dos tanques para impedir a entrada de invasores nos recintos.

As biometrias foram realizadas no início e aos 15, 30 e 60 dias de experimento, sendo capturados 30 peixes de cada tanque através de rede de despesca para avaliações de peso e correção da quantidade de ração a ser fornecida. Determinou-se também o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA), sendo realizados da seguinte forma:

A) Ganho de peso (GP) = peso final - peso inicial;

B) Conversão alimentar aparente (CAA) = consumo de ração diário/ganho em peso;

Ao final do experimento, determinou-se o GP e CAA considerando todo período experimental e a sobrevivência. A sobrevivência (S) foi dada por: $S = \frac{N^\circ \text{ final de peixes}}{N^\circ \text{ inicial de peixes}}$.

Diariamente, às 7 horas da manhã, foram aferidas as seguintes variáveis limnológicas: temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) por oxímetro digital por sonda. Semanalmente foram avaliados o pH, a transparência da água (disco de Secchi), amônia, nitrito e nitrato (Silva et al., 2012) por kits coloríficos.

Para realização das medidas morfométricas durante as biometrias, dez peixes de cada tanque foram amostrados e individualmente pesados e medidos, no início, aos 30 e 60 dias de experimento. Estes foram insensibilizados com eugenol de acordo com Inoue e Moraes (2007), onde 30 mg/L foram diluídos em 1 ml de álcool PA em 1 litro de água. Posteriormente 5 peixes foram devolvidos ao recinto e os outros 5 peixes separados para extração de tecidos musculares.

Amostragens individuais consistiram em mensuração de peso e medidas morfométricas corporais como: comprimento padrão, altura e largura e perímetro na porção mediana do corpo e no pedúnculo caudal.

2.2 Extração de tecidos e técnicas histológicas

No início, aos 30 e aos 60 dias, 5 peixes de cada tanque foram anestesiados e abatidos (rompimento da coluna cervical). Após a pesagem e determinação do comprimento padrão, amostras de tecido muscular foram removidas abaixo da nadadeira dorsal para posterior avaliação histológica das fibras brancas e do pedúnculo caudal para análise das fibras vermelhas. As amostras foram fixadas em formol tamponado 10% e o protocolo de histologia seguiu o recomendado por Nunes e Cinsa (2016) e Dos Santos et al. (2021).

2.3 Composição da comunidade fitoplanctônica

Para a coleta do fitoplâncton foi utilizada uma rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm lançada aos tanques de cultivo e arrastada no sentido do centro para a saída de água do sistema com a abertura da rede não totalmente submersa. Após a retirada da rede dos tanques esperou-se a filtragem total do corpo da rede

para o copo coletor. A pequena porção de água com matéria fitoplanctônica foi colocada em frascos de vidros com capacidade para 50 ml para a preservação do plâncton, sendo adicionado 4% de formol em relação a capacidade total do recipiente (Marín et al., 2004).

Realizou-se a análise taxonômica qualitativa com base no exame morfológico e morfométrico dos organismos através de um microscópio fotônico da marca Olympus modelo BX51, com retículo micrometrado. As amostras foram examinadas em aumentos de 400 e 1000 vezes. Foram examinadas várias lâminas para avaliar-se uma população entre 20 a 30 indivíduos de cada táxon por cada amostra. A identificação foi realizada em nível genérico e infragenérico. Como auxílio, foi utilizada bibliografia especializada incluindo floras, revisões e monografias. Para a identificação de gêneros e classificação dos grupos foram utilizadas as chaves de Weht e Sheath (2003); Bicudo e Menezes (2017). Para a verificação de nomes e categorias taxonômicas também foi utilizado o website ALGAEBASE (<http://algaebase.org>).

A frequência de ocorrência (F) foi expressa em porcentagem, levando-se em consideração a quantidade de amostras nas quais cada táxon ocorreu e o número total de amostras que foram analisadas, aplicando-se a fórmula $F\% = A.100/a$, sendo que “A”, representa o número de amostras em que o táxon foi identificado e “a”, o número total de amostras.

Após o cálculo ter sido feito, os táxons foram classificados em:

- a) Muito frequentes (ocorrência maior que 75% das amostras);
- b) Frequentes (ocorrência entre 50 e 75% das amostras);
- c) Pouco frequentes (ocorrência entre 25 e 50% das amostras)
- d) Esporádicos (ocorrência menor que 25% das amostras).

2.4 Análises estatísticas

A análise de variância foi realizada utilizando o procedimento GLM, SAS OnDemand for Academics, Copyright © 2020 SAS Institute. Foram feitos testes de normalidade dos dados e homogeneidades de variância considerando $\alpha=5\%$. Diferenças nas variáveis amostradas entre os grupos experimentais foram averiguadas pelo teste F. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5%. Todas as análises foram realizadas com nível de significância de 95%.

O estudo do crescimento foi realizado ajustando todos os dados do peso dos alevinos para o modelo exponencial, de acordo com Santos et al. (2008). Foi utilizada a equação $Ae^{kx_i} = y_i + e_i$, onde "y" é o peso observado de cada peixe, $i = 1, 2, \dots, N$; A, o peso inicial estimado; e, a base sobre o logaritmo natural; K, a taxa de crescimento específico; x_i , a idade do peixe, e e_i , o erro associado a cada observação, que por hipótese é NID $(0, \sigma^2)$. Os parâmetros das curvas para cada estratégia alimentar foram comparados por seus intervalos de confiança a 95% de probabilidade. Foram fornecidas as equações e coeficiente de determinação R^2 Ajustados. As estimativas foram obtidas por quadrados mínimos ponderados (Draper e Smith, 1998), pois os desvios das observações não são iguais e conforme o tempo aumenta, as variações nos pesos também aumentam (Santos et al., 2008). O inverso da variância de peso será usado como um fator de ponderação e, assim, os testes F e intervalos de confiança foram válidos. Foi utilizado o procedimento MODEL, utilizando-se as ferramentas Weight e %AR do SAS para Windows versão 8.01.

Os diferentes diâmetros das fibras musculares encontrados foram separados em classes de tamanho e plotados em um histograma de frequência (%), para caracterizar a ocorrência de hiperplasia e hipertrofia. A frequência de células na menor

classe de diâmetro ($< 20 \mu\text{m}$) foi indicativo da ocorrência de hiperplasia e a frequência de células maiores que $80 \mu\text{m}$ foi indicativo da ocorrência de hipertrofia.

Todas as médias dos diâmetros das fibras foram dadas em micrometro (μm) e a densidade em fibras/ mm^2 que foram tomadas diretamente pelo software de análises LAS (Software Leica Application 3.0®).

Para análise da similaridade da composição da comunidade fitoplanctônica entre os tratamentos foi aplicada a análise de Cluster (cluster analysis), a partir de uma matriz de presença e ausência. A análise foi realizada considerando os grupos pareados (UPGMA), por meio do índice de Jaccard, sendo apresentado o resultado da correlação do coeficiente cofenético a partir de bootstrap de 999 vezes. O Software PC-ORD 6.0 for Windows (McCune e Mefford, 2011) foi utilizado para a análise.

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise das variáveis limnológicas

As variáveis limnológicas temperatura, pH e amônia não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$), sendo respectivamente $22,03 \pm 0,22 \text{ }^\circ\text{C}$, $7,00 \pm 0,24$ e $0,19 \pm 0,04 \text{ mg/L}$. As concentrações de nitrito e nitrato ficaram abaixo do limite da detecção. Entre os tratamentos, foi observada diferença significativa no oxigênio dissolvido e na transparência ($p < 0,05$). A média do oxigênio dissolvido dos tanques submetidos a fertilização foi $5,25 \pm 0,37 \text{ mg/L}$ e a mediana da transparência foi $42,9 \text{ cm}$, enquanto nos tanques que não foram fertilizados a média foi de $4,72 \pm 0,23 \text{ mg/L}$ e a mediana foi de 50 cm ($p < 0,05$).

Os valores médios dos parâmetros limnológicos estão dentro dos aceitáveis para a tilápia de acordo com El Sayed (2006). Ressalta-se que os valores de oxigênio dissolvido apresentaram-se maiores como esperado nos tratamentos onde foi realizada as fertilizações devido a maior atividade fotossintética do fitoplâncton e conseqüentemente menores índices de transparência pela presença destes organismos (Kunlasak et al., 2013).

3.2 Análises do desempenho zootécnico

Os valores médios e de desvio padrão das medidas de desempenho zootécnico estão representados na Tabela 1. O tratamento com 100% de ração ofertada diariamente sem fertilização não demonstrou diferença significativa ($p>0,05$) em relação ao tratamento onde foi ofertado 50% de ração diária do peso vivo com fertilização sobre o ganho de peso ($38,83 \pm 3,22$ e $35,13 \pm 5,94$ g, respectivamente). Nestes tratamentos, o ganho de peso foi maior ($p<0,05$) do que os tratamentos com oferta de ração de 100% do peso vivo em dias alternados sem fertilização e 50% de ração do peso vivo em dias alternados com fertilização ($25,86 \pm 6,40$ e $14,20 \pm 0,74$ g, respectivamente). A conversão alimentar foi maior no tratamento com 100% de ração diariamente $1,72 \pm 0,33$ em comparação aos demais tratamentos ($p<0,05$). Maior biomassa foi encontrada no tratamento onde foi ofertado 50% de ração diária do peso vivo com fertilização e não foram encontradas diferenças significativas na sobrevivência.

Tabela 1. Média e desvio padrão do ganho de peso de tilápias submetidas a diferentes estratégias alimentares.

| Tratamento | Ganho de peso (g) | Biomassa final (g) | CAA | Sobrevivência (%) |
|------------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| R100D | 38,83 ± 3,22a | 4683,67 ± 870,25ab | 1,72 ± 0,33a | 40,78 ± 11,00a |
| R100DA | 25,86 ± 6,40ab | 3791,67 ± 146,97b | 0,82 ± 0,08b | 51,56 ± 16,31a |
| R50D+F | 35,13 ± 5,94a | 5781,67 ± 232,08a | 0,72 ± 0,07b | 55,67 ± 7,22a |
| R50DA+F | 14,20 ± 0,74b | 1779,67 ± 782,65c | 0,61 ± 0,08b | 52,50 ± 4,00a |

CAA, conversão alimentar aparente.

R100D (ração 100% diariamente); R100DA(ração 100% dias alternados; R50D+F (ração 50% diária + fertilização) R50DA+F (ração 50% dias alternados +fertilização)

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna não são iguais pelo teste Tukey a 5%.

Salger et al. (2020) avaliaram por 12 semanas que a restrição completa de ração em dias alternados em tanques fertilizados apresentou 50% a menos de custos com a alimentação e ainda apresentou pouco impacto na sobrevivência, crescimento e rendimento da carcaça de alevinos de tilápias em comparação aqueles tratamentos onde a alimentação era diária com ou sem fertilização semanal.

Afram et al. (2021), no entanto, avaliaram por 5 meses que a ração ofertada em dias alternados para tilápias do Nilo com tanques fertilizados semanalmente mesmo que tenha ocasionado baixo custo de produção apresentou também baixos retornos econômicos quando comparados aos tratamentos que receberam 66,7% e 75% de ração diária do peso vivo de seus tanques.

Resultados semelhantes também foram encontrados com dias alternados de alimentação e fertilização semanal em relação a ganho de peso não diferindo dos tratamentos que não sofreram restrição, também indicando 50% na economia de ração. No entanto, neste presente estudo foi constatada baixa sobrevivência devido a

grande presença de animais predadores na região em comparação a grande taxa de sobrevivência obtidas por Salger et al. (2020); Afram et al. (2021).

Além da questão do tempo de execução destas pesquisas anteriores, fatores como a densidade diferiram de nossos estudos. Enquanto Salger et al. (2020) utilizaram de 5 peixes/m², Afram et al. (2021) utilizaram-se de 2 peixes/m², densidade muito abaixo de nossos estudos que se concentraram em 19 peixes/m² mais adequados a uma produção comercial de alevinos (Ayroza et al., 2011).

Villaroel et al. (2010); Alal (2018); Daudpota et al. (2016) demonstraram que a restrição alimentar de 1 vez por semana e reduzindo a frequência de 6 para 3 a 4 vezes diárias, não afetam a eficiência do crescimento, sobrevivência e na conversão alimentar em juvenis de tilápias. Porém, não haveria uma economia de ração considerável em comparação a pesquisas que adotem por mais dias na semana de restrição ou a simples redução de 50% de ração fornecida diariamente, como a proposta neste trabalho.

As fertilizações são excelentes estratégias para aumentar a produtividade nos tanques de cultivo. Duodu et al. (2020), obtiveram resultados semelhantes em ganho de peso, crescimento específico e conversão alimentar em tanques fertilizados e aqueles que não foram fertilizados. Nossos resultados ainda demonstram ser possível atingir semelhantes resultados de desempenho zootécnico quando adotada a restrição alimentar em dias alternados associada a fertilização, permitindo mais economia da ração.

Diana et al. (2004), investigaram que alevinos em densidade de 3 peixes/m² com tanques fertilizados por adubos químicos tiveram melhores resultados em crescimento, sobrevivência, qualidade de água quando comparados com densidades

maiores (6 e 9 peixes/m²) também em tanques fertilizados. Sendo assim, recomendam uso intensivo de ração e de fertilização para se alcançar este desempenho. Mais uma vez, nossos resultados indicam que é possível a adoção de economia de ração associada a fertilização e com maiores densidades de cultivo para se obter melhores resultados.

3.3 Análise do crescimento

A Tabela 2 apresenta os parâmetros estimados do modelo exponencial. Os dados de ajuste de peso de todas as estratégias alimentares foram adequados (R²Adj altos), apresentando estimativas e confiabilidade aplicáveis. A estimativa dos parâmetros “A” foram semelhantes entre os tratamentos, mas a taxa de crescimento foi superior nos tratamentos 1 e 3 ($p < 0,05$). A estimativa do peso final pelo modelo de crescimento exponencial aos 60 dias foi 38,45% maior nos tratamentos 1 e 3 (49,31 e 42,58 g, respectivamente) quando comparados aos tratamentos 2 e 4 (27,49 e 25,50 g, respectivamente). O ajuste do modelo está apresentado na Figura 5.

Tabela 2. Estimativa de parâmetros e intervalos de confiança do modelo de crescimento exponencial de alevinos de tilápias cultivados em diferentes estratégias alimentares.

| Tratamento | Parâmetros Estimados | | | | Intervalos de Confiança | | | |
|------------|----------------------|----------|-----------|----------|-------------------------|----------|-----------|----------|
| | A (g) | | K (g/dia) | | A (g) | | K (g/dia) | |
| | Inferior | Superior | Inferior | Superior | Inferior | Superior | Inferior | Superior |
| T1:R100D | 1,2462 | A | 0,0613 | A | 1,0853 | 1,4071 | 0,0584 | 0,0642 |
| T2:R100DA | 1,2286 | A | 0,0518 | B | 1,0698 | 1,3873 | 0,0491 | 0,0545 |
| T3:R50D+F | 1,2354 | A | 0,0590 | A | 1,0730 | 1,3979 | 0,0565 | 0,0616 |
| T4:R50DA+F | 1,1887 | A | 0,0511 | B | 1,0505 | 1,3270 | 0,0487 | 0,0536 |

R100D (ração 100% diariamente); R100DA(ração 100% dias alternados; R50D+F (ração 50% diária + fertilização) R50DA+F (ração 50% dias alternados +fertilização).

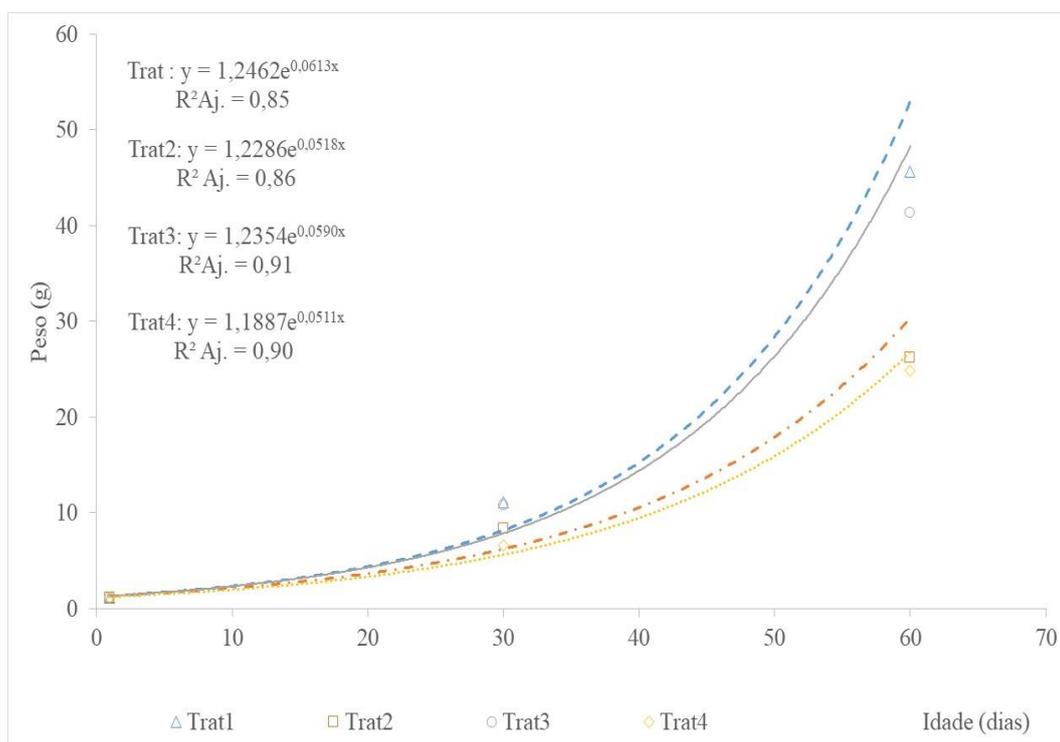


Figura 1. Modelo de crescimento exponencial de alevinos de tilápias cultivados em diferentes estratégias alimentares. Cada ponto representa a média de trinta peixes. T1: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração diariamente sem fertilização; T2: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração em dias alternados sem fertilização; T3: peixes alimentados a 50% do peso com ração diariamente mais fertilização e T4: peixes alimentados a 50% do peso vivo com ração mais fertilização.

A Tabela 3 apresenta as médias das medidas morfométricas corporais e da relação peso/comprimento dos alevinos de tilápias submetidos à diferentes estratégias alimentares aos 30 e 60 dias de cultivo. Pode-se observar que o comprimento padrão e comprimento da cabeça foram maiores nos tratamentos 1 e 3 comparados aos tratamentos 2 e 4 já aos 30 dias de cultivo, intensificando as diferenças aos 60 dias ($p < 0,05$). Adicionalmente, aos 60 dias também foram encontradas diferenças na altura, largura e na relação peso/comprimento desses alevinos, sendo maiores nos tratamentos 1 e 3 ($p < 0,05$).

Tabela 3. Média e desvio padrão de medidas morfométricas durante o crescimento de tilápias submetidas a diferentes estratégias alimentares.

| Medida | Tratamento | 30 dias | | 60 dias | |
|---------|------------|---------|---------|---------|---------|
| CP | T1:R100D | 7,89 | (0,08)a | 12,83 | (0,44)a |
| | T2:R100DA | 7,34 | (0,45)b | 11,14 | (0,61)b |
| | T3:R50D+F | 8,02 | (0,45)a | 12,80 | (0,43)a |
| | T4:R50DA+F | 7,20 | (0,26)b | 10,46 | (0,87)b |
| CCAB | T1:R100D | 1,94 | (0,07)a | 3,43 | (0,20)a |
| | T2:R100DA | 1,75 | (0,12)a | 3,03 | (0,12)b |
| | T3:R50D+F | 1,91 | (0,10)a | 3,30 | (0,20)a |
| | T4:R50DA+F | 1,65 | (0,05)a | 2,80 | (0,26)b |
| Largura | T1:R100D | 0,84 | (0,09)a | 1,44 | (0,04)a |
| | T2:R100DA | 0,85 | (0,01)a | 1,13 | (0,06)b |
| | T3:R50D+F | 0,87 | (0,07)a | 1,40 | (0,04)a |
| | T4:R50DA+F | 0,71 | (0,03)a | 1,16 | (0,16)b |
| Altura | T1:R100D | 2,71 | (0,03)a | 4,14 | (0,05)a |
| | T2:R100DA | 2,37 | (0,24)a | 3,46 | (0,28)b |
| | T3:R50D+F | 2,67 | (0,20)a | 4,04 | (0,22)a |
| | T4:R50DA+F | 2,18 | (0,10)a | 3,29 | (0,38)b |
| Peso/CP | T1:R100D | 1,40 | (0,06)a | 3,54 | (0,68)a |
| | T2:R100DA | 1,14 | (0,14)a | 2,34 | (0,24)b |
| | T3:R50D+F | 1,36 | (0,19)a | 3,23 | (0,14)a |
| | T4:R50DA+F | 0,91 | (0,03)a | 2,37 | (0,24)b |

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não são diferentes pelo teste Tukey a 5%. R100D (ração 100% diariamente); R100DA(ração 100% dias alternados; R50D+F (ração 50% diária + fertilização) R50DA+F (ração 50% dias alternados +fertilização).

Os alevinos dos tratamentos 2 e 4 que foram submetidos a restrição de ração em dias alternados além de demonstrarem peso inferior, como mencionado anteriormente, também apresentaram tamanho inferior aos tratamentos com alimentação diária havendo diferença significativa entre eles ($p < 0,05$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Nebo (2015) quando alevinos de tilápias do Nilo submetidos a restrição de ração não obtiveram o mesmo crescimento em tamanho em comparação ao grupo controle alimentados diariamente. A restrição da ração aplicada foi muito mais severa, de 1 a 3 semanas em grupos separados com realimentação total em 10 semanas seguidas igualmente.

Lui et al. (2020), não recomendam tais práticas por influenciar negativamente no ganho de peso e comprimento padrão de juvenis de tilápia ao final de 60 dias, seja em 2 dias seguidos ou alternados de restrição da ração, quando comparados aos tratamentos sem a restrição, corroborando com resultados encontrados no presente estudo.

Entretanto, Gao et al. (2015), avaliaram que a restrição de ração em um intervalo de 2 dias seguidos com realimentação por 5 dias sem interrupção durante 185 dias interferiu-se pouco no tamanho de alevinos de tilápias em relação aqueles que receberam ração todos os dias em seus tratamentos.

Autores como Araújo et al. (2020), optaram apenas pela redução da quantidade diária de ração de 20 a 30% do peso vivo ao dia. Com isso obtiveram ao final de 154 dias tamanhos bem aproximados aos tratamentos sem redução de ração para alevinos de tilápias. Mostrando que a simples redução já seria o suficiente para não afetar significativamente o crescimento pelo tamanho.

3.4 Análises histológicas

A Figura 2 mostra as imagens da secção transversal da musculatura da região dorsal e caudal de alevinos de tilápias aos 30 e 60 dias de cultivo sob as diferentes estratégias alimentares.

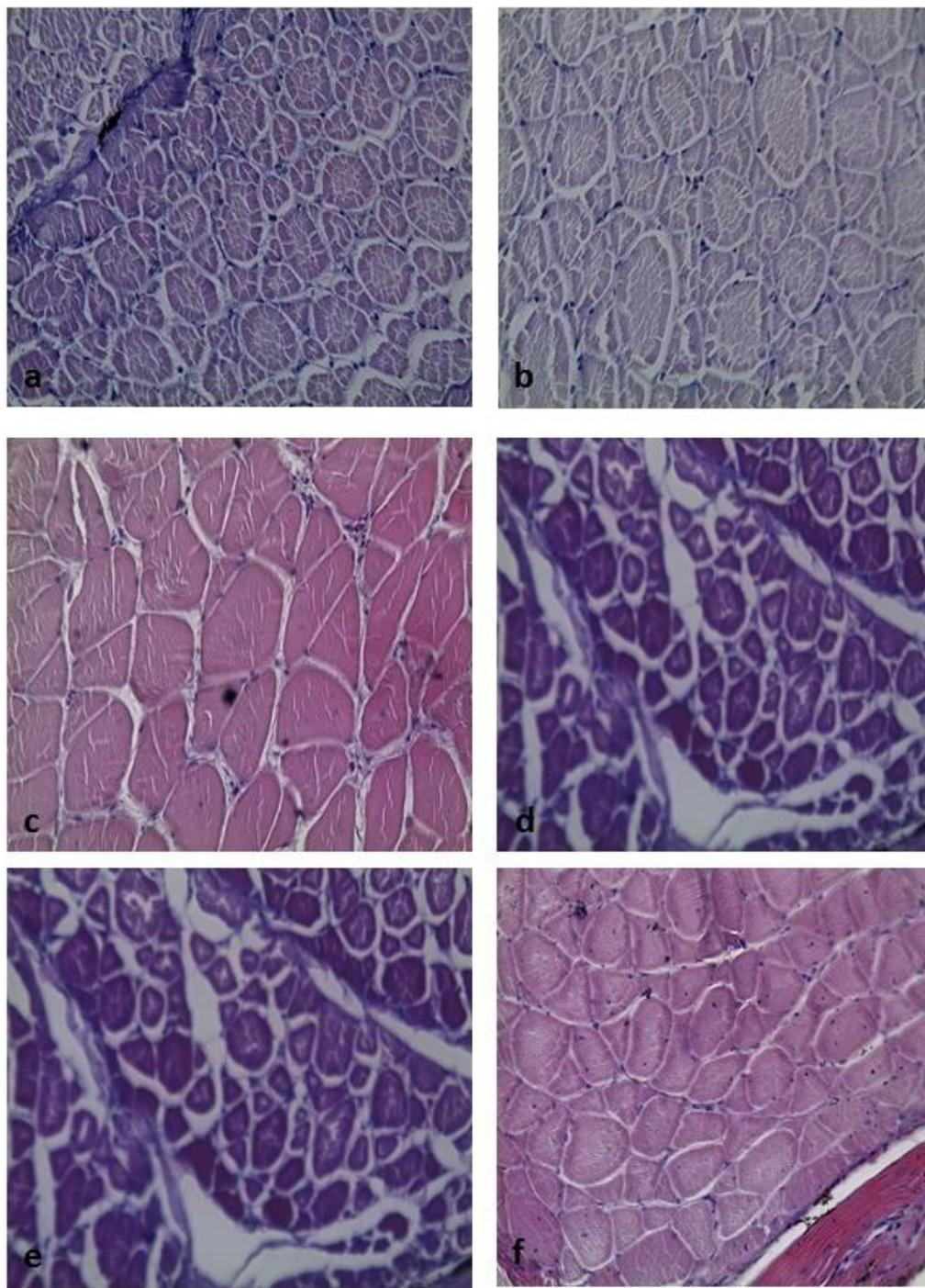


Figura 2. Imagens das secções transversais da musculatura de alevinos de tilápias. Amostras musculares da região dorsal no início (a), aos 30 (b) e 60 dias (c). Amostras musculares da região caudal no início (d), aos 30 (e) e 60 dias (f). Aumento 400x.

A Tabela 4 e 5 apresenta as médias das medidas por diâmetro e densidade de fibras musculares da região dorsal e caudal, respectivamente dos alevinos de tilápias submetidos à diferentes estratégias alimentares aos 30 e 60 dias de cultivo. Pode-se observar que o diâmetro e densidade foram maiores no tratamento 3 quando comparados aos demais tratamentos aos 60 dias de cultivo ($p < 0,05$).

Tabela 4. Média e desvio padrão de diâmetro e densidade de fibras musculares da região dorsal de tilápias aos 30 e 60 dias de cultivo submetidas a diferentes estratégias alimentares.

| Tempo (dias) | Tratamento | Diâmetro (um) | Densidade (fibras/mm ²) |
|--------------|------------|----------------|-------------------------------------|
| 30 | T1:R100D | 38,77 ± 5,86 a | 1202,98 ± 188,09 a |
| | T2:R100DA | 36,42 ± 4,25 a | 981,52 ± 123,30 a |
| | T3:R50D+F | 38,92 ± 8,08 a | 1014,23 ± 197,32 a |
| | T4:R50DA+F | 35,03 ± 4,36 a | 968,11 ± 217,75 a |
| 60 | T1:R100D | 33,53 ± 5,65 b | 1001,63 ± 260,70 b |
| | T2:R100DA | 32,21 ± 6,46 b | 1071,13 ± 257,95 b |
| | T3:R50D+F | 49,81 ± 2,90 a | 1445,01 ± 142,86 a |
| | T4:R50DA+F | 31,23 ± 5,41 b | 964,69 ± 165,45 b |

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna não são iguais pelo teste Tukey a 5%. R100D (ração 100% diariamente); R100DA (ração 100% dias alternados); R50D+F (ração 50% diária + fertilização) R50DA+F (ração 50% dias alternados + fertilização).

Tabela 5. Média e desvio padrão de diâmetro e densidade de fibras musculares da região caudal de tilápias aos 30 e 60 dias de cultivo submetidas a diferentes estratégias alimentares.

| Idade | Idade | Diâmetro (um) | Densidade (fibras/mm ²) |
|-------|------------|-----------------|-------------------------------------|
| 30 | T1:R100D | 21,97±2,89 b | 1750,706 ±360,45 a |
| | T2:R100DA | 23,06 ±3,27 ab | 1704,762 ±390,12 a |
| | T3:R50D+F | 29,39 ± 2,54 a | 1877,141 ± 211,17 a |
| | T4:R50DA+F | 27,96 ±3,84 ab | 2075,530 ± 208,59 a |
| 60 | T1:R100D | 24,977 ± 7,36 a | 1999,08 ± 645,34 a |
| | T2:R100DA | 24,108 ± 5,78 a | 2651,48 ± 928,98 a |
| | T3:R50D+F | 26,143 ± 4,50 a | 2354,36 ± 938,14 a |
| | T4:R50DA+F | 22,416 ± 6,77 a | 2700,61 ±853,50 a |

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna não são iguais pelo teste Tukey a 5%. R100D (ração 100% diariamente); R100DA(ração 100% dias alternados; R50D+F (ração 50% diária + fertilização) R50DA+F (ração 50% dias alternados +fertilização).

A distribuição de frequência das fibras musculares da região dorsal dos alevinos de tilápias aos 30 e 60 dias de experimento está apresentada nas Figuras 3. Observou-se que, aos 30 dias a distribuição de frequência das fibras nas diferentes classes de diâmetros foi semelhante. Entretanto, aos 60 dias de experimentação observou-se menor frequência de fibras nas classes de menores diâmetros (<20 µm e 20 a 40 µm) e maior frequência de fibras nas classes de maior diâmetro (40 a 60 µm, 60 a 80 µm e >80 µm) no tratamento que recebeu 50% de ração adicionando-se a fertilização.

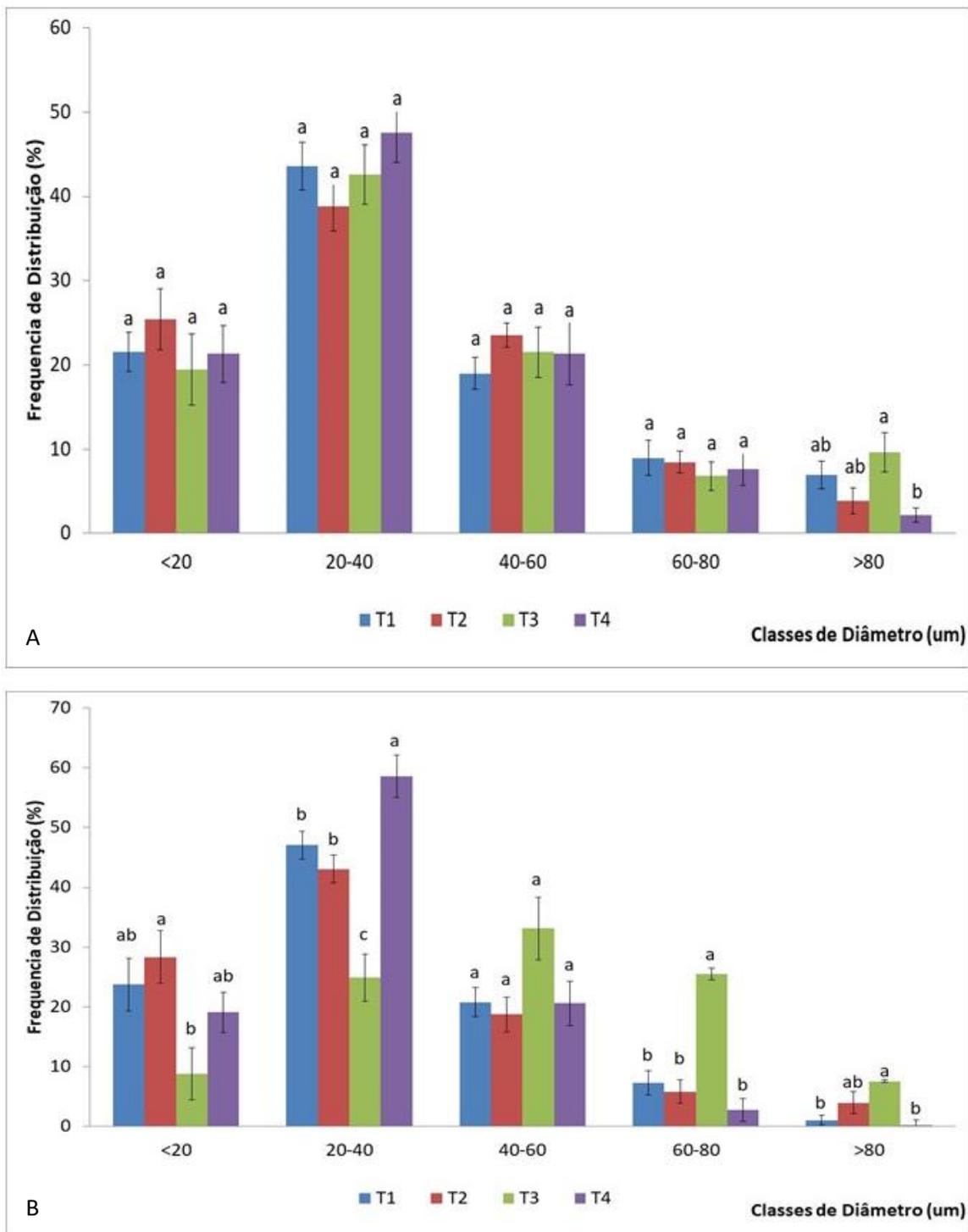


Figura 3. Distribuição de frequência dos tamanhos das fibras musculares da região dorsal de tilápias. A) 30 dias de experimento. B) 60 dias de experimento. Letras diferentes apresentam diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$). T1: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração diariamente sem fertilização; T2: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração em dias alternados sem fertilização; T3: peixes alimentados a 50% do peso com ração diariamente mais fertilização e T4: peixes alimentados a 50% do peso vivo com ração mais fertilização.

A distribuição de frequência das fibras musculares da região caudal dos alevinos de tilápias aos 30 e 60 dias de experimento está apresentada nas Figuras 4. Observou-se que, aos 30 dias de experimentação observou-se menor frequência de fibras na classe de menor diâmetro (<20 μm) e maior frequência de fibras na classe de maior diâmetro (20 a 40 μm) nos tratamentos que receberam fertilização. Aos 60 dias, a distribuição de frequência de fibras nas diferentes classes de diâmetro foi semelhante entre os tratamentos.

Os tratamentos 2 e 4 com restrição alimentar apresentaram-se até os 30 dias menores tamanhos e densidades de fibras musculares quando comparados aos tratamentos sem restrição alimentar. No entanto ao final do experimento as densidades foram superiores indicando maior crescimento por hiperplasia durante este período (Figura 4).

Resultado esse semelhante a Lui et al. (2020) que, ao final de 60 dias, obtiveram menor crescimento por hipertrofia em juvenis de tilápias alimentadas em dias alternados pelo total do peso vivo.

Fava et al. (2022), compararam crescimento das fibras musculares de tilápias com frequências alimentares diferentes por 30 dias, onde a menor frequência (4 vezes ao dia) garantiu menor crescimento das fibras entre 10-20 μm . Embora os referidos autores tenham adotado a diminuição da frequência e não a redução na quantidade diária de ração em 50%, os resultados indicaram impacto negativo no crescimento por hiperplasia. Entretanto, em nosso estudo a redução de 50% de ração proporcionou maior crescimento por hiperplasia e hipertrofia de fibras musculares brancas ao final de 30 dias e se prolongou aos 60 dias, indicando a contribuição da fertilização e do fitoplâncton produzido.

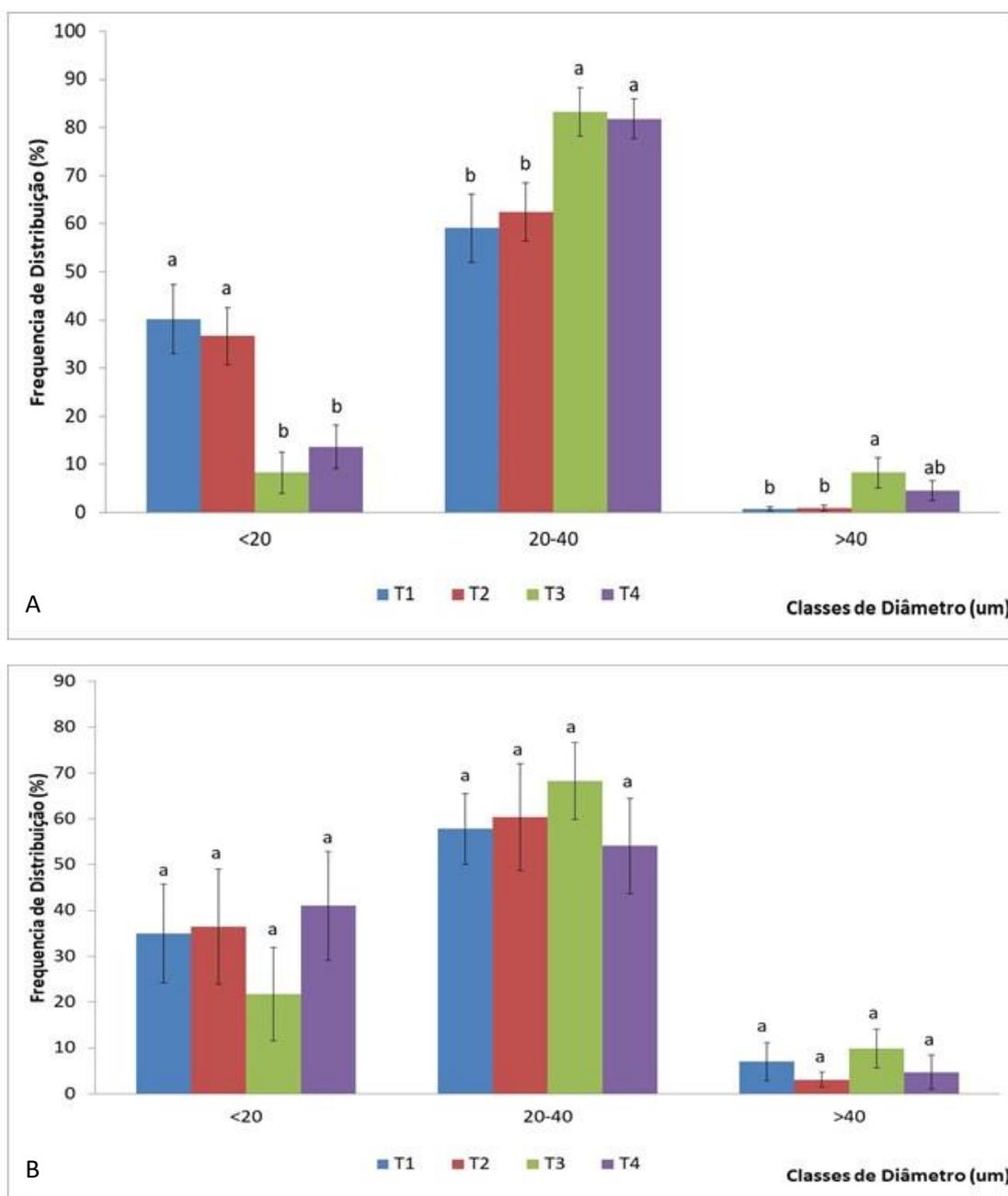


Figura 4. Distribuição de frequência dos tamanhos das fibras musculares da região caudal de tilápias. A) 30 dias do experimento. B) 60 dias de experimento. Letras diferentes apresentam diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$). T1: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração diariamente sem fertilização; T2: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração em dias alternados sem fertilização; T3: peixes alimentados a 50% do peso com ração diariamente mais fertilização e T4: peixes alimentados a 50% do peso vivo com ração mais fertilização.

Braz et al. (2022) também investigaram o impacto da restrição alimentar no crescimento das fibras musculares de alevinos de tilápias, porém avaliando ao mesmo tempo a influência de baixas temperaturas. Encontraram resultados em que restrição alimentar de 15 dias de alimentação seguidos de 15 dias de jejum demonstrou grande frequência de fibras menores do que 20 μm indicando atraso para o crescimento por hipertrofia em comparação aos tratamentos sem restrição.

Robisalmi et al. (2021) verificaram que tilápias vermelhas submetidas a jejum de 7 dias e realimentadas em 83 dias obtiveram maior frequência de fibras musculares maiores de 50 μm , indicando crescimento compensatório após este período. Isso não foi observado ao final do experimento no tratamento 4 com dias alternados de alimentação, onde obteve-se a menor taxa por hipertrofia entre as fibras da região dorsal ao final do experimento.

Após 60 dias os tratamentos 1 e 3 mantiveram-se próximos em médias de tamanho e de densidade das fibras musculares indicando que o alimento natural pode ter tido um papel interessante ao suprir a economia de 50% de ração ofertado ao tratamento 3. Khalil et al. (2022) demonstraram, que a deficiência do aminoácido lisina na dieta de tilápias foi atenuada através da seletividade do plâncton presente abundantemente nos tanques.

As análises indicaram que durante o experimento não houveram diferenças significativas no tamanho e densidade das fibras vermelhas entre os tratamentos durante os 30 e 60 dias. Sendo o tamanho entre 20 a 40 μm os mais frequentes como os encontrados por Salomão et al. (2018). A avaliação das fibras vermelhas não se tem o objetivo primário de análise de crescimento, se restringindo mais a outras

funções como o movimento natatório longo e duradouro, por isso não foram encontrados na literatura trabalhos como referência que envolvessem essas análises.

3.5 Análise da composição da comunidade fitoplanctônica

Imagens dos táxons de algumas espécies encontradas no experimento estão apresentadas na Figura 5.

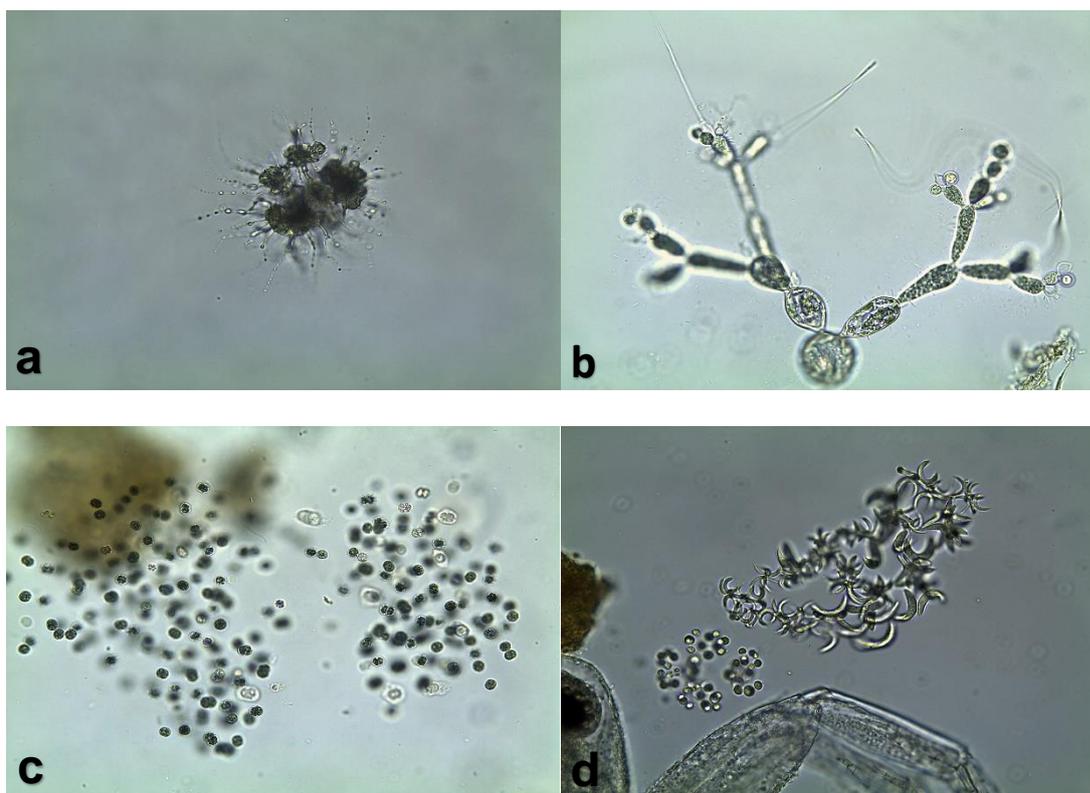


Figura 5. Imagens dos táxons fitoplanctônicos encontrados em viveiros de cultivo de alevinos de tilápias submetidos a diferentes estratégias alimentares. (a) *Botriococcus terribilis*. (b) *Batracospermum* sp. (c) *Microcystis* sp. (d) *Selenastrum* sp. Aumento 400x.

Foram identificados 97 taxons fitoplanctônicos nos tratamentos realizados, distribuídos em 14 classes taxonômicas, apresentados na seguinte ordem: Chlorophyceae (35), Cyanobacteria (18), Bacillariophyceae (13), Trebouxiophyceae (11), Xanthophyceae (4), Zygnematophyceae (3), Coscinodiscophyceae,

Mediophyceae, Euglenophyceae, Florideophyceae, Crysophyceae (2) e Cryptophyceae, Coleochaetophyceae, Dinophyceae (1) (Figura 6A).

Chlorophyceae foi a classe mais representativas da comunidade fitoplanctônica entre os tratamentos, seguida pelo grupo das Cyanobacteria e Bacillariophyceae (Figura 6B). Espécimes de Zygnemtophyceae foram registrados apenas no Tratamento 1 e a porcentagem de contribuição das clorofíceas foi maior no tratamento 3.

Quanto a frequência de ocorrência, 14 táxons foram considerados muito frequentes e foram registrados nos quatro tratamentos (anexo II). Dentre eles, seis táxons são da classe das Chlorophyceae e apenas um é do grupo das Cyanobacteria (*Aphanocapsa delicatissima*). Outros 14 táxons foram classificados como frequente, 25 como pouco frequente e 44 como esporádico.

A análise de agrupamento aplicada a abundância da comunidade fitoplanctônica mostrou a formação de três grupos entre os tratamentos e o coeficiente cofenético de 0,9268 mostrou que o agrupamento foi consistente. O primeiro formado pelos tratamentos 1 e 2, neste grupo a similaridade da composição da comunidade foi elevada, acima de 64%. O segundo grupo foi formado pelos tratamentos 2 e 4 que tiveram uma similaridade de 10%. Já o tratamento 3, parte da composição da comunidade fitoplanctônica dissimilar aos demais tratamentos (Figura 7).

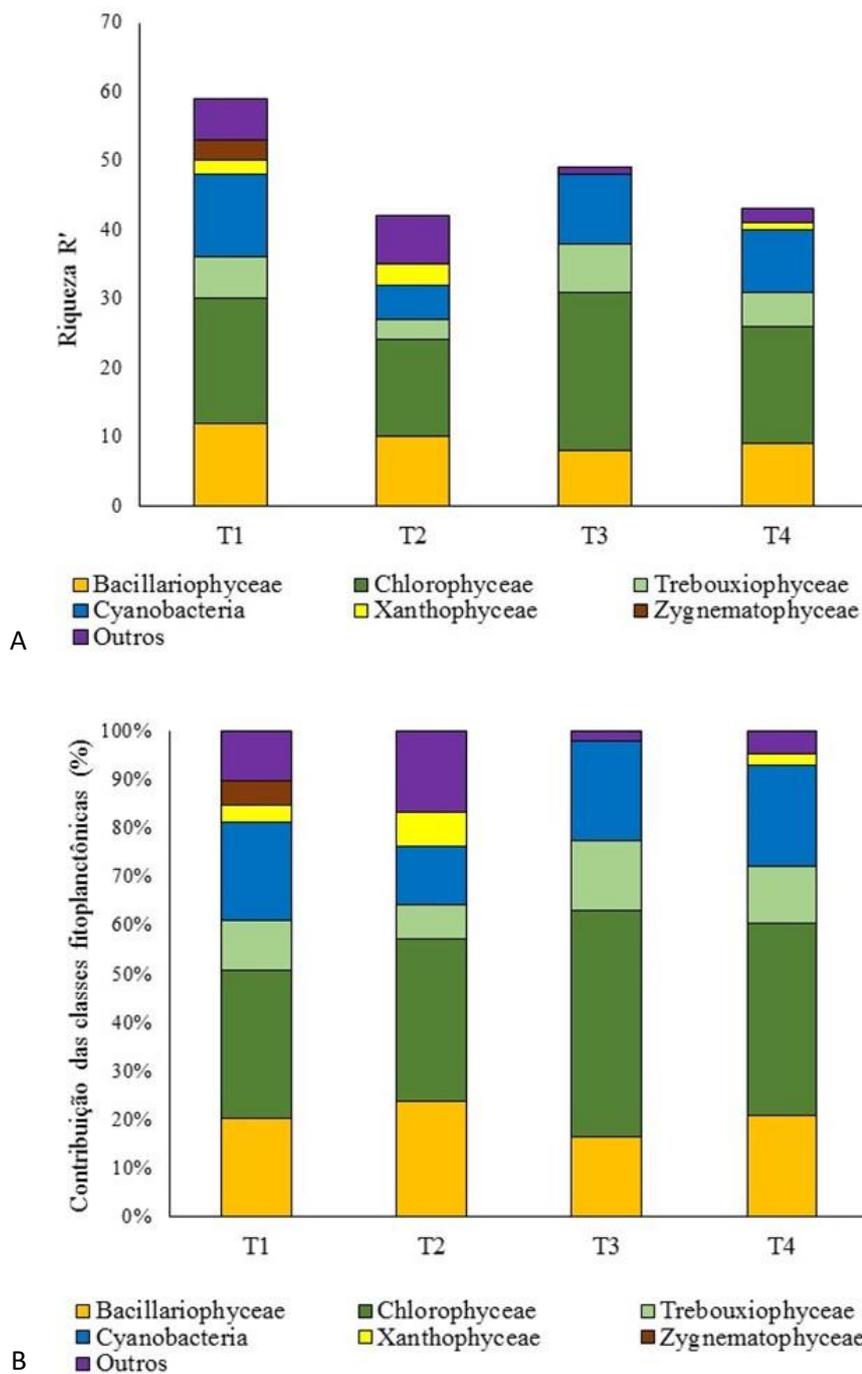


Figura 6. A) Valores médios de riqueza da comunidade fitoplanctônica em quatro sistemas de produção de tilápia do Nilo. B) Valores da porcentagem de contribuição da comunidade fitoplanctônica em quatro sistemas de produção de tilápia do Nilo. Bacillariophyceae = soma Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae e Mediophyceae; Outros = soma Chrysophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Coleochaetophyceae, Euglenophyceae e Florideophyceae. T1: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração diariamente sem fertilização; T2: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração em dias alternados sem fertilização; T3: peixes alimentados a 50% do peso com ração diariamente mais fertilização e T4: peixes alimentados a 50% do peso vivo com ração mais fertilização.

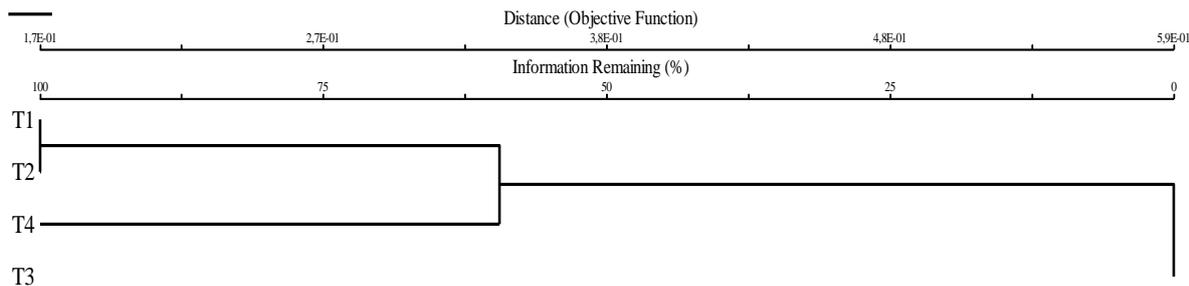


Figura 7. Dendrograma de similaridade da composição da comunidade fitoplanctônica em quatro sistemas de produção de tilápia do Nilo. T1: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração diariamente sem fertilização; T2: peixes alimentados a 100% do peso vivo com ração em dias alternados sem fertilização; T3: peixes alimentados a 50% do peso com ração diariamente mais fertilização e T4: peixes alimentados a 50% do peso vivo com ração mais fertilização.

Resultados semelhantes foram encontrados por Vieira et al. (2009); Chukwu e Eafolabi (2017); Mohammed et al. (2017); Osti et al. (2018); Peng et al. (2021); Tikue e Workagegn (2023); que avaliaram as mudanças nas comunidades fitoplanctônicas em viveiros de tilápias criadas em sistema semi-intensivo e também em reservatório e influências físico-químicas hidrológicas nestas comunidades. Onde as famílias Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cyanobacteria também foram as mais representativas.

Estudos avaliativos do impacto da fertilização inorgânica na abundância e distribuição das comunidades fitoplanctônicas são escassos na literatura. No entanto, Tawwab (2003) pesquisou a seletividade das tilápias na ingestão desses microrganismos em tanques fertilizados por NPK (20:20:5). Seus resultados mostram que as famílias mais representativas encontradas nos estômagos de tilápias também foram Chlorophytes, Bacillariophyta e Cyanobacteria. Destacando também que gêneros como *Scenedesmus* e *Chlorella*, por exemplo, foram os mais frequentes entre as Chlorophytes como também identificados em nosso trabalho.

E por fim, o tratamento 3 mostrou dissimilaridades quando comparado aos demais tratamentos havendo diferenças marcantes na composição da comunidade fitoplanctônica. Isso indica o diferencial deste tratamento nos resultados interessantes obtidos com relação ao desempenho zootécnico, morfometria e crescimento por hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares anteriormente discutidos.

Alevinos de tilápias podem ser alimentados com 50% menos de ração do peso vivo ao dia em conjunto com práticas de fertilizações químicas, não provocando efeitos deletérios nos indicadores zootécnicos e morfométricos. Essa estratégia alimentar proporcionou maior crescimento de fibras musculares brancas por hiperplasia e hipertrofia ao final de 60 dias de cultivo. O mesmo tratamento também demonstrou ainda que as comunidades fitoplânctônicas foram dissimilares aos demais em composição, diversidade e frequência entre famílias e espécies.

A restrição alimentar adotada em dias alternados seja com 50% ou 100% de ração ofertada pelo peso vivo não foram interessantes para esses indicadores, mesmo quando associado a alimentação natural, desencorajando assim o uso destas práticas.

4. Referências

- Afram, F.; Aagbo, N.W.; Adjei-Boateng, D.A.; Eгна, H. 2021. Effects of feeding strategies on growth performance and economic returns on the production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in fertilized ponds. *Aquaculture Studies*, 21, 63-73. http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_2_03.
- Allal, G.W. 2018. Effects of feeding frequency on specific growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in hapa nets in fish ponds at in Kenya. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 7(2):95–98. <http://doi.org/10.15406/jamb.2018.07.00191>.
- Araujo, G.S.; Maciel, R.L.; Moreira, T.S.; Saboya, J.P.S.; Moreira, R.T.; Silva, J.W.A. 2020. Performance of the Nile tilapia with varying daily feeding amounts, using a commercial diet. *Bioscience Journal*, 36(2): 527-538. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n2a2020-42305>.
- Ayroza, D.M.R.; Ayroza, L.M.S. 2011. Manual técnico de piscicultura (79). CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada) Campinas – SP. 246 p.
- Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. 2017. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (Chave para Identificação e Descrições). 3ª ed. São Carlos: Rima. 554p.
- Braz, J.M.; Marques, A.G.; Honorato, C.A.; De Almeida, F.L.A.; Neu, D.H. 2022. Compensatory growth of Nile tilapia fingerlings subjected to food restriction and re-feeding at low temperatures. *Revista de Ciências Agroveterinárias, UFSC*. 21 (4). <https://doi.org/10.1111/are.14530>.
- Camargo, A.C. da S.; Zaiden, S.F.; Urbinati, E.C. 2008. Desenvolvimento gonadal de fêmeas de matrinxã, *Brycon amazonicus*, submetidas à restrição alimentar. *Revista Ciência Rural* 38: 1105-1110. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000400031>.
- Chukwu, M.N.; Afolabi, E.S. 2017. Phytoplankton abundance and distribution of fish earthen ponds in Lagos, Nigeria. *Journal Applied Science Environmental Management*. 21(7): 1245 – 1249. <https://doi.org/10.4314/jasem.v21i7.3>.
- Da Palma, E. H.; Takahashi L.S.; Dias, L.T.S.; Gimbo R.Y.; Kojima, J.T.; Nicodemo, D. 2010. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e alimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. *Revista Ciência Rural*, 40 (2): 421-426. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000200026>.
- Daupota, A.M.; Abbas, G.; Kalhoro, I.B.; Shah, S.S.A.; Kalhoro, H.; Hafeez-Ur-Rehman, M.; Ghaffar, A. 2016. Effect of Feeding Frequency on Growth Performance, Feed Utilization and Body Composition of Juvenile Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) Reared in Low Salinity Water. *Pakistan Journal Zoology*, 48(1): 171-177. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:55637426>.

De Araújo, J.R. 2010. Avaliação de alimentos alternativos regionais para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Petrolina, Pernambuco – Brasil. 70 f. (Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Vale do São Francisco). Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/000002/00000222.pdf> Acesso em: 21 ago. 2021.

De Oliveira, G.R. 2015. Restrição alimentar programada na produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em viveiros e em recirculação de água. Belo Horizonte, Minas Gerais – Brasil. 134 f. (Tese de Doutorado. Universidade federal de Minas Gerais). Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-9ZJGW9> Acesso em: 26 jan. 2021.

De Queiroz, J.F. 2012. Boas práticas aquícolas (BPA) em viveiros garantem sucesso na piscicultura. Revista Visão Agrícola. 11. 36-39.
<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va11-meio-ambiente01.pdf>

Diana, J.S.; Yi, Y.; Lin, C.K. 2004. Stocking densities and fertilization regimes for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in ponds with supplemental feeding. Research Reports, Sustainable Aquaculture for a Secure Future.
<https://aquafishcrsp.oregonstate.edu/biblio/stocking-densities-and-fertilization-regimes-nile-tilapia-oreochromis-niloticus-production>

Dos Santos, K.R.P.; Aguiar Junior, F.C.A.; Antonio, E.A.; Da Silva, F.R.; Da Silva, K.T.; Marinho, K.S.N.M.; Lima Junior, N.B. 2021. Manual de Técnica Histológica de Rotina e de Colorações. Universidade federal de Pernambuco pró-reitoria de extensão e cultura. Centro Acadêmico de Vitória. Núcleo de Ciências Biológicas. Vitória De Santo Antão– PE. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/40530>.

Draper, N.R. e Smith, H. 1998. Applied Regression Analysis. 3th Edition, Wiley, New York.

Duodu, C.P.; Boateng, D.A.; Edzlyie, R.E. 2020. Effect of pond fertilization on productivity of tilapia pond culture in Ghana. Journal of Fisheries and Coastal Management 2. 56-64. <https://doi.org/10.5455/jfcom.20190722060436>

El Sayed, A. 2006. Chapter 2: Basic Biology. Tilapia Culture. Ed Cabi, United Kingdom. 25-29.

Emater. 2000. Piscicultura, informações resumidas de criação de peixes. Informação tecnológica. Emater-MG.

Fao – Sofia (Food and Agriculture Organization of The United Nations). The State of World Fisheries and Aquaculture. Towards Blue Transformations. 2022. Rome. 226p. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/sofia/2022/en/>. Acesso em: 05 jan. 2023.

Fava, A.F.; Bezerra, G.S.; Neu, D.H.; Bittencourt, F.; Signor, A.; Carvalho, K.V.; Gomes, R.L.M.; Boscolo, W.R. 2022. Effects of feeding frequency for Nile tilapia

fingerlings (*Oreochromis niloticus*). Revista Hindawi Aquaculture Nutrition. <https://doi.org/10.1155/2022/1053556>.

Gao, Y.; Wang, Z.; Hur, J.W.; Lee, J.Y. 2015. Body composition and compensatory growth in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* under different feeding intervals. Chinese Journal of Oceanology and Limnology. <https://doi.org/10.1007/s00343-015-4246-z>.

Inoue, L.A.K.A.; Moraes, G. 2007. Óleo de cravo: um anestésico alternativo para o manejo de peixes. Embrapa Amazônia Ocidental- Manaus. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 51. 24 p. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/681655>.

Khalil, H.S.; Momoh, T.; Al-Kenawy, D.; Yossa, R.; Badreldin, A.M.; Roem, A.; Schrama, J.; Verdegem, M. 2022. Metabolic growth, plankton selectivity, haemato-biochemical and intestinal morphometry of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed a lysine-deficient diet in earthen ponds. Aquaculture Reports. 24: 101-122. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101122>.

Kubitza, F. 2006. Ajustes na nutrição e alimentação das tilápias. Revista Panorama da Aquicultura. Rio de Janeiro, RJ – Brasil. 14.

Kunlasak, K.; Chitmanat C.; Whangchai N.; Promya, J.; Lebel, L. 2013. Relationships of Dissolved Oxygen with Chlorophyll-a and Phytoplankton Composition in Tilapia Ponds. International Journal of Geosciences, 4: 46-53. <https://doi.org/10.4236/ijg.2013.45B008>

Lui, T.A. Restrição alimentar para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2016. Mestrado Unioeste, Palotina – PR. 48 f. Disponível em: <http://tede.unioeste.br:8080/tede/handle/tede/1950>. Acesso em: 26 jan. 2023.

Lui, T.A.; Silva, W.P.; Nervis, J.A.L.; Brum, J.M.D.; Bittencourt, F.; Neu, D.H.; Boscolo, W.R. 2020. Food restriction in Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*). Spanish Journal of Agricultural Research 18(3). <https://doi.org/10.5424/sjar/2020183-15639>.

Marín, B.; Lodeiros, C.; Figueroa, D.; Márquez, B. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplankton y su relación com los factores ambientales em Turpialito, Golfo De Cariaco, Venezuela. Revista Científica, Facultad de Ciências Veterinárias - Luz, Maracaibo- Venezuela, 14(2): 133-139. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/28084>.

McCune, B.; Mefford, M.J. 2011. PC-ORD. Multivariate analysis of Ecological Data, Version 6.0 for Windows. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

Mohhamad A.A.; Ahmed, E.A.; Saeed, S.M.; Dawah, A.M. El Din, R.A.S. 2017. A study on phytoplankton distribution, abundance and community structure in fish ponds of Al-Abbassa fish farming in relation to physico-quimical properties of water.

Egyptian Journal of Phycology. 2(18): 21-44. <https://doi.org/10.21608/egyjs.2017.115986>.

Nebo, C. 2015. Respostas metabólicas, morfologia do tecido muscular e expressão dos genes relacionados ao crescimento e atrofia muscular, durante jejum e realimentação em juvenis de tilápias-do-Nilo. 95 f. (Tese de doutorado Universidade estadual de São Paulo – UNESP Jaboticabal, SP). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/124001>> Acesso em: 26 jan. 2023.

Nunes, C.S.; Cinsa, L.A. 2016. Princípios Do Processamento histológico de rotina. Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais, 8: 31-40. <https://periodicos.ufjf.br/index.php/riee/article/view/24028>

Osti, J.A.S.; Tucci, A.; Camargo, A.F.M. 2018. Changes in the structure of the phytoplankton community in a Nile tilapia fishpond. Revista Acta Limnologica Brasiliensia, 30. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X7917>.

Peixe BR. 2022. Anuário Peixe BR da Piscicultura. 2022. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2022/>> Acesso em: 05 jan. 2023.

Peng, L.; Xue, X.; Liao, J.; Zhao, J.; Tang, Q.; Lin, Q.; Zhang, Q.; Han, B.P. 2021. Potential impact of population increases of non-native tilapia on fish catch and plankton structure: a case study of Tangxi Reservoir in southern China. Revista. Aquatic Invasions, 16(2): 329–348. <https://doi.org/10.3391/ai.2021.16.2.08>.

Robisalmi A.; Alipin, K.; Gunadi B. 2021. Growth performance and microstructure in the muscle fiber of red tilapia (*Oreochromis* spp.) under different cycles of fasting and refeeding. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation - International Journal of the Bioflux Society. 14(3). <http://www.bioflux.com.ro/docs/2021.1498-1512.pdf>.

Salger, S.A.; Reza, J.; Deck, C.A.; Wahab M.A.; Baltzgar, D.A.; Murr, A.T. Borski R.J. 2020. Enhanced biodiversity of gut flora and feed efficiency in pond cultured tilapia under reduced frequency feeding strategies. Revista Plus One, 15(7): <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236100>.

Salomão, R.A.S.; Dos Santos, V.B; Mareco, E.A. 2018. Influence of rearing temperature on muscle growth and adipose tissue in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains. Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences, 40. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.35686>.

Santos, V. B.; Yoshihara, E.; Freitas, R. T. F.; Reis Neto, R. V. 2008. Exponential growth model of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains considering heteroscedastic variance. Aquaculture, 274(1): 96-100. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.11.005>

Schalch, S.H.C. 2013. Os benefícios do alimento vivo na criação de tilápias nilóticas. Pesquisa & Tecnologia (APTA), 10(2). <https://pt.slideshare.net/ruralpecuariapecuaria/54-2013-04122013>.

- Senar (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural). 2019. Piscicultura: alimentação. Brasília – DF. (Coleção Senar): 48. 263. URL: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/263-Piscicultura-Alimentação_191025_203233.pdf.
- Senar (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural). 2017. Piscicultura: fundamentos de produção de peixes. Brasília – DF. (Coleção Senar): 64. 195. URL: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/195-PISCICULTURA.pdf>.
- Silva, V.K, Ferreira, M.W, Logato, P.V.R. 2012. Qualidade da água na Piscicultura. UFPA - Lavras – MG. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/analise%20espacial.pdf>.
- Tawwab M.B. 2003. Occurrence of phytoplankton in stomach content and Its selectivity by Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) cultured in fertilized earthen ponds. Qatar University Journal (23): 53-166. <https://qspace.qu.edu.qa/handle/10576/10353>.
- Tikue, T.G.; Workagegn, K.B. 2023. Plankton Composition and Abundance in Semi Intensive Aquaculture Pond and their Preference by Nile tilapia. Aquaculture Studies, 23(2). <http://doi.org/10.4194/AQUAST1032>.
- Vieira, B.H.; Pereira, R.H.G.; Dêrbocio A.M. 2009. Análise qualitativa da comunidade fitoplânctonica de um ecossistema aquático utilizado para o cultivo de peixes em tanque-rede em Pantanal De Miranda - MS. Boletim Instituto de Pesca, 35(4): 567 – 576. https://pesca.agricultura.sp.gov.br/35_4_567-576.pdf
- Villaroel, M.; Alavrino, J.M.R.; Lopez-Luna, J. 2013. Effect of feeding frequency and one day fasting on tilapia (*Oreochromis niloticus*) and water quality. The Israeli Journal of Aquaculture. <http://hdl.handle.net/10524/36287>
- Wehr, J.; Sheath, R.G. 2003. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification Academic Press, 917 pg.

Anexo I – Fotos.



Figura 1 – Visão geral dos tanques utilizados para o experimento.



Figura 2 – Preparação para o experimento. Esquerda superior: calagem dos tanques e rede anti pássaros; direita superior: rede contra entrada de predadores nos canos de abastecimento; esquerda inferior: placas de identificação dos tratamentos nos respectivos tanques.



Figura 3 – Tanques fertilizados com a água de exibindo tonalidade verde.



Figura 4 – Balde com fertilizante pronto para ser lançado aos tanques e balança analítica para amostragem de peso dos peixes.



Figura 5 – Aves predadoras ocasionaram baixos índices de sobrevivência no experimento.



Figura 6 – Preparação das amostras para histologia. Superior esquerda: corte das amostras conservadas em formol; superior direita: blocos em parafina prontos para a microtomia; inferior esquerda e direita: coloração em HE (hematoxilina e eosina) para analyses em microscopia óptica.



Figura 7 – Lâminas coradas e amostras de água conservadas em formol para análises do fitoplâncton.

Anexo II - Tabela

Tabela I: Frequência de ocorrência dos gêneros e espécies de fitoplâncton nos tratamentos.

| | Trat 1 | Trat 2 | Trat 3 | Trat 4 | F.O. % |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Encyonema sp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Navicula sp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Gomphonema spp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Radiococcus fottii | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Scenedesmus sp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Desmodesmus sp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Monoraphidium nanum | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Eutetramorus planctonicus | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Eutetramorus limneticus | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Chlorella minutissima | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Dyctiosphaerium pulchellum | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Aphanocapsa delicatissima | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Pseudobaena galeata | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Batrachospermum sp. | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Achnanthidium spp. | 1 | 1 | 0 | 1 | 75 |
| Eunotia sp. | 0 | 1 | 1 | 1 | 75 |
| Surirella sp. | 0 | 1 | 1 | 1 | 75 |
| Aulacoseira sp. | 1 | 0 | 1 | 1 | 75 |
| Desmodesmus denticulatus | 1 | 0 | 1 | 1 | 75 |
| Oedogonium sp. | 1 | 1 | 0 | 1 | 75 |
| Monoraphidium contortum | 1 | 0 | 1 | 1 | 75 |
| Chlamydomonas sp. | 1 | 1 | 0 | 1 | 75 |
| Radiococaceae não identificada | 1 | 1 | 0 | 1 | 75 |
| Coelomoron sp. | 1 | 0 | 1 | 1 | 75 |
| Phormidium sp. | 1 | 1 | 0 | 1 | 75 |
| Geitlerinema sp. | 1 | 1 | 0 | 1 | 75 |
| Trachelomonas sp. | 1 | 1 | 0 | 1 | 75 |
| Characiopsis sp. | 1 | 1 | 0 | 1 | 75 |
| Ulnaria sp. | 1 | 0 | 0 | 1 | 50 |
| Pinnularia sp. | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 |
| Eunotia camelus | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 |
| Fragilaria sp. | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 |
| Eolimna minima | 1 | 0 | 1 | 0 | 50 |
| Pediastrum duplex | 0 | 1 | 0 | 1 | 50 |
| Monoraphidium arcuatum | 1 | 0 | 1 | 0 | 50 |
| Hariotina reticulata | 0 | 0 | 1 | 1 | 50 |
| Monoraphidium griffithii | 0 | 1 | 1 | 0 | 50 |
| Monoraphidium tortile | 1 | 0 | 1 | 0 | 50 |

| | | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|---|----|
| Neochloris sp. | 1 | 0 | 0 | 1 | 50 |
| Coelastrum proboscideum | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 |
| Golenkinia radiata | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 |
| Chlorella vulgaris | 1 | 0 | 0 | 1 | 50 |
| Botryococcus sp. | 1 | 0 | 1 | 0 | 50 |
| Oocytis sp. | 1 | 0 | 1 | 0 | 50 |
| Closteriopsis sp. | 0 | 1 | 1 | 0 | 50 |
| Aphanocapsa incerta | 0 | 0 | 1 | 1 | 50 |
| Synechocystis aquatilis | 1 | 0 | 1 | 0 | 50 |
| Planktolyngbia limnetica | 1 | 0 | 0 | 1 | 50 |
| Chroococcus minutus | 1 | 0 | 1 | 0 | 50 |
| Oscillatoria sp. | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 |
| Microcystis aeruginosa | 0 | 0 | 1 | 1 | 50 |
| Centritractus belenophorus | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 |
| Mallomonas sp. | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 |
| Encyonopsis sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Frustrulia sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 25 |
| Aulacoseira ambigua | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Discostella stelligera | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| Cyclotella sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Radiococcus planktonicus | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| Radiococcus sp. | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| Scenedesmus baculiformis | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Tetrastrum sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Desmodesmus quadricaudatus | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Selenastrum bibraianus | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Monoraphidium minutum | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Pectinodesmus pectinatus | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Westella sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Kirchneriella lunaris | 0 | 1 | 0 | 0 | 25 |
| Ankyra judayi | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Tetrastum komarekii | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Monoraphidium circinale | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Kirchneriella sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Characiochloris sp. | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| Chlorococcum infusionum | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Botryococcus cf. braunii | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| Dictyosphaerium ehrenbergianum | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Botryococcus terribilis | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| Nephrocystium sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Dydimocystis fina | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Planktolyngbia planctonica | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| Microcystis protocystis | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Aphanocapsa hosaltica | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |

| | | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|---|----|
| Chroococcus sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Eucapsis sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Synechococcus nidulans | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 |
| Cyanobacteria não identificada | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Trachelomonas volvociformis | 0 | 1 | 0 | 0 | 25 |
| Batrachospermum cayennense | 0 | 1 | 0 | 0 | 25 |
| Tetrapletron laevis | 0 | 1 | 0 | 0 | 25 |
| Staurodesmus sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Staurodesmus smithii | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Closterium sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Goniochloris mutica | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Cryptomonas sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Peridinium sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Coleochaete sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 25 |
| Synura sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 25 |

Vermelho: muito frequente; amarelo: frequente; verde: pouco frequente; azul: esporádicas. F.O (frequência de ocorrência em %)