

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

YNAÊ PAULA SCHRODER ROSA

Contribuições do perifíton no crescimento da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes substratos para fixação

Dourados-MS
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

YNAÊ PAULA SCHRODER ROSA

Contribuições do perifíton no crescimento da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes substratos para fixação

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Pós-graduação – Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, da Universidade Federal da Grande Dourados como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra Márcia Regina Russo

Dourados-MS
2018



Termo de Aprovação

Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: **“Contribuições do perifíton no crescimento da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes substratos para fixação”**, de autoria de **Ynaê Paula Schroder Rosa**, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.

Prof.^a Dr.^a Márcia Regina Russo
Presidente da banca examinadora

Prof. Dr. Anderson Ferreira
Membro Examinador (UFGD)

Dr.^a Tarcila Souza de Castro Silva
Membro Examinador (EMBRAPA)

Dourados/MS, 13 de julho de 2018.

Sumário

<i>Agradecimentos</i>	5
<i>Lista de Figuras</i>	6
<i>Lista de Tabelas</i>	7
CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO	8
1.1 <i>Aquicultura no Brasil e no Estado do Mato Grosso do Sul</i>	8
1.2 <i>Sistemas de produção de tilápia</i>	8
1.3 <i>Alimentação natural</i>	9
1.4 <i>Perifíton</i>	10
1.5 <i>Piscicultura baseada em perifíton</i>	11
<i>Resumo</i>	18
<i>Abstract</i>	19
2. INTRODUÇÃO	20
3. METODOLOGIA	21
3.1 <i>Local de execução do experimento</i>	21
3.2 <i>Delineamento experimental</i>	21
3.3 <i>Manejo e Monitoramento da qualidade da água</i>	23
3.4 <i>Composição taxonômica e biomassa da comunidade perifítica</i>	24
3.5 <i>Dados de desempenho e fator de condição</i>	24
3.6 <i>Análise do conteúdo estomacal</i>	25
3.7 <i>Análises estatísticas</i>	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
<i>Apêndice A - Tabela de ausência e presença dos táxons encontrados nos três substratos para fixação no decorrer dos 30 dias de experimento.</i>	38

Agradecimentos

Primeiramente agradeço aos 200 peixes que deram sua vida para que esse experimento pudesse ser realizado. Vocês foram muito importantes pra mim!!

Agradeço imensamente à minha querida orientadora de anos, Márcia Russo por encarar mais essa empreitada comigo, pela paciência, dedicação, confiança e orientação de sempre. É inestimável todo o aprendizado que tive contigo esses anos.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq pela oportunidade e apoio e pela concessão do auxílio financeiro no decorrer desses anos de pesquisa.

Aos integrantes da banca, Professor Dr Anderson Ferreira e Dra Tarcila agradeço a presença e as valiosas colaborações.

À professora Liliana Rodrigues e ao pessoal do laboratório de ecologia do perifíton do NUPÉLIA/UEM por me receber, ensinar, dividir vários ensinamentos comigo e proporcionar vivências importantes para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao grupo de pesquisa NUPAQ-MS em especial às minhas queridinhas companheiras de laboratório diário e rainhas da estatística Lidizinha, Dindinha e Fer. E a todos os amigos do Nupaq Richard, Ju, Evelyn, Jean, Carolinaaa, Sarinha e Barula!!

A Embrapa agropecuária Oeste por disponibilizar o espaço para que o experimento pudesse rodar. E a toda a galera de lá que me deu e me dá a maior força sempre! Luis, meu querido coorientador, Débora, Marcelo, Nozomi, Ellen, Gustavo e Larissa, muito obrigada!

A minha família querida que sempre me dá a maior força para o que der e vier. Mãe, vó, irmã, tio André e Dani vocês são demais, amo vocês incondicionalmente!

Aos meus amigos-irmãos, família que construí com base na vivência e troca de experiências. Vocês são especiais demais pra mim, é muito amor! Vitor, Vini, Sayuri, Nana e Laís, obrigada por tudo!

Ao meu amorzinho querido que chegou na reta final mas já fez toda a diferença para que eu fechasse esse ciclo com chave de ouro e muuuito amor. Obrigada, meu parça, Diogo!

“Escama só de peixe, uaaaaai”

Lista de Figuras

Figura 1. Caixas de polipropileno utilizadas como mesocosmo no experimento.....	21
Figura 2. Substratos para crescimento de perifíton a) Substrato de bambu, b) substrato de garrafa PET e c) Substrato de geomembrana.....	22
Figura 3. Coleta semanal dos parâmetros físico-químicos com a sonda multiparamétrica e oxímetro.....	23
Figura 4. Análise colorimétrica dos parâmetros limnológicos.....	23
Figura 5. Substratos colonizados a serem raspados e fixados para o estudo de composição taxonômica do perifíton - a) Bambu, b) PET e c) Geomembrana.....	24
Figura 6. Dendrograma de cluster: Análise da similaridade da composição de táxons em cada tratamento com substrato para crescimento de perifíton.....	27
Figura 7. Gráfico da relação do número de táxons por substrato para crescimento de perifíton a cada coleta.....	28
Figura 8. Análise de coordenadas principais (PCoA) utilizando dissimilaridade de Bray-curtis de principais itens alimentares consumidos nos diferentes tratamentos com substratos para crescimento de perifíton e controle.....	30

Lista de Tabelas

Tabela 1. Médias e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos da água durante os 30 dias de experimento nos diferentes tratamentos com substratos para crescimento de perifíton. (NS* Nível de significância).....	26
Tabela2. Tabela do percentual médio de itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal dos peixes por tratamento.....	29
Tabela3. Tabela das médias e desvios padrão de peso e comprimento no início e no final do experimento.....	31

CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Aquicultura no Brasil e no Estado do Mato Grosso do Sul

Na década de 70, a aquicultura representava menos de 1% da produção total de pescado para o consumo humano. Hodiernamente, a produção de organismos aquáticos alcançou metade do total de pescado consumido no mundo (FAO, 2016). Em nota publicada pelo Grupo Banco Mundial (2013), *Fish to 2030*, estima-se que a aquicultura será responsável por mais de 60% de todo o pescado para consumo humano no mundo.

O Brasil ocupa o 14º lugar no ranking mundial de maior produção aquícola (FAO, 2016). Apresenta grande potencial de ascensão dessa atividade por possuir alta disponibilidade de recursos hídricos oriundos das bacias hidrográficas e reservatórios e clima tropical e subtropical (BOSCOLO et al. 2001; CAMARGO & POUHEY, 2005; LUNDSTEDT et al. 2016).

Com base na diversidade de fauna regional, um grande número de espécies nativas vem sendo produzidas no Brasil. Todavia, a produção de espécies não nativas como a Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) ainda continuam dominando a produção aquícola brasileira (MPA, 2011).

A região sul matogrossense possui três bacias fluviais que proporcionam grande disponibilidade de água para o estado e para a aquicultura, mais precisamente a produção de peixes ósseos que representa a principal atividade aquícola da região (TORTOLERO, 2016). Segundo dados do IBGE (2016), Mato Grosso do Sul produziu cerca de 6.782,724 toneladas de pescado, pertencentes a produção de tilápia e espécies nativas como o Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), tambacu (híbrido entre o tambaqui e o pacu caranha) e o pintado (*Pseudoplatystoma* sp).

1.2 Sistemas de produção de tilápia

Tilápias são peixes que apresentam fácil reprodução, são animais de fácil manejo (facilidade de criação), possuem carne branca de ótima qualidade e sem espinhas intramusculares. Possuem bom valor de mercado, baixos custos de produção e se adaptam aos mais diversos sistemas de cultivo, desde extensivos até superintensivos,

podendo ser cultivadas em águas com salinidades elevadas e temperaturas baixas (OLIVEIRA et al. 2007; ABARI, et al. 2015).

As estruturas de cultivo mais utilizadas para a produção das tilápias são viveiros escavados e tanques-rede instalados em reservatórios de domínio público (AMORIM et al., 2014). Além disso, sistemas de cultivo com estruturas de concreto, alvenaria ou qualquer material adequado pode ser utilizado (WHEATON, 1977). A estes, pode-se atribuir o conceito de “mesocosmo”, como descrito por Odum (1985), representando ambientes que são intermediários entre os naturais e os laboratoriais, pois são abertos para trocas atmosféricas e fechados para trocas de nutrientes e animais os quais são de atribuição e manipulação humana (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

A produção em larga escala produz resíduos como restos de alimentos, fezes e excretas que são descartados diariamente no ambiente, contribuindo e/ou acelerando o processo de eutrofização artificial dos corpos hídricos que receberão seus rejeitos (KAUTSKY et al. 2000; PÁEZ-OSUNA 2001; BIUDES, 2007). Alternativas que minimizem a renovação de água em sistemas de cultivo, podem se tornar indispensáveis para prosperar a atividade e aumentar a sustentabilidade ambiental (AMORIM, 2014). Diversas ações podem contribuir com a diminuição da produção de resíduos e o uso da água, como por exemplo, as produções em sistemas de recirculação (MOURA & SILVA, 2012), bioflocos (LIMA, 2015), utilização de *wetlands* (KIVAISI, 2001) e o uso de substratos artificiais para crescimento de perifíton, que metaboliza os compostos nitrogenados e fosfatados reduzindo a concentração de N e P na água (AZIM et al. 2001; 2003).

1.3 Alimentação natural

Os ciclídios, segundo Arawomo & Fawole (1997) englobam um conjunto de espécies de grande importância econômica e exploratória em todo o mundo, especialmente em lagos africanos. A espécie em questão (*Oreochromis niloticus*) e seus híbridos, aceita muito bem rações comerciais e artesanais elaboradas à base de subprodutos da agropecuária (OLIVERIA et. al, 2007; BEYRUTH et al., 2004).

A maior parte das espécies de peixes nas fases iniciais, especialmente as de hábito herbívoro e onívoro, como a tilápia, consome prioritariamente alimentos de fonte natural, rico em proteínas, vitaminas e minerais (PÉREZ, 1992; VAN DAM et al.,

2002). A maioria dos peixes define o hábito alimentar quando adultos, mas o plâncton é alimento indispensável para a maioria das espécies nas fases iniciais (CASTAGNOLLI & CYRINO, 1986). Estudos como o de Bwanika et. al. (2004) mostram que as tilápias tem hábito alimentar predominantemente fitoplanctófago em ambientes naturais e consomem grande variedade de algas fitoplanctônicas e perifíticas.

1.4 Perifíton

A produtividade primária provém para a biota de ecossistemas aquáticos toda a energia e matéria orgânica disponível para a realização dos processos bioquímicos, sendo assim elemento de grande importância para a mesma (SANTOS & MENDONÇA, 2017). Em ambientes lênticos, as algas dominam a produção primária e são responsáveis por assimilar carbono e nutrientes essenciais como o nitrogênio e o fósforo, que ficam então disponíveis para os consumidores (VADEBONCOEUR & STEINMAN, 2002).

De toda a produção primária de um ecossistema aquático, destaca-se o fitoplâncton que são os principais produtores primários que vivem à deriva na coluna d'água, por isso são indicadores da densidade e estrutura dos consumidores e também das características físico-químicas da água (AJAYAN & PARAMESWARA, 2014). É universalmente reconhecido como todos os organismos que estão aderidos a um substrato submerso, geralmente dominado por fotossintetizantes, composto por espécies unicelulares, coloniais ou filamentosas de organismos procariontes e eucariontes (INYANG e al. 2015).

Dependendo das condições ambientais, a proporção de algas no perifíton em relação ao outros micro-organismos é cerca de 90% (WETZEL, 1990). Por essa razão, essa complexa comunidade é um dos elos fundamentais de uma teia alimentar onde serve como fonte primária de alimento para pequenos consumidores, incluindo peixes e invertebrados (GAISER, 2009). Além de desempenhar um papel importante como bioindicadora da qualidade de água e estado trófico da água, graças à capacidade de acumular em sua biomassa substâncias como nutrientes e poluentes (SLADECKAVÁ, 1962, 1991, 1994; NEAL, 1967; CHAMIXAES, 1990).

A comunidade perifítica cresce de forma natural e abundante em um ambiente de cultivo, favorecida pela disponibilidade de nutrientes provenientes da ração e dos

excretas dos organismos aquáticos (MOSCHINI-CARLOS, 1997). O crescimento do perifíton sobre um substrato começa com o acúmulo de matéria orgânica dissolvida, seguido por comunidades de bactérias, algas e invertebrados. (DEGEFU et. al, 2011). Normalmente observados como uma “mancha verde” que pode crescer sobre rochas, troncos, carapaças de animais, objetos imersos e vegetação aquática (POMPÊO & MOSCHINI-CARLOS, 2003). O perifíton pode ser utilizado como alimento por muitas espécies de organismos herbívoros e onívoros aquáticos (UDDIN et al., 2007). Suas populações fotossintetizantes aumentam o pH e o oxigênio dissolvido (TORTOLERO, et al., 2016), além de serem excelentes redutores dos níveis de amônia (AZIM, 2006; VAN RIJN, 2013) contribuem para o balanceamento da dieta de peixes como a tilápia, fornecendo aminoácidos essenciais, ácidos graxos, minerais e vitaminas que podem estar ausentes ou em quantidades limitantes nas rações (PANORAMA DA AQUICULTURA, p. 19, 2006).

Abimorad et al., (2013), demonstraram o alto valor nutricional do perifíton para a tilápia em virtude dos altos índices de aminoácidos essenciais. Além de que, em um sistema de cultivo baseado em perifíton, os nutrientes são passados a um nível trófico mais alto, impedindo que estes sejam acumulados no sistema (RANJEET & HAMEED, 2015).

1.5 Piscicultura baseada em perifíton

Os organismos aquáticos que compõem o plâncton, como fitoplâncton e microinvertebrados, são grandes contribuintes para o sucesso da produção aquícola que utilizam alimento natural vivo (SIPAÚBA-TAVARES et al., 2003). O plâncton chega a contribuir com 50 a 70% do crescimento das tilápias em tanques com água verde e baixa renovação de água e, mesmo em condições de alta densidade, essa contribuição pode chegar até 30% (Panorama da aquicultura, p. 19, 2006). Para Watanabe et al., (1983) o zooplâncton é o alimento natural mais importante consumido por alevinos, o grupo de rotíferos representam cerca de 90% desse montante.

De maneira geral, a produção de tilápia em tanques é uma técnica considerada pouco eficiente, pois são assimilados na biomassa do peixe apenas de 5 a 15% de todos os nutrientes oferecidos. Portanto, a maior parte do nitrogênio e fósforo disponíveis no tanque é perdida para o ambiente levando a eutrofização e a deterioração de lagos e rios, corpos d'água naturais que recebem esses efluentes (CAVALCANTE et al., 2011).

A fim de tentar minimizar a elevada carga nutricional da água de cultivo, Asaduzzaman et al., (2009), sugerem uma nova alternativa: a adoção de uma piscicultura baseada em substratos para o crescimento do perifíton. Azim et al., (2002) e Uddin et al., (2008) demonstraram que o uso de substratos podem ser benéficos para a qualidade da água e para o crescimento dos peixes. Assim como mostram os estudos laboratoriais de Dempster et al., (1993; 1995), uma carga maior de nutrientes está presente no perifíton, quando comparado com o fitoplâncton.

A intenção é fazer uma produção perifítica, para que mais espécies possam se beneficiar os atributos dessa comunidade, obtendo uma melhor e mais eficiente utilização da produção primária do tanque (TORTOLLERO, 2016). Todavia, essa prática tem mostrado bons resultados apenas em propriedades de produção extensiva (HEM & AVIT, 1991; NORBERG, 1999; WAHAB et al., 1999).

Praticamente qualquer material pode servir de substrato para perifíton e, no caso das propriedades de produção extensiva, é interessante que se use algum substrato de baixo custo. Alguns estudos avaliaram os efeitos do crescimento dessa comunidade em substratos como bambu e canos de PVC (KESHAVANATH et al., 2012), lâminas de vidro (AZIM, et al., 2003), macrófitas aquáticas e telas de plástico (TORTOLLERO, 2016).

Keshavanath et al., (2012) comparou diferentes densidades de estocagem de peixes em tanques sem substrato e em tanques com substrato para crescimento de perifíton confeccionados de bagaço de cana e bambu. Como resultados obteve o aumento da produtividade dos peixes conforme o aumento da densidade de estocagem. Neste mesmo trabalho, utilizando a área de 6,25 m² em 90 dias, a produção com substratos de bambu, 285,75 g e bagaço, 297,75 g, foram maior do que no controle, 207,42 g.

Considerando o potencial de uso do perifíton em sistemas extensivos e com pouca renovação de água, a hipótese desse trabalho é que substratos diferentes influenciam na composição de táxons e na biomassa da comunidade perifítica e, conseqüentemente sobre a qualidade de água e o desempenho zootécnico dos peixes. Para testar essa hipótese foi avaliada a influência do tipo de substrato na composição de táxons e biomassa da comunidade perifítica, sobre a qualidade da água e o desempenho de fases iniciais de tilápia em um sistema fechado de criação.

1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABARI, M.A., USMAN, M., YUSUF, K., *Food and Feeding Habit of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) In Doma Dam, Nasarawa State, Nigeria*, PAT ; 11 (1): 67-74, Nigéria, Junho, 2015.
- ABIMORAD, E. G., GARCIA, F., ROMERA, D. M., SOUSA, N. S., PAIVA-RAMOS, I., ONAKA, E. M., CAMPOS, W. J., DAVID, L. H.C., TUCCI, A. *Valor nutricional de perifíton em substrato de bambu na criação de tilápia em tanque-rede*, Resumo do Instituto de pesca, SP, 2013.
- AJAYAN, K.V., PARAMESWARA NAIK, T. *Phytoplankton Primary Productivity in Lentic Water Bodies of Bhadravathi Taluk, Shimoga District, Karnataka, India*. International Research Journal of Environment Sciences, Vol. 3(4), 34-41, 2014.
- AMORIM, R. V., *Produção de tilápias-do-nilo em sistemas sem renovação de água com wetlands para tratamento de efluentes*, Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, iv, 55 p. ; 29 cm, Jaboticabal, 2014.
- ARAWOMO, G.A.O. & FAWOLE, O.O. *The food and feeding habits of Sarotherodon galilaeus (Artemis) Opa reservoir of Obafemi Awolowo University, (Ile-Ife, Nigeria*. Biosci. Res. Commun., 9: 15-20, 1997.
- AZIM, M.E.; WAHAB, M.A.; VAN DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M.; HUISMAN, E.A. & VERDEGEM, M.C.J. *Optimization of stocking ratios of two Indian major carps, rohu (Labeo rohita Ham.) and catla (Catla catla Ham.) in a periphyton-based aquaculture system*. Aquaculture 203, 33–49, 2001.
- AZIM M.E.;VERDEGEM M.C.J.; MANTINGH I.; VAN DAM A.A. & BEVERIDGE M.C.M. *Ingestion and utilization of periphyton grown on artificial substrates Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*. Aquaculture Research 34, 85-92, 2003.
- AZIM, M. E., LITTLE, D. E. *Intensifying aquaculture production through new approaches to manipulating natural food*. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, v. 1, n. 62, p. 1-23, 2006.
- BEYRUTH, Z., MAINARDES-PINTO, C.S.R., FUSCO, S.M., FARIA, F.C. & Silva, A. L. *Utilização de alimentos naturais por Oreochromis niloticus em tanques de terra com arraçoamento*. B. Inst. Pesca, São Paulo, 30(1): 9 – 24, 2004.
- BIUDES, J.F.V., *Uso de Wetlands construídas no tratamento de efluentes de carcinicultura*. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2007. 103f, Jaboticabal, 2007.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, M.; MEUER, F. *Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento*. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

- BWANIKA, G. N., MAKANGA, B., KIZITO, Y., CHAPMAN, L. J., BALIRWA, J. *Observations on the biology of Nile tilapia, Oreochromis niloticus L., in two Ugandan crater lakes*, African Journal of Ecology, 42 (Suppl. 1), 93–101, 2004.
- CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, E. *Piscicultura nos trópicos*. Manole, 152p, São Paulo, 1986.
- CAMARGO, S. G. O.; POUEY, J. L. O. F. *Aqüicultura - Um mercado em expansão*. R. bras. Agrociência, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, out-dez, 2005.
- CAVALCANTE, D. H., SILVA, S. R., PINHEIRO, P. D., MARTINS, A. C., SÁ, M. V. C., *Sistema laboratorial baseado em perifíton para piscicultura*, Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.12, p.2177-2182, 2011.
- CHAMIXAES, C.B.C.B. *Variação temporal da biomassa, composição de espécies e produtividade das algas perifíticas relacionados com as condições ambientais de pequenos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão do Lobo (Itirapina -SP)*. São Carlos, USP/EESC, tese. 333 p, 1991.
- DEGEFU, F., TIGABU, Y., TADESSE, Z. *Modeling the Potential of Periphyton based Fish Production in Pond Culture System*, Sebete-Ethiopia, 2011.
- DEMPSTER, P., Baird, D.J., Beveridge, M.C.M. *Can fish survive by filter-feeding on microparticles? Energy balance in tilapia grazing on algal suspensions*. J. Fish Biol. 47, 7–17, 1995.
- DEMPSTER, P.W., Beveridge, M.C.M., Baird, D.J. *Herbivory in the tilapia Oreochromis niloticus L.: a comparison of feeding rates on periphyton and phytoplankton*. J. Fish Biol. 43, 385–392, 1993.
- FAO, 2016. *The state of world fisheries and aquaculture*, Rome: FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>.
- GAISER, E. *Periphyton as an indicator of restoration in the Florida Everglades*. Ecological Indicator, 9(6-suppl):37-45, 2009.
- GRUPO BANCO MUNDIAL, 2013. *Fish to 2030 prospects of fisheries and aquaculture*, Washington, DC. <http://www.fao.org/docrep/019/i3640e/i3640e.pdf>.
- HEM, S & AVIT, J.L.B. In: *First results on 'acadja-enclos' _bamboo reefs. used as an extensive aquaculture system, Cote d'Ivoire _West Africa..* Proceedings of the Fifth International Conference on Aquatic Habitat Enhancement, Long Beach, California, 3–7 November 1991. p. 17, 1991.
- IBGE. *Produção da Pecuária Municipal*, [S.l.: s.n.], 2013. 108 p. v. 41, 2016.

INYANG, A. I., SUNDAY, K. E., NWANKWO, D. I. *Composition of periphyton community on water hyacinth (Eichhornia crassipes): In analysis of environmental characteristics at Ejirin part of Epelagoon in southwestern Nigeria*. Journal of Marine Biology, 2015, ID 376986, 9 p, 2015.

KAUTSKY, N. et al. *Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming*. Aquaculture 191: 145-161, 2000.

KESHAVANATH, P. et al. *Evaluation of Four Biodegradable Substrates for periphyton and Fish Production*. Journal of Applied Aquaculture, v. 24 n. 1, p. 60-68, 2012.

KIVAIISI, A.K. *The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review*. Ecological Engineering, v. 16, p. 545-560, 2001.

LIMA, E. C. R., SOUZA, R.L., WAMBACH, X., F., SILVA, U., L., CORREIA, E., S. *Cultivo da tilápia do Nilo Oreochromis niloticus em sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem* Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. Salvador, 2015.

LUNDSTEDT, L. M.; RODRIGUES, A. P. O.; MORO, G. V. *Manejo Nutricional em Piscicultura*. In: PALHARES, J. C. P. (Org.). Produção animal e recursos hídricos. São Carlos: Cubo, V.1, p. 145-162, 2016.

MINISTÉRIO DA PESCA DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). *Produção Pesqueira e Aquícola-Estatística 2008-2010*. 60 p, 2011.

MOSCHINI-CARLOS, V., HENRY, R. *Aplicação de índices para a classificação do perifíton em substratos natural e artificial, na zona de desembocadura do rio Paranapanema (represa de Jurumirim), SP*. Revista Brasileira de Biologia, 1997.

MOURA E SILVA, M. S. G., *Desenvolvimento de um sistema de recirculação com uso de wetlands construídas para efluentes da piscicultura*. Tese (doutorado), Universidade estadual de Campinas. Campinas – SP, 2012.

NEAL, E.C., PATTEN, B.C., DEPOE, C.E. *Periphyton growth on artificial substrates in a radioactively contaminated lake*. Ecology, 48(6): 918-924, 1967.

NORBERG, J. *Periphyton fouling as a marginal energy source in tropical tilapia cage farming*. Aquacult. Res. 30, 427–430, 1999.

ODUM, E.P. *Ecologia*. Tradução Cristopher J. Tribe – Ed Guanabara (RJ), 1985.

OLIVEIRA, E.G., SANTOS, F.J.S., PEREIRA, A.M.L., LIMA, C.B., *Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria*. Circular Técnica – Embrapa. Teresina –PI, 2007.

PANORAMA DA AQUICULTURA, Cultivo de tilápia: Dicas e ajustes na alimentação, Vol. 16, nº98, p19, Novembro/Dezembro, 2006.

PÁEZ-OSUNA, F. *The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects and mitigating alternatives*. Environmental Management, v. 28, n. 1, p. 131-140, 2001.

PÉREZ, G.R. *Fundamentos de limnologia neotropical*. Universidad de Antioquia, Colombia. 529 p, 1992.

POMPÊO, M. L. M. & MOSCHINI-CARLOS, V. *Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos*. São Carlos: Ed. RiMa, 134p, 2003.

RANJEET, K & SHAHUL HAMEED, P. V. P., *Evaluation of Three Substrate Bound Periphyton Systems for the farming of Oreochromis niloticus in South India*. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 10: 276-285, 2015.

SANTOS, D.R.S., MENDONÇA, J.S.A., *Avaliação da Produtividade Primária Fitoplanctônica na Represa Samambaia em Goiânia – GO*, Trabalho de conclusão de curso, Universidade de Goiás, Goiânia, 2017.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. *Limnologia Aplicada à Aqüicultura*. Boletim Técnico do CAUNESP n.1, Jaboticabal: FUNEP, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BARROS, A.F.; BRAGA, F.M.S. *Effects of floating macrophyte cover on the water quality in fish pond*. Acta Scientiarum, 25: 101-106, 2003.

SLÁDECKAVA, A. *Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs") community*. Botanical Review, USA, v. 28, n.2, p.286-350, 1962.

SLÁDECKOVÁ, A. *The role of periphyton in water supply*, Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, 24: 2174-2178,1991.

SLÁDECKOVÁ, A. *Green algae and waste treatment technology*. Biologia Bratislava, 49(4): 615-619,1994.

TORTOLERO, S.A.R., CAVERO, B.A.S., BRITO, J.G., SOARES, C.C., SILVA JUNIOR, J.L., BARBOSA, H.T.B., GANGADHAR, B., KESHAVANATH, P. *Periphyton-based polyculture of jaraqui, semaprochilodus insignis (schomburgk, 1841) and tambaqui, colossoma macropomum (cuvier,1816) with feed supplementation*, tese. 129p, 2016.

UDDIN, M.S., FARZANA, A., FATEMA, M.K., AZIM, M.E., WAHAB, M.A.,VERDEGEM, M.C.J., *Technical evaluation of tilapia (Oreochromis niloticus) monoculture and tilapia-prawn (Macrobrachium rosenbergii) polyculture in earthen ponds with or without substrates for periphyton development*. Aquaculture, 269, pp. 232-240, 2007.

VADEBONCOEUR, Y., STEINMAN A., D. *Periphyton Function in Lake Ecosystems*, The Scientific World Journal, 1449–1468, 2002.

VAN DAM, A.A., BEVERIDGE, M.C.M., AZIM, M.E., VERDEGEM, M.C.J. *The potential of fish production based on periphyton*, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 12: 1-31, 2002.

WAHAB, M.A., MANNAN, M.A., HUDA, M.A., AZIM, M.E., TOLLERVEY, A., BEVERIDGE, M.C.M. *Effects of periphyton grown on bamboo substrates on growth and production of Indian major carp rohu – Labeo rohita* Ham. Bangladesh J. Fish Resour. 3, 1–10, 1999.

WETZEL, R.G. *Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators*, Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, 24: 6-24, 1990.

WHEATON, F. W., *Aquaculture Engineering*, Krieger Publishing, Malabar Florida, 1977.

Contribuições do perifíton no crescimento de alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes substratos para fixação

Ynaê Paula Schroder Rosa¹, Marcia Regina Russo¹, Lidiany Doreto Cavalcante¹, Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue²

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FACET), Dourados-MS. ypschroder@gmail.com.

²Pesquisador Doutor da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Brasil.

Resumo

No presente trabalho foi avaliada a composição de táxons a biomassa do perifíton em diferentes substratos de fixação e a influência destes na qualidade de água e desempenho zootécnico de alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). Um experimento com três tratamentos (diferentes substratos para crescimento do perifíton: Geomembrana, PET e Bambu) e um controle (sem substrato), com cinco repetições cada, foi montado em uma casa de vegetação com temperatura e aeração controladas. Cada mesocosmo foi povoado com 10 (dez) alevinos de tilápia com peso médio de 2,3 gramas, por trinta dias. Os peixes foram alimentados com ração comercial, cuja taxa de arraçoamento foi 30% menor do que a recomendada pelo fabricante, para estimular o consumo de perifíton. Os parâmetros de qualidade da água não foram significativamente diferentes entre os tratamentos, mas mantiveram-se dentro do estabelecido pela legislação. Em todos os tratamentos foram encontrados 36 táxons de perifíton. O substrato bambu foi o mais diverso considerando ao número de táxons encontrados, o que pode ser atribuído ao fato de ser um substrato de origem natural. O crescimento perifítico quantificado pela biomassa final dos substratos obteve seu maior valor no substrato Geomembrana. Em relação ao crescimento, o único resultado significativamente diferente entre os tratamentos foi o tratamento PET com maior valor de fator de condição (kn), indicando melhores condições de bem estar dos peixes. O substrato bambu se mostrou bom para colonização em relação à riqueza de algas perifíticas, todavia os peixes do tratamento PET e controle mostraram melhores valores de desempenho e consumo de algas, respectivamente, em relação aos outros tratamentos avaliados.

Palavras-chave: Algas perifíticas, Tilápia, Alimentação, Piscicultura.

Contributions of periphyton on growth of fingerlings of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its growth in different substrates

Ynaê Paula Schroder Rosa¹, Marcia Regina Russo¹, Lidiany Doreto Cavalcante¹, Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue²

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FACET), Dourados-MS. ypschroder@gmail.com.

²Pesquisador Doutor da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Brasil.

Abstract

The present work evaluated of the taxon composition and periphyton biomass the in different substrates and the influence of these on the water quality and growth parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. An experiment with three treatments (different substrates for growth of the periphyton: Geomembrane, PET and Bamboo) and a control (without substrate), with five replications each, was set up in a greenhouse with constant dissolved oxygen and temperature. Each mesocosm was populated with 10 (ten) tilapia fingerlings with an average weight of 2.3 grams, for thirty days. The fish were fed commercial feed, whose feed rate was 30% lower than that recommended by the manufacturer, to stimulate periphyton consumption. Water quality parameters were not significantly different between treatments, but remained within the established by the legislation. In all the treatments 36 taxa of periphyton were found. The bamboo substrate was the most diverse, which can be attributed to the fact that it is a substrate of natural origin. However, the substrate Geomembrana showed better results of biomass weight. Regarding the growth, there was a significantly different result between the treatments, being PET the treatment with higher value of condition factor (kn), indicating better fish growth. The bamboo substrate proved to be good for colonization in relation to the algal diversity of the algae, however the fish of the PET treatment and control showed better values of algae performance and consumption, respectively, in relation to the other evaluated treatments.

Key words: Periphyton, tilapia, feeding, aquaculture.

2. INTRODUÇÃO

O termo Perifíton é universalmente reconhecido e designado como todos os organismos que estão aderidos a um substrato submerso, geralmente dominado por organismos fotossintéticos, podendo ser de organismos unicelulares, coloniais ou filamentosos procariontes e eucariontes (INYANG et al., 2015). De acordo com Wetzel (1990), a proporção de algas no perifíton em relação a outros micro-organismos é cerca de 90%, composição esta condicionada às variações das condições ambientais. Essa característica tem chamado a atenção de pesquisadores para sua utilização na aquicultura.

A maior parte das espécies de peixes nas fases iniciais, especialmente as de hábito herbívoro e onívoro, utiliza esses organismos aderidos como fonte de alimento, rico em proteínas, vitaminas e minerais (PÉREZ, 1992; VAN DAM et al., 2002). Esses atributos remetem a esses organismos importância econômica e ambiental.

Neste aspecto, a comunidade perifítica também desempenha um papel importante como bioindicadora da qualidade e estado trófico da água, graças à capacidade de acumular em sua biomassa substâncias como nutrientes e poluentes (NEAL, 1967; SLADECKAVÁ, 1962, 1991, 1994; CHAMIXAES, 1991). Essa característica permite que o perifíton funcione como um biofiltro, influenciando de maneira direta e positiva na ciclagem de nutrientes (AZIM et al., 2001; 2004).

No dia a dia das pisciculturas, os alimentos artificiais, como as rações e os fertilizantes utilizados durante o ciclo produtivo tem um alto custo e, muitas vezes a dosagem é mal dimensionada na hora da alimentação e fertilização. Em excesso na água, esses produtos não são totalmente utilizados pelos peixes e, como resíduos, contribuem para a eutrofização e comprometem a qualidade da água e a sanidade dos peixes (CARBALLO et al., 2008). Portanto, a utilização de substratos que aumentem a área de crescimento do perifíton em tanques de piscicultura pode ser uma proposta eficaz para diminuir a carga de nutrientes proveniente dos resíduos da produção (BISWAS, et al., 2018), servir como fonte de alimento natural disponível e consequentemente reduzir o montante de dieta artificial, aliviando os custos de produção principalmente para produtores de pequena escala (GARCIA, et al., 2017).

Neste sentido, experimentos que avaliem a contribuição do perifíton no crescimento das fases iniciais de peixes comerciais, na melhoria da qualidade da água e na utilização deste para otimizar sistemas de criação, são fundamentais para se propor ferramentas de manejo que minimizem os impactos ambientais e econômicos causados pelo uso exclusivo de dietas artificiais, especialmente em propriedades de produção extensiva.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição de táxons e a biomassa da comunidade perifítica em diferentes substratos para fixação, assim como a influência deste sobre a qualidade de água e desempenho zootécnico de fases iniciais da tilápia do Nilo.

3. METODOLOGIA

3.1 Local de execução do experimento

O experimento foi desenvolvido nas instalações da casa de vegetação, anexa ao laboratório de piscicultura da EMBRAPA Agropecuária Oeste em Dourados, no Estado de Mato Grosso do Sul. Foi realizado controle de luz (sombrite 50%), temperatura (climatizador) e aeração constante da água, a fim de ofertar um ambiente próximo do ideal para condução do experimento.

3.2 Delineamento experimental

Foram utilizadas 20 caixas de polietileno com capacidade de 100 litros cada (Figura 01), submetidas à aeração constante e distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo: o controle (sem substrato para fixação do perifíton), substrato de bambu, substrato de geomembrana e substrato de garrafas pet (politereftalato de etila) (Figura 2). Os substratos foram escolhidos considerando o fácil acesso, manipulação, baixo custo e por apresentar superfície resistente à ação mecânica para raspagem. Em cada tratamento foi fixada uma estrutura retangular com base construída em arame galvanizado com dimensões de 30x40 (cm), coberta com tinta antiferrugem, onde foram fixados os diferentes substratos para crescimento do perifíton. Esse conjunto ocupou cerca de 10% da área total da caixa (Figura 02). Os substratos, dentro da base de arame, tinham dimensões de 30x5cm e foram mantidos 100% imersos e o conjunto, fixado em uma das bordas de cada tanque.

Os peixes foram adquiridos de uma piscicultura da região de Dourados, por doação do produtor, aclimatados durante sete dias. As caixas foram estocadas com 10 (dez) peixes cada, com peso médio de 2,3 gramas, alimentados com ração comercial (no início do experimento, ração farelada com 40% de proteína bruta, seguido de ração peletizada 4mm com 36% de proteína bruta, conforme o crescimento dos peixes) na proporção de 30 % menos do que o recomendado pelo fabricante para estimular o consumo do perifíton. A quantidade total de ração diária foi calculada com base no peso, equivalente a 10% da biomassa dos peixes. A frequência de arraçoamento foi diária, quatro vezes ao dia, às 7:00h, 11:00h, 13:00h e às 16:00 horas.

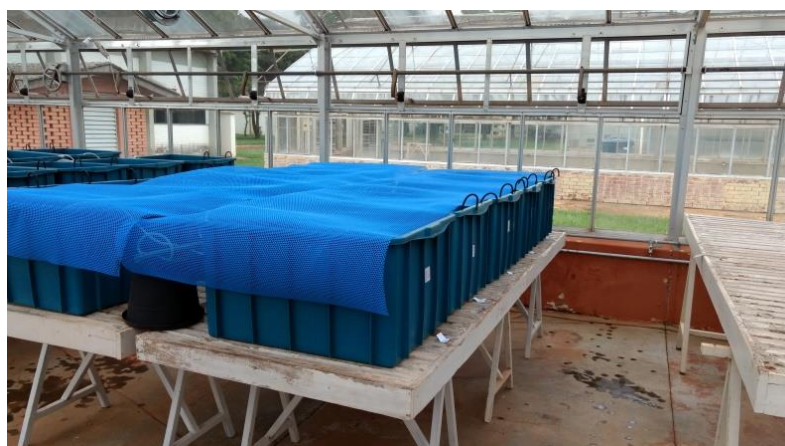


Figura 01. Estrutura do experimento composta de 20 caixas de polietileno de 100 litros cada em casa de vegetação (Embrapa Agropecuária Oeste) com aeração constante e sem renovação de água.



Figura 02. Estrutura contendo os substratos para crescimento do perifíton. a) substrato de bambu, b) substrato de garrafa PET e c) substrato de geomembrana.

3.3 Manejo e Monitoramento da qualidade da água

Em cada caixa foi realizada sifonagem do fundo para retirar o excesso de resíduos e feita à reposição de aproximadamente 40% do volume de água a cada dois dias. Todos os dias, foram mensurados os valores de oxigênio dissolvido e temperatura com a sonda da marca YSI (modelo 55). Uma vez por semana, os parâmetros pH, condutividade elétrica e totais de sólidos dissolvidos foram mensurados com a sonda multiparamétrica da marca Horiba (modelo U50) (Figura 03) e as concentrações de nitrito, amônia, ortofosfato, dureza e alcalinidade foram medidas com o kit colorimétrico (Figura 04).



Figura 03. Coleta semanal dos parâmetros físico-químicos com a sonda multiparamétrica.

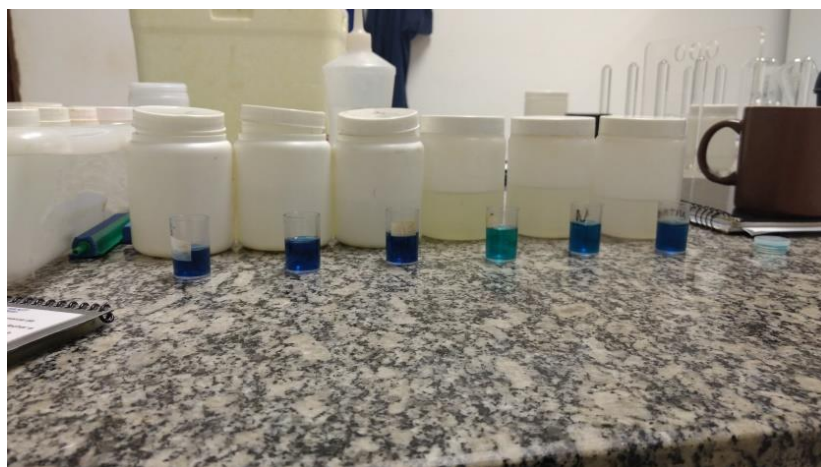


Figura 04. Análise colorimétrica dos parâmetros limnológicos.

3.4 Composição taxonômica e biomassa da comunidade perifítica

Semanalmente as estruturas contendo os substratos foram retiradas para raspagem, na proporção de aproximadamente 10% da área total com uma lâmina de vidro. Para a avaliação da composição de espécies as amostras foram fixadas em *Transeau* para a análise qualitativa. Os táxons dos diferentes substratos foram identificados em microscópio óptico utilizando-se para tal, a alíquota de 3 ml por repetição por meio de preparação de lâminas temporárias em microscopia óptica binocular (BICUDO & MENEZES, 2006).



Figura 05. Substratos colonizados com perifíton . A- Geomembrana, B- Bambu, C- PET.

Para a determinação da biomassa, o raspado dos substratos foi filtrado em filtros de fibra de vidro Schleicher & Schuell GF/C e posteriormente acondicionados em estufa à 70°C por cerca de 12 horas e em seguida, pesados, obtendo-se o dado de peso seco (SCHWARZBOLD, 1990).

3.5 Dados de desempenho e fator de condição

Encerrados 30 dias de experimento, foi feita a biometria (peso e comprimento total e padrão). Para esse procedimento os peixes foram eutanasiados pelo método da dose de Benzocaína letal (imersão em solução tamponada até o pH 7), segundo a Resolução Normativa nº 13/2013 – CONCEA (Conselho Nacional de Controle em Experimentação Animal), eviscerados e foi retirado os estômagos para análise do conteúdo. Cada estômago foi imerso em solução de formalina 4% em frasco de vidro

identificado para posterior análise da dieta. Além das médias de peso final, foram calculados os seguintes dados por tratamento, segundo Inoue et al., 2014:

Ganho de peso:

Peso médio final (g) – Peso médio inicial (g)

Ganho de peso diário:

Ganho de peso (g)/ n° de dias

O fator de condição Relativo (Kn) ou de *Le Cren* dos peixes em cada tratamento foi calculado pela equação $Kn = P_{\text{observado}} / P_{\text{esperado}}$, sendo P observado, o peso obtido da pesagem de cada indivíduo e P esperado, o peso determinado pela curva da relação peso-comprimento (LE CREN, 1951; ARAUJO et al., 2011).

3.6 Análise do conteúdo estomacal

Para avaliar se houve consumo do perifíton e em que proporção em cada tratamento, os conteúdos estomacais dos peixes foram analisados sob microscópio óptico em câmara de *Sedgewick – Rafter* pelo método de frequência de ocorrência (%FO), em que o número de indivíduos que consumiu determinado item (ração, diferentes táxons de perifíton) foi expresso pela porcentagem do total de peixes examinados com conteúdo estomacal (BOWEN, 1992). Assim, o número de vezes que cada item ocorreu foi tratado como porcentagem do número total de ocorrência de todos os itens (HAHN & DELARIVA, 2003).

3.7 Análises estatísticas

Para testar o efeito dos substratos na qualidade da água foi realizada a análise de variância (ANOVA *one-way*), seguido de teste de Tukey ($p < 0,05$) com os parâmetros físicos- químicos. Com os dados de peso e comprimento, foi feito o cálculo de fator de condição seguido de ANOVA *one-way* para verificar se houve diferença significativa entre os fatores por tratamento e, ainda utilizando os achados biométricos e o mesmo teste, foi feita a comparação de todos os resultados de desempenho. Para isto, foi utilizado o *software* SigmaStat 4.0.

Com os dados de composição de táxons de perifíton por substrato, foi feita uma análise de agrupamento de Cluster afim de elucidar a similaridade dos táxons em relação aos

dias de coleta. Para os dados do conteúdo estomacal, foi calculada uma Permanova seguida de *indival* para mostrar os principais itens da dieta dos peixes para cada tratamento, posteriormente foi utilizada a distância de Bray-Curtis a cada par de amostras e o resultado foi submetido a uma Análise de coordenadas principais (PCoA), em que foram representados os principais itens alimentares consumidos durante todo o período de experimento em relação ao tratamento correspondente. Para as análises supracitadas foi utilizado o *software* R (R CORE TEAM, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físico-químicos da água se enquadram no padrão estabelecido pelo CONAMA 357/05 para corpos d'água de classe 2 (Tabela. 01). Pode-se observar que os valores se mantiveram constante em cada parâmetro em relação aos tratamentos. Todos os tratamentos foram abastecidos com água oriunda de poço artesiano e o valor das médias foi calculado considerando todo o período de experimento. Em trabalhos como o de Keshavanath et al., (2001), foram obtidos baixos valores de oxigênio dissolvido nos tratamentos com substratos naturais para crescimento de perifíton, quando comparados com o substrato artificial. Azim et al., (2004), trazem resultados os quais mostram que a presença do perifíton diminuiu concentrações de nitrogênio e amônia total, funcionando como um biofiltro nos tanques. Em contrapartida, Andrion, et al., (2014) não observaram diferenças significativas entre os tratamentos, provavelmente pelo do não desenvolvimento do perifíton devido à suspensão do material particulado. No presente trabalho, os substratos ocuparam cerca de 10% do total do mesocosmo, o que pode ter sido espaço insuficiente para crescimento da biomassa de perifíton, além de se tratar de um experimento *indoor* onde os principais parâmetros da água se mantiveram constantes.

Tabela 01. Médias e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos da água durante os 30 dias de experimento nos diferentes tratamentos com substratos para crescimento de perífiton.

	Controle	Geomembrana	Bambu	PET	NS*
Oxigênio Dissolvido (mg/L ⁻¹)	6,96±0,7	6,97±0,58	6,75±0,94	7,0±0,49	0,84
Temperatura (°C)	22,08±0,87	22,1±0,94	22,1±0,84	22,0±0,82	0,99
pH	7,14±0,67	7,05±0,61	7,06±0,6	7,16±0,67	0,99
Alcalinidade (CaCO ₃ mg/L ⁻¹)	61,28±24,6	55,16±27,5	67,44±11,6	59,0±19,4	0,97
Dureza (CaCO ₃ mg/L ⁻¹)	67,36±10,5	70,68±10,6	60,2±20,0	68,0±12,4	0,93
Amônia total (mg/L)	0,97±1,11	0,89±1,24	1,07±1,34	0,83±1,13	0,98
Ortofosfato (PO ₄ mg/L)	0,16±0,188	1,24±0,54	1,01±0,61	0,94±0,57	0,64
Nitrito (NO ₃ mg/L)	0,16±0,18	0,16±0,19	0,15±0,18	0,16±0,19	>1
Condutividade (µS/cm ²)	0,422±0,02	0,421±0,02	0,424±0,03	0,422±0,02	0,99
Totais de sólidos dissolvidos (mg/L ⁻¹)	0,274±0,01	0,273±0,01	0,275±0,02	0,274±0,01	0,96
Potencial de oxirredução (ORP)	191,16±48,6	159,8±93,9	188,5±50,5	193,4±45,9	0,99

(NS* Nível de significância).

Foram identificados 35 táxons na comunidade perífita, sendo a maioria pertencente ao grupo das algas (23), principalmente Chlorophyceae, Cyanophyceae e Diatomáceas. Os demais táxons foram de rotíferos (2), fungos (1), copépodos (1), protozoários (6) e insetos (1). Também foram encontrados ovos de rotíferos, que foram contabilizados como 1 táxon (ver apêndice). A riqueza de táxons em relação ao tipo de substrato foi demonstrada através de uma análise de similaridade (Figura 06).

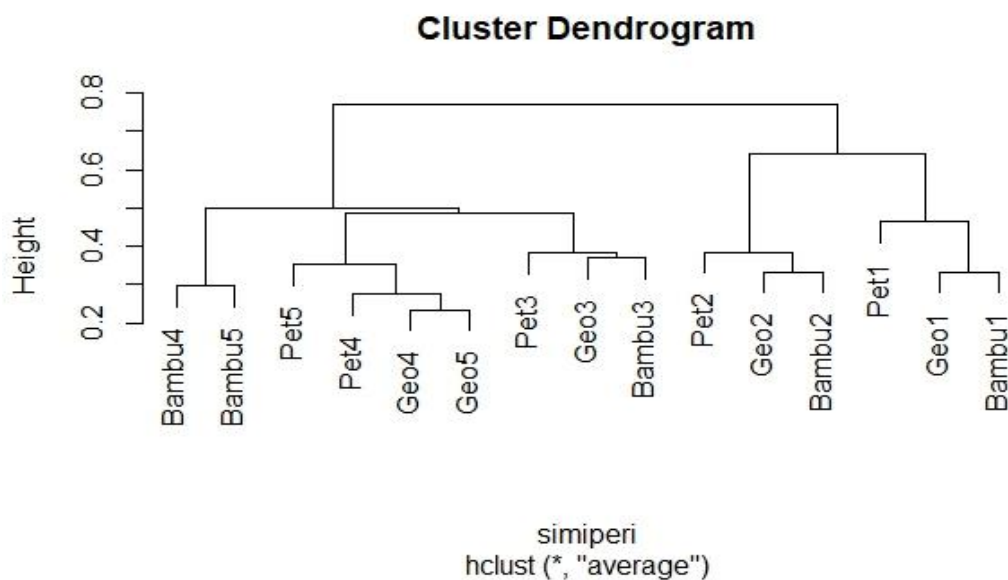


Figura 06. Dendrograma de Cluster evidenciando a similaridade da composição de táxons em cada tratamento com substrato para perífiton por semana durante os 30 dias de experimento. (Geo = Geomembrana).

O dendrograma mostra, por coleta, quais os substratos foram mais similares em relação à composição dos táxons encontrados (Figura 06). Nos substratos artificiais (Pet e geomembrana) houve uma maior semelhança de táxons, provavelmente pela natureza do substrato, ambas de superfície lisa. Resultado semelhante foi encontrado no trabalho de Tortolero et al., (2016), em que substratos naturais foram mais diversos em composição e tiveram maior biomassa, comparados com os substratos artificiais.

Em relação à biomassa dada pelo peso seco de perifíton por substrato, os resultados obtidos foram 0,11525g, 0,14529g e 0,20180g para PET, Bambu e Geomembrana, respectivamente. Os menores valores de peso seco de perifíton em PET e Bambu podem estar relacionados com o consumo de perifíton pelos peixes, como nos estudos de Hillebrand (2008) e Peters & Traunspurger (2012) que observaram que as diminuições na biomassa perifítica disponível podem ser atribuídas a distúrbios naturais como a predação. Zorzal-Almeida & Fernandes (2014), observaram alterações na comunidade sob a presença de tilápias, como por exemplo, a diminuição na biomassa, clorofila e a presença de uma só espécie dominante podem indicar predação do perifíton pelos peixes.

Pôde-se observar que com o passar das semanas, o número de táxons encontrados aumentou em todos os tratamentos (Figura. 07). No presente trabalho, a crescente colonização foi visível, principalmente nos substratos bambu e geomembrana.

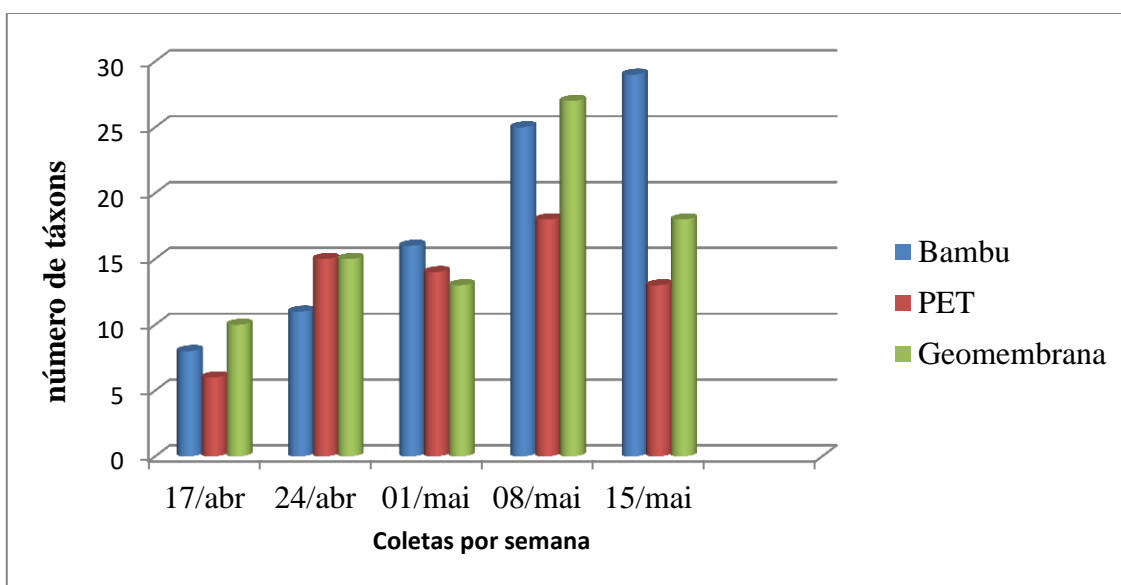


Figura 07. Relação entre o número de táxons do perifíton por substrato nos três tratamentos (Bambu, PET e Geomembrana).

Este resultado pode ser consequência do processo de sucessão perifítica, assim como encontrado em trabalhos que avaliaram o crescimento, dinâmica de sucessão do perifíton em substratos naturais e/ou artificiais como os de Siqueira & Rodrigues (2008) e Felisberto & Rodrigues (2012).

Em ambientes naturais, esse comportamento também pode ser influenciado por diversos fatores ambientais, como por exemplo, o regime de pluviosidade e a rugosidade do substrato que a comunidade perifítica tem para crescer (Vercellino et al., 2006). Em 2005, Bergey demonstrou que a biomassa de algas perifíticas aumentava conforme o maior número de fendas presentes no substrato.

Estudos como o de Osório (2017), mostram que a colonização da comunidade perifítica difere conforme capacidade de cada espécie de se estabelecer em substratos mais ou menos complexos. Murdock & Dodds (2007), obtiveram em seu experimento valores maiores de clorofila *a* em substratos mais rugosos e maior diversidade de algas, sugerindo que a maior área disponível em substratos rugosos contribui para o crescimento e diversidade de espécies da comunidade, bem como, a complexidade do substrato.

Houveram diferenças significativas em relação aos principais itens consumidos pelos peixes por tratamento (Tabela 02). Pode-se observar que, além do controle, no tratamento bambu, os principais itens consumidos foram três grupos de algas (*Monoraphidium* sp, Pennales e *Selenastrum* sp).

Itens	Bambu	Geomembrana	PET	Controle
Algas				
<i>Monoraphidium</i> sp.	4,54*	1,8	1,5	0,25
<i>Scenedesmus</i> sp.	1,95	1,6	0,65	16,5***
Chlorococcales	0	0,35	0,85	0,25
<i>Desmodesmus</i> sp.	0,55	0,2	0,04	0
Pennales	0,95**	0,3	0,1	0,05
<i>Coelastrum</i> sp.	1,6	1	4,45	2,1
<i>Johannesbaptista</i> sp.	0,4	0	0	0
Chroococcales	0,15	0,04	0	0
<i>Selenastrum</i> sp.	2***	0,1	0,2	1
<i>Stigeoclonium</i> sp.	0,4	0	0,1	0
Bulbochaete	0,01	0,03	0	0
<i>Binuclearia</i> sp.	0,2	0,15*	0,02	0
<i>Gloeotila</i> sp.	0,05	0,05	0	0
<i>Oedogonium</i> sp.	0,4	0	0	0

	<i>Oocystis</i> sp.	0	0	0	0,1
	<i>Pseudoanabaena</i>	0	0,88	0,15	0,05
	Eudorina	0	0	0,04	0
Protozoários					
	Suctoria	1,05	0,3	1,7**	0,6
	Peritrichida	0,3	0,2	1,45	0
	Synhymeniida	0	0,5	0	0
Rotíferos					
	Bdelloidea	3	2	6,2*	1,6
	Eutoratoria	0,3	0,15	1,15	0,15
Outros itens					
	Arcella	0,05	0,05	0	0
	Escama	0,05	0	0,05	0
	Ovos de rotífero	1	0,3	1,4**	0,3
	Chytridiomycetes	0,05	0,5	0,05	0
Ração		81	89,5*	79,9	77,05
Total		100	100	100	100

Tabela 02. Frequência de ocorrência de itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal dos peixes por tratamento. Códigos dos valores de significância de teste de Tukey ($p < 0,05$): 0 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05.

Diferentemente do tratamento PET, o qual os itens alimentares que mais foram consumidos foram dos grupos de protozoários, rotíferos e ovos de resistência (Figura 08). Abimorad et al. (2013) constataram que, sob forrageamento, os peixes podem selecionar o alimento que lhes seja nutricionalmente melhor, deixando no substrato organismos que não lhes convém. Huchette et al. (1999), conseguiram observar uma relação de similaridade entre as espécies encontradas nos substratos artificiais inseridos no ambiente de cultivo com as espécies encontradas nos estômagos dos peixes, corroborando com os resultados do presente estudo. Já em estudos como o de Riveira Vasconcelos et al. (2018), os dados apontam que a magnitude do efeito predativo da tilápia sobre a comunidade de fitoplâncton e zooplâncton em lagos tropicais é dependente da biomassa e do tamanho estrutural de ambas as comunidades.

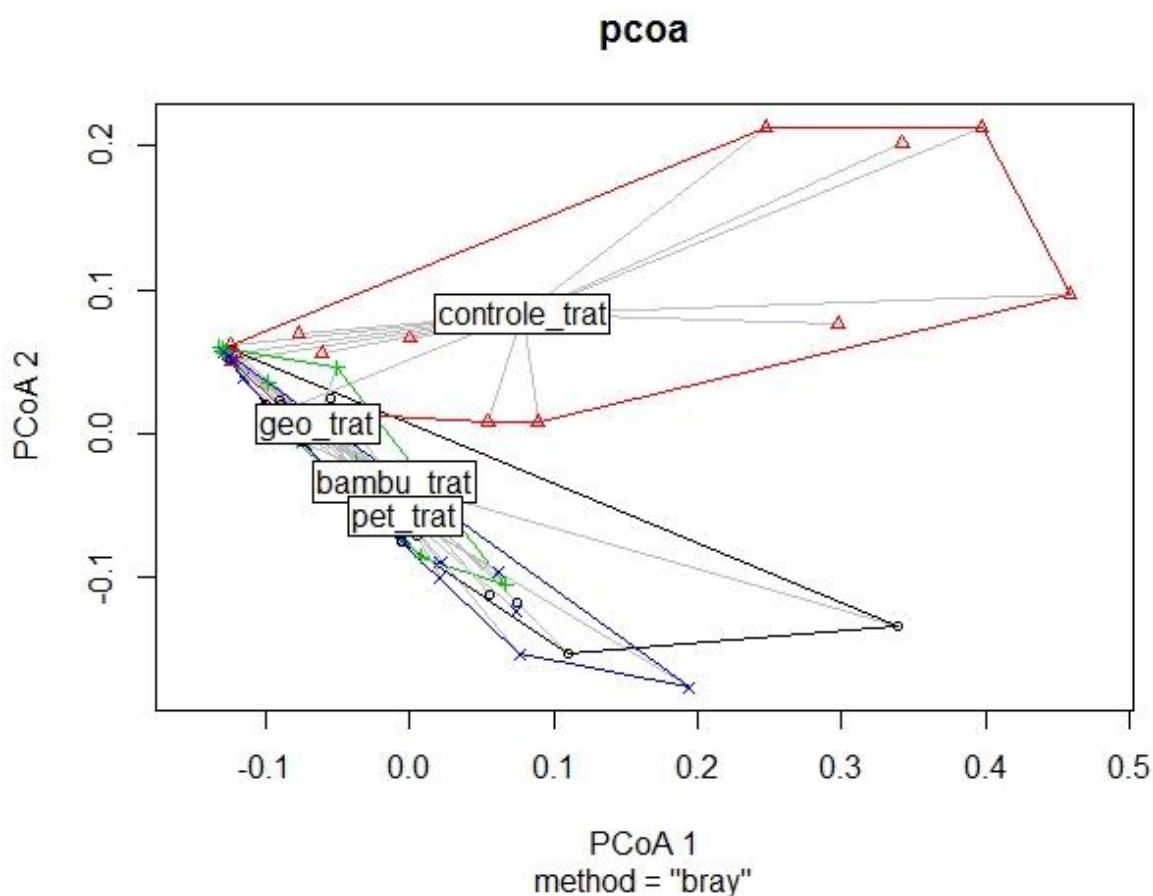


Figura 08. Análise de coordenadas principais (PCoA) utilizando dissimilaridade de Bray-curtis de principais itens alimentares consumidos nos diferentes tratamentos com substratos para crescimento de perifíton e controle. Os itens significativamente consumidos estão na tabela 02.

A análise do conteúdo estomacal das tilápias mostrou em todos os tratamentos, uma alimentação diversa e rica em alimentos naturais. Ao analisar o conteúdo, foi possível observar que foram consumidos táxons de algas perifíticas, bem como, algas planctônicas do gênero *Scenedesmus* sp, (Tabela 02) que é um dos componentes do fitoplâncton mais comuns em corpos aquáticos de água doce (Bicudo & Menezes, 2006). Este foi o item mais consumido pelos peixes no tratamento controle, onde não havia substratos (Figura 08).

Rocha Loures et al. (2001) observaram que tilápias de pisciculturas se alimentavam principalmente de ração, mas que em determinados horários, o consumo de fitoplâncton quase se igualava ao consumo do alimento oferecido pelo pesquisador. Evidenciando o hábito alimentar fitoplanctófago dessa espécie em fases de alevino. A comunidade fitoplanctônica e perifítica demandam praticamente dos mesmos nutrientes para crescer e, possivelmente o destaque do consumo de algas fitoplanctônicas representado principalmente pelas algas do

gênero *Scenedesmus* sp no tratamento controle suporta a hipótese de que na ausência de substrato no controle favoreceu o desenvolvimento do fitoplâncton.

A hipótese de que os substratos para perifíton nos mesocosmos iriam contribuir com o desempenho zootécnico dos peixes foi refutada, uma vez não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 03).

Tabela 03. Desempenho zootécnico dos alevinos de tilápia nos três tratamentos e controle e significância representada valor de p no teste ANOVA de uma via.

Grupo	Controle	PET	Bambu	Geomembrana	Valor de p
Média de peso final (g)	13.036±3,54	13.786±4,13	13,31±3,32	13,52±4,28	0,748
Ganho de peso (g)	10,86±4,01	11,96±3,97	10,96±4,18	11,37±4,83	0,646
Ganho de peso diário (g/dia/peixe)	15,80±5,84	17,11±5,68	15,81±6,03	16,40±6,97	0,748
Taxa de Crescimento específico (%/dia)	1,17±0,18	1,21±0,17	1,16±0,22	1,16±0,27	0,684

No experimento de Salazar-Torres (2016), o autor discute que o baixo ganho de peso é consequência do não suprimento energético necessário requerido pelas tilápias.

O estudo de Keshavanath et al. (2014) obteve em 75 dias de experimento resultados que mostraram diferenças significativas no peso final dos peixes que se alimentaram em um sistema com substratos de bambu para crescimento de perifíton e mostraram que os alevinos são hábeis para predação do perifíton.

O fator de condição dos peixes variou em cada tratamento (Figura 09). O tratamento PET apresentou diferença significativa ($F= 275,5$; $p<0,05$) em relação aos demais, evidenciando melhor relação de crescimento em peso e comprimento dos peixes nesse tratamento.

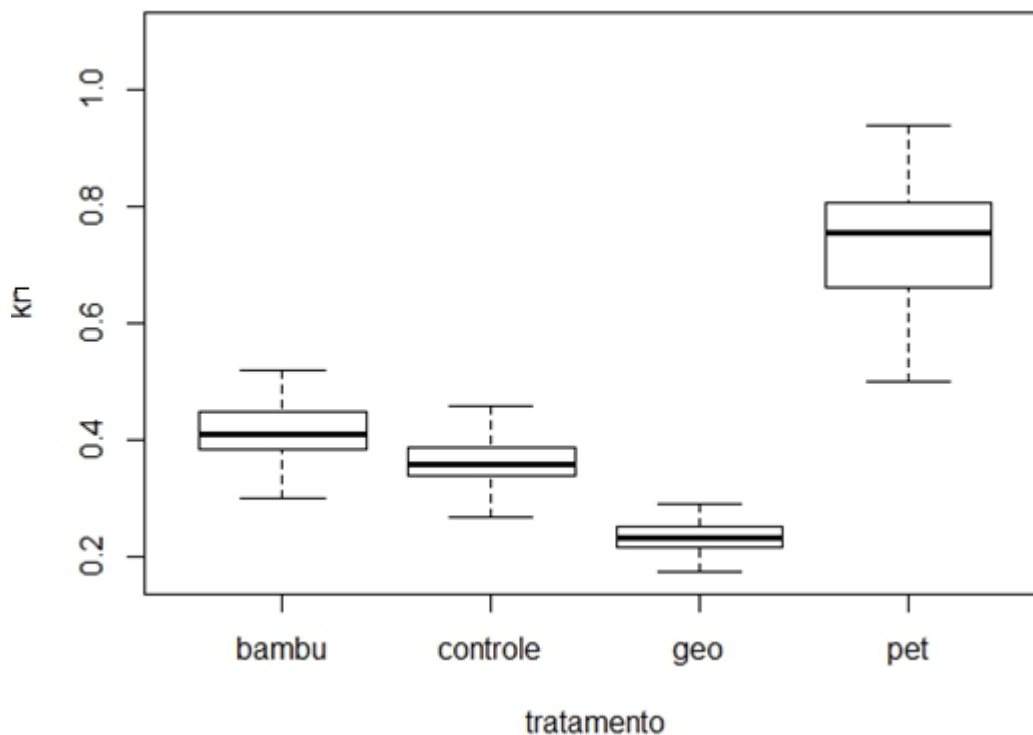


Figura 09. Valores do Fator de condição dos peixes por tratamento .

Observou-se no tratamento com PET que os peixes ingeriram menor percentual de ração em relação aos demais tratamentos que possuíam substratos (79,9%), além do fato de que os itens de origem animal tais como rotíferos e protozoários também apresentaram maiores percentuais de consumo, fato que pode ter influenciado no melhor fato de condição, índice o qual indica o estado de bem estar dos peixes em relação ao ambiente em que vive (Gomiero et al., 2010; Araújo et al., 2011) e pode estar relacionado com a maior disponibilidade de alimento (HIGA, 2014).

5. CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho evidenciaram maior riqueza de táxons no substrato bambu, onde também se obteve consumo significativo de diversos grupos de algas. Todavia, o tratamento controle se destacou pelo maior consumo de algas fitoplanctônicas, evidenciando o hábito alimentar filtrador nessa fase de vida. Não obstante, o tratamento PET mostrou-se promissor e evidenciou que em sistemas fechados de criação de alevinos de tilápia, o tipo de organismo perifítico que cresce nos diferentes substratos pode ser mais importante que a diversidade, fornecendo um suplemento alimentar que melhora o fator de condição dos peixes. Além disso, considerando o custo zero do uso desse tipo de substrato, obtido a partir da reciclagem,

nota-se a importância econômica e ambiental dos resultados obtidos neste estudo, na busca por sistemas de produção mais sustentáveis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C. C. de; FLYNN, M. N.; PEREIRA, W. R. L. *Fator de condição e relação peso-comprimento de mugil curema valenciennes, 1836 (pisces, mugilidae) como indicadores de estresse Ambiental*. RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 4, n. 3, p. 51-64, 2011.

AZIM, M. E. et al. *Optimization of stocking ratios of two Indian major carps, rohu Labeo rohita Ham. and catla, Catla catla Ham. in a periphyton- based aquaculture system*. Aquaculture, Amsterdam, v. 203, p. 33- 49, 2001.

AZIM, M.E. et. al, *The effect of periphyton substrate density on production in freshwater polyculture ponds*. Aquaculture, v.232, p.441-453, 2004.

BATISTA, A. A *Contribuição da piscicultura para as pequenas propriedades rurais em Dourados – MS*, Dissertação – Universidade Federal da Grande Dourados, 2013.

BERGEY, E.A., *How protective are refuges? Quantifying algal protection in rock crevices*, Freshwater Biology 50, 1163–1177, 2005.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. *Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. 2ª ed. 502 p. Rima, 2006.

BISWAS B., DAS S.K., MONDAL I., MANDAL A., *Composite fish farming in West Bengal, India: redesigning management practices during the course of last five decades*, International Journal of Aquaculture, 8(12): 90-97, 2018.

BOWEN, S. H. *Quantitative description of the diet*. p. 325-336 In: Nielsen, L. A.; D. L. Johnson (Eds.), Fisheries techniques. American Fisheries Society, Bethesda. 1992.

CARBALLO, E., VAN EER, A., VAN SCHIE, T., HILBRANDS, A. Agrodok, Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 2008.

CHAMIXAES, C.B.C.B. *Variação temporal da biomassa, composição de espécies e produtividade das algas perifíticas relacionados com as condições ambientais de pequenos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão do Lobo (Itirapina -SP)*. São Carlos, USP/EESC, tese. 333 p, 1991.

CONSELHO NACIONAL DE CONTROLE DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL, *Diretriz Brasileira para o cuidado e a utilização de animais para fins científicos e didáticos* – dbca, Brasília, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução n°357, de 17 de março de 2005. Disponível em: Acesso: 15 dez. 2017.

DEGEFU, F., TIGABU, Y., TADESSE, Z. *Modeling the Potential of Periphyton based Fish Production in Pond Culture System*, Sebeta-Ethiopia, 2011.

FELISBERTO, S, A. & RODRIGUES, L., *Successional dynamic of the periphytic algal community in ecosystem lotic subtropical*, *Rodriguésia* 63(2): 463-473. 2012.

GARCIA, F., SABBAG O.J., KIMPARA J.M., ROMERA D.M., SOUSA N.S., ONAKA E.M., RAMOS I.P., *Periphyton-based cage culture of Nile tilapia: An interesting model for small-scale farming, aquaculture*, Aquaculture, 2017.

GOMIERO, L.M., VILLARES JUNIOR, G.A. BRAGA, F.M.S. *Length-weight relationship and condition factor for *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) in Serra do Mar State Park - Santa Virgínia Unit, Atlantic Forest, São Paulo, Brazil*. *Biota Neotropica*, 2010.

HAHN, N.S. & DELARIVA, L. 2003. Métodos para avaliação da alimentação natural de peixes: o que estamos usando? *Interciencia* 28:100-104.

HIGA, P. T. *Fator de condição e biologia alimentar de *Pimelodus maculatus* em três pontos do Rio Piracicaba (SP)* 52 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2014.

HILLEBRAND, H. *Grazing regulates the spatial variability of periphyton biomass*. *Ecology*, 89(1):165-173, 2008.

HUCHETTE, S.M.H., BEVERIDGE, M.C.M., BAIRD, D.J et al, The impacts of grazing by tilapias *Oreochromis niloticus* L. on periphyton communities growing on / artificial substrate in cages, *Aquaculture* 186 2000 45–60, 1999.

KESHAVANATH, P., GANGADHAR, B., RAMESH, J., et. al, *Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture*, *Aquaculture Research*, 32, 189±197, 2001.

KESHAVANATH, P. et al. Effects of bamboo substrate and supplemental feeding on growth and production of hybrid red tilapia fingerlings (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v. 235 n. 14, p. 303-314, 2004.

LE CREN, E. D. *The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch. (*Perca fluviatilis*)*. *Journal of Animal Ecology*, v. 20, p. 201-219, 1951.

MOSCHINI-CARLOS, V., HENRY, R. *Aplicação de índices para a classificação do perifíton em substratos natural e artificial, na zona de desembocadura do rio Paranapanema (represa de Jurumirim), SP*. *Revista Brasileira de Biologia*, 1997.

MURDOCK, J. N., & W. K. DODDS. *Linking benthic algal biomass to stream substratum topography*. *Journal of Phycology*, 43: 449–460, 2007.

NEAL, E.C., PATTEN, B.C., DEPOE, C.E. *Periphyton growth on artificial substrates in a radioactively contaminated lake*. Ecology, 48(6): 918-924, 1967.

OSÓRIO, N.C., *Complexidade de habitat determinando padrões de aninhamento e turnover na comunidade de algas perifíticas*, dissertação (mestrado em Ecologia de ecossistemas aquáticos continentais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2017.

PÉREZ, G.R., *Fundamentos de limnologia neotropical*, Medellín: Editora da universidade Antioquia, 529p., 1992.

PETERS, L.; TRAUNSPURGER, W. *Temporal patterns in macrograzer effects on epilithic algae and meiofauna: a comparative approach to test for single species and whole grazer community effects*. Aquatic Science, 74(2):229-240, 2012.

R CORE TEAM. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2003.

RIVERA VASCONCELOS F., MENEZES, R. F., ATTAYDE, L. *Effects of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) on the plankton community of a tropical reservoir during and after an algal bloom*, Hydrobiologia 817:393–401, 2018.

ROCHA LOURES, B.T., RIBEIRO, R.P., VARGAS, L., MOREIRA, H.L.M., SUSSEL, F.R., POVH, J.A., CAVICHIOLO, F., *Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente*, Acta Scientiarum Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

SALAZAR-TORRES, G., SILVA, L. H.S., RANGEL, L.M., ATTAYDE, J.L., HUSZAR, V.L.M., *Cyanobacteria are controlled by omnivorous filter-feeding fish (Nile tilapia) in a tropical eutrophic reservoir*, Hydrobiologia 765:115–129, 2016.

SCHWARZBOLD, A. *Métodos Ecológicos Aplicados ao Estudo do Perifíton*. Acta Limnologica Brasiliensia, Botucatu, 3: 545-592, 1990.

SIQUEIRA, N. & RODRIGUES, L., *Comunidade de algas perifíticas em tanques de cultivo de peixes em reservatório: o processo de colonização e sucessão utilizando substrato artificial*, Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)-- Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2008.

SLÁDECKOVÁ, A. *The role of periphyton in water supply*, Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, 24: 2174-2178, 1991.

SLÁDECKOVÁ, A. *Green algae and waste treatment technology*. Biologia Bratislava, 49(4): 615-619, 1994.

SLADECKAVA, A. *Limnological investigation methods for the periphyton ("Aufwuchs") community*. Botanical Review, USA, v. 28, n.2, p.286-350, 1962.

TORTOLERO, S.A.R., CAVERO, B.A.S., BRITO, J.G., SOARES, C.C., SILVA JUNIOR, J.L., BARBOSA, H.T.B., GANGADHAR, B., KESHAVANATH, P. *Periphyton-based polyculture of jaraqui, semaprochilodus insignis (schomburgk, 1841) and tambaqui, colossoma macropomum (cuvier,1816) with feed supplementation*, tese. 129p, 2016.

VAN DAM, A.A., BEVERIDGE, M.C.M., AZIM, M.E., VERDEGEM, M.C.J. *The potential of fish production based on periphyton*. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 12: 1-31, 2002.

VERCELLINO, I, S. & BICUDO, D, C. *Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso*, Revista Brasil. Bot., V.29, n.3, p.363-377, jul.-set. 2006.

WETZEL, R.G. *Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators.*, Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, 24: 6-24, 1990.

ZORZAL-ALMEIDA, S. & FERNANDES, V., O. *The influence of the predation of tilapia (Oreochromis sp.) in the periphytic algae community structure in a tropical pisciculture pond*. Neotropical Biology and Conservation, volume 9, 2014.

Apêndice A - Tabela de ausência e presença dos táxons encontrados nos três substratos para fixação no decorrer dos 30 dias de experimento.

	PET	GEOMEMBRANA	BAMBU
Arcella			X
Synhymeniida	X		X
Peritrichida	X	X	X
Peniculida	X	X	
<i>Ictio sp</i>			X
Suctoria	X	X	X
Chytridiomycetes	X	X	X
Bdelloidea	X	X	X
Eurotatoria		X	X
Eustigmatales		X	X
Volvocales	X		
Ulotrichales	X	X	X
Eudorina		X	
Chroococcales	X	X	X
Oscillatoriales	X		X
Chlorococcales		X	X
<i>Coelastrum</i>	X	X	X
<i>Desmodesmus</i>	X		X
<i>Monoraphidium</i>	X		X
<i>Scenedesmus</i>	X	X	X
<i>Eutetramorus</i>	X	X	X
Pennales	X	X	
<i>Oocystis sp</i>	X	X	
<i>Selenastrum sp</i>	X	X	
<i>Mycrocistis sp</i>	X		X
<i>Anabaena sp</i>		X	X
<i>Bulbochaete sp</i>			X
<i>Rizoclonium sp</i>			X
<i>Closterium sp</i>			X
<i>Oedogonium sp</i>			X
Náuplio			X
Ovos de resistência	X	X	X
Larva de diptera			X