

**UNIVERSIDADE DE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS**

Danieli Zuntini Viscardi

**Macroinvertebrados de viveiros de produção de peixes:
Bases ecológicas para o Biomonitoramento.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

**Dourados/MS
Março/2011**

Danieli Zuntini Viscardi

**Macroinvertebrados de viveiros de produção de peixes:
Bases ecológicas para o Biomonitoramento.**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Regina Russo

Dissertação de mestrado submetida ao programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, como um dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia na área de concentração Ciência Ambiental.

**Dourados/MS
Março /2011**

Após a apresentação, argüição e apreciação da banca examinadora, foi emitido o parecer _____, para a dissertação intitulada: Papel de variáveis ambientais na distribuição de macroinvertebrados em viveiros de produção de peixes na região Neotropical de autoria de: Danieli Zuntini Viscardi.

Dra. Márcia Regina Russo
Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD
Presidente da Banca Examinadora

Dr. Jelly Makoto Nakagaki
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul- UEMS
Membro Examinador

Dra. Valéria Flávia Batista da Silva
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul- UEMS
Membro Examinador

Dr. Márcia Mayumi Ishikawa
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA
Membro Suplente

Dourados/MS, 25 de março de 2011.

Agradecimentos

Á Deus por ter me dado saúde, determinação para cumprir meus objetivos e por ter me presenteado com a família e amigos que tenho!

Aos meus pais por serem essenciais na minha vida,

Meu Arnaldo, por deixar os meus dias cada vez mais lindos... com todo seu carinho e compreensão, esteve ali ao meu lado, meu maior companheiro!

Meus irmãos que sempre me deram força, valorizando meus potenciais,

A graciosidade dos meus sobrinhos, por trazerem mais alegria na minha vida,

A Prof. Dra. Márcia Regina Russo, pela dedicação, orientação em todas as etapas da dissertação e ensinamentos para a vida! Obrigada!

Lucimara, Marcelo e Karine pela grande ajuda nas coletas,

Laura e João, técnicos do laboratório de fertilidade do sedimento da faculdade de ciências agrárias pelo auxílio nas análises do sedimento,

Ao Emilio pela ajuda na identificação das larvas de Chironomidae

Professor Dr. Yzel e principalmente o Wagner Vicentin pela grande ajuda no tratamento estatístico dos dados,

Professor Dr. Fábio de Oliveira Roque pelas sugestões para a finalização do trabalho,

A Capes pela concessão da bolsa e

Ao projeto Aquabrazil/CNPq/Embrapa pelo auxílio financeiro

Meu muito obrigada!!!!

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi estruturada nas seguintes seções: Apresentação Geral e um capítulo com os resultados obtidos com a execução do projeto na forma de um artigo científico.

A apresentação geral apresenta a situação da aquicultura no mundo, no Brasil e no Mato Grosso do Sul, assim como a importância da produção de espécies nativas contextualizando a temática e os objetivos da pesquisa realizada.

A dissertação apresenta-se na forma de um manuscrito científico e será submetido, após as sugestões da Banca Examinadora de Dissertação a um periódico de reconhecida qualidade nas áreas de Ecologia e Limnologia (*Biota Neotropica*). As normas para submissão do artigo à revista encontram-se em anexo.

O artigo irá abordar a caracterização da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, através das variáveis ambientais do sedimento em sete viveiros de produção de surubins em uma piscicultura e avaliada a influência dessas variáveis na distribuição e abundância destes organismos.

INTRODUÇÃO

A aquicultura é o segmento da produção de alimentos que mais cresceu na última década. Em 1970 a contribuição da atividade para o fornecimento mundial de pescado era de 3,9% da produção total, aumentando para 36% em 2006. Juntas, a pesca e a aquicultura forneceram em 2006, em torno de 110 milhões de toneladas de pescado para o consumo humano, sendo 47% proveniente da aquicultura. Este percentual na produção significou um retorno financeiro na ordem de 65,3 bilhões de dólares para o setor (VINATEA 2004, FAO 2006, 2009).

O Brasil vem acompanhando efetivamente o crescimento da aquicultura tendo produzido, nos últimos anos, cerca de 270 mil toneladas de pescado/ano e hoje é considerado o segundo maior produtor na América Latina, ficando atrás apenas do Chile. (IBAMA 2008, FAO 2006; RESENDE *et al.* 2009). Esse crescimento foi possível graças à grande disponibilidade de recursos hídricos e a rica ictiofauna de água doce que conta com mais de 2.600 espécies descritas (BUCKUP *et al.* 2007).

Das espécies de peixes brasileiros catalogadas, inúmeras apresentam potencial para piscicultura, tanto que, do total da produção continental por aquicultura no Brasil no ano de 2000, os peixes constituíram o grupo mais representativo, com 97,7% de participação (AGOSTINHO *et al.* 2007). Por outro lado, a maioria das espécies cultivadas ainda são as exóticas, tais como a tilápia, a carpa e o bagre do canal.

Enquanto a pesca extrativista interior apresenta sinais de estagnação no país, a aquicultura teve um aumento progressivo da produção passando de 17% em 1995 para 40% em 2000, sendo 96% deste total representada pela piscicultura de águas interiores (IBAMA 2008).

No Mato Grosso do Sul produziu-se no ano de 2002, em torno de 1500 t/ano, concentradas em menos de 15 espécies, das 363 presentes nos rios do Pantanal. Apesar da pesca extrativista ser bastante expressiva, a maior participação no mercado se dá por meio da produção comercial, que contribuiu com mais de dois terços da produção estadual, sendo 65,3%, concentradas em peixes nativos (pacu, piaçu, pintado e cachara) e 34,7% em peixes exóticos (tilápia, bagres e carpas) (ALBUQUERQUE *et al.* 2003)

Os siluriformes do gênero *Pseudoplatystoma* (Pimelodidae) são conhecidos como surubim, cachara ou pintado e na natureza são espécies estritamente piscívoras de

hábitos noturnos, que migram durante a reprodução e que possuem um alto valor comercial em suas áreas de ocorrência. Estas características tornaram estas espécies produtos nobres, na qual a produção em cativeiro vem sendo impulsionada pela sua diminuição nos estoques naturais (CREPALDI *et al.* 2006; KUBITZA *et al.* 1998). Apreciados em função da excelente qualidade de sua carne, com baixo teor de gordura e colesterol, rica em ômega 3, proteínas de alta qualidade e ausência de espinhos intramusculares, são utilizadas nos mais variados preparos culinários e formas de processamento, além de serem utilizadas no aproveitamento do couro para indústrias de calças e bolsas (KIOSHI *et al.* 2009, FAGUNDES; URBINATI 2008).

A redução dos estoques naturais fez da produção do surubim uma das melhores alternativas de investimento da aquicultura e da indústria animal e, o Mato Grosso do Sul, vem se despontando como o principal estado produtor do país e também o de maior potencial, graças a infra estrutura existente nos diversos seguimentos que compõem a cadeia da piscicultura (PROCHMANN, 2003).

Na produção do surubim é utilizado o sistema intensivo que se caracteriza por apresentar baixa renovação de água nos viveiros escavados, limitação no arraçoamento e baixa densidade de estocagem (kg/m^2) e viveiros com área superior a 1 ha (FIRETTI *et al.* 2005).

Embora de grande importância econômica, os sistemas de produção de surubins carecem de informações no aspecto ambiental. Segundo Rotta (2003), para o sucesso na produção destas espécies torna-se necessária a busca de informações sobre seu crescimento e desenvolvimento em pisciculturas, a fim de se conhecer o potencial produtivo em termos econômicos e ambientais.

A piscicultura é uma atividade que tem uma ampla variedade de técnicas de produção de espécies, criadas em diferentes condições e localidades. Com a intensidade das técnicas, ocorrem perturbações no ambiente de várias proporções e conseqüências. Naturalmente, os ecossistemas aquáticos estão mais suscetíveis aos impactos ambientais, pois a maioria das substâncias lançadas nos cursos d'água e no ar tem como destino final os corpos hídricos, devido à ação das chuvas, infiltração e escoamento da água no sedimento e às características físico-morfológicas das bacias hidrográficas (ALMEIDA 2007).

Viveiros de piscicultura são reservatórios escavados dotados de sistema de abastecimento e drenagem de água. São considerados ecossistemas artificiais que

apresentam características muito semelhantes aos habitats lênticos naturais, como o controle externo do tempo de residência da água e energia do sistema, principalmente autóctone e que são responsáveis pela determinação dos padrões de distribuição espacial dos organismos (HORNE *et al.* 1994)

As pisciculturas podem gerar impactos negativos sobre os ecossistemas aquáticos, influenciando principalmente a qualidade da água. Esses impactos podem ocorrer durante a fase de implantação, com a remoção da cobertura vegetal e da mata ciliar e durante a fase de operação. Normalmente, em viveiros de espécies carnívoras apenas uma parcela do alimento é digerido pelos organismos, com isto este alimento juntamente com outros resíduos, favorecem o incremento da produtividade trófica dos viveiros, podendo levar a eutrofização. Apesar de apresentar-se notória e sem problemas imediatos, riscos potenciais podem estar sendo gerados, tanto na qualidade dos peixes cultivados como no tipo de efluente produzido na água de lançamento destes sistemas. Além da liberação de efluentes ricos em matéria orgânica, podem conter resíduos de produtos químicos dissolvidos, os quais são oriundos da desinfecção e tratamento de doenças (ELER *et al.* 2006)

Algas que crescem em ambientes eutróficos podem causar toxidez aos animais aquáticos e degradar potenciais produtos da aquicultura como por exemplo, o gosto de barro no pescado- “off flavor”- causado pela exposição à geosmina, um sub produto do metabolismo de algas fixadoras de N, especialmente *Anabaena* sp. (CYRINO *et al.* 2010). Deste modo, o conhecimento dos componentes biológicos, em pequenos ecossistemas artificiais como os viveiros de piscicultura, pode fornecer subsídios para o manejo mais adequado das criações, sendo que técnicas adequadas de manejo podem melhorar a qualidade da água, levando a um menor estresse dos organismos cultivados, melhorando a sobrevivência e crescimento dos peixes, além de descargas de água em condições aceitáveis. (DIEGUES 2006)

Os viveiros de piscicultura também podem ser considerados como criatórios de invertebrados, principalmente moluscos. Estes ambientes são altamente favoráveis a introdução e estabelecimento de algumas espécies invasoras. A grande quantidade de alimento devido à ração, excretas dos peixes, baixas concentrações de oxigênio e o não interesse dos peixes por estes organismos, pode favorecer a dispersão e permanência de invertebrados invasores nos corpos de água, o que dificultaria seu controle na bacia hidrográfica (ELER *et al.* 2006)

Existem três categorias de uso da água na aquicultura: a água de origem, a água de uso e a água de lançamento. A água de origem pode ser de uma nascente, represa, lago ou córrego que vai abastecer o viveiro de criação; a água de uso é a água utilizada no sistema em contato com a criação (viveiros, valetas, canais ou tubos de distribuição e reuso), cuja qualidade depende do tipo de sedimento do viveiro, composição da água de origem, manejo do sistema de criação (calagem, adubação, limpeza, arraçoamento etc.), da carga e composição do alimento lançado e organismos ali criados. A água de lançamento é a originada de todo sistema de criação, com todos os resíduos de decomposição variável, dependendo do manejo e do tipo de criação, sendo estas águas despejadas em um corpo receptor (PÁDUA 2000).

As variáveis de qualidade da água podem se refletir sobre a sobrevivência, a reprodução, o crescimento, a produção e manejo da piscicultura (MELO 1998). Uma avaliação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos é indispensável na implantação de qualquer sistema de cultivo (PROENÇA; BITTENCOURT 1994).

A avaliação da qualidade biológica da água começou a ser desenvolvida por ter sido observado que as informações obtidas, apenas através das análises dos parâmetros físicos e químicos da água não eram suficientes para descrever integralmente o nível de qualidade dos corpos hídricos (BAPTISTA *et al.* 2007). A partir desta concepção no início do século XX teve início a construção dos primeiros métodos de monitoramento biológico, tornando-se uma das ferramentas mais modernas a utilização dos macroinvertebrados como organismos indicadores (CALLISTO *et al.* 2000, GOULART; CALLISTO *et al.* 2005).

De forma geral, quanto maior a intensidade dos impactos ambientais mais intensas são as respostas ecológicas das comunidades, podendo haver desde alteração da abundância relativa de alguns grupos até exclusão de espécies ou aumento populacional de espécies oportunistas (MARGALEF 1983, CALLISTO *et al.* 2001).

A avaliação da qualidade ambiental por meio da comunidade de macroinvertebrados bentônicos baseia-se na utilização de índices bióticos e métricas, que podem fornecer informações importantes sobre o “status” ambiental dos ecossistemas aquáticos. Para um bom entendimento das diferentes ferramentas possíveis de serem aplicadas no biomonitoramento, faz-se necessário também a compressão de alguns aspectos relacionados à biologia das espécies de macroinvertebrados e sobre a ecologia dos ecossistemas aquáticos (BONADA *et al.* 2006)

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos formam os grupos taxonômicos mais utilizados em biomonitoramento. Esses organismos apresentam adaptações especiais para moverem-se livremente ou permanecerem fixados ao substrato. Dentre os outros organismos aquáticos encontrados, os macroinvertebrados bentônicos são bons indicadores da qualidade da água, devido seu ciclo de vida relativamente longo, fácil obtenção das amostras e utilização de equipamentos e metodologia simples (STEIN *et al.* 2008, WILDSMITH *et al.* 2010), sendo extremamente úteis para avaliar a qualidade da água (ROSEMBERG; RESH 1993, CAIRNS; PRATT 1993, CHARVET *et al.* 2000, VLECK *et al.* 2004, SHARMA *et al.* 2009)

Considerando o sedimento como compartimento que reflete todos os processos que ocorrem em um ecossistema aquático, a sua composição indica o estado em que se encontra (ESTEVES 1998). Pesquisas enfocando a influência do sedimento sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos consideram a composição granulométrica como um dos principais fatores responsáveis pela estrutura e distribuição dessa comunidade em ecossistemas aquáticos continentais (CALLISTO; ESTEVES 1996)

O sedimento de ecossistemas aquáticos é formado por uma grande variedade de materiais orgânicos e inorgânicos de origem autóctone e alóctone, sendo o substrato responsável pela disponibilidade de habitats e microhabitats, alimentos e proteção, exercendo um papel importante na estruturação das comunidades de macroinvertebrados bentônicos. Portanto, a amostragem de sedimentos do fundo dos viveiros é fundamental para assegurar uma análise representativa das condições químicas reais do fundo dos viveiros, cujo objetivo é avaliar não só a qualidade dos sedimentos, como também identificar alternativas para otimizar os índices de produtividade e rentabilidade dos viveiros de produção (QUEIROZ *et al.* 2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007.

ALBUQUERQUE, S. P., CAMPOS F. L. R., CATELLA, A. C. **Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul (SCPESCA/MS)**. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2003.

ALMEIDA, C. A. **Aspectos do ciclo de vida de espécies bentônicas nativas e sua utilização na avaliação da qualidade de sedimentos de lagos naturais e reservatórios**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2007.

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D.F.; EGLER, M.; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J.L. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest stream at Rio de Janeiro Estate, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 575, p. 83-94, 2007.

BONADA, N. PRAT, N. RESH, V. H. & STATZNER, B. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 495-523, 2006.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Composição granulométrica do sedimento de um lago Amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural (Pará, Brasil). **Acta Limnológica Brasiliensia**, v.8, n.5, p. 115-126, 1996.

CALLISTO, M., MORETTI, M., GOULART, M. D. C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n.1, p. 71-82, 2001

CALLISTO, M.; J. F. GONÇALVES JUNIOR. Bioindicadores bentônicos. In Roland, F.; D. Cesar; M. Marinho (org.). **Lições de limnologia**. São Carlos: Rima, 2005.

CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A.; ROLAND, F (org.). **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro: Instituto de Biologia – SBL, 2000.

CAIRNS, J.; PRATT, J. R. **A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates**. New York: Cahapman & Hall, 1993.

CHARVET, S.; STATZER, B.; USSEGLIO-POLITERA, P.; DUMONTS, B. Traits of benthic macroinvertebrates in semi-natural French streams: an inicial application to biomonitoring in Europe. **Freshwater Biology**, v. 43, 277-296, 2000.

CREPALDI, D. V., FARIA, P. M. C., TEIXEIRA, E. A., RIBEIRO, L. P., COSTA, A. A. P., MELO, D. C., CINTRA, A. P. R., PRADO, S. A., COSTA, F. A. A., DRUMOND, M. L., LOPES, V. E., MORAES, V. E. **O surubim na aquicultura do Brasil**. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, p.150-158, 2006.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO A. A.J.; SADO R. Y.; BORGGHESI R.; DAIRIKI J. K. A piscicultura e o ambiente, uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.

DIEGUES, A. C. **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Hucitec, 2006.

ELER, M. N.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Avaliação dos impactos de pesque-pague: uma análise da atividade na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Rima, 2006.

ESTEVES, F. A.. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FAGUNDES, M.; URBINATI, E. C. Stress in pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) during farming procedures. **Aquaculture**, v. 276, p. 112–119, 2008.

FAO- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **State of world aquaculture 2006**. Roma: FAO, 2006.

FAO- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **The state of world fishiries and aquaculture**. Roma: FAO, 2009.

FIRETTI, R.; TREMOCOLDI, D.; SKAIJO, D. S. futuro promissor da produção de surubim. **Anualpec**, v.11, p. 257-260, 2005

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, v. 2, n.2, p.153-163, 2003.

HORNE, A. J.; GOLDMAN, C. R. **Limnology**. New York: Mcgraw Hill, 1994.

IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da pesca 2006 Brasil**: grandes regiões e unidades da federação. Brasília, DF, 2008.

KIOSHI A. I.; HISANO A.; ISHIKAWA M. M.; ROTTA M. A.; SENHORI J. A. Princípios básicos para produção de alevinos de surubins (pintado e cachara). **Circular Técnica**. Dourados: EMBRAPA, 2009.

KUBITZA, F., CAMPOS, J. L., BRUM, J. A. Surubim: produção intensiva no Projeto Pacu Ltda. e Agropeixe Ltda. **Panorama da Aquicultura**, v. 49, p. 25-32, 1998

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983.

MELO, J. S. C. **Água e construção de viveiros na piscicultura**. Lavras: FAEPE, 1998.

PÁDUA, H. B. 2000. **Qualidade da água na aquicultura** <<http://www.jundiai.com.br/abrappesq/materia4.htm>> (último acesso em: 17/01/2011).

PROCHMANN, A. M. **Estudo das cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul: piscicultura**. Campo Grande: UFMS, 2003.

PROENÇA, C. E. M; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. R.; SILVEIRA, M. P. Coleta e preparação de amostras de sedimentos de viveiros de aquicultura. Jaguariúna: EMBRAPA Meio ambiente, 2004. (Documento 17).

RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P., LEGAT, A. P., BENITES, C. Melhoramento genético em peixes- uma revolução na aquicultura no Brasil. **Boletim SBI**, v. 94, p. 5-6. 2009.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic**

macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall, 1993.

ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. **Boas práticas de manejo pra a produção de peixes em tanques-redes.** Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2003. (Documento 47).

SHARMA, R. C.; RAWAT, J. S. Monitoring of aquatic macroinvertebrates as bioindicator for assessing the health of wetlands: a case study in the Central Himalayas, India. **Ecological indicators.** v. 9, p. 118-128, 2009.

STEIN, H.; SPRINGER; M., KOHLMANN, B. Comparison of two sampling methods for biomonitoring using aquatic macroinvertebrates in the dos Novillos River, Costa Rica. **Ecological engineering,** v. 3, n. 4, p. 267–275, 2008.

VINATEA, L. A. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

TAVARES, M. P. O surubim. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). **Surubim.** Belo Horizonte: IBAMA, 1999. (Coleção meio ambiente, Série estudos pesca, 19).

VLEK, H.E.; VERDONSCHOT; P.F.M.; NIJBOER, R.C. Toward a multimetric index for the assessment of Dutch streams using benthic macroinvertebrate. **Hydrobiologia,** v. 516, 173–189, 2004.

WILDSMITH, M.D.; ROSE, T.H.; POTTER, I.C.; WARMICK, R. M.; CLARKE, K. C. Benthic macroinvertebrates as indicators of environmental deterioration in a large microtidal estuary . **Marine Pollution Bulletin,** 2010. (prefácio)

**Macroinvertebrados de viveiros de produção de peixes: Bases ecológicas para o
Biomonitoramento.**

Macroinvertebrates of fish production ponds: ecological basis for biomonitoring.

Título Resumido: Macroinvertebrados de viveiros de produção de peixes.

Short Title: Macroinvertebrates of fish production ponds.

Danieli Zuntini Viscardi ¹; Márcia Regina Russo ²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Cx. Postal, 533, Cidade Universitária. 79.804-970, Dourados, MS, Brasil. E-mail:

danieliviscardi@ufgd.edu.br

² Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Cx. Postal, 533, Cidade Universitária. 79.804-970, Dourados, MS, Brasil. E-mail:

marciarusso@ufgd.edu.br

ABSTRACT: Macroinvertebrates of fish production ponds: ecological basis for biomonitoring.

The use of biotic indexes and different metrics of benthic macroinvertebrates has been widely researched in studies realized in lotic systems in the context of environmental evaluation and the fish production in nurseries points the necessity of limnological acquaintance of the system, this way the limnology becomes essential to the understanding of the aquatic process interrelations, comprehending the interactions of the physical, chemical and biological variables of the nurseries. This study evaluated the distribution of macroinvertebrates in ponds creation of hybrid catfish due to some physical and chemical variables of water and sediment. The sampling of macro invertebrates were made in seven nurseries for catfish production, where also were made the granulometric analysis of the sediment from each sample point, and also evaluated the chemical components of the soil. Diptera and Ephemeroptera were found in all nurseries. The pH, silt, oxygen and potassium were the environmental variables

which better explained the variation on the taxons abundance. There wasn't granulometric variation between the point inside the nurseries, being evidenced in the agreement among the results of CCA and the dendrogram of similarity. The presence of macronutrients, phosphor, potassium, calcium and magnesium can be justified by the ration not being totally consumed and by the metabolic wastes. Proper techniques of handling associated to the biomonitoring can make the water quality better, taking it to a lower stress of the cultivated bodies and improving the survival and health status of the fishes to identify alternatives to improve the productivity indexes and profitability of the catfishes production.

Key – words: environmental monitoring; artificial ecosystems; carnivorous fishes; community structure

RESUMO: Macroinvertebrados de viveiros de produção de peixes: Bases ecológicas para o Biomonitoramento.

A utilização de índices bióticos e de métricas de macroinvertebrados bentônicos tem sido amplamente explorada em estudos realizados em sistemas lóticos. No contexto da avaliação ambiental a produção de peixes em viveiros evidencia a necessidade de conhecimentos limnológicos do sistema, neste sentido a limnologia torna-se essencial para o entendimento das inter-relações do processo aquático, compreendendo as interações das variáveis físicas, químicas e biológicas dos viveiros. Este trabalho avaliou a distribuição de macroinvertebrados de viveiros de criação de surubim híbrido em função de algumas variáveis físicas e químicas da água e do sedimento. As amostragens dos macroinvertebrados foram realizadas em sete viveiros de produção de surubim, onde também foi realizada a análise granulométrica do sedimento de cada ponto amostral, sendo também avaliados os componentes químicos do sedimento. Diptera e Ephemeroptera foram as ordens de insetos mais representativas e as famílias Ampullariidae e Polimitarcyidae foram verificadas em todos os viveiros. O pH, silte, oxigênio e potássio foram as variáveis ambientais que melhor explicaram a variação na abundância dos táxons. Não houve variação granulométrica entre os pontos dentro dos viveiros, de acordo com os resultados da CCA e o dendograma de similaridade. A presença dos macronutrientes, fósforo, potássio, cálcio e magnésio podem ser justificadas pela ração não ser totalmente consumida e pelos resíduos metabólicos. Técnicas adequadas de manejo associadas com o biomonitoramento podem melhorar a

qualidade da água, levando a um menor estresse dos organismos cultivados e melhorando a sobrevivência e estado sanitário dos peixes, mostrando ser uma boa alternativa para otimizar os índices de produtividade e rentabilidade da produção de surubins.

Palavras – chave: monitoramento ambiental; ecossistemas artificiais; peixes carnívoros; estrutura de comunidades

Introdução

Em pleno Centro-Oeste do Brasil, a região de Dourados se tornou um importante pólo de produção de peixes de água doce, especialmente espécies nativas do Pantanal. No interior do Estado de Mato Grosso do Sul, a piscicultura vem apresentando um crescimento acelerado, principalmente na produção de surubins, em função da redução dos estoques pesqueiros naturais e da demanda por proteínas provenientes da produção animal (Prochmann 2003).

O surubim apresenta características comerciais e zootécnicas desejáveis, como rápido crescimento, eficiente conversão alimentar, além do alto valor comercial pela excelente qualidade da carne, com baixo teor de gordura, rica em ômega 3, proteínas de alta qualidade e ausência de espinhos intramusculares (Fagundes & Urbinati 2008; Kioshi et al. 2009).

O Estado de Mato Grosso do Sul se destaca como pioneiro na tecnologia de produção de peixes carnívoros, no entanto, Campos (2005), ressalta a carência de informações a respeito do ambiente de cultivo da espécie. Sobre a qualidade de água da produção do surubim, conta-se apenas com informações fornecidas pelos próprios produtores.

Na piscicultura, assim como nos ecossistemas aquáticos naturais, a composição de espécies e a densidades de algumas comunidades de organismos aquáticos são reflexos das condições ambientais vigentes nestes ecossistemas (Esteves 1998).

A composição e abundância da comunidade de macroinvertebrados bentônicos podem fornecer informações úteis para as atividades de manejo nos viveiros, sendo que técnicas adequadas de manejo podem melhorar a qualidade da água, levando a um menor estresse dos organismos cultivados e melhorando a sobrevivência e crescimento dos peixes (Silveira 2004).

O monitoramento biológico com o uso de macroinvertebrados como organismos indicadores tornou-se atualmente, uma das ferramentas mais modernas pra avaliar o estado ecológico da água (Baptista et al. 2007, Sharma et al. 2009), sendo os macroinvertebrados, o grupo de organismos mais comumente sugerido para o biomonitoramento (Stein et al. 2008, Cairns & Pratt 1993, Charvet et al. 2000, Vleck et al. 2004).

É importante destacar, que o biomonitoramento de águas doces utilizando macroinvertebrados é uma ferramenta de vigilância, podendo acompanhar as condições dos ecossistemas aquáticos e detectar impactos acidentais ou decorrentes das atividades produtivas, se monitorados com frequência (Silveira 2004, Sharma et al. 2009).

Representantes da fauna de macroinvertebrados, tais como as ordens Ephemeroptera e Diptera, são altamente susceptíveis a poluição da água, com sensibilidade de resposta a diferentes tipos e níveis de perturbações ocorrendo praticamente em todos os tipos de ambientes (Monteiro et al. 2008, Rosemberg & Resh 1993), por isto são promissores em análises de biomonitoramento da qualidade da água (Eler et al. 2006).

O uso de respostas biológicas como indicadoras de qualidade de água é mais vantajoso que usar medidas físicas e químicas da água, pois estas registram apenas o momento em que foram coletadas (Alba 1996).

A qualidade da água em viveiros de piscicultura é resultado da influência externa (qualidade da fonte da água, característica do sedimento, clima, introdução de alimentos-ração) e interna (densidade de peixes, interações físico-químicas e biológicas) sendo que um viveiro de piscicultura é considerado um ambiente aquático completo e dinâmico (Bastos 2003).

Em viveiros de piscicultura, o acúmulo de matéria orgânica e sólidos em suspensão na água decorrente das fezes ou de sobras de ração, influi diretamente na densidade do fitoplâncton e na turbidez da água, podendo levar a eutrofização e sedimentação nos corpos de água naturais devido ao efeito cumulativo (Eler et al. 2006).

A deriva de sedimentos dos viveiros para outras áreas também são comuns, podendo causar alterações na biomassa dos organismos e peixes bentônicos, como a alteração dos índices de dominância e abundância de espécies nas áreas distantes dos cultivos, portanto torna-se importante a amostragem de sedimentos do fundo dos

viveiros para assegurar as condições químicas reais dos viveiros (Rotta & Queiroz 2003).

Em viveiros de espécies carnívoras, de modo geral, apenas uma parcela do alimento é digerido pelos organismos, com isto o alimento que sobra juntamente com outros resíduos podem favorecer no incremento da produtividade trófica dos viveiros, podendo induzir a eutrofização. Apesar de apresentar-se notória e sem problemas imediatos, riscos potenciais podem estar sendo gerados, tanto na qualidade dos peixes cultivados como no tipo de efluente produzido na água de lançamento destes sistemas de criação (Eler et al. 2006).

Nos viveiros de produção de espécies carnívoras como o surubim híbrido, estes problemas se intensificam ainda mais, devido a grande quantidade de ração com elevados teores protéicos e maior presença de componentes de origem animal em sua formulação, sendo que apenas uma parcela deste alimento é digerido pelo peixe. Além disso, os peixes, por estarem saciados não apresentam grande interesse no consumo de macroinvertebrados principalmente os moluscos, tornando os viveiros possíveis criatório destes organismos, favorecendo a dispersão e permanência nos corpos de água da bacia hidrográfica (Eler et al. 2006)

Considerando que o manejo inadequado dos viveiros pode influenciar na produção peixes e a comunidade de macroinvertebrados responde de forma previsível, o objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de macroinvertebrados de viveiros de criação de surubim híbrido em função de algumas variáveis físicas e químicas da água e do sedimento.

Material e Métodos

1. Área de estudo

As amostragens dos macroinvertebrados foram realizadas em sete viveiros de engorda de uma piscicultura produtora de espécies nativas na região de Itaporã- MS durante o ano de 2009 na área delimitada pelas coordenadas 22°00'28"S e 54°48'36" W, Rodovia MS 157, Km 63 (Figura 1). A piscicultura está localizada na Bacia hidrográfica do Rio Paraná, sub- bacia do Rio Ivinhema, que compreende uma área de 4,64 milhões de hectares (Ana 2011).

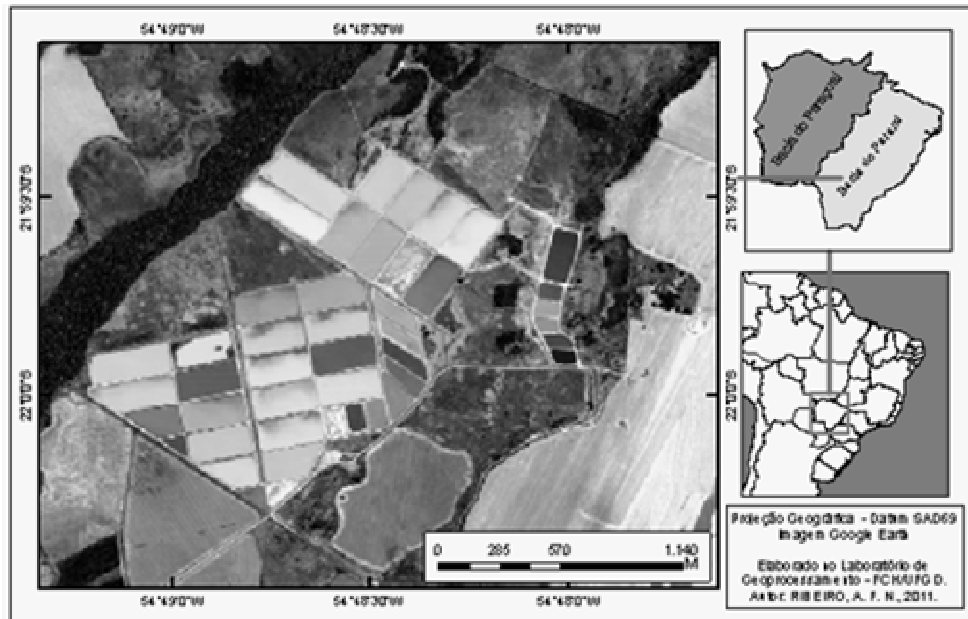


Figura 1. Localização dos viveiros amostrados na piscicultura de produção de surubins em Itaporã-MS.
Figure 1. Location of the sampled fish farms producing surubins in Itaporã-MS.

Os viveiros de surubim foram sorteados para a coleta dos macroinvertebrados, possuindo as mesmas condições de manejo, sendo viveiros escavados dotados de sistema de abastecimento e de drenagem de água com área de um ha, apresentando pouca renovação de água.

2. Amostragens

O sedimento foi coletado com o auxílio de uma draga tipo Petersen, onde foi empregada a divisão do viveiro em oito quadras (Ribeiro et al. 2005), sendo coletadas três sub-amostras em cada um dos oito pontos estudados dentro de cada viveiro, totalizando 24 amostras, em cada viveiro.

Das três sub-amostras, duas eram para análise dos macroinvertebrados e uma para análise do sedimento.

Fonte: Ribeiro et al. 2005

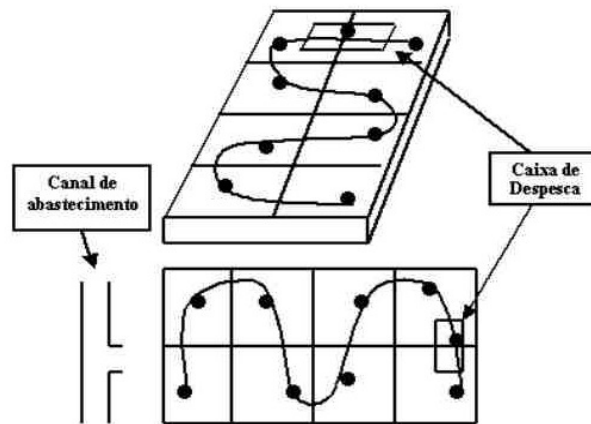


Figura 2. Desenho esquemático do método empregado na coleta de sedimento, associando os métodos em "S" imaginário e divisão do viveiro em oito quadras (Ribeiro et al. 2005).

Figura 2. Schematic of method used to collect sediment, combining the methods in "S" imaginary division of the nursery and eight blocks (Ribeiro et al. 2005).

As amostras do sedimento após as coletas foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetas e em depois foram triadas em peneiras de 2,0mm; 1,0mm e 0,2mm. Em seguida, os organismos que ficaram retidos foram fixados em álcool puro e depois preservados em formalina 4% e posteriormente, triado em placas de Petri utilizando-se estereomicroscópio e identificados com auxílio de bibliografias apropriadas a cada grupo taxonômico (Pinho 2008, Mariano & Froehlich 2007, Leci & Froehlich 2007, Souza et al. 2007, Calor 2007, Mugnai et al. 2009, Mccaffery 1981).

Foi realizada a análise granulométrica do sedimento de cada um dos oito pontos amostrados de cada viveiro e também foram avaliados os componentes químicos do sedimento dos viveiros como o pH, matéria orgânica, fósforo total, Al, Mg, Ca e K (Embrapa 2008). A quantidade de oxigênio da água foram monitorados com uso do equipamento Multiparâmetro Portátil 13 –F- HI9828- Hana.

3. Análise dos dados

A influência das variáveis ambientais dos viveiros amostrados sobre a abundância dos macroinvertebrados foi quantificada através de uma análise de correspondência canônica (CCA).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Development Core Team 2010). Para definir a significância da influência das variáveis ambientais sobre a abundância dos táxons foi verificada através da função “envfit” no software “vegan” que após a obtenção de um valor de r^2 para as variáveis ambientais utiliza um processo de randomização para definir a significância destas variáveis (999 permutações) para todos os eixos em conjunto (Suarez et al. 2005)

Uma análise de agrupamento também foi realizada para avaliar a similaridade entre os pontos dos viveiros amostrados a partir de uma matriz com as variáveis ambientais dos viveiros. O método de agrupamento utilizado foi por distância euclidiana e o coeficiente de correlação cofenética foi utilizado como medida de finalidade do dendograma a matriz original (McGarigal et al. 2000).

Resultados

No total, foram coletados 1576 organismos, distribuídos em 16 táxons. A ordem Diptera foi a mais representativa deste estudo, com 621 indivíduos (39,40%). A segunda ordem mais evidenciada foi Ephemeroptera, com 556 exemplares (35,27%) da família Polimitarcyidae. Uma grande quantidade de representantes do Filo Mollusca também foi amostrada. O número total de indivíduos de cada grupo taxonômico registrados em cada viveiro está apresentado na Tabela 1.

De todas as famílias catalogadas, apenas Ampullariidae e Polimitarcyidae foram verificadas em todos os viveiros estudados. O viveiro sete foi o que apresentou maior número de *Campyurus* sp., já no V6 *Chironomus* sp. foi o táxon dominante. A classe Oligochaeta apresentou maior abundância no V5. Representantes do Filo Gastropoda estiveram presentes na maioria dos viveiros.

Tabela 1. Lista e número total de táxons de macroinvertebrados bentônicos nos locais amostrados nos viveiros de produção de surubim híbrido, Itaporã. V1= Viveiro 1. V2= Viveiro 2. V3= Viveiro 3. V4= Viveiro 4. V5= Viveiro 5. V6= Viveiro 6. V7= Viveiro 7.

Table 1. List of taxa and total number of benthic macroinvertebrates at the sites sampled in the ponds for the production of hybrid catfish, Itaporã. Nursery V1 = 1. Nursery V2 = 2. Nursery V3 = 3. Nursery V4 = 4. Nursery V5 = 5. Nursery V6 = 6. V7 = 7 Nursery.

Táxons	Viveiros						
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Filo Artropoda							
Classe Insecta							
Ordem Ephemeroptera							
Família Polymitarcyidae							
<i>Campysurus</i> sp.	46	38	8	23	103	1	337
Ordem Diptera							
Família Ceratopogonidae	1			2			2
Família Chironomidae							
Chironominae							
<i>Endotribelos</i> sp.	2			17	10	52	11
<i>Aedokritus</i> sp.	12			27	15	44	18
<i>Chironomus</i> sp.	14		5	131	27	177	59
Ordem Coleoptera							
Família Gyrinidae				1		1	
Ordem Trichoptera							
Família Leptoceridae	1			1		1	
Ordem Odonata							
Família Libellulidae			1				1
Família Gomphidae							
<i>Aphylla</i> sp.			5	1		1	1
<i>Progomphus</i> sp.						1	
Filo Annelida							
Classe Oligochaeta							
Família Haplotaxidae	8				56		
Outros Oligochaeta	1		8	17	42		4
Filo Mollusca							
Classe Gastropoda							
Família Ampullariidae	55	22	31	4	7	15	5
Família Hydrobiidae	34	26	8	4		2	9
Família Planorbidae					3	3	1
Classe Bivalvia							
Família Corbiculidae			4		9		

A média das variáveis dos oito pontos de cada viveiro é apresentada na tabela 2. Nas análises químicas realizadas no sedimento, foram encontrados altos valores de matéria orgânica no V2 e V5. Os viveiros V1, V2, V6 e V7 apresentaram maiores valores de pH. Houve pouca variação nos valores de pH dos sedimentos entre os viveiros estudados. Os valores mais altos de fósforo foram encontrados nos viveiros V1, V3 e V5.

Para o potássio, os valores mais altos foram encontrados nas amostras de sedimento dos viveiros V4, V5, V6 e V7. Já a presença de alumínio somente foi observada no V6 e V7. Para os macronutrientes cálcio e magnésio, valores considerados altos foram observados em todos os sedimentos analisados.

De acordo com a análise granulométrica, os viveiros V2, V4 e V7 apresentaram maior teor de areia em relação aos teores de silte e argila. Os viveiros V1 e V6 apresentaram maior teor de argila, já os viveiros V3 e V7 maior presença de silte no sedimento.

Os valores de granulometria do sedimento analisado indicaram uma relativa homogeneidade das amostras, sendo que os sedimentos dos V1, V2, V4, V5 e V7 apresentaram textura do tipo franco-argiloso, apresentando um maior teor de areia, no entanto, não predominou sobre as outras frações. Já V3 e V7 caracterizam por apresentar maiores quantidades de silte e areia, respectivamente

Tabela 2. Valores médios das variáveis ambientais do sedimento amostradas nos viveiros de surubim.
Table 2. Mean values of environmental variables sampled in the sediment of catfish ponds.

Viveiros	Variáveis										
	M.O.	pH	P	K	Al	Ca	Mg	Oxigênio	areia	argila	silte
	(g/dm ³)	(CaCl ₂)	(mg/dm ³)	(mmol)				(mg/l)	(g/Kg)		
V1	16,7	5,9	188,1	2,2	0,0	83,4	36,1	2,01	335,59	381,90	269,97
V2	25,3	5,9	81,8	2,4	0,0	107,0	49,0	6,35	510,54	265,24	224,28
V3	15,0	5,5	150,8	1,7	0,0	60,0	28,3	3,48	329,36	231,37	439,27
V4	12,8	5,6	78,6	3,7	0,0	85,6	38,8	4,18	510,54	265,24	224,22
V5	21,2	5,1	185,8	3,8	0,0	73,6	30,4	3,1	480,56	295,98	223,89
V6	7,7	5,7	118,3	2,9	0,7	87,8	40,5	6,21	298,88	539,14	161,98
V7	6,8	5,7	95,6	4,2	0,9	107,9	47,3	4,27	445,70	265,97	338,33

Os primeiros dois eixos da análise de correspondência canônica explicaram 63,8% da abundância dos macroinvertebrados, sendo que o primeiro eixo explicou 36% da variação dos dados, enquanto o segundo eixo explicou 27,8%. Os descritores ambientais, considerados como significativos na comunidade de macroinvertebrados foram o pH, oxigênio, potássio e silte (Tabela 4).

Os resultados da CCA sugerem que um grupo formado por Chironominae, Gyrinidae e *Progomphus* sp. foram influenciados principalmente pelos valores de oxigênio. Por outro lado, maiores abundâncias de Libellulidae, Ampullariidae, Hydrobiidae, *Aphylla* sp., Leptoceridae e Ceratopogonidae ocorreram em lugares com maiores valores de pH no sedimento. Planorbidae ocorreu apenas em lugares com altos valores de potássio, que representou a variável ambiental determinante da distribuição

desse grupo. Outra associação se deu entre os táxons Oligochaeta, Haplotaxidae, Corbiculidae e *Campysurus* sp. que tiveram padrões de distribuição associado a variável silte. Coleoptera não apresentou associação com as variáveis ambientais utilizadas.

Tabela 3. Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) para a comunidade de macroinvertebrados e as variáveis ambientais nos viveiros. ns = não significativo; * = significativo a $\alpha = 0,05$.

Tabela 3. Results of canonical correspondence analysis (CCA) for the macroinvertebrate community and environmental variables in ponds. ns = not significant * = significant at $\alpha = 00.5$.

Variáveis	Eixo1	Eixo 2	r ²
areia	0.54839	-0.83622	0,890 ns
argila	-0.82613	0.56348	0,098 ns
silte	0.70214	-0.71204	0,002 *
MO	0.99891	0.04664	0,086 ns
pH	0.46089	0.88746	0,030 *
P	0.98171	0.19041	0,249 ns
K	-0.33109	-0.94360	0,001 *
Al	-0.93459	-0.35572	0,209 ns
Ca	0.35290	-0.93566	0,495 ns
Mg	-0.73866	-0.67408	0,312 ns
Oxigênio	-0.91034	0.41387	0,030 *
Varição explicada(%)	36	27.8	-

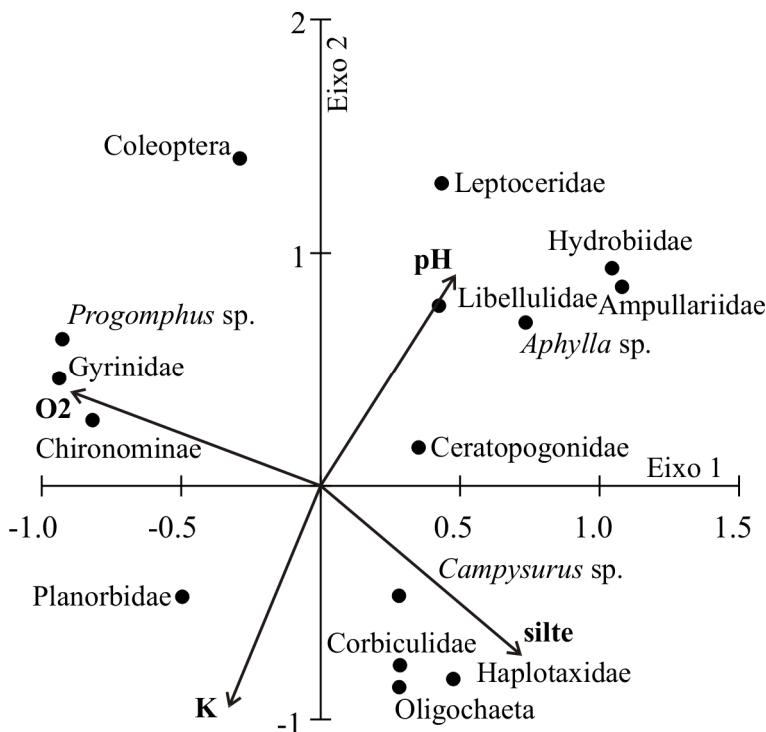


Figura 3. Diagrama de dispersão da análise de correspondência canônica (CCA) entre a abundância dos macroinvertebrados e os descritores dos viveiros de surubim híbrido na piscicultura, Itaporã- MS.

Figure 3. Scatter diagram of canonical correspondence analysis (CCA) between the abundance of macroinvertebrates and the descriptors of hybrid catfish ponds for pisciculture, Itaporã-MS.

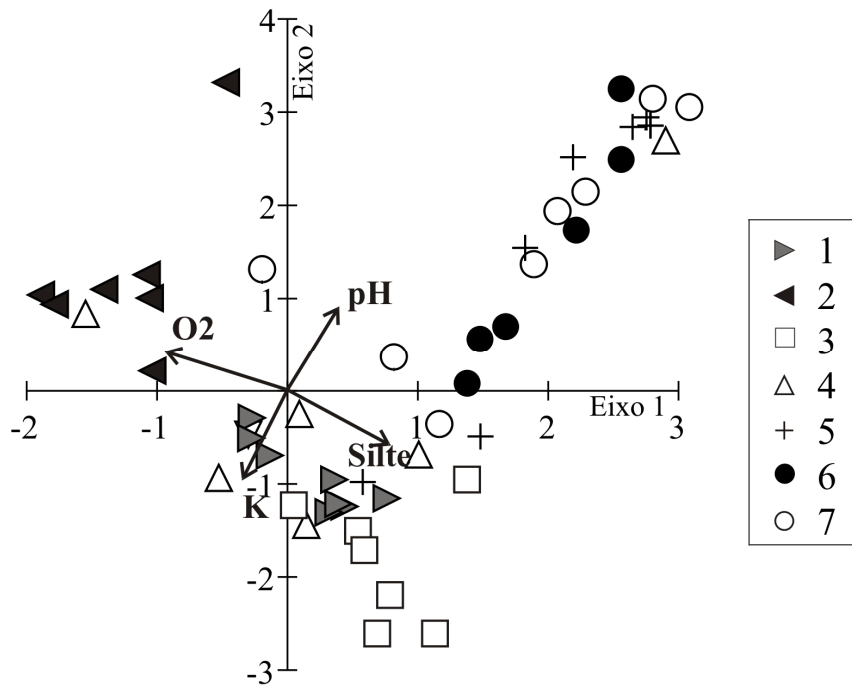


Figura 4. Diagrama de dispersão da análise de correspondência canônica (CCA) entre as variáveis ambientais e os pontos dos viveiros de surubim híbrido na piscicultura, Itaporã- MS.

Figure 4. Scatter diagram of canonical correspondence analysis (CCA) between environmental variables and points of hybrid catfish ponds for pisciculture, Itaporã-MS

Os pontos dentro de cada viveiro foram agrupados de acordo com as variáveis ambientais semelhantes. Os pontos de V2 foram caracterizados pela variável oxigênio, já os pontos de V5, V6 e V7 foram agrupados de acordo com os valores de pH. Silte e potássio foram os descritores ambientais que caracterizaram os pontos de V1 e V3 (Figura 5)

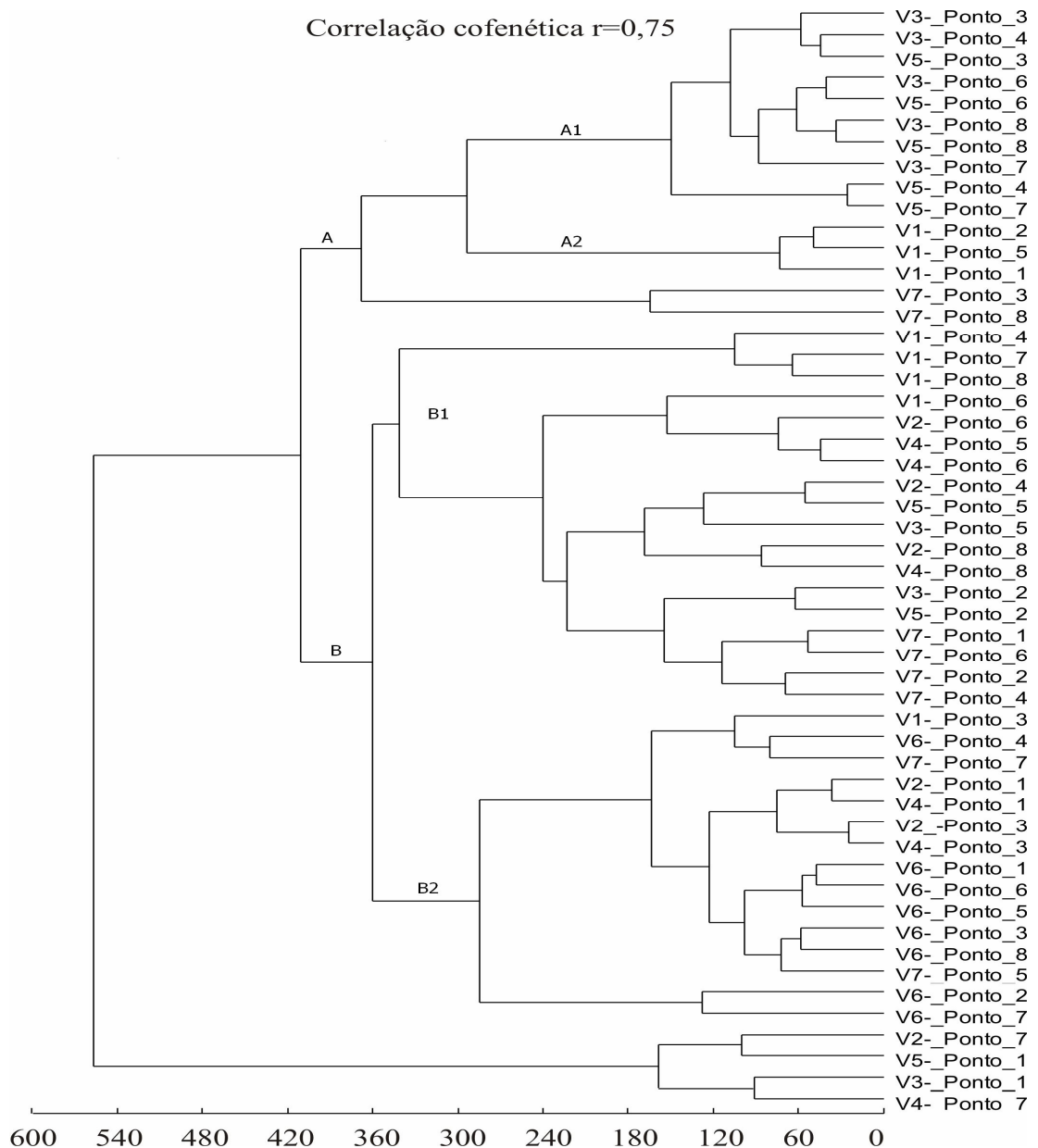


Figura 5. Dendrograma de similaridade entre os pontos estudados dentro dos viveiros amostrados, realizado a partir de dados químico- físicos, utilizando-se distancia euclidiana.

Figure 5. Dendrogram of similarity among the sites sampled within the sampled ponds, made from chemical-physical data, using Euclidean distance.

O resultado da análise de agrupamento dos pontos amostrados nos viveiros permitiu visualizar a formação de dois grupos (A e B), sendo o grupo “A”, dividido entre os grupos A1 e A2 composto basicamente por V1, V3 e V5, enquanto o grupo B é composto predominantemente por V1, V2, V6 e V7, onde V1, V2 e V7 (B1) se separaram do V6 (B2). V4 apresentou valores intermediários entre os outros viveiros. Já as amostragens de quatro pontos se isolaram das demais.

Discussão

O pH, silte, oxigênio e potássio foram as variáveis ambientais que melhor explicaram a variação na abundância dos táxons, como pode ser verificado na CCA. A abundância de *Chironomus* sp. no V6 pode estar relacionado com a variável ambiental oxigênio. Já os viveiros que apresentaram menor acidez no sedimento foram os que apresentaram maiores quantidades de moluscos, da família Ampullariidae, Hydrobiidae e Planorbidae, fato este que foi evidenciado pelo agrupamento que se formou com estes organismos em função das variáveis ambientais.

A grande quantidade de indivíduos da família Polymitarcyidae no V7 pode estar relacionada com a variável silte, que apresentou maior percentual granulométrico neste viveiro, de modo que resultados semelhantes foram encontrados em ambientes lênticos naturais (McCaffery 1981).

A ocorrência do gênero *Chironomus* sp. no viveiro V6 pode estar associada com a grande quantidade de argila no sedimento. Estudos realizados em represas também encontraram resultados semelhantes onde representantes da ordem Diptera foram predominantes, demonstrando preferências por sedimentos com maior porcentagem de silte e argila (Fusari, 2006; Sena 2010). Neste trabalho, a maior quantidade de Diptera da família Chironomidae foi encontrada em viveiros com maior porcentagem de argila, principalmente os do gênero *Chironomus* sp. e *Endotribelos* sp.

A alta dominância das ordens Ephemeroptera e Diptera nestes viveiros de piscicultura pode estar relacionada com a quantidade de ração adicionada no viveiro e também aos dejetos dos peixes que podem servir como alimento para estes táxons, além de funcionarem como substrato e abrigo (McCaffery 1981).

Em ecossistemas aquáticos, na falta de vegetação ciliar, há uma maior penetração e luz e, conseqüentemente, uma maior produção de material autóctone como algas e perifiton, sendo que desta maneira a comunidade de macroinvertebrados dispõe da matéria orgânica e algas como fonte de alimento. De fato, durante o estudo foi observada floração de algas na maioria dos viveiros.

Ambientes aquáticos ricos em matéria orgânica e com baixa renovação de água são muito susceptíveis a floração de algas que encontram nestes ambientes condições propícias para se desenvolverem. Na piscicultura é muito comum encontrar viveiros com floração de algas, nestas condições o pescado pode apresentar “off flavor” nos

filés, causado pela exposição a geosmina, um sub produto do metabolismo de algas fixadoras de N, especialmente a *Anabaena* sp. que causa odor e gosto de barro na carne do pescado (Cyrino et al. 2010).

Ephemeroptera foi o grupo que apresentou maior frequência em todos os viveiros e constituiu um grupo dominante da comunidade de invertebrados bentônicos. A ordem Ephemeroptera recebe maior destaque em estudos de biomonitoramento, devido sua sensibilidade à poluição (Bispo et al. 2006). Também estão entre os grupos mais utilizados em programas de biomonitoramento em função das distintas respostas apresentadas por suas espécies à degradação ambiental.

A alta abundância de Oligochaeta no V5 pode ser explicada pelos elevados teores de matéria orgânica encontrados no sedimento. Estes resultados também foram encontrados em outros trabalhos (Fusari et al. 2006, Piedras et al. 2006).

Ainda na CCA, a separação dos pontos dentro dos viveiros foi caracterizada pelas variáveis ambientais semelhantes, oxigênio, pH, silte e potássio, sendo que o V6 foi influenciado pelo oxigênio, o V2 e o V3 pelo pH e os V5 e V7 pelo silte. Assim, de acordo com essas variáveis ambientais, os pontos dos viveiros estudados não apresentaram variações dentro dos viveiros, o que já seria esperado, uma vez que os sedimentos apresentam características muito semelhantes entre os pontos. Esta tendência também foi confirmada pelo dendograma de similaridade dos pontos de coleta.

Os resultados da análise granulométrica dos viveiros demonstraram que a composição granulométrica de uma região é pouco variável, Segundo Esteves, (1998), composição granulométrica do sedimento é fundamental para o entendimento dos padrões de distribuição da comunidade de macroinvertebrados, fato que também foi observado neste trabalho, principalmente para o silte.

Os valores de pH para V1, V2, V6 e V7 encontram-se altos, indicando uma menor acidez no sedimento, para os outros viveiros os valores foram adequados (<5,8 de acordo com Raij (1996). Os valores de potássio em V4, V5, V6, e V7 pode ser explicado devido a presença deste macronutriente na ração. Ainda segundo Raij (1996) para o alumínio encontrado em apenas dois viveiros, estes valores não são considerados altos, já que as concentrações foram inferiores a 0,5 cmol.

Para os valores de fósforo encontrados, é provável que sejam em função das características do sedimento do Estado de Mato Grosso do Sul que apresentam grande

quantidade deste nutriente (Resende & Curi 2007) e também pelo fato deste nutriente fazer parte da composição da ração. Como o apetite dos peixes varia em função das condições ambientais e das condições sanitárias, a ração pode não ser totalmente consumida pelos peixes podendo se acumular no sedimento. Por outro lado, apesar da concentração deste nutriente ter sido alta, estes valores não são considerados preocupantes, segundo a legislação ambiental vigente que preconiza que as concentrações máximas no meio aquático para o elemento fósforo seja de 2000 mg/ Kg (Conama 2004) e os valores encontrados nos viveiros estiveram abaixo deste valor.

O cálcio, o magnésio e o potássio apresentaram variabilidade muito semelhante entre si demonstrando concentrações uniformes no sedimento. Em condições semelhantes, Ribeiro et al.(2005) observaram maiores variações para fósforo, cálcio, magnésio e potássio e menores para os valores de pH, alumínio e matéria orgânica. Os aumentos de cálcio, magnésio e potássio também se justificam principalmente pela baixa renovação de água característica da piscicultura avaliada.

O oxigênio dissolvido é considerado uma das mais importantes variáveis limnológicas, tanto para a caracterização dos ecossistemas aquáticos quanto para a manutenção da vida aquática (Gureschi 2004). Apesar do sistema-intensivo apresentar baixa renovação de água nos viveiros escavados, as concentrações médias de oxigênio dissolvido encontrado nos pontos amostrados estão acima da concentração mínima exigida pela resolução n 357/ 2005 do CONAMA.

O monitoramento das variáveis ambientais traz algumas vantagens na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos, pois de alguma forma afetam a sobrevivência, a reprodução, o crescimento, a produção e manejo da piscicultura (Melo 1998).

As informações obtidas pelo biomonitoramento com o uso dos macroinvertebrados possibilitam aumentar a capacidade preventiva na forma de manejo em pisciculturas, oferecendo condições e técnicas de manejo adequadas que permitam antecipar situações de emergência que podem causar a mortalidade dos peixes. Além disso, as informações produzidas pelo monitoramento podem ser extremamente importantes para o desenvolvimento de tecnologias para a criação e engorda de peixes carnívoros.

Agradecimentos

A UFGD pelo apoio logístico, a CAPES pela concessão da bolsa ao primeiro autor. Ao projeto Aquabrazil/CNPq/Embrapa pelo auxílio financeiro. Aos revisores anônimos pelas sugestões que levaram à melhoria do manuscrito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo forneceu informações sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em viveiros de surubim, considerando que os mesmos são organismos utilizados para execução de avaliações da qualidade ecológica da água e como tal, de acordo com este estudo o grupo biótico pode ser usado na construção de ferramentas de monitoramento biológico em viveiros de produção de surubim, pois respondem de forma previsível as variáveis ambientais que são encontradas nestes viveiros.

Os macroinvertebrados podem ser usados ainda para avaliar o estado ecológico de viveiros de piscicultura de espécies carnívoras de acordo com as ações de manejo efetuadas.

Referências Bibliográficas

- ALBA, J. T. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. Alm. 2: 203-13.
- ANA- Agência Nacional das águas. Região Hidrográfica do Paraná. <http://www.ana.gov.br/mapainicial/pgMapaL.asp> (último acesso em 10/01/2011)
- BAPTISTA, D. F., EGLER, M., GIOVANELLI, A., SILVEIRA, M. P., NESSIMIAN, J. L. 2007. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest stream at Rio de Janeiro Estate, Brazil. Hydrobiol. 575: 83-94
- BASTOS, R. K. X. 2003. Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura. Prosab, Rio de Janeiro.
- BISPO, P. C., OLIVEIRA, L. G., BINI, L. M. SOUSA, KUILDER, G. 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. Braz. J. Biol. 66 (2): 611-622.
- BOYD, C. E. 1995. Bottom soils, sediment, and pond aquaculture. Chapman & Hall, New York.
- CAIRNS, J., PRATT, J. R. 1993. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York.
- CALOR, A. R. 2007. Trichoptera. In: Guia *on-line* de Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico (último acesso em 15/09/2010)
- CAMPOS, J. O cultivo do Pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Spix e Agassiz, 1829). In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. C. de (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: editora ufsm, 2005. p. 327-343.
- CHARVET, S., STATZER, B., USSEGLIO-POLITERA, P., DUMONTS, B. 2000. Traits of benthic macroinvertebrates in semi-natural French streams: an initial application to biomonitoring in Europe. Freshw. Biol. 43: 277-296.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 344, de 25 de março de 2004. Estabelece diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=445> (último acesso em 15/09/2010)

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. <http://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/044200.htm> (último acesso em 15/09/2010)

CYRINO, J. E. P., BICUDO A. A. J., SADO R. Y., BORGGHESI R., DAIRIKI J. K. 2010. A piscicultura e o ambiente- o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. R. Bras. Zootec. 39: 68-87.

DIAS, M. T. 2009. Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Embrapa, Amapá.

ELER, M. N., ESPÍNDOLA, E. L. G. 2006. Avaliação dos impactos de pesque-pague: uma análise da atividade na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. Rima, São Carlos.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2008. Serviço Nacional de Levantamentos e conservação de Sedimentos. Manual de Métodos de Análise de Sedimentos. Ministério de Agricultura, Rio de Janeiro.

ESTEVES, F. A., 1998. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro.

FAGUNDES, M., URBINATI, E. C. 2008. Stress in pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) during farming procedures. Aquacult. 276: 112–119.

FUSARI, L. M. 2006. Estudos das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em represas do Monjolinho e do Fazzari, campus da UFSCar, São Carlos ,SP. (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 88p.

FUSARI, L. M., FONSECA-GESSNER, A. 2006. Environmental assesmente of two small reservoirs in southeastern Brazil, using macroivertebate community metrics. Acta Limnol. Brás. 18(1): 89-99.

GURESCHI, R. M. 2004. Macroinvertebrados bentônicos em córregos da estação ecológica de Jataí, Luiz Antonio SP: subsídio para monitoramento ambiental. Dissertação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

KIOSHI A. I.; HISANO A.; ISHIKAWA M. M.; ROTTA M. A.; SENHORI J. A. Princípios básicos para produção de alevinos de surubins (pintado e cachara). **Circular Técnica**. Dourados: EMBRAPA, 2009.

LECCI, L. S. & FROEHLICH, C. G. 2007. Plecoptera. *In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.* <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline> (último acesso em 15/09/2010)

MARIANO, R.. & FROEHLICH, C. G. 2007. Ephemeroptera. *In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.* <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline> (último acesso em 15/09/2010)

McCAFFERY, P. W. 1981. Aquatic entomology. Jones and Bartlett Publishers:, Boston.

McGARIGAL, K., CUSHMAN, S. & STAFFORD, S. 2000. Multivariate statistics for wildlife and ecology research. Springer-Verlag, New York.

MELO, J. S. C. 1998. Água e Construção de Viveiros na Piscicultura. UFLA, Lavras.

MONTEIRO, T. R., OLIVEIRA, L.G, GODOY, B. S. 2008. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP' à bacia do rio da Meia Ponte-GO. *Oecologia Bras.* 12 (3): 553-563.

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J., BAPTISTA, D. 2009. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos. Technical Books, Rio de Janeiro.

PIEDRAS, S. R. N., BAGER, A., MORAES, P. R. R., ISOLDI, L. A., LAUZ, O. G., FERREIRA, C. E. 2006. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. *Ciênc.Rur.* 36 (2): 494-500.

PINHO, L. C. 2008. Diptera. *In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.* <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>

(último acesso em 15/09/2010)

PROCHMANN, A. M. 2003. Estudo das Cadeias Produtivas de Mato Grosso do Sul: Piscicultura. UFMS, Campo Grande.

R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

RAIJ, B., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. 1996. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. IAC, Campinas.

RESENDE, M., CURI, N. 2007. Pedologia: Base para distinção de ambientes. UFLA, Lavras.

RIBEIRO, R. P., SENGIK, E. , CIOLA, A. L., MOREIRA, H. L. M., SUSSEL, F. R., BENITES, C. 2005. Coleta de amostras de sedimentos em viveiros de piscicultura. Acta Sci. Ani. 27 (3): 399-403.

ROSENBERG, D. M., RESH, V. H. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York.

ROTTA, M. A., QUEIROZ, J. F. 2003. Boas práticas de manejo pra a produção de peixes em tanques-redes. Embrapa Pantanal, Corumbá.

SENA, C. A. 2010. Caracterização da assembléia de macroinvertebrados bentônicos encontrados m represas de pisciculturas de uma micro bacia do Rio Mogi- Guaçu, MG. (Trabalho de conclusão de curso)– Instituto Federal de Educação de Minas Gerais, Inconfidentes, 46 p.

SHARMA, R. C., RAWAT, J. S. 2009. Monitoring of aquatic macroinvertebrates as bioindicator for assessing the health of wetlands: A case study in the Central Himalayas, India. Ecol. Ind. 9: 118-128.

SILVEIRA, M P. 2004. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna.

SOUZA, L. O. I., COSTA, J. M. & OLDRINI, B. B. 2007. Odonata. In: Guia *online*: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online (último acesso em 15/09/2010)

STEIN, H., SPRINGER, M., KOHLMANN, B. 2008. Comparison of two sampling methods for biomonitoring using aquatic macroinvertebrates in the Dos Novillos River, Costa Rica. *Ecol. Eng.* 3(4): 267–275.

SÚAREZ, Y.R. & PETRERE Jr., M. 2005. Organização das assembléias de peixes em riachos da bacia do rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. *Acta Sci. Biol.* 22(2):161-167.

VLEK, H. E., VERDONSCHOT , P. F. M., NIJBOER, R.C. 2004. Toward a multimetric index for the assessment of Dutch streams using benthic macroinvertebrate. *Hydrobiol.* 516: 173–189.