UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS

Influência da adubação, com cama de frango na dinâmica de zoobentos em viveiros de engorda de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

FERNANDA CRISTINA LEAL

Dourados – MS
2019

FERNANDA CRISTINA LEAL

Influência da adubação, com cama de frango na dinâmica de zoobentos em viveiros de engorda de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Dissertação apresentação ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Ciência Ambiental

Orientadora: Profª Drª Márcia Regina Russo

Dourados – MS
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L435i Leal, Fernanda Cristina

Influência da adubação, com cama de frango na dinâmica de zoobentos em viveiros de engorda de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) [recurso eletrônico] / Fernanda Cristina Leal. -- 2021.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Márcia Regina Russo.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio

1. Invertebrados bentônicos. 2. Eutrofização. 3. Viveiros de peixes. 4. Fertilização. I. Russo, Márcia Regina. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

UFGD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

ATA DA DEFESA DE **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO** APRESENTADA PELA ALUNA **FERNANDA CRISTINA LEAL**, DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "CIÊNCIA AMBIENTAL".

Aos 15 dias do mês de março de dois mil e dezenove, às 8h, em sessão pública, realizou-se, nas dependências da Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada "**Influência da adubação, com cama de frango, na dinâmica de zoobentos em viveiros de engorda de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**", apresentada pela mestranda **Fernanda Cristina Leal**, do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, à Banca Examinadora constituída pelos professores Dr.ª Márcia Regina Russo/UFGD (presidente/orientadora), Dr. Jelly Makoto Nakagaki/UEMS (membro titular), Dr.ª Alexeia Barufatti Grisolia/UFGD (membro titular). Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer a candidata e aos integrantes da banca as normas a serem observadas na apresentação da Dissertação. Após a candidata ter apresentado a sua Dissertação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições, que foram intercaladas pela defesa da candidata. Terminadas as arguições, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido a candidata considerada APROVADA, fazendo *jus* ao título de **MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Dourados, 15 de março de 2019.

Prof.ª Dr.ª Márcia Regina Russo_____

Prof. Dr. Jelly Makoto Nakagaki_____

Prof.ª Dr.ª Alexeia Barufatti Grisolia_____

ATA HOMOLOGADA EM: ___/___/____, PELA PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA/UFGD.

Pró-Reitoria de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa
Assinatura e Carimbo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

A meus amados pais, Edemilson Leal e Maria Mercedes Pinto Leal, que sempre estiveram ao meu lado, dando a mim, todo o carinho, amor, respeito, confiança e oportunidade para estudar, sendo, ao longo de toda a minha vida meus referenciais de seres humanos.

A meus irmãos que sempre me apoiaram em meus estudos e que também contribuíram grandemente para que eu me tornasse a profissional e mulher que hoje eu sou.

À minha família, Grasielly Andreata e Maria Fernanda Andreata, por terem me apoiado de modo incondicional durante todo o curso, por sempre estarem dispostas a ouvir, Maria Fernanda nem tanto, mas serem sempre fontes inesgotáveis de amor, carinho e compreensão.

Aos colegas de trabalho, Ailson Torres e Wellyngton Godoy, que durante todo o curso se dispuseram a me ajudar a estar o máximo de tempo possível em Dourados.

Aos colegas de laboratório que contribuíram imensamente para a realização das coletas, sem vocês, este trabalho não teria sido possível. Sendo imperativo agradecer especialmente à Lidiany Cavalcanti e a Élida Gouveia. A Lidiany por ter participado de todas as coletas, que foram verdadeiros testes de resistência; às duas por terem sido as melhores companheiras possíveis durante todo o Mestrado, participando de todos os momentos, principalmente, das análises estatísticas, contribuindo com uma visão juvenil de tal modo a revigorar a vontade de desempenhar um bom trabalho.

Aos colegas do Núcleo de Pesquisa em Aquicultura que contribuíram imensamente para meu processo de formação, em especial ao Prof. Dr. Ricardo Zanon, pelos ensinamentos.

À minha orientadora, Profª Drª Márcia Regina Russo, que aceitou me orientar e desempenhou esta tarefa com generosidade e sabedoria, sempre incentivando, confiando, ajudando a superar todos os obstáculos que apareceram e apontando os melhores caminhos a serem trilhados, fazendo com o que cada conversa se tornasse um importante momento de aprendizagem.

A EMBRAPA, pela parceria que viabilizou a realização do estudo, bem como ao piscicultor Sr. Edemar que disponibilizou seu empreendimento e atenção para que o trabalho pudesse ser realizado.

Aos amigos Oscar Mateo, Juliani Caldeira e Stella Serras pela amizade e companheirismo em momentos essenciais para a feitura deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

A ciência não é uma ilusão, mas
seria uma ilusão acreditar que
poderemos encontrar noutro lugar
o que ela não nos pode dar.

(SIGMUND FREUD)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Principais adubos de origem animal empregados nas pisciculturas brasileiras
Figura 2 - Pontos positivos e negativos da adubação de viveiros escavados de produção semi-intensiva
Figura 3 - Efeitos da adubação em viveiros escavados voltados à piscicultura
Figura 4 - Classificação da água de acordo com o uso e com a qualidade, Resolução CONAMA nº 357/2005.
Figura 5 - Acompanhamento da qualidade da água em pisciculturas, destacando o uso de fatores abióticos e bióticos
Figura 6 - Distribuição zoobentos em sedimentos arenosos e lodosos
Figura 7 - Participação do zoobentos nos ecossistemas aquáticos e seu papel como bioindicador da qualidade ambiental

RESUMO

A quantidade de nutrientes disponível nos ecossistemas aquáticos influencia na estrutura da comunidade do zoobentos. A adubação de pisciculturas é extremamente útil para o aumento da produção primária e redução dos gastos com ração comercial, mas o excesso de matéria orgânica gerada pela adubação, é prejudicial ao ambiente de cultivo. Neste contexto, os parâmetros físicos e químicos foram analisados com base na resolução CONAMA incluir a data da resolução para corpos de água Classe II e foi analisada a influência da adubação dos viveiros de engorda de tilápia do Nilo sobre a comunidade de zoobentos. Foram realizadas coletas mensais de sedimento, de dezembro de 2016 a abril de 2017, em quatro viveiros de uma piscicultura de tilápia, localizada no município de Laguna Carapã, dos quais dois foram adubados com cama de frango e dois não. Dentre os parâmetros físicos e químicos analisados apenas a concentração de oxigênio dissolvido e a concentração de nitrito, não se mantiveram dentro dos limites preconizados pela legislação, sendo a transparência e o pH, que estavam dentro dos parâmetros preconizados, os de maior influência para a composição da comunidade de invertebrados. A comunidade de zoobentos não diferiu entre os viveiros adubados e não adubados, de modo que, considerando o menor custo de se utilizar a adubação.

Palavras-chave: Invertebrados bentônicos. Eutrofização. Viveiros de peixes. Fertilização.

ABSTRACT

The amount of nutrients available in aquatic ecosystems influences the structure of invertebrate communities in these locations. Fertilization of fish farms is extremely useful for increasing primary production and reducing commercial feed costs, but the excess of organic matter generated by fertilization is detrimental to the environment. In this context, the physical and chemical parameters were analyzed under the CONAMA for Class II water bodies and the influence of the fertilization of the Nile tilapia pond was analyzed. For this analysis, monthly sediment samples were collected, from December to April, of four tilapia ponds, located in the municipality of Laguna Carapã, of which two were fertilized with chicken litter and two weren´t. The invertebrates sampled were identified and grouped according to the collection and the fish pond to which they belonged. Among the physical and chemical parameters analyzed, only the dissolved oxygen concentration and the nitrite concentration were not within the limits recommended by the legislation, being the transparency and pH, which were within the recommended parameters, the ones that had the greatest influence on the composition of the invertebrate community. The invertebrate communities didn`t differ between fertilized and not fertilized fish pond, however, diversity and equitability indexes suggest better environmental conditions in not fertilized fish pond, although there wasn´t significant difference between invertebrate communities in both treatments. In this way, it is suggested more studies on the subject, increasing the number of crop cycles followed.

Keywords: Benthic invertebrates. Eutrophication. Fish pond. Fertilization.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 17
2. MATERIAL E MÉTODOS 18
2.1. Área de Estudo 18
2.2 Amostragem 19
2.1.1 Parâmetros físicos e químicos 19
2.1.1. Parâmetros bióticos 20
2.2. Triagem 20
2.3. Análise dos dados 21
2.4. Índices de diversidade e de equabilidade 21
3. RESULTADOS 21
4.1. Dados Climáticos 21
4.2. Fatores físicos e químicos 22
4.3. Táxons distribuídos entre os VA e os VNA 22
Ao todo foram identificados 7.831 indivíduos distribuídos em 26 táxons. 22
3.1. Fatores bióticos ao longo do ciclo de cultivo 23
3.2. Índices de diversidade e de equitabilidade 26
4. DISCUSSÃO 26
REFERÊNCIAS 29
ANEXO I 33
ANEXO II 34
ANEXO III 35

1. INTRODUÇÃO

O consumo de pescado está em plena expansão, refletindo na ampliação da atividade pesqueira ao redor do globo, com destaque para a aquicultura (FAO, 2018).

Seguindo esta linha, o Brasil tem ampliado sua produção aquícola, principalmente, da tilápia do Nilo (SCHULTER e VIEIRA FILHO, 2017), em que há destaque para o Estado de Mato Grosso do Sul (MS), maior exportador brasileiro de carne de tilápia (PEIXEBR, 2019). O protagonismo assumido pelo MS deve-se, em parte, ao fato de estar localizado em uma região em que há água disponível em qualidade e em quantidade suficientes para o estabelecimento de propriedades voltadas à piscicultura (ANA, 2009) e, a tilápia estar adaptada às condições locais, concatenando rusticidade, facilidade para a obtenção de larvas e crescimento acelerado em condições de cultivo (COWARD e BROMAGE, 2000), além de terem boa aceitação à ração industrial desde a fase larval à fase adulta (BOMBARDELLI et al., 2004).

A produção de peixe no Mato Grosso do Sul é predominantemente realizada em viveiros escavados sob a forma de cultivo intensivo e semi-intensivo (SCHULTER e VIEIRA FILHO, 2017).

A produção intensiva e a semi-intensiva são caracterizadas pelo emprego de viveiros construídos tendo a comercialização do pescado como finalidade. Nestes dois modos de produção o arraçoamento dos peixes é feito com ração comercial e tem como principal forma de manejo a fertilização da água dos viveiros, com a finalidade de maximizar a produção de fitoplâncton, zooplâncton, bentos e macrófitas que a tilápia usa como alimento suplementar. A produção intensiva, ainda se distingue da semi-intenva por requerer um aporte maior de água para a renovação devido as altas densidades de peixe (WAMBACH, 2012).

A adubação empregada nas pisciculturas pode ser realizada com adubos comerciais e com adubos de origem animal, uma vez que, a adubação libera no ambiente os nutrientes necessários para o desenvolvimento da biota que participa da cadeia alimentar dos peixes. O adubo comercial libera mais rapidamente os nutrientes para o ambiente do que os de origem animal, ambos importantes fontes de fosfato, o principal fator limitante para o desenvolvimento dos componentes bióticos do sistema (TERZIYSKI et al. 2007).

Os dois tipos de adubo podem ser usados individualmente, no entanto, o uso consorciado tem melhor relação custo benefício e, quando empregado apenas um deles, o adubo de origem animal é o mais recomendado pelo alto valor nutritivo (BOYD, 2018). Os principais adubos de origem animal empregados nas pisciculturas são o esterco de suínos (peso seco, N = 0,93%; P_2O_5 = 1,12; K_2O = 0,68, peso úmido N = 0,39%; P_2O_5 = 0,27%; K_2O = 0,23%), o esterco de

bovinos (peso seco, N = 0,92%; P_2O_5 = 0,76; K_2O = 0,79, peso úmido N = 0,37%; P_2O_5 = 0,18%; K_2O = 0,28%) e o esterco de frango (peso seco, N = 2,71%; P_2O_5 = 3,02; K_2O = 1,74, peso úmido N = 0,81%; P_2O_5 = 0,64%; K_2O = 0,36%) (Figura 1), sendo dos últimos os mais nutritivos e os que mais reduzem a concentração de oxigênio dissolvido (BOYD, 2018).

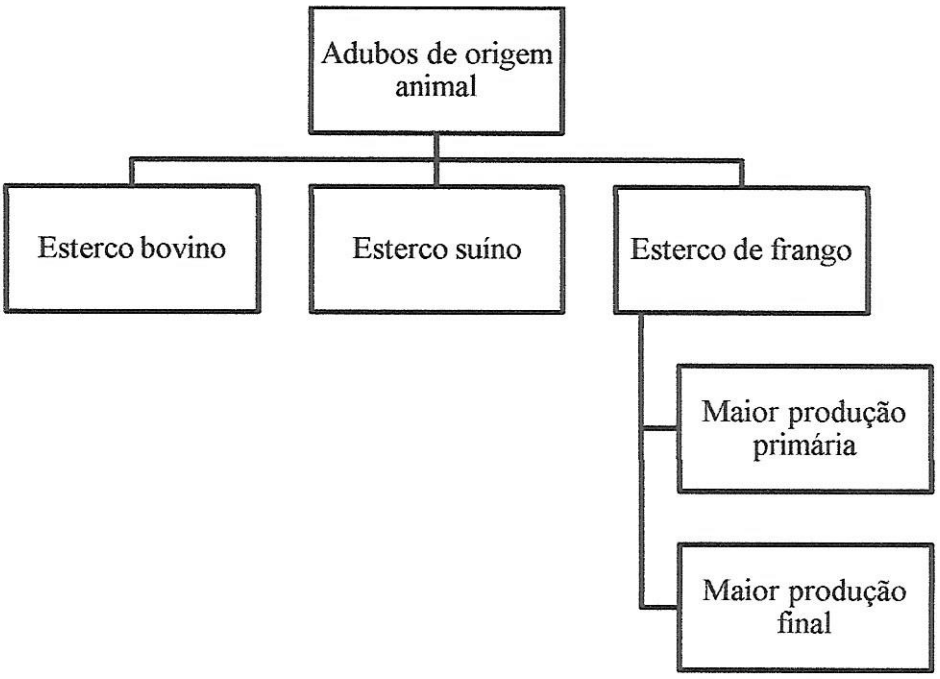

Figura 1. Principais adubos de origem animal empregados nas pisciculturas brasileiras.

A adubação dos viveiros com esterco de frango não suplementado apresenta melhores resultados econômicos do que a adubação realizada com esterco de frango suplementado com ureia e superfosfato triplo (YI & DIANA, 2008).

Ainda que a adubação produza efeitos positivos para a piscicultura, efeitos negativos também se fazem presentes, como ilustrado na figura 2 (ELSAIDY et al., 2015).

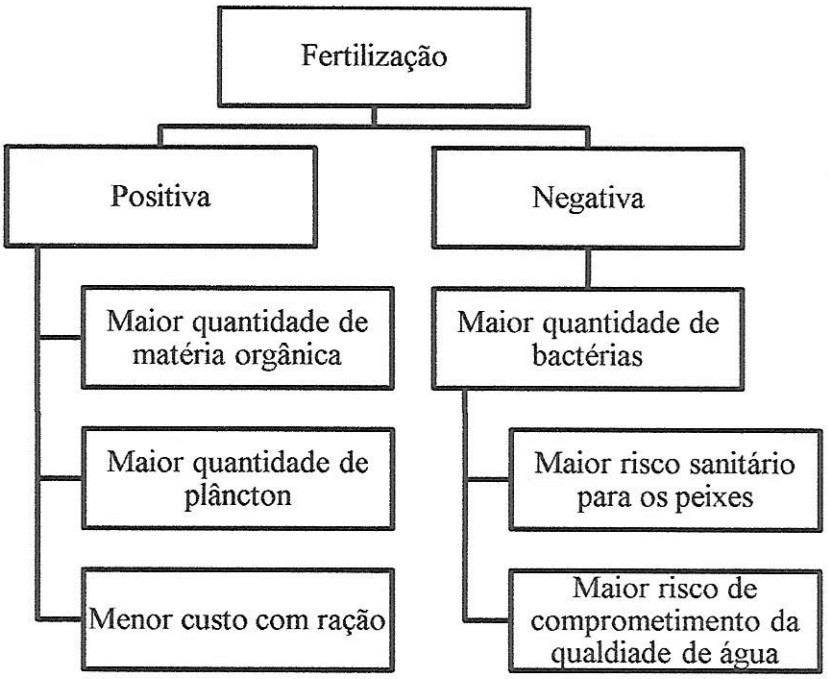

Figura 2. Pontos positivos e negativos da adubação de viveiros escavados de produção semi-intensiva.

A adubação proporciona benefícios consideráveis, contudo este não é um procedimento que possa ser aplicado em qualquer piscicultura. Para que a adubação seja implementada não deve haver aportes externos de matéria orgânica nos viveiros escavados e, em se tratando de produção semi-intensiva, também não deve haver aporte externo de água em grandes volumes. Associada a essas características, deve-se considerar a disponibilidade do produtor de acompanhar a transparência da água dos viveiros a fim de serem feitas aplicações de dosagens de manutenção de adubo ao longo do cultivo (Figura 3), (BURTLE, 2015).

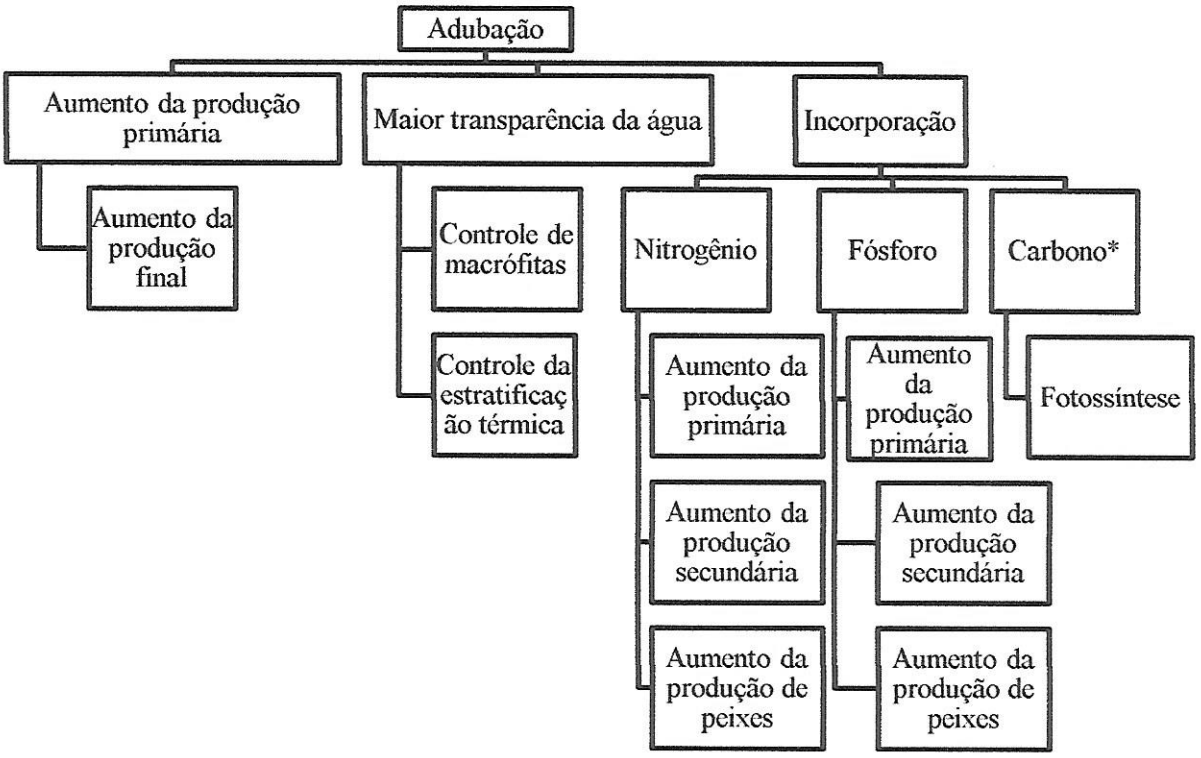

Figura 3. Efeitos da adubação em viveiros escavados voltados à piscicultura. Fonte: (Butler, 2015)

Caso a piscicultura não apresente infiltração na estrutura dos viveiros, o fluxo de água seja compatível com o tamanho e profundidade e o piscicultor esteja disposto a seguir um plano de manejo, será feita a adubação inicial e ao longo do ciclo serão realizadas aplicações de manutenção, com a necessidade de acompanhamento da transparência da água (KUBITZA, 2008), para a manutenção da qualidade da água (SANTEIRO & PINTO-COELHO, 2000).

As pisciculturas com água doce são classificadas como Classe II, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410 de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009, devem atender aos parâmetros legais dispostos nesta mesma resolução (Figura 4).

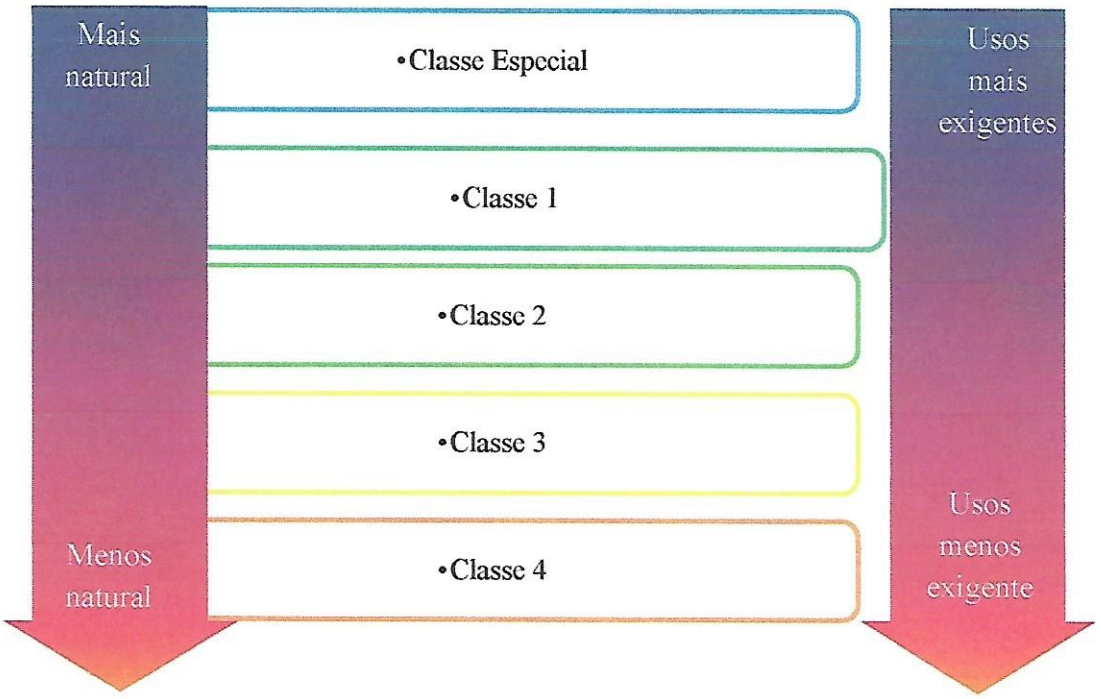

Figura 4. Classificação da água de acordo com o uso e com a qualidade, Resolução CONAMA nº 357/2005.

A qualidade da água é de grande importância para o desenvolvimento das pisciculturas, sendo necessário o acompanhamento da qualidade da mesma, a fim de que a produtividade seja mantida e com o menor impacto ambiental possível (Figura 5).

Figura 5. Acompanhamento da qualidade da água em pisciculturas, destacando o uso de fatores abióticos e bióticos.

O monitoramento das comunidades de invertebrados bentônicos pode ser aplicado para o acompanhamento das condições ambientais. Essa possibilidade existe porque as comunidades respondem de acordo com a qualidade da água, o tipo de sedimento e disponibilidade de alimentos.

Sedimentos com características mais lodosas tendem a apresentar maior biomassa, riqueza e abundância de invertebrados do que aqueles com características mais arenosas. Isso devido ao ambiente lodoso ter maior quantidade de matéria orgânica e ser mais estável (OLIVEIRA e NOGUEIRA, 2009; CIOFI et al., 2013). A qualidade da água está ligada à quantidade de matéria orgânica, assim sendo, não é adequado que exista quantidades exageradas de matéria orgânica, pelo risco da eutrofização, fazendo com que haja a redução da riqueza taxonômica (BAZZANTI et al., 2017), da mesma maneira que ocorreria em ambientes muito pobres em matéria orgânica (SANTOS, 2016), (Figura 6).

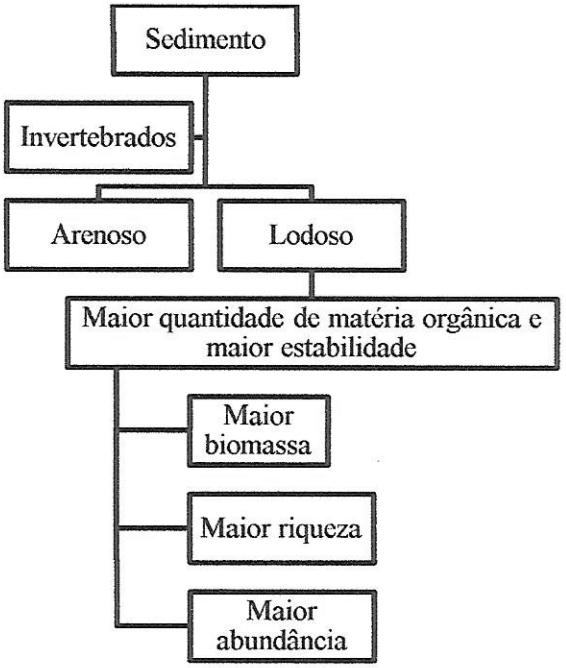

Figura 6. Distribuição zoobentos em sedimentos arenosos e lodosos.

Em ecossistemas artificiais, como viveiros de piscicultura há que se considerar que não existem os mesmos compartimentos de um ecossistema lacustre. Neste, há a heterogeneidade vertical e horizontal (VOLKMER-RIBEIRO et al., 2007). Os viveiros voltados à piscicultura apresentam menos compartimentos que o ambiente natural, inclusive pela própria finalidade do sistema, com profundidades menores e com um controle razoável, pelo produtor, daquilo que pode ou não entrar no sistema, e no que se refere à região bentônica espera-se que seja mais simplificada comparada à região bentônica de um ecossistema natural.

Ainda que haja menor número de táxons em ambientes artificiais, a Classe Insecta ocupa lugar de grande importância por estar presente na maioria dos ecossistemas aquáticos, uma vez que é compçosto por grupos com características bastante diversas, desde aqueles que apresentam grande tolerância à poluição ambiental até aos grupos mais sensíveis (Figura 7), (ROSENBERG e RESH, 1993), viabilizando a ocupação de nichos distintos.

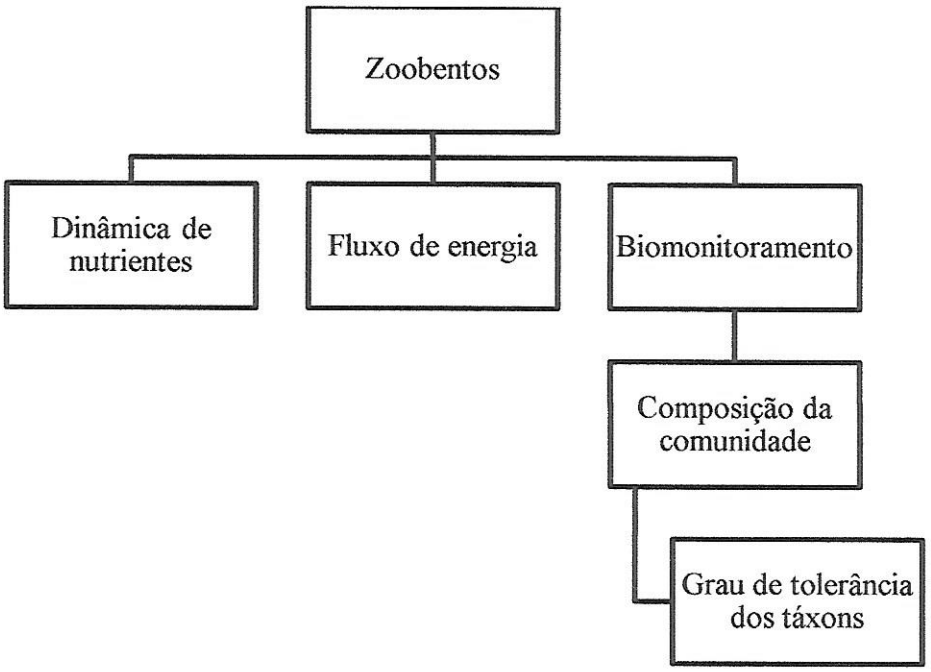

Figura 7. Participação do zoobentos nos ecossistemas aquáticos e seu papel como bioindicador da qualidade ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar se as variáveis limnológicas mensuradas ao longo do estudo estiveram dentro dos parâmetros preconizados pela resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, bem como verificar se a adubação dos viveiros com cama de frango influencia na estruturação da comunidade zoobentônica.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Temporal e espacialmente:

- Caracterizar a comunidade zoobentônica espacial e temporalmente;
- Avaliar os parâmetros físicos e químicos da água com base na legislação vigente;
- Avaliar a diversidade do zoobentos ao longo do ciclo de cultivo

3. HIPÓTESE

Há diferenças entre as comunidades zoobentônica nos viveiros adubados e não adubados e, ao longo do ciclo de cultivo. O zoobentos responde ao acúmulo de nutrientes no ambiente com a variação do número de táxons e na abundância de indivíduos, de acordo com a tolerância às alterações ambientais. Desta forma, é esperada maior diversidade e equabilidade nos viveiros com melhores condições ambientais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA – PeixeBR. (2019). ANUÁRIO PeixeBR da Piscicultura 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. (2009) No rumo da mudança: fatos e tendências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

BAZZANTI, M.; MASTRANTUONO, L. PILOTTO, F. (2017) Depth-related response of macroinvertebrates to the reversal of eutrophication in a Mediterranean lake: Implications for ecological assessment. Science of The Total Environment, v.579, pp. 456-465.

BOMBARDELLI, R. A. et al. (2004) Avaliação de rações fareladas e micropeletizadas para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) - desempenho e efetividade da reversão sexual. Acta Scientiarum. Animal Sciences. v. 26, n.2, pp. 197-201.

BOYD, C. (2018) Aquaculture pond fertilization. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 13. 10.1079/PAVSNNR201813002.

BURTLE, G. (2015) Pond Fertilization and Liming. UGA Extension Bulletin 867, Georgia, p. 1 – 7. DOI: 10.13140/RG.2.1.1534.4721.

CIOFI, F. G. et al. (2013) A Influência do tipo de sedimento e substrato na composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Periódico Eletrônico: Fórum Ambiental da Alta Paulista, São Paulo, v. 9, n. 3, p.150-161.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. (2005) Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, nº 053, de 18/03/2005, pp. 58-63.

COWARD, K. E BROMAGE, N.R. (2000) - Reproductive physiology of female tilapia broodstock. Reviews in Fish Biology and Fisheries, v. 10, n. 1, p. 1-25.

ELSAIDY, N.; ABOULENIEN, F.; KIRRELLA, G. A. K. (2015) Impact of using raw or fermented manure as fish feed on microbial quality of water and fish. v. 41, n.1, pp. 93-100.

FAO – FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. (2018) The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Rome: FAO.

KUBITZA, F.. (2008) Manejo na produção de peixes. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 110, n. 18, p.14-21.

OLIVEIRA, P. C. R. e NOGUEIRA, M. G. (2009) Comunidade de macroinvertebrados bentônicos e qualidade da água e do sedimento das bacias hidrográficas dos rios Lavapés, Capivara, Araquá e Pardo, Município de 22 Botucatu (SP) e região. 2009. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Biológicas, Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Ed.). (1993) Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall.

SANTEIRO, R. M.; PINTO-COELHO, R. M. (2000) Efeitos de fertilização na biomassa e qualidade nutricional do zooplâncton utilizado para alimentação de alevinos na estação de hidrobiologia e piscicultura de Furnas, MG. Acta Scientiarum: Animal Sciences, Maringá, v. 22, pp.707-716.

SANTOS, N.C. L. dos et al. (2016) Distribution of benthic macroinvertebrates in a tropical reservoir cascade. Hydrobiologia. v. 765, n.1, p. 265-275.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. (2017) Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de Tilápia. Texto para discussão. Rio de Janeiro: Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

TERZIYSKI, D.I. et al. (2007) Effect of organic fertilizer on plankton primary productivity in fish ponds. Aquaculture International. v.15, n. 3, pp. 181-190.

WAMBACH, X. F. (2012) Manejo prático aplicado a piscicultura de água doce. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 28 p.

VOLKMER-RIBEIRO, C. et al. (2007) Macroinvertebrados Bentônicos. In: BECKER, F. G.; RAMOS, R. A.; MOURA, L. A. (Org.). Biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Cap. 9. p. 144-155.

YI, Y. & DIANA, J. (2008) Strategies for nile tilapia (*Oreochromis* niloticus) pond culture.

Artigo 1: Revista Aquaculture Research (Qualis B1)

Link com as normas da revista: https://onlinelibrary.wiley.com

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO, COM CAMA DE FRANGO, NA DINÂMICA DE ZOOBENTOS EM VIVEIROS DE ENGORDA DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Fernanda Cristina Leal[1]; Márcia Regina Russo[2]

[1] Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia. Rodovia Dourados/Ithaum, km 12, Cidade Universitária, Cx. Postal 533, 79.804-970, Dourados, MS, Brasil.

*Autora para correspondência: fernanda.leal@gmail.com

[2] Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais. Rodovia Dourados/Ithaum, km 12, Cidade Universitária, Cx. Postal 533, 79.804-970, Dourados, MS, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Os invertebrados bentônicos têm grande importância para os ecossistemas aquáticos, desempenhando, dentre outros, papel crucial para a dinâmica de nutrientes e para o fluxo de energia (ESTEVES et al., 2011).

As comunidades de invertebrados bentônicos também têm participação importante no biomonitoramento. A própria constituição da comunidade dá-se de acordo com as condições ambientais, em decorrência da existência de táxons com diferentes graus de tolerância a condições adversas (ROSENBERG e RESH, 1993; BATISTA, 2008). Assim, a estrutura desta comunidade em viveiros de piscicultura passa a ser relevante.

A piscicultura é uma atividade que se encontra em expansão e, como qualquer outra atividade comercial, deve atender ao mercado consumidor, que hoje, demonstra clara tendência em priorizar produtos que tenham em sua gênese a sustentabilidade (FARIA et al., 2013). Desta maneira, as pisciculturas com viveiros de engorda passam a ter de adotar medidas que sejam ambientalmente aceitas.

Havendo necessidade de atender os anseios do mercado consumidor, torna-se desejável que o piscicultor adote medidas que, em última instância, remetam ao menor impacto ambiental nos corpos d'água que recebem os resíduos da produção (CARDOSO et al., 2016).

Neste sentido, a adubação orgânica na produção de tilápia surge como alternativa que pode auxiliar tanto no aspecto econômico, quanto no aspecto ambiental. Economicamente, a adubação contribui para o aumento da produção primária reduzindo o emprego da ração

comercial, atrelado a isso está a redução do despejo, no sistema, de compostos nitrogenados e fosfatados, o que gera um impacto ambiental positivo. A tilápia do Nilo é capaz de filtrar um grande volume de plâncton, mesmo quando adulto, incorrendo, na redução do consumo de ração industrial (IBRAHIM et al., 2015). Neste contexto, os invertebrados bentônicos também podem ser impactados, de modo que grupos taxonômicos que compõem essa comunidade respondem de forma diferente às condições ambientais que se estabelecem de acordo com o manejo que é adotado pelo piscicultor e, dessa forma, constituem-se em importantes sensores das condições ambientais, especialmente aquelas relacionadas ao acúmulo de matéria orgânica (ROSENBERG e RESH, 1993; BATISTA, 2008; ESTEVES et al., 2011).

Como a adubação influencia no ecossistema estabelecido dentro dos viveiros, é preciso que o processo de adubação seja bem conduzido, de tal maneira a não causar a degradação ambiental, para tanto, o estudo das comunidades de invertebrados bentônicos é de grande importância. Desta maneira, este estudo avaliou se as variáveis limnológicas mensuradas ao longo do estudo estiveram dentro dos parâmetros preconizados pela resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, bem como verificou se a adubação dos viveiros com cama de frango influenciou na estruturação da comunidade zoobentônica ao longo de um ciclo de cultivo de tilápia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

As amostragens foram realizadas no período de dezembro de 2016 a abril de 2017 em uma piscicultura comercial do município de Laguna Carapã (22° 30' 13,6" S e 55° 06' 53,3" W), Mato Grosso do Sul, Brasil.

A piscicultura produz tilápia há 5 (cinco) anos e, por estar localizada em uma zona rural, é margeada por culturas de milho e soja que se alternam ao longo do ano.

O abastecimento dos viveiros é feito pela captação de água de uma nascente que está localizada no interior de um fragmento de mata, cuja borda está a cerca de 160 m dos viveiros. Parte da água do córrego, oriundo da nascente, é desviada, por uma canaleta recoberta por uma lona, e redirecionada para os viveiros.

Os quatro viveiros, monitorados durante o estudo tem abastecimento e drenagem da água individual. A devolução da água acontece à jusante de todos os viveiros no córrego que deságua no rio Dourados, não havendo, portanto a mistura de água entre os viveiros.

O sistema estudado é composto por 4 (quatro) viveiros, dois com 176m² e dois com 132m² destinados a criação e engorda de tilápias do Nilo no sistema semi-intensivo de produção. Entre um ciclo de produção e outro, há a total drenagem dos viveiros e posterior desinfecção com a adoção do processo de calagem.

Dois viveiros (VA), um com 176m² e o outro com 132m², passaram pelo processo de adubação com cama frango. O adubo permaneceu exposto ao sol por dois meses para a secagem, após este período foi aplicada em cada um dos viveiros a 125g/m² de cama de frango. Quinze dias após a aplicação inicial, os viveiros foram preenchidos com água e houve a estocagem dos alevinos na densidade de 2 peixes/m².

No mesmo dia em que os viveiros adubados (VA) receberam os alevinos, outros dois viveiros que não receberam adubação (VNA), um com 176m² e em outro com 132m² foram estocados com a mesma densidade de alevinos.

O produtor forneceu ração comercial (32% de proteína bruta) aos peixes numa frequência de duas vezes ao dia, de acordo com a densidade e com o tamanho dos peixes, seguindo as orientações fornecidas pelo fabricante.

2.2 Amostragem

2.1.1 Parâmetros físicos e químicos

Os parâmetros físicos e químicos foram mensurados mensalmente, sempre no início da manhã, antes da amostragem do sedimento em três pontos aleatórios de cada viveiro.

O pH, o total de sólidos dissolvidos, a turbidez, a concentração de nitrito e a concentração de oxigênio dissolvido são parâmetros com diretrizes definidas pela legislação brasileira, resolução CONAMA nº 357/05. O potencial de oxirredução, a condutividade, a transparência, a concentração de amônia e a temperatura, ainda que não contemplados pela legislação, também foram mensurados.

O pH, a concentração de oxigênio dissolvido, a temperatura, a turbidez, dureza e o total de sólidos dissolvidos tiveram seus valores aferidos com uma sonda multiparâmetro portátil HANNA, modelo, 13-F-HI9828. Para reduzir a influência das condições da margem dos tanques nos valores dos parâmetros, foi usada uma haste para que o sensor da sonda fosse mergulhado o mais longe possível.

A transparência da água foi aferida com o uso do disco de Secchi, associado a uma fita métrica. As concentrações de nitrito e amônia foram determinadas com o uso do kit colorimétrico Alfa kit. Para esta análise, uma amostra de água (250 mL) foi coletada em cada um dos viveiros com o uso de recipiente plástico.

Como os viveiros foram agrupados em VA e VNA, foram calculadas as médias dos parâmetros físicos e químicos mensurados a fim de viabilizar as comparações espacial e temporal.

2.1.1. Parâmetros bióticos

A coleta de sedimento para a análise da comunidade de invertebrados bentônicos foi feita em três pontos distintos em cada viveiro.

Por tratar-se de um sedimento compactado, como o preconizado para a construção de viveiros para a piscicultura, a coleta de sedimento foi realizada com o uso de uma rede de bentos em forma de "D", malha com trança de 250 micrômetros e, a haste com 30 cm, técnica originalmente empregada em ambientes lóticos (ALVES et al., 2008), adaptada à coleta nos viveiros.

Em cada ponto uma área de aproximadamente $1m^2$ de sedimento foi raspada com a rede "D" por um intervalo de tempo aproximado de 20 segundos, deste modo, em cada ponto de coleta, passou pela rede cerca de $2,97m^3$ de sedimento.

O material coletado foi transferido para sacos plásticos transparentes que continham o número do viveiro, número da amostra, bem como, a data de coleta. Ao final das coletas, o material foi transportado para o Laboratório de Biologia Aquática Aplicada da Universidade Federal da Grande Dourados, para que fosse triado e fixado para posterior identificação.

2.2. Triagem

O processamento teve início com a lavagem do sedimento em uma bateria de peneiras com malhas de 250μm, 500 μm e de 1.000 μm. O conteúdo de cada saco plástico foi depositado sobre uma bateria de peneira com malha de 1.000 μm, sobre o material foi deixada água corrente, proveniente de uma mangueira, ficando retido apenas material com tamanho superior ao tamanho da malha, permitindo a coleta dos organismos presentes, sendo efetuada a retirada de todos os indivíduos presentes nesta malha, a peneira era retirada, dando início ao mesmo processo para a peneira com malha de 500 μm, na última peneira (com malha de 250 μm), devido a pequena abertura da malha, uma quantidade maior do material ficava retido, desta forma era feita a coleta de uma porção para posterior triagem sob estereomicroscópio. Os indivíduos coletados nas duas maiores malhas e a porção final coletada foram fixados em recipientes distintos com solução de formalina a 4%.

Os indivíduos fixados foram identificados ao menor nível taxonômico possível com o uso de estereomicroscópio, microscópio óptico e chaves de identificação (CALOR, 2007;

MARIANO e FROEHLICH, 2007; SOUZA et al., 2007; PINHO, 2008; MUGNAI et al., 2009; ROSA, 2014).

Sendo efetuada a identificação e a contagem dos indivíduos coletados, os indivíduos foram agrupados em Classes.

2.3. Análise dos dados

Todos os testes estatísticos foram realizados com o emprego do programa R (desenvolvido pelo Core Team 2016), com os pacotes "Vegan" (OKSANEN et al., 2018) e "stats" (R Core Team 2016).

Os indivíduos foram identificados em diversos táxons e, a fim de facilitar a análise, reagrupados em classes: Gastropoda, Insecta, Hydrozoa, Clitellata, Maxillopoda, Branchiopoda e Ostracoda.

O zoobentos foi avaliado quanto a composição e abundância ao longo do ciclo de cultivo e entre os VA e VNA, sendo as comparações necessárias realizadas com a aplicação do PERMANOVA (*Permutational Multivariate Analysis of variance*) para testar simultaneamente as respostas de uma ou mais variáveis para um ou mais fatores de uma ANOVA, usando para isso a permutação. Assim, foi usada para testar a composição do zoobentos com relação aos meses e VA e VNA (ANDERSON, 2005).

Após o Permanova, para os casos em que houve diferença significativa, foi empregado o método IndVal (*Indicator Value* Method) a fim de detectar espécies indicadoras.

A Correlação Canônica (CCA) foi aplicada, a fim de correlacionar simultaneamente fatores bióticos e abióticos de modo a obter a correlação simples máxima entre os conjuntos de variáveis.

2.4. Índices de diversidade e de equabilidade

A diversidade de táxons nos viveiros foi calculada com a aplicação do índice de Shannon-Weaver (PIELOU, 1975 apud ZAR, 1999).

A uniformidade da distribuição dos indivíduos entre os táxons existentes foi calculada com a aplicação do índice de equabilidade de Pielou (PIELOU, 1975 apud ZAR, 1999).

3. RESULTADOS

4.1. Dados Climáticos

As médias da temperatura atmosférica, obtidas no *site* do Instituto Nacional de Meteorologia estiveram abaixo das médias históricas para os respectivos meses, da mesma maneira que a média pluviométrica (Anexo I).

4.2. Fatores físicos e químicos

As médias encontradas para os VA e VNA para o pH, ao longo do ciclo de criação da tilápia com valores entre o limite máximo (9,0) e o limite mínimo (6,0) , da mesma forma que o TDS apresentou valores muito inferiores ao limite máximo estabelecido, de 500 ppm, e a turbidez com valores inferiores a 100 UNT. A concentração de nitrito foi registrada acima de 1,0 mg/L nos meses de março e abril e a concentração de oxigênio teve concentrações acima de 5mg/L no mês de dezembro.

A temperatura (°C), o ORP (mV), a condutividade elétrica, a transparência (cm), a concentração de amônia e a dureza também são de grande importância para o desenvolvimento da tilápia, tendo sido, portanto, acompanhados mensalmente (Anexo II).

4.3. Táxons distribuídos entre os VA e os VNA

Ao todo foram identificados 7.831 indivíduos distribuídos em 26 táxons.

Os VA apresentaram uma fauna ligeiramente mais diversa com a presença de 26 táxons, do que os VNA com a presença de 24 táxons. Os gêneros *Orthemis* sp e *Dasythemis* sp foram exclusivos dos viveiros adubados.

Indivíduos dos táxons Chironomidae, Trichoptera, Oligochaeta, Hirudinea, Ostracoda, Cyclopoida e Cladocera foram identificados em todas as coletas.

A abundância relativa de cada Classe foi calculada para os dois tipos de viveiros. A Classe Insecta foi a mais abundante em VNA, ao passo que a Classe mais abundante em VA foi a Clitellata. Foi observada a alternância de posições entre essas duas Classes de acordo com o tipo de viveiro.

A abundância relativa de Gastropoda, Insecta, Hydrozoa foi maior nos viveiros não adubados, ao passo que Clitellata e Maxillopoda foram mais abundantes nos viveiros adubados.

Estatisticamente não houve diferença significativa na composição da comunidade de invertebrados bentônicos entre os VA e os VNA (PERMANOVA, $F = 1,9830$, $p = 0,098$).

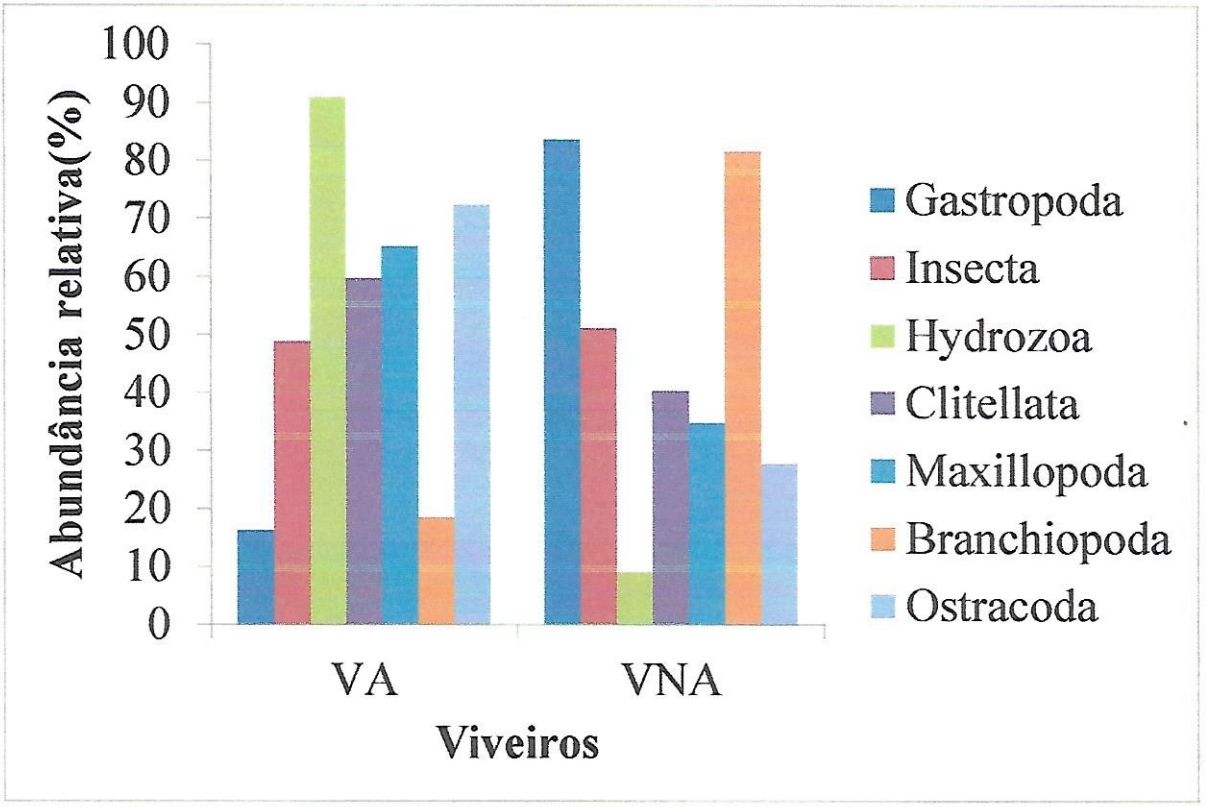

Figura 1. Abundância relativa calculada para cada Classe de acordo com o tipo de viveiro (PERMANOVA, F = 1,9830, p = 0,098).

3.1. Fatores bióticos ao longo do ciclo de cultivo

Ao longo dos meses houve alternância entre as posições das Classes. Em dezembro, a Maxillopoda foi a mais abundante, em janeiro Insecta, em fevereiro Clitellata, em março Insecta e em abril Clitellata (Figura 3).

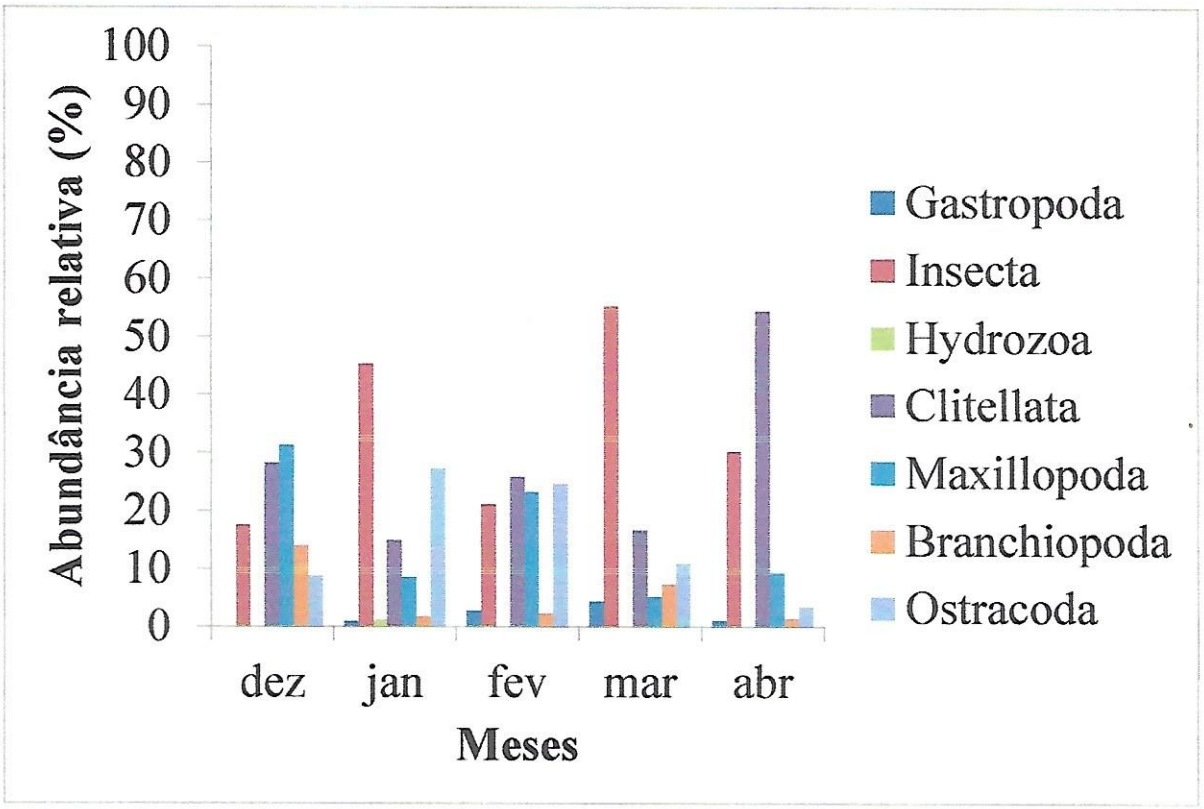

Figura 3. Abundância relativa calculada para cada Classe de acordo com o mês. dez = dezembro, jan = janeiro, fev = fevereiro, mar = março, abr = abril.

Em dezembro Maxillopoda foi mais abundante, em janeiro Insecta, em fevereiro Clitellata, em março Insecta e em abril Clitellata.

A composição do zoobentos, ao longo dos meses, foi estatisticamente diferente (PERMANOVA, F = 2,6366, p = 0,008), sem que para tanto tenha havido destaque para alguma Classe (Indval).

A composição do zoobentos reflete as condições do ecossistema no qual ela está inserida, já que é dependente das características ambientais de onde habita (BEHREND et al., 2012). Partindo desta premissa, é possível buscar o estabelecimento de correlação entre os fatores ambientais e bióticos.

A análise de correspondência canônica (Figura 4) apresentou explicação para o primeiro eixo de 18,41% e o segundo de 14,51% da variância total dos dados.

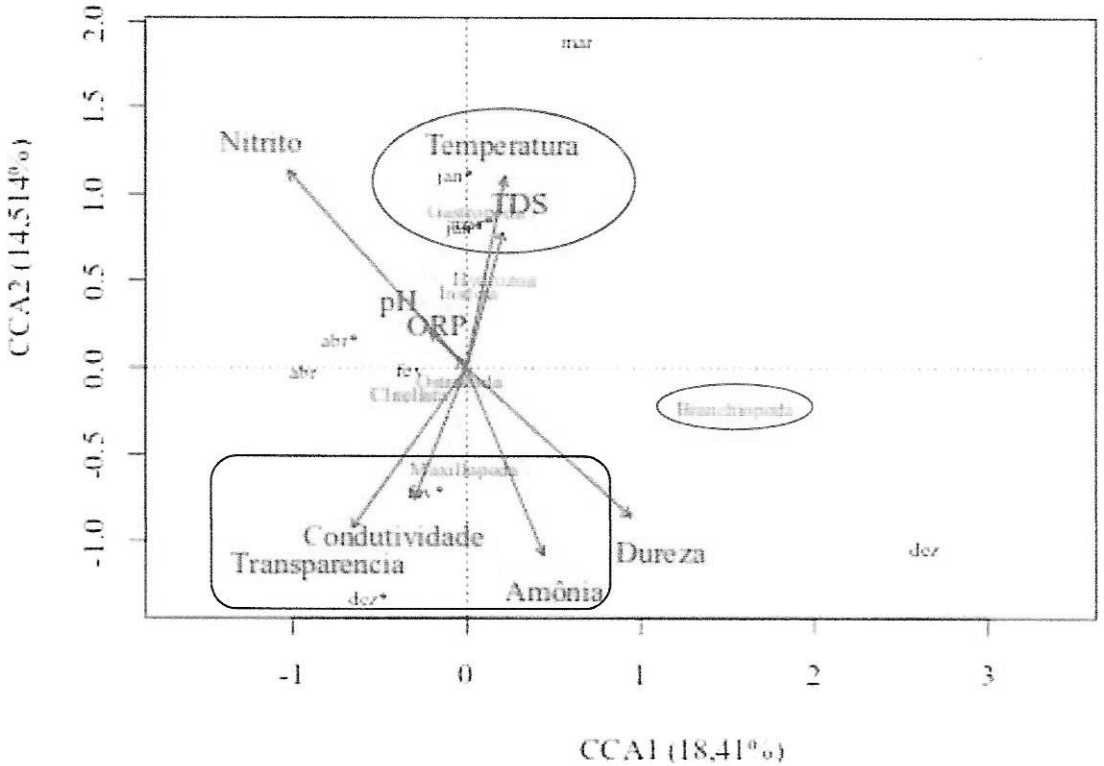

Figura 04. Representação de ordenação (CCA) entre variáveis abióticas da água, em VA (*) e VNA ao longo dos meses e Classes do zoobentos. TDS = total de sólidos dissolvidos, ORP = potencial de oxirredução.

A análise de correspondência canônica apresentou três grupos bem distintos sob a influência dos parâmetros físicos e químicos. A estrutura do primeiro grupo (linha preta) remete à relação mais forte estabelecida entre a Classe Maxillopoda com o aumento da condutividade, transparência e concentração de amônia em VA nos meses de fevereiro e dezembro. O segundo grupo (linha vermelha) demonstra a relação positiva de Gastropoda com o aumento da temperatura e do total de sólidos dissolvidos nos meses de janeiro (nos VA e VNA) e março (no VNA). A Classe Branchiopoda (Linha azul) não demonstrou sofrer influência da adubação ou dos parâmetros físicos e químicos.

As Classes Hydrozoa e Insecta são favorecidos por valores intermediários de temperatura e total de sólidos dissolvidos. Já as Classes Ostracoda e Clitellata em VA sofreram influência positiva de valores mais baixos de condutividade elétrica, da transparência e da concentração de amônia.

3.2. Índices de diversidade e de equitabilidade

A maior diversidade foi verificada no VNA no mês de fevereiro (2,068523) e a menor diversidade no mês de dezembro no VA (1,440797). A Equitabilidade de Pielou, foi maior no mês de março (0,763842), enquanto a menor foi também no mês de dezembro (0,5085381).

4. DISCUSSÃO

Os fatores físicos e químicos pH, total de sólidos dissolvido e a turbidez mantiveram-se dentro dos parâmetros legais. Em contrapartida, as concentrações de nitrito e oxigênio estiveram fora dos parâmetros preconizados nos meses de março e abril, janeiro, fevereiro, março e abril, respectivamente.

Assim como fatores contemplados pela resolução CONAMA, como o pH, fatores não contemplados também podem influenciar a composição do zoobentos, haja visto que os táxons respondem de maneira particular a alteração de cada fator (MALMQVIST et al.,1991).

A temperatura é um fator de grande importância porque é capaz de afetar a composição das comunidades de invertebrados, quer seja por se manter constante, quer seja por sofrer alterações abruptas. A classe Insecta, mais especificamente insetos das Chironomidae e Simuliidae são extremamente tolerantes a alterações abruptas de temperatura, quando comparados a outros táxons (CAROLLI et al, 2012). Simuliidae é uma boa indicadora da sanidade do corpo d'água dos viveiros (CIADAMIDARO et al., 2016).

Diferentemente do verificado em outros estudos, onde houve maior densidade de invertebrados bentônicos em viveiros fertilizados (TIDWELL et al., 1997, OLIVEIRA, 2012). Neste estudo, não foi constatada diferença. A não distinção entre os VA e os VNA refletiu a mesma situação observada para os parâmetros físicos e químicos, que apresentaram comportamentos semelhantes entre os viveiros.

Ainda que não tenha havido diferença significativa entre os viveiros, a classe Insecta é de grande importância para o ecossistema aquático já que participa da cadeia alimentar servindo de alimento para outros grupos de invertebrados e ainda participando do processo de decomposição da matéria orgânica (CHAE et al., 2000). Trata-se de uma Classe que engloba desde indivíduos sensíveis a situações ambientais adversas, tais como Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (GANGULY et al., 2018), bem como grupos que são bastante resistentes a condições adversas, como o gênero *Chironomus* (ROSA, 2014).

Neste estudo foram identificados indivíduos de Trichoptera que é uma Ordem indicativa de integridade ambiental (PÉREZ, 1988; PEREIRA et al., 2012) em todas as coletas, inclusive nos meses em que a concentração de oxigênio e a concentração de nitrogênio estiveram fora dos

limites preconizados na resolução CONAMA ° 357, da mesma forma que a família Chironomidae, que tem como um de seus táxons o gênero *Chironomus* de conhecida resistência a condições ambientais adversas.

Em janeiro, a concentração de oxigênio dissolvido sofreu uma redução abaixo do limite mínimo desejável para uma piscicultura, mês em que foi observada maior abundância de Insecta, cujo táxon mais representativo foi Chironomidae com 70,42%. Essa família engloba espécies com alta concentração de hemoglobina e por essa razão são altamente tolerantes a ambientes onde há menor concentração de oxigênio dissolvido (CORBI et al., 2006).

No mês de abril, houve maior abundância relativa de Clitellata, cujo táxon predominante é Oligochaeta, 63,21%. Este grupo tem como uma de suas principais características, para o biomonitoramento, a tolerância a condições ambientais adversas (ROSA, 2014), no que se refere à concentração de oxigênio dissolvido Chironomidae (Insecta) e Oligochaeta são bastante tolerantes, no entanto, Oligochaeta é ainda mais tolerante (PIEDRAS et al., 2006). No mês de abril a concentração de nitrito foi a mais alta registrada, ao longo do monitoramento, e estava fora dos padrões preconizados pela legislação. A concentração de oxigênio dissolvido, embora tenha apresentado um aumento na concentração em relação ao mês de março, ainda estava abaixo dos limites legais preconizados.

Os aumentos perceptíveis da abundância da Insecta foram coincidentes com alterações abióticas. No mês de janeiro, a concentração de oxigênio dissolvido sofreu uma redução acentuada, no mês de dezembro a concentração era superior a 6,5 mg/L e em janeiro passou a menos de 4,0 mg/L. Para o nitrito dissolvido, entre dezembro e fevereiro os valores foram inferiores a 0,1 mg/L, em março a concentração ultrapassou o 1,2mg/L. Seguindo a Classe Insecta, esteve a Clitellata, assim, foi possível notar a alternância de abundância entre estas duas Classes, nos cinco meses de estudo. Foi possível perceber que a abundância de Insecta respondeu mais rapidamente as alterações ambientais e Clitellata forneceu uma resposta um pouco mais lenta, mas que promoveu a redução da abundância da classe Insecta.

Chironomidae (Insecta) e Oligochaeta (Clitellata), predominantes nos meses em que a concentração de oxigênio dissolvido e a concentração de nitrito estiveram fora dos parâmetros preconizados, são grupos com grande tolerância a condições ambientais adversas (PIEDRAS, 2006; ROSA, 2014), destacando-se pela alta sobrevivência em condições de anóxia por várias horas, pelo hábito alimentar detritívoro, alimentando-se de matéria orgânica depositada no sedimento e terem hábito fossorial (GOULART e CALLISTO, 2003).

A família Chironomidae (Insecta) apresentou uma relação positiva com o aumento do pH, da condutividade elétrica e da matéria orgânica. Embora não tenha sido avaliada a quantidade

de matéria orgânica produzida ao longo do ciclo, este parâmetro pode ser indiretamente associado ao total de sólidos dissolvidos. Situação, inversa à benéfica a Oligochaeta, que estabelece uma relação negativa com estes fatores (CESAR e HENRY, 2017). Neste sentido, pode-se considerar as Classes Gastropoda e Clitellata, sob a representação principal de Planorbidae e Oligochaeta, como indicadores de matéria orgânica no sedimento (MORENO e CALLISTO, 2004).

A Classe Maxillopoda, cujo táxon mais abundante neste estudo foi Cyclopoida, também aparece com maior abundância nos viveiros adubados. Este grupo apresenta-se mais abundante em sedimentos com boa oxigenação, além de ter hábitos alimentares bastante diversos, podendo ser detritívoros, filtradores, carnívoros, parasitas, assim como, engloba táxons com diferentes níveis de tolerância trófica ambiental, fazendo com o que seja um bom indicador de poluição orgânica (AMARAL e NALLIN, 2011). Além da maior abundância nos viveiros adubados, houve, também, maior abundância deste grupo no mês de dezembro, mês em que houve maior concentração de oxigênio dissolvido concomitantemente aos demais fatores abióticos que se mantiveram dentro dos limites preconizados, indicando ter sido este o mês com melhor qualidade ambiental.

Tendo em vista as fases iniciais, intermediária e final da cadeia de sucessão ecológica degradativa (CASTILLO, 2009), grupos indicadores da fase intermediária foram amostrados nos viveiros adubados e nos não adubados, Ostracoda e Hydrozoa.

Os Ostracoda, amostrados em todas as coletas, são indicadores de condições oligotróficas eutróficas, ao passo que Hydrozoa, amostrado nos meses de dezembro e janeiro, é abundante em ambiente eutrófico, havendo maior abundância deste, nos viveiros que receberam adubação, em oposição ao Branchiopoda que é indicador em ambiente oligotrófico.

Oligochaeta é indicador para o início da cadeia degradativa tanto em ambientes ricos, como em pobres em matéria orgânica.

Com relação ao Índice de Diversidade de Shannon-Weaver o maior valor foi encontrado no mês de fevereiro no VNA, mês em que a única variável abiótica fora dos limites preconizados pela legislação vigente foi a concentração de oxigênio dissolvido. Considerando os dois fatores abióticos de maior impacto sobre a composição do zoobentos, o pH estava em uma curva ascendente, ao passo que a transparência apresentava-se com um dos maiores valores do período avaliado. Já para a Equitabilidade de Pielou, o maior valor obtido foi no mês de março nos VNA, mês em que os valores da concentração de nitrito dissolvido ultrapassaram os limites legais e o pH e a transparência, apresentaram os menores valores registrados ao longo de todo o ciclo.

Os menores valores de equitabidade (GHOSH e BISWAS, 2015), foram verificados no mês de dezembro, mês em que todos os parâmetros estavam dentro dos limites preconizados, o pH e a transparência apresentaram naquele mês os maiores valores registrados ao longo de todo o ciclo.

As únicas variáveis que não estiveram dentro dos parâmetros legais preconizados foram as concentrações de oxigênio dissolvido e nitrito. Ao longo do mesmo período de análise das variáveis limnológicas, não foi constatada diferenças entre as comunidades zoobêntica estabelecidas nos VA e VNA. No entanto, os índices de diversidade e equitatilidade foram maiores em viveiros que não foram adubados, ou seja, ainda que não tenha havido diferenças significativas na composição de táxons entre os dois tipos de viveiros, a indicação dada pelos índices calculados sugere que os viveiros não adubados apresentaram melhor qualidade ambiental. Deste modo, novos estudos são necessários para ampliar as informações a respeito da influência da cama de frango sobre as comunidades de invertebrados, ampliando os dados para além de um ciclo.

REFERÊNCIAS

ALVES, R.G.; MARCHESE, M.R.; MARTINS, R.T.. (2008) Oligochaeta (Annelida, Clitellata) of lotic environments at Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brazil). Biota Neotropica, Campinas, v.8, n.1.

AMARAL, A.C.Z. & NALLIN, S.A.H.. (2011) Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Amaral, A.C.Z. & Nallin, S. A. H. (org.) Campinas SP: UNICAMP/IB.

ANDERSON, M.J.. (2005) PERMANOVA: A FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance. Department of statistics, University of Auckland, Newzerland.

BAPTISTA, D. F.. Uso de Macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, v. 3, n. 12, p.425-441. 2008.

BEHREN, R.D.L. et al. (2012) Using oligochaeta assamblages as an indicator of environmental changes. Brazilian Journal of Biology, São Carlos, v. 72, n. 4.

CALOR, A.R.. (2007) Trichoptera. In: Guia on-line de Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico.

CARDOSO, A. S.; EL-DEIR, S. G.; CUNHA, M. C. C. (2016) Bases da sustentabilidade para atividade de piscicultura no semiárido de Pernambuco. **Interações**, Campo Grande, v. 4, n. 17, pp.645-653.

CAROLLI, M. et al. (2012) Responses of benthic invertebrates to ablupt chances of temperature in flume simulations. River Research and Applications. v.28, pp. 678-691.

CASTILLO, A.R.. (2009) Invertebrados aquáticos no detrito de *Salvinia herzogii* de la Sota em lagos rasos do sul do Brasil. 52 f. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

CESAR, D.A.S.; HENRY, R. (2017) Is similar the disbution of Chironomidae (Diptera) and Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in a river and lateral fluvial area? Acta Limnologica Brasiliensia, v.29.

CHAE, S.J. et al. (2000) Infection of aquatic insects with trematode metacercariae carrying Ehrilichia risticii, the case of the Potomac house fever. Journal of Medical Entomology, v.37, p. 619-625.

CIADAMIDARO, S.; MANCINI, L.; RIVOSECCHI, L. (2016) Black flies (Diptera, Simuliidae) as ecological indicators of strem ecosystem health in an urbanizing area (Rome, Italy). Annali dell'Istituto superior di sanita, v. 52, n. 2. pp.269-276.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. (2005) Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, nº 053, de 18/03/2005, pp. 58-63.

CORBI, J.J. et al. (2006) Diagnóstico Ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes a áreas de cultivo de cana-deaçúcar. (Estado de São Paulo, Brasil). Química Nova. v. 29. n. 1, pp.61-65.

ESTEVES, F. A.; LEAL, J. J. F.; CALLISTO, M.. (2011) Comunidade Bentônica. In: ESTEVES, F. de A.. (2011) Fundamentos de Limnologia . 3ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência. cap. 25, p. 581-607.

FARIA, R. H. S. de et al. (2013) Manual de Criação de Peixes em Viveiros. Brasília: Codevasf. 136 p.

GANGULY, I.; PATNAIK,L.; NAYAK, S.. (2018) Macroinvertebrates and its impact in assessing water quality of riverine system: A case study of Mahanadi river, Cuttack, India. Journal of Applied and Natural Science. v.10, n.3, p.958-963.

GHOSH, D.; BISWAS, J.. (2015). Macroinvertebrate diversity indices: A quantitative bioassessment of ecological health status of an oxbow lake in Eastern India. 3.

GOULART, M.; CALLISTO, M.. (2003) Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de imapcto ambiental. Revista da FAPAM, ano 2, n. 1.

IBRAHIM, A.N.A.F.; NOLL, M.S.M.C.; VALENTI, W.C. (2015) Zooplankton capturing by Nile Tilapia, *Oreochhromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) throughout post-larval development. Zoologia, v. 32, n. 6, p. 469-475.

KUBITZA, F.. (2008) Manejo na produção de peixes. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v. 110, n. 18, p.14-21.

MALMQVIST, B. et al. (1991) Invertebrate colonization of a new, man-made stream in Southern Sweden, v.26, n.2, pp. 307-324.

MARIANO, R.. & FROEHLICH, C.G.. (2007) Ephemeroptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline

MORENO, P. & CALLISTO, M.. (2004) Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas (MG). In FERRACINI, VL., QUEIROZ, SCN. and SILVEIRA, MP. (Eds.). Bioindicadores de qualidade da água. Jaguariuna: Embrapa. p. 95-116.

MUGNAI, R.; NEISSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. (2009) Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos dos Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books, ed. 1.

OKSANEN, J. et al.. (2018)Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-1. Disponível em: https://CRAN.R-project.org/package=vegan. Acesso em: 22 jan. 2019.

OLIVEIRA, M.C.. (2012) Influência da fertilização na dinâmica de invertebrados bentônicos em viveiros de alimentação de pós-larvas do surubim híbrido. 58f. Dissertação (Mestrado) – Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

PEREIRA, L.R.; CABETTE, H.S.R.; JUEN, L. (2012) Trichoptera as bioindicators of habitat integrity in the Pindaíba River Basin, Mato Grosso (Central Brazil). Annales de Limnologie – International Journal of Limnology, v.48, n.3, pp. 295-302.

PÉREZ, G.R. (1998) Guía para el studio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia, Bogotá, Colciencias, 217 p.

PIEDRAS, S.R.N. et al. (2006) Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 2. pp.494-500.

PINHO, L.C. (2008) Diptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline

R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: https://www.R-project.org/.

ROSA, B.J.F.V.. (2014) Chironomidae and Oligochaeta for water quality evaluation in urban river in southerastern Brazil. Environmental Monitoring and Assessment. v,186, n.11, p.7.771-7.779.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Ed.). (1993) Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall.

SOUZA, L.O.I.; COSTA, J. M. & OLDRINI, B. B. (2007). Odonata. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online

TIDWELL, J.H. et al. (1997) Relative prawn production and benthic macroinvertebrate densities in unfed, organically fertilized, and fed pond systems. Aquaculture. v.149, p.227-242.

ZAR, J.H. (1999) Bioestatistical analysis, 4 ed. Prentice-Hall Editora, New Jersey, 663 p.

ANEXO I

Tabela 1 Dados dos parâmetros climáticos na região onde está a estação metereológica automática mais próxima à piscicultura

Parâmetros Climáticos		Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Precipitação (mm)	[a]MC	51,50	23,8	113,1	67,00	117,6
	[b]MH	183	141	132	137	109
Temperatura (°C)	[a]MC	25,84	27,1	26,57	26,43	21,08
	[b]MH	23,3	25,8	25,4	24,4	22,4
U2 (m/s)		0,97	1,24	1,14	1,21	1,10
UR(%)		74,60	72,40	74,73	75,73	81,60

Média dos valores referentes a 15 dias anteriores ao dia de cada coleta (MC)
Média histórica registrada (MH)

ANEXO II

Tabela 1. Média dos valores encontrados para os parâmetros físicos e químicos analisados e os padrões estabelecidos pelo CONAMA

Parâmetros físicos e químicos	Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		CONAMA
	VA	VNA	VA	VNA	VA	VNA	VA	VNA	VA	VNA	
Temperatura água (°C)	23,05	23,85	26,743	27,063	25,528	25,901	23,896	24,478	18,69	19,146	_
pH	7,29	7,38	6,859	6,825	6,525	6,64	6,341	6,405	6,651	6,436	6,0-9,0
ORP (Potencial de oxirredução)	193	209,33	114,000	121,333	215	210,333	195,333	197,166	180,666	199,722	_
Condutividade (S/m)	0,080	0,0805	0,088	0,073	0,54	0,066	0,069	0,07	0,069	0,064	_
Turbidez (UNT)	12,9	10,7	11,283	14,466	20,433	12,966	18,116	16,2	20,333	20,105	≤ 100
Oxigênio (mg/L)	6,62	6,725	3,526	3,632	3,203	4,311	4,216	3,771	4,605	4,798	≥ 5,0
TDS (Total de sólidos dissolvidos)	0,052	0,052	0,057	0,048	0,034	0,043	0,045	0,045	0,044	0,042	≤500
Transparência (cm)	47,5	48	37,498	37,333	49,666	47	39,833	39,5	42,833	42,166	_
Nitrito (mg/L)	0	0,025	0,026	0,03	0,016	0,01	1,416	1,333	1,666	1,583	≤ 1,0
Amônia (mg/L)	0,7	0,716	1,267	0,65	0,733	0,716	0,01	0,013	0,01	0,01	_
Dureza (mg$CaCO_3$/L)	48,333	50,333	34,000	36,666	27,333	29,333	29,333	30	30	28,666	_

1 Viveiro adubado (VA)
2 Viveiro não adubado (VNA)

ANEXO III

Tabela 1. Tabela da composição de táxons, abundância detectada nos VA e VNA ao longo dos meses.

	[a]VA					[b]VNA				
	[c]dez	[d]jan	[e]fev	[f]mar	[g]abr	[c]dez	[d]jan	[e]fev	[f]mar	[g]abr
Gastropoda										
Ampularidae	0	0	0	1	2	0	1	5	16	4
Planorbidae	0	3	0	5	12	0	3	43	44	2
Insecta										
Phyllocycla sp	0	1	2	5	10	0	2	5	19	1
Eurythrodiplax sp	7	0	0	0	0	2	1	0	0	0
Aphylla sp	0	2	5	13	9	0	1	6	23	5
Dasythemis sp	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymitarcyidae	0	9	18	10	14	3	1	2	29	6
Oligoneuriidae	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0
Ephemeridae	2	4	14	6	21	0	1	20	64	69
Chironomidae	181	214	182	199	208	133	112	108	427	161
Simuliidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tipulidae	0	0	1	1	18	2	0	0	3	12
Culicidae	2	0	1	1	6	0	0	0	0	2
Hemiptera	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Orthemis sp	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratopogonidae	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Trichoptera	7	3	1	3	6	2	1	1	17	6
Hydrozoa										
Hydra sp	0	9	1	0	0	1	0	0	0	0
Clitellata										
Oligochaeta	444	76	192	38	169	106	9	108	57	305
Hirudinea	4	2	85	67	343	11	30	62	82	184
Ostracoda										
Ostracoda	103	152	295	146	56	73	61	130	17	7
Maxillopoda										
Cyclopoida	442	51	257	29	73	172	16	121	41	82
Calanoidea	0	0	7	5	0	2	0	7	0	6
Harpacticoidea	4	0	5	2	0	5	0	4	0	11
Branchiopoda										
Cladocera	12	9	26	20	19	267	5	12	89	7

[a] Viveiro adubado (VA)
[b] Viveiro não adubado (VNA)
[c] Dezembro (dez)
[d] Janeiro (jan)
[e] Fevereiro (fev)
[f] Março (mar)
[g] Abril (abr)

Aquaculture Research

Water quality of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) fattening nurseries as reflected by Zoobenthos

Journal:	*Aquaculture Research*
Manuscript ID	ARE-OA-21-Feb-211
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	18-Feb-2021
Complete List of Authors:	LEAL, FERNANDA; Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciência e Tecnologia Ambiental Cavalcanti, Lidiany; Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Gouveia, Élida; UFGD, Faculdade de Ciências biológicas e Ambientais; Russo, Márcia Regina; Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Keywords:	Benthic invertebrates, eutrophication, pisciculture, fertilization

SCHOLARONE™
Manuscripts