Maria Helena da Silva Andrade

**O fenômeno da “decoada” no Pantanal do rio Paraguai,
Corumbá/MS: alterações dos parâmetros limnológicos e efeitos sobre
os macroinvertebrados bentônicos.**

**The “decoada” phenomenon in Pantanal of Paraguai river,
Corumbá/MS, Brazil: changes in limnological parameters and
effects on benthic macroinvertebrates.**

São Paulo

2011

Maria Helena da Silva Andrade

O fenômeno da “decoada” no Pantanal do rio Paraguai,
Corumbá/MS: alterações dos parâmetros limnológicos e efeitos sobre
os macroinvertebrados bentônicos.

The “decoada” phenomenon in Pantanal of Paraguai river,
Corumbá/MS, Brazil: changes in limnological parameters changes and
effects on benthic macroinvertebrates.

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade de São
Paulo, para a obtenção de Título de
Doutora em Ciências, na Área de
Ecologia de Ecossistemas Aquáticos.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Lúcia
Brandimarte.

Co-orientadora: Dra. Débora
Fernandes Calheiros

São Paulo

2011

Andrade, Maria Helena da Silva

O fenômeno da “decoada” no Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS: alterações dos parâmetros limnológicos e efeitos sobre os macroinvertebrados bentônicos.

108 páginas.

Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências
da Universidade de São Paulo.
Departamento de Ecologia.

1. Invertebrados bentônicos 2. Pantanal 3.
“decoada” I. Universidade de São Paulo.
Instituto de Biociências. Departamento de
Ecologia.

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Profa. Dra. Ana Lúcia Brandimarte
Orientadora

*“...que a importância de uma coisa não se mede com fita métrica nem
com balanças nem barômetros, etc.
Que a importância de uma coisa há que ser medida pelo
encantamento que a coisa produza em nós.”*

Manoel de Barros

AGRADECIMENTOS

Peço perdão aos que aqui não tiverem seus nomes grafados por mero esquecimento. Por mais que eu tenha feito uma “listinha”, sei que sempre escapa alguém. Saibam, pois, que na minha memória e no meu coração serei sempre grata a todos os que me ajudaram na execução desta árdua tarefa.

À minha orientadora, profa. Dra. Ana Lúcia Brandimarte, pela presença constante e por me ensinar que é possível ser uma grande mestra sem deixar de lado a doçura e a amizade.

À Dra. Débora Fernandes Calheiros, co-orientadora, pelo apoio total e irrestrito durante todas as fases deste trabalho e pela oportunidade de (re)conquistar uma bela amizade.

À Universidade de São Paulo, através dos docentes, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biociências da USP, pela oportunidade e pelo imensurável aprendizado.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelo auxílio.

À EMBRAPA/CPAP, pela parceria.

Ao meu companheiro, Roberto Paixão, símbolo de compreensão e generosidade.

Ao meu filho, Pablo, pelos beijos com sabor de “tudo vai dar certo, mãe!”.

Ao meu amigo-irmão, Prof. Dr. Yzel Suárez Rondon, pela preciosa ajuda nas análises estatísticas e, sobretudo, pelo ombro amigo nas horas difíceis.

Ao Prof. Dr. Joelson Pereira Gonçalves, amigo de todas as horas, pela confecção dos mapas de localização, apesar do tempo tão escasso.

Ao meu pai, Edécio Andrade que, tão cuidadosa e disciplinadamente, ajudou-me na lavagem de todo o sedimento.

À minha irmã, Mila, pelo colo.

Ao Prof. José Nicácio Nascimento, pelo apoio incondicional nas análises estatísticas do último capítulo.

Aos técnicos e estagiários do laboratório de Limnologia do CPAP: Valdete, Egídia, Davina, Marlene, Josias, Issac, Layna, Valdomiro, Bruno, Flávia, Ramona, Israel e Tatinha.

Aos técnicos do laboratório de Solos do CPAP, pelas análises: Antônio, Sebastião, Dona Benedita, Eliney, Emerson.

À Ercilia Mendes Ferreira, pelos “helps” na formatação da tese.

Aos meus alunos, Juliana Teixeira da Silva e Bruno Paiva, pela ajuda incansável na rigorosa e minuciosa triagem das amostras.

Ao meu aluno Andrew Vinícius Cristaldo da Silva, pelo auxílio na fase final de organização das referências bibliográficas.

Ao laboratório de Geoprocessamento do CPAq/UFMS, nas pessoas do técnico Ednilson Mendes Ferreira e Prof. Dr. Vitor Bacani.

Para Pablo e Roberto que, em silêncio,
demonstraram amor e respeito por mim.
Para minha sempre professora, Ana Lúcia Brandimarte,
por me acolher e por me fazer sentir acolhida.

Índice

Introdução Geral	1
Capítulo 1. Caracterização limnológica de dois ambientes de área de inundação do rio Paraguai, Pantanal de Mato Grosso do Sul, com ênfase no fenômeno da ‘decoada’	14
Capítulo 2. Composição e distribuição temporal de larvas de Chironomidae (Díptera) em áreas de inundação, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS	44
Capítulo 3. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em dois ambientes de inundação, Pantanal do rio Paraguai, Mato Grosso do Sul, Brasil	78
Discussão Geral e Conclusões	100
Resumo	105
Abstract	106
Anexos	107

INTRODUÇÃO GERAL

Denomina-se Pantanal a planície aluvial intermitentemente inundada (inter e intra-anualmente) pela bacia do Alto Paraguai (361.666 km²), localizada na região Centro-Oeste do Brasil (15°30' e 22°30' S / 54°45' e 58°30' O). A área total do Pantanal, no Brasil, é de 138.183 km², mais de dez milhões de hectares, sendo que 48.865 km² (35,36%) estão no estado de Mato Grosso, ao norte, e 89.318 km² (64,64%) no estado de Mato Grosso do Sul, o que torna o Pantanal a maior planície inundável do planeta (SILVA & ABDON, 1998).

Os ecossistemas que compõem essa depressão coletora de água superficial de drenagem das áreas adjacentes (JUNK & DA SILVA, 2003) apresentam características ecológicas e sócio-econômicas únicas, que os diferenciam de outras áreas úmidas do país e do mundo (LONGHI *et al.*, 2006). Além disso, por causa de suas particularidades, o Pantanal foi dividido em 11 sub-regiões, de acordo com aspectos relacionados à inundação, relevo, solo e vegetação: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paraguai, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho. A sub-região do pantanal do rio Paraguai, local onde foi desenvolvido este trabalho, possui 8.147 km², perfazendo 5,90% de todo o território pantaneiro (SILVA & ABDON, 1998).

Caracteristicamente, no Pantanal ocorrem extensas áreas de transição, inundáveis periodicamente, entre ecossistemas terrestres e aquáticos (JUNK, 1993). O transbordamento das águas dos rios, sendo o Paraguai o principal, e seus afluentes, além dos lagos conectados, é decorrente da precipitação nas cabeceiras dos corpos de água que drenam para a planície pantaneira, da precipitação direta na própria planície, bem como da baixa declividade do seu relevo (VALERIANO & ABDON, 2007;

ADÁMOLI, 1982), o que resulta num ambiente com comunidades biológicas adaptadas morfológica, anatômica e fisiologicamente.

O transbordamento das águas caracteriza os chamados “pulsos de inundação” (JUNK *et al.*, 1989; JUNK & DA SILVA, 1999; JUNK, 1999) que, pela flutuação no nível da água, proporcionam alterações nas características limnológicas, na abundância e na diversidade das espécies (JUNK, 1999; DA SILVA *et al.*, 2001), provocando mudanças drásticas das condições ambientais dos habitats (JUNK & DA SILVA, 1996) e influenciando na dinâmica e distribuição de populações e comunidades. A natureza do pulso de inundação no Pantanal é diferente daquilo que acontece em outros ambientes porque “se observa um pulso causado principalmente pelas enchentes dos rios, outro causado apenas pela precipitação local, sem qualquer influência dos rios, e outro que pode ser causado pelas enchentes e pela precipitação local, concomitantemente” (DANTAS, 2004).

Previsível e de longa duração, todavia sujeito a variações consideráveis (anuais e plurianuais), o pulso de inundação “propicia o intercâmbio lateral de água, nutrientes, energia e organismos, sendo este fundamentalmente importante para a produtividade e a biodiversidade do sistema rio-área alagável” (JUNK & DA SILVA, 2003). De acordo com RESENDE (2005), “é o processo ecológico chave a ser mantido para o desenvolvimento sustentável de rios com grandes planícies de inundação e que afeta igualmente ecossistemas terrestres e atividades econômicas neles baseados”.

As mudanças naturais nos parâmetros limnológicos causadas pelo pulso de inundação podem, dependendo da magnitude, ser muito expressivas e produzir grandes efeitos para a estrutura e funcionamento do sistema (JUNK & DA SILVA, 2003). Quando isso ocorre, inclusive causando alterações visíveis, tal situação é conhecida como ‘decoada’ pela população local.

Para os pantaneiros, a expressão ‘decoada’ (antes grafada ‘dequada’) sempre significou “queimada”, incluindo as cinzas, a fuligem e suas conseqüências sobre as os corpos de água e vegetação, fazendo com que os peixes morram por causa disso. O vocábulo não possui similar na língua portuguesa “e deve ser definido como uma expressão idiomática que, longe de pretender definir um estado de coisas, é uma queixa, um protesto” (BERTELLI, 1984). O mesmo autor, erroneamente, define ‘dequada’ como sendo “...as conseqüências deste ato insano que é a queimada em relação ao solo, com o aparecimento, antes da brota, de um número enorme de ervas tóxicas e daninhas”. A expressão pode ter derivado de ‘água de diquada’ que, para os moradores locais mais antigos e que ainda acreditam nessa idéia, significa ‘água de cinza’ ou ‘água de cinza usada para fabricar sabão’, fazendo-se referência às cinzas resultantes das queimadas em contato com os rios e lagoas do Pantanal.

O fenômeno natural ocorre com frequência, isto é, todos os anos, em maior ou menor grau e, embora seja conhecido localmente, ainda é pouco estudado com relação às implicações ecológicas (CALHEIROS *et al.*, 1999).

Figura 1. ‘Decoada’ no rio Paraguai, Corumbá/MS (2008).

Figura 2. ‘Decoada’ no rio Paraguai, Corumbá/MS (2008).

O efeito mais visível da ‘decoada’ é a expressiva mortandade de peixes (Figuras 1 e 2), observável facilmente. Esta ocorre em grande escala, “a mortandade é estimada em milhares de toneladas de peixe” (Figura 3), o que pode representar um problema de ordem econômica para os ribeirinhos, uma vez que está diretamente ligada às atividades de pesca profissional (CALHEIROS *et al.*, 1999).

Figura 3. Aspecto da ‘decoada’ no rio Negro, Pantanal de MS, 2011. Foto: Rhobson Lima (Jornal ‘O Pantaneiro’ - www.opantaneiro.com.br).

À exceção dos peixes (RESENDE & MOURÃO, 1987; RESENDE *et al.*, 1990; PELLEGRIN *et al.*, 1995; RESENDE, 1996; CALHEIROS & HAMILTON, 1998), poucos são os trabalhos que investigaram o efeito do fenômeno sobre as comunidades biológicas. PELLEGRIN *et al.* (1995) verificaram a presença de bactérias patogênicas associadas à mortandade de peixes durante a ‘decoada’. OLIVEIRA & CALHEIROS (2000) analisaram o efeito do pulso de inundação e, por consequência, da ‘decoada’, sobre comunidades de fitoplâncton em áreas de inundação do Pantanal Sul. OLIVEIRA (2009), ao investigar os fatores que regulam a distribuição potencial do mexilhão dourado (*Limnoperna Fortunei* Dunker 1857) na Bacia do Alto rio Paraguai e outros rios brasileiros, observou que o fenômeno em questão é importante no controle populacional do molusco, sendo que a espécie estudada não suportou as severas (e adversas!) condições limnológicas provocadas pela ‘decoada’. OLIVEIRA *et al.* (2010) analisaram os efeitos da depleção de oxigênio dissolvido como fator de controle populacional de *Limnoperna fortunei* no rio Paraguai, assim como num lago no Pantanal Mato-grossense.

A respeito das alterações nos parâmetros limnológicos relacionadas à ‘decoada’, a EMBRAPA Pantanal, com sede no município de Corumbá/MS, vem desenvolvendo, desde 1994, minuciosa investigação, inclusive considerando o conhecimento empírico da população sobre o fenômeno (CALHEIROS *et al.*, 1999). Como consequência, vários trabalhos foram publicados, auxiliando na elucidação e entendimento do evento (HAMILTON *et al.*, 1995; HAMILTON *et al.*, 1997; CALHEIROS & HAMILTON, 1998; CALHEIROS *et al.*, 2000; CALHEIROS, 2003).

Todos os anos o fenômeno de deterioração na qualidade da água (‘decoada’) é registrado e ocorre durante o período de enchente, quando o nível fluviométrico do rio Paraguai ultrapassa 3,5m, de acordo com a régua de Ladário-MS, localizada no 6º

Distrito Naval (CALHEIROS, 2003). Sua gênese está relacionada ao período de seca do ano anterior, quando a vegetação terrestre está bem desenvolvida, especialmente as gramíneas. Ao se aproximar o período de cheia, constata-se a decomposição de toda a matéria orgânica originária das macrófitas aquáticas mortas e das terrestres e, quanto maior o nível da inundação, mais os produtos da decomposição são levados para os corpos de água. Dentre as alterações nas características limnológicas do corpo de água, pode-se citar “as baixas concentrações de oxigênio dissolvido (que passam de valores entre 6 e 7mg/L e chegam até a completa anoxia ou 0,0mg/L) e altas de CO₂ livre (sendo que os valores considerados normais, entre 5 e 10mg/L, passam a valores > 20mg/L, chegando a atingir até 100mg/L)” (CALHEIROS & OLIVEIRA, 2005).

HAMILTON *et al.* (1994, 1995), examinando a dissolução de CO₂, CH₄ e O₂ nas águas do Pantanal, concluíram que o metabolismo de plantas vasculares emergentes tende a ser uma importante fonte do "excesso de CO₂", isto é, o O₂ transportado através do caule de plantas emergentes é consumido na respiração aeróbia por tecidos vegetais ou microorganismos, produzindo CO₂ que, preferencialmente, se dissolve na água explicando, assim, a origem da maior parte do excesso de liberação de CO₂ na água.

Maiores detalhes sobre as alterações ambientais provocadas pela ‘decoada’ podem ser encontradas em HAMILTON *et al.* (1995), HAMILTON *et al.* (1997), CALHEIROS & HAMILTON (1998), CALHEIROS *et al.* (2000); CALHEIROS (2003) e OLIVEIRA (2009).

Considerando que a ‘decoada’ pode agir como um fator regulador da estrutura e da dinâmica das comunidades aquáticas (CALHEIROS & FERREIRA, 1996), é fundamental o seu conhecimento em áreas inundáveis, sobretudo sob os aspectos ecológicos, porque as práticas econômicas da região pantaneira “devem ser guiadas pela

diversidade dos fatores de controle da dinâmica desses ambientes, incluindo as suas comunidades biológicas” (LOVERDE-OLIVEIRA & HUSZAR, 2007).

A comunidade zoobentônica é considerada como uma das que melhor refletem as condições ambientais locais, devido à pequena capacidade locomotora de seus componentes e seu contato direto com o substrato, apresentando, por isso, grande potencial para utilização como bioindicadores (SOUZA & ABÍLIO, 2006; PADCT, 1993; 1994). Neste aspecto e, considerando a necessidade de ampliar o conhecimento sobre os efeitos do pulso de inundação relacionados à estrutura de comunidades biológicas, a análise do zoobentos torna-se altamente relevante.

Os organismos zoobentônicos participam indiretamente no processo de decomposição da matéria orgânica, reduzindo o tamanho das partículas; atuam na liberação de nutrientes do sedimento para a coluna d'água, através de atividades mecânicas, e tomam parte na cadeia alimentar de vários organismos aquáticos, notadamente peixes (ESTEVES, 1988). Além disso, possuem ciclos de vida relativamente curtos comparativamente aos dos peixes e, por isso, refletem mais rapidamente as modificações do ambiente através de mudanças na estrutura das populações e comunidades (GOULART & CALLISTO, 2003).

Esta comunidade, caracterizada por habitar o sedimento aquático ou a superfície deste, tem sua distribuição controlada por vários fatores, dentre eles a disponibilidade e qualidade de alimento, tipo de sedimento, fluxo, substrato, temperatura, concentração de oxigênio e gás sulfídrico (ESTEVES, 1988). A flutuação temporal das populações de macroinvertebrados pode ocorrer em consequência de distúrbios físicos e químicos no local, reduzindo o tamanho das populações e abrindo novos espaços para colonização (REICE, 1985 *apud* TAKEDA *et al.*, 1991). A ocorrência de pulso de inundação

também pode resultar em alteração da densidade e da composição da comunidade (TAKEDA *et al.*, 1991).

Este trabalho propõe a investigação da hipótese de que a ‘decoada’ (alteração dos parâmetros físicos e químicos da água) é um fenômeno natural importante na estruturação da comunidade de invertebrados bentônicos do Pantanal do rio Paraguai, uma vez que se trata de um fator regulador ou “selecionador” de organismos resistentes às modificações ambientais, bem como a caracterização da comunidade de macroinvertebrados bentônicos quanto à composição, abundância de organismos e riqueza em função das alterações ambientais provocadas pela ‘decoada’. Além disso, pretende contribuir para o conhecimento da biota do pantanal de Mato Grosso do Sul com o intuito de subsidiar ações de prevenção e/ou mitigação de possíveis impactos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÂMOLI, J. Fitogeografia do Pantanal. In anais do I Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal. **Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal**, Corumbá, MS, 19982. p 90-106.

BERTELLI, A. P. **O paraíso das espécies vivas: Pantanal de Mato Grosso**. São Paulo: Cerifa, 1984. p.37.

CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. Ocorrência do fenômeno natural “dequada” no Pantanal. Corumbá, MS, 2005. **Disponível em:** <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/CPAP/56628>. Acessado em: 02/04/2011.

CALHEIROS, D. F. HAMILTON, S. K. Limnological conditions associated with natural fish kills in the Pantanal Wetland of Brazil. **Verh Internat Verein Limnol.**, 1998. 26: 2189–2193.

CALHEIROS, D. F.; SEIDL, A.; FERREIRA, C. J. Conhecimento empírico de uma comunidade ribeirinha do rio Paraguai sobre o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal. Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, 1996, Corumbá/MS. Manejo e Conservação. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1999. 535p.

CALHEIROS, D.F.; OLIVEIRA, M.D. Ocorrência do fenômeno natural “Dequada” No Pantanal. Corumbá, MS. (2005) Disponível em: **<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/CPAP/56628>**. Acesso em 02/04/2011.

CALHEIROS, D. F. **Influência do pulso de inundação na composição isotópica (^{13}C and ^{15}N) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal- MS).** Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2003.

CALHEIROS, D. F.; SEILD, A. F.; FERREIRA, C. J. A. Participatory research methods in environmental science: local and scientific knowledge of a limnological phenomenon in the Pantanal wetland Brazil, 2000. **J Appl Ecol** 37: 684-696.

DANTAS, M. Pulso De Inundação, Biodiversidade E Produtividade No Pantanal. IV **Simpósio** sobre Recursos Naturais e sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá/MS, 2004.

DA SILVA, J. S. V; ABDON, M. M. Delimitação do pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, out. 1998. v.33, Número Especial, p.1703-1711.

DA SILVA, C. J.; WANTZEN, K.M.; NUNES DA CUNHA, C.; MACHADO, F.A. Biodiversity in the Pantanal Wetland, Brazil. In: GOPAL, B.; JUNK, W. J.; DAVIS, J. A. (eds.). Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. 2. **Backhuys Publisher**, Leiden, 2001. p.187- 215.

ESTEVEZ, F. A. E. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro:Interiência/FINEP, 1988. 575 p.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, no 1. 2003.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood pulse concept in River-Floodplains systems. In: DODGE, D. P. (Editor). Proceedings of the International Large River **Symposium Canadian Special Publications for Fisheries and Aquatic Sciences**, 1989. v.06: 110-127.

JUNK, W. J. Wetlands of tropical South America. In: WHIGHAN, D. F.; DYRIGOVA, D.; HEJNY, S., (eds). Wetlands of the world: inventory ecology and management. **Kluwer Academic**, Dordrech, 1993. pp 679-739.

JUNK, W. J.; DA SILVA, C. J. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal: Manejo e Conservação, 2. **Anais**. EMBRAPA, Corumbá, 1999. p. 17-28.

JUNK, W. J.; DA SILVA, C. J. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003, 6. **Anais... 1º Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócios-Econômicos do Pantanal**, Brasília, Ministério de Agricultura. 17-28.

JUNK, W. J. The flood pulse concept of large rivers: learning from the tropics. **Arch. Hydrobiol.**, 1999. 115:261-280.

JUNK, W. J.; DA SILVA, C. J. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, 2003. EMBRAPA, ed., **Anais** do 1º Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócios-Econômicos do Pantanal, Brasília, Ministério de Agricultura. 17-28.

JUNK, W. J.; DA SILVA, C. J. Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação. Fortaleza: **Expressão Gráfica e Editora**, 2003, v.1, p. 179-188.

HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; MELACK, J. M. The origin of “excess CO₂” in waters of the Pantanal wetland of Brazil. **Artigo** apresentado no 3º Symposium on the Biogeochemistry of wetlands. Florida, june 1994.

HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; MELACK, J. M. Oxygen depletion and carbon dioxide and methane production in waters of the Pantanal wetland of Brazil. **Biogeochemistry**, 1995. 30:115–141.

HAMILTON, S. K.; SIPPEL S.J.; CALHEIROS D.F.; MELACK, J.M. An anoxic event and other biogeochemical effects of the Pantanal wetland on the Paraguay River. **Limnology and Oceanography**, 1997. 42:257–272.

LONGHI, L. A. Quantificação de Desmatamentos na Bacia do Alto Paraguai no Estado de Mato Grosso – MT, com base nos estudos de Dinâmica de Desmatamentos utilizando series temporais de imagens de satélites LANDSAT TM/ETM+. **Anais...** 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.476-481.

LOVERDE-OLIVEIRA, S. M.; HUSZAR, V. L. M. Phytoplankton ecological responses to the flood pulse in a Pantanal lake, Central Brazil. **Acta Limnol. Bras.**, 2007. 19(2):117-130.

OLIVEIRA, M. D. **Fatores reguladores e distribuição potencial do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei* Dunker 1857) na Bacia do Alto rio Paraguai.** (Tese de Doutorado). Programa de Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre.

Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Minas Gerais/UFGM, Brasil. 2009, 100p.

OLIVEIRA, M. D.; HAMILTON, S.K. ; CALHEIROS, D.F. ; JACOBI, C.M. Oxygen Depletion Events Control the Invasive Golden Mussel (*Limnoperna fortunei*) in a Tropical Floodplain. **Wetlands**. (Wilmington, N.C.), 2010. v.30, p. 705-716.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Anais.d** 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.476-481.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia** 427: 101–112, 2000.

PADCT/CIAMB. **Relatório Anual do Projeto Estudos ambientais na Planície de Inundação do Alto rio Paraná no trecho compreendido entre a foz do rio Paranapanema e o reservatório de Itaipú.** Universidade Estadual de Maringá, DBI/NUPELIA. 3V. 612 p. 1993.

PADCT/CIAMB. **Relatório Anual do Projeto Estudos ambientais na Planície de Inundação do Alto rio Paraná no trecho compreendido entre a foz do rio Paranapanema e o reservatório de Itaipú.** Universidade Estadual de Maringá, DBI/NUPELIA. 2V. 299 p. 1994.

PELLEGRIN, A.O.; CALHEIROS, D.F.; COSTA, M.S. Bacterial pathogens associated with natural fish mortality in Paraguay river, Pantanal, Mato Grosso do Sul State - Brazil. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MICROBIAL ECOLOGY, 7., 1995, Santos. **Proceedings...** SANTOS, SP: s.n., 1995. 212p..

RESENDE, E. K.; MOURÃO, G. M. Relatório de mortandade de peixes ocorrida no rio Paraguai - Período 27/02 a 05/03/87. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1987. **Relatório Interno**. Datilografado. 9p.

RESENDE, E.K. de; FERREIRA, C.J.A.; CALHEIROS, D.F.; NASCIMENTO, F.L. Alterações na qualidade da água durante a mortandade de peixes no rio Paraguai, Pantanal Mato-Grossense. CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 3., 1990, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Limnologia/UFRGS, 1990. P.183.

RESENDE, E. K. DE. (Biologia do Curimbatá (*Prochilodus lineatus*), Pintado (*Pseudoplatistoma corruscans*) e Cachara (*Pseudoplatistoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. **EMBRAPA - CPAP. Corumbá (Brasil). Boletim de Pesquisa, 02.** 1996.

RESENDE, E. K. Pulso de inundação - processo ecológico essencial à vida no Pantanal. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – **Anais...** João Pessoa/PB, 2005. 12 p.

SILVA, J.S.V.; ABDON, M.M. **Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 33** (Número Especial): 1703-1711, out. 1998.

SOUZA, A. H. F. F.; ABÍLIO, F. J. P. Zoobentos de duas lagoas intermitentes da Caatinga paraibana e as influências do ciclo hidrológico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra. Suplemento Especial, n.1, p. 146-164, 2006.**

TAKEDA, A. M.; BUTTOW, N. C.; MELO, S. M.. Zoobentos do canal Corutuba/MS (Alto rio Paraná/Brasil). 1991. **UNIMAR 13(1): 339-352.1991.**

VALERIANO, M. M.; ABDON, M. M. Aplicação de dados SRTM a estudos do pantanal SRTM, data Applied to Pantanal Studies. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Coordenadoria da Observação Terrestre/Divisão de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Cartografia, 2007. vol. 59, no.01, p. 63-71.**

Capítulo 1

Caracterização limnológica de dois ambientes de área de inundação do rio Paraguai, Pantanal de Mato Grosso do Sul, com ênfase no fenômeno da ‘decoada’.

Baía Tuiuiú, Pantanal do rio Paraguai/MS (2008).

‘Bracinho’, Pantanal do rio Paraguai/MS (2008).

Abstract

Aiming to contribute to better understanding of the phenomenon of 'decoada' (change in limnological parameters) by limnological characterization, of the Pantanal MS / Brazil, were studied two bodies of water adjacent to the Paraguay river (Baía Tuiuiú and 'Bracinho') over a hydrological cycle (april/2008 to february/2009). The collection plan has been prepared using GIS tools. In each environment was created a grid of 02 by 12 square cells of 70 meters from the side that was positioned in the center of the body of water to allow and guarantee the realization of the sampling stations in both flood/ebb as in the full/drought. Each bimonthly gathering proceeded to draw a ten sample points. The samples were sorted through a PCA for each environment and noted that there was influence of flood pulse on limnological variables and show that these particular values for the occurrence of the 'decoada'.

Resumo

Com o objetivo de contribuir para melhor compreensão do fenômeno da 'decoada' (alteração dos parâmetros limnológicos), através da caracterização limnológica, no Pantanal de MS/Brasil, foram estudados dois corpos de água adjacentes ao rio Paraguai (Baía Tuiuiú e 'Bracinho') ao longo de um ciclo hidrológico (abril/2008 a fevereiro/2009). O plano de coleta foi elaborado utilizando ferramentas de GIS. Em cada ambiente a ser estudado foi criada uma grade de 02 por 12 células quadradas de 70 metros de lado que foi posicionada no centro do corpo de água para permitir e garantir a realização das coletas tanto nas estações de enchente/cheia quanto nas de vazante/seca. A cada coleta bimestral procedeu-se um sorteio de dez pontos amostrais. As amostras foram ordenadas através de uma PCA para cada ambiente e observou-se que houve influência do pulso de inundação sobre as variáveis limnológicas e que estas apresentam valores particulares durante a ocorrência do fenômeno da 'decoada'.

1. Introdução

Considerada uma das maiores e mais conservadas áreas de inundação do mundo, com superfície de cerca de 140.000km² (OLIVEIRA & CALHEIROS, 1998; JUNK & DA SILVA, 2003), de grande importância para a conservação da vida selvagem (MITTERMEIER *et al.* 1990), o Pantanal, seus ecossistemas e sistemas produtivos são bastante influenciados pelo regime hidrológico da Bacia do Alto Paraguai (BRASIL, 1974) e, neste contexto, a interação terra-água, por meio do “intercâmbio lateral de água, nutrientes, energia e organismos é de importância fundamental para a produtividade e a biodiversidade do sistema rio-área alagável” (JUNK *et al.*, 1989; JUNK & DA SILVA, 2003).

O ciclo anual de cheia e seca é o fenômeno ecológico mais importante da planície de inundação de um rio, pois controla sua estrutura e funcionamento, desempenhando papel preponderante na ciclagem de nutrientes e disponibilidade de água, proporcionando um ambiente altamente produtivo para macrófitas aquáticas, algas, bactérias, protozoários, invertebrados e peixes (JUNK *et al.*, 1989; RESENDE, 2006; BONETTO *et al.*, 1969 *apud* CALHEIROS & FERREIRA, 1997).

De fato, a sazonalidade de cheias e secas, o chamado “pulso de inundação” (JUNK *et al.*, 1989) anuais e plurianuais é, para CALHEIROS & FERREIRA (1997), um dos fatores que rege a biodiversidade do Pantanal, uma vez que ora favorece as espécies animais e vegetais relacionadas à fase de seca, ora favorece as espécies relacionadas à fase de cheia. Além disto, em função regime hidrológico anual, podem ser observadas alterações nos parâmetros limnológicos, denominadas pela população local como ‘decoada’.

Figura 1. Tonalidade “cor de chá” da água do rio Paraguai durante a ‘decoada’ de 2008, Pantanal do rio Paraguai/MS.

Considerado um fenômeno natural, acontece principalmente no início da fase hidrológica de enchente, quando as águas de inundação decorrentes das chuvas nas cabeceiras dos rios da bacia pantaneira invadem os campos e áreas de planície, entrando em contato com a massa orgânica terrestre originária no período de seca do ano anterior.

A ‘decoada’ caracteriza-se por apresentar água com tonalidade de chá (Figura 1), devido a compostos orgânicos dissolvidos provenientes da decomposição da matéria orgânica, além da elevação dos valores de condutividade elétrica, alcalinidade e gás carbônico, diminuição dos valores de oxigênio (com valores inferiores ou próximos a $1,0\text{mg/l}^{-1}$) e pequena diminuição dos valores de pH e de transparência por disco de Secchi (CALHEIROS & FERREIRA, 1997).

É um fenômeno que precisa ser investigado mais detalhadamente e que, dependendo da sua magnitude, pode provocar a morte de centenas de toneladas de peixes (Figura 2) pela alteração da qualidade da água (RESENDE *et al.*, 1990), ocorrendo no início da enchente em toda a área de inundação dos grandes rios da Bacia do Alto Paraguai, principalmente nos rios Paraguai e Cuiabá (CALHEIROS *et al.*, 2000; OLIVEIRA & CALHEIROS, 2000; CALHEIROS & HAMILTON, 1998; HAMILTON *et al.*, 1997; CALHEIROS & FERREIRA, 1997; CALHEIROS, 2003).

Figura 2. Espécimes juvenis de Pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) agonizando durante a ‘decoada’ de 2008, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS.

Objetivando contribuir para o entendimento da influência da ‘decoada’ na estrutura e dinâmica da biota aquática e como uma característica distintiva do funcionamento do ecossistema Pantanal, realizou-se uma caracterização limnológica de dois corpos de água adjacentes ao rio Paraguai (Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’) ao longo de um ciclo hidrológico, enfatizando as alterações provocadas pela ‘decoada’, por ocasião da subida das águas.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

Objetivando a obtenção de informações mais robustas acerca das alterações provocadas pelo fenômeno da ‘decoada’, bem como do comportamento do sistema em relação a este fenômeno, decidiu-se estudar dois ambientes, diferentes e não circunvizinhos, partes da mesma bacia hidrográfica.

A escolha das duas áreas de estudo, dois corpos de água adjacentes ao rio Paraguai (Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’), ao longo de um ciclo hidrológico, baseou-se no fato de que, em maior ou menor grau, o fenômeno da ‘decoada’ é observado nesses corpos de água todos os anos, o que não acontece em todas as áreas do Pantanal, de maneira homogênea e com a mesma magnitude. A quantidade de chuvas nas cabeceiras dos rios e, conseqüentemente, o nível alcançado, a duração e a velocidade de subida das águas são fatores importantes para determinar a expressividade do fenômeno. Neste sentido, consultas a experientes pescadores locais e a pesquisadores do ecossistema Pantanal foram fundamentais para a definição dos locais a serem estudados (Figura 3).

Figura 3. Áreas de estudo, localizadas por setas, com destaque para planície de inundação e os canais de drenagem naturais, Corumbá/Brasil.

Baía Tuiuiú

A Baía Tuiuiú é um meandro abandonado do rio Paraguai, principal rio do Pantanal. ESTEVES (1998) menciona que esses corpos de água são geralmente denominados “Lago de Ferradura”, sendo formado pelo isolamento do meandro através de processos erosivos e de sedimentação das margens do rio.

Localmente, estes corpos de água, permanentes ou temporários e que podem ou não manter sua conectividade com o rio durante a fase de seca, são denominados “Baías”. São também chamados de “lagoas marginais” por serem característicos de áreas de inundação de rios, sendo comuns em várias regiões do Pantanal.

Localiza-se à montante da cidade de Corumbá, Mato Grosso do Sul e possui, aproximadamente, 6,5 km de extensão. Próxima à linha de fronteira entre o Brasil e a Bolívia (21k 0430268 / 7919547 UTM), possui forma circular e é caracterizada por ter, a Oeste, a vegetação ciliar bem preservada e, a Leste, extenso banco de macrófitas

aquáticas. É um corpo de água que mantém sua conectividade com o rio Paraguai, mesmo no período de águas baixas (Figura 4).

Figura 4. Banco de macrófitas na Baía Tuiuiú, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS (2008).

Com relação ao fluxo da água, a baía comporta-se como um ambiente semi-lótico, podendo, dependendo da fase hidrológica em que se encontra o sistema, ter a direção do fluxo de água alterado, ora no sentido do rio para a lagoa (enchente), ora o contrário (vazante).

‘Bracinho’

A denominação ‘Bracinho’, nome dado ao outro corpo de água estudado, denuncia a sua natureza: trata-se de um ‘braço’ do rio Paraguai e possui, aproximadamente, 29km de extensão (21k 0441337 / 7900517 UTM). Em sua parte superior, mais estreita, ao norte da cidade de Corumbá, pode permanecer quase que inteiramente tomado por macrófitas aquáticas em boa parte do ano. Apresenta, quanto ao fluxo, características de ambiente lótico, particularmente nos períodos de vazante,

sendo responsável pela saída de uma grande quantidade de água da planície de inundação situada a montante, através de canais de drenagem (Figura 5).

Figura 5. Planície de inundação na porção norte do 'Bracinho', Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS (2008).

2.2. Coleta de dados

Em cada um dos dois ambientes estudados foram estabelecidos, com o uso de balizas, pontos de referência junto aos quais foram anotadas as coordenadas geográficas por meio de um GPS (Garmin® GPS 12 Personal Navigator®).

O plano de coleta foi elaborado utilizando ferramentas de GIS. Em cada ambiente a ser estudado foi criada uma grade de 02 por 12 células quadradas de 70 metros de lado (Figura 6). A grade foi posicionada no centro do corpo de água para permitir e garantir a realização das coletas tanto nas estações de enchente/cheia quanto nas de vazante/seca. As margens foram excluídas, pois, a definição de margem no ecossistema Pantanal é complexa, uma vez que a sua posição varia muito de acordo com a flutuação do nível da água, ocorrendo em épocas diferentes do ano paisagens completamente distintas, observando-se terra firme onde, meses atrás, existia corpo de água com profundidade considerável.

O critério estabelecido para a escolha da posição exata do gradil foi a proximidade deste com canais de drenagem naturais da planície de inundação, uma vez que são eles os responsáveis por escoar a água dos campos inundáveis, por ocasião das cheias. Para a definição dos pontos, foi escolhida uma imagem de satélite (LANDSAT 7 órbita/ponto 227/73), cujo registro corresponde à fase de seca (junho/2007).

Em cada gradil, foram obtidas as coordenadas dos centróides das células que foram considerados possíveis pontos de coleta e, a partir daí, construída uma tabela para todos os pontos conhecidos, em UTM, garantindo-se uma distância mínima entre pontos maior que o erro do GPS.

Figura 6. Gradil com pontos de coleta, 'Bracinho', Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS (2008).

A partir da concepção dos gradis, idênticos para cada ambiente, a cada coleta bimestral um sorteio de dez pontos amostrais foi realizado, do total dos vinte e quatro *quadrats* que compunham cada gradil, sendo que os pontos sorteados em cada coleta faziam parte, novamente, do universo amostral das demais coletas. Com o auxílio do GPS, localizava-se o quadrado sorteado e, desta forma, realizava-se a coleta (Figura 7).

Figura 7. Localização do ponto de coleta por meio de GPS, Baía Tuiuiú, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS (2008).

2.3. Coleta e análise de água e sedimento

As coletas foram bimestrais e realizadas nos meses de abril, junho, agosto, outubro e dezembro de 2008 e fevereiro de 2009, sempre no período matutino, entre 07h e 12h. A ‘decoada’, especificamente neste ano hidrológico, ocorreu no mês de abril/2008 (fase de enchente), embora pescadores locais tenham relatado que um fenômeno de menor magnitude, “uma massa de água podre”, fora observada em agosto (fase de vazante) na Baía Tuiuiú.

Retirou-se, de cada ponto sorteado, uma unidade amostral de sedimento de fundo para análise granulométrica para determinar as frações de matéria orgânica, silte, areia e argila. Para tanto, foi utilizado um pegador tipo Petersen (modificado), com volume de 03 litros e área de $0,0345 \text{ m}^2$. A análise de granulometria seguiu o método descrito no Manual de Análise de Solos da Embrapa (EMBRAPA, 1997), com modificações para fracionamento do sedimento a úmido (sem secagem prévia). As amostras para análise de matéria orgânica foram filtradas em filtros calcinados WHATMAN GF/F, secas a temperatura inferior a 50°C e, posteriormente, moídas em almofariz e pistilo até pó fino.

Amostras de água foram coletadas por meio de garrafa de Van Dorn a meio metro acima da profundidade total do local e, *in situ*, foram medidos valores de profundidade (m) (profundímetro Speedtech Instruments), velocidade da água (m/s) (fluxômetro Marsh Flo-Mate model 2000), transparência da água (m) (Disco de Secchi) e valores de pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), temperatura da água ($^\circ\text{C}$) e oxigênio dissolvido (mg/L^{-1}), com o auxílio de potenciômetros portáteis YSI, devidamente calibrados. No Laboratório de Limnologia da EMBRAPA Pantanal/Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, foram determinados os valores de CO_2 livre (mg/L^{-1}), clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{L}^{-1}$), alcalinidade (meq/L), nitrogênio total ($\mu\text{g}/\text{L}^{-1}$), fósforo total ($\mu\text{g}/\text{L}^{-1}$) e material em suspensão total (MST) (mg/L) (Tabela 1).

Para cada mês/ambiente foram tomadas três medidas de fluxo, distribuída na porção superior, média e inferior do gradil utilizado no delineamento amostral, resultando em um total de 18 medidas para cada um dos dois ambientes analisados, ao longo do ciclo hidrológico estudado, considerando-se as 6 coletas realizadas.

Tabela 1. Metodologias e referências usadas para análises da água nos ambientes ‘Bracinho’ e Baía Tuiuiú, Pantanal, Corumbá/Brasil.

Variável	Metodologia	Referência
Alcalinidade (meq/L ⁻¹)	Titulométrico	Wetzel & Likens, 1991; Gran, 1952
CO ₂ Livre (mg/L ⁻¹)	Cálculo indireto (pH, temperatura e alcalinidade)	Kempe, 1982
Clorofila-a (µg/L ⁻¹)	Espectrofotométrico	Marker <i>et al.</i> , 1980
Transparência da água (m)	Disco de Secchi	APHA, 1998
Material em suspensão total (MST) (mg/L ⁻¹)	Método gravimétrico (filtros de celulose)	APHA, 1998
Nitrogênio Total - NT (µg/L ⁻¹)	Digestão com Persulfato de Potássio / Colorimétrico por injeção em fluxo (FIA)	Wetzel & Likens, 1991; Valderrama, 1981; Zagatto <i>et al.</i> , 1981; Krug <i>et al.</i> , 1983
Fósforo Total (µg/L ⁻¹)	Digestão com Persulfato de Potássio / Colorimétrico por injeção em fluxo (FIA)	Wetzel & Likens, 1991; Zagatto <i>et al.</i> , 1981; Krug <i>et al.</i> , 1983; Machereth, 1981

2.4. Análise estatística

Para a ordenação das amostras, aplicou-se uma Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando a distância Euclidiana (SYSTAT versão 10.2) (SPSS, INC. 2000). A Análise de Componentes Principais foi aplicada com a matriz de correlação de 16 variáveis: oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água, profundidade, disco de Secchi, pH, matéria orgânica, areia total, silte, argila, CO₂ (livre), alcalinidade total, clorofila a, nitrogênio total, fósforo total e material em suspensão total (MST).

Para investigar a existência (ou não) de diferença significativa dos valores de fluxo da água entre os dois ambientes estudados, aplicou-se o Teste *t* de Student

(BIOSTAT versão 5.0) (AYRES *et al.*, 2005), comparando os valores de fluxo entre os ambientes.

3. Resultados

De acordo com os dados obtidos junto ao Serviço de Sinalização Náutica do Oeste, do 6º Distrito Naval da Marinha do Brasil (Ladário, MS) quanto à variação do nível fluviométrico do rio Paraguai, o pico da cheia ocorreu no mês de junho/2008, enquanto o pico da seca ocorreu no mês de dezembro (Figura 8) neste ciclo hidrológico.

Figura 8. Variação sazonal do nível fluviométrico do rio Paraguai em Ladário/MS, de janeiro/2008 a abril/2009.

Foi constatada diferença estatística significativa no fluxo água entre o ‘Bracinho’ (BR) e a Baía Tuiuiú (TU), no período de vazante, isto é, quando as águas estão baixando mas ainda não correspondendo ao período de seca (Tabela 2). Este resultado vem ao encontro do esperado, uma vez que é possível visualizar características de ambiente lótico no ‘Bracinho’ mais facilmente do que na Baía Tuiuiú nesta fase do ciclo hidrológico.

Tabela 2. Médias e desvios padrões dos valores de fluxo de água do ‘Bracinho’ e Baía Tuiuiú, e resultado do teste *t* de Student com respectivos valores de *p*, Corumbá/MS.

Período	‘Bracinho’ (m/s)	Baía Tuiuiu (m/s)	Teste t	<i>p</i>
Enchente (Abr/08)	0,06 ± 0,01	0,15 ± 0,07	-2,2295	0,1555
Cheia (Jun/08)	0,14 ± 0,08	0,15 ± 0,08	-0,2080	0,8454
Vazante (Ago e Out/08)	0,05 ± 0,02	0,02 ± 0,02	1,8571	0,0464*
Seca (Dez/08)	0,03 ± 0,05	0,05 ± 0,03	-0,4170	0,6981
Enchente (Fev/09)	0,02 ± 0,03	0,07 ± 0,08	-1,1161	0,3268

**p* < 0,05

Os valores mínimos, máximos, médias e desvios padrões das variáveis analisadas obtidas no ‘Bracinho’ e Baía Tuiuiú estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Temporalmente, observou-se variação expressiva e inversamente proporcional para valores de O₂ e CO₂, em ambos os ambientes. Na Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’, os maiores valores de CO₂ e os menores de O₂, foram registrados no período de águas mais altas (enchente/cheia), correspondendo a abril-junho-agosto/2008. Em contrapartida, os menores valores de CO₂ e os maiores de O₂, foram registrados no período de águas mais baixas (vazante/seca), correspondendo a outubro-dezembro-fevereiro/2008-2009.

Com relação à clorofila-a, para ambos os ambientes, foram registrados os maiores valores no pico da seca, isto é, dezembro de 2008, momento em que também foram observados os maiores valores para MST (material em suspensão total) e os menores para a transparência da água.

Tabela 3. Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo das variáveis sedimentológicas e limnológicas nos meses estudados, ‘Bracinho’ – Corumbá/MS.

VARIÁVEL	‘BRACINHO’					
	Abril 2008	Junho 2008	Agosto 2008	Outubro 2008	Dezembro 2008	Fevereiro 2009
Sedimento						
Matéria Orgânica (%)	0,96 ± 0,68 0,31-2,69	0,89 ± 0,42 0,41-1,83	1,06±0,49 0,26-1,98	0,85±0,47 0,41-2,05	1,28±1,03 0,28-3,06	1,50±0,87 0,38-2,82
Silte (%)	29,10 ±14,95 10,28-63,40	22,62 ±11,02 11,94-49,48	23,87±8,67 8,76-37,89	19,35±9,90 10,70-40,85	32,56±19,01 7,16-62,81	34,02±17,55 8,56-52,40
Areia (%)	61,60 ±20,36 14,85-87,15	71,89 ±14,69 35,62-86,04	62,58±13,93 38,19-70,45	74,24±14,52 39,50-85,81	57,00±26,07 12,93-89,39	48,41±26,81 19,27-86,69
Argila (%)	9,30 ±5,94 4,54-21,75	15,41 ±22,50 0,43-70,16	12,30±6,28 3,50-23,92	6,41±4,93 3,16-19,63	10,43±7,29 3,45-24,43	17,57±9,63 4,43-31,64
Água						
Nitrogênio Total (µg/L⁻¹)	822,66 ±34,10 768,62 -896,90	430,12 ±141,95 259,17-801,47	355,34±31,37 278,90-380,02	675,00±35,60 617,11 -743,71	766,03±20,15 733,18-793,72	690,03±68,04 524,34-753,96
Fósforo Total (µg/L⁻¹)	42,94 ±8,06 35,10-48,98	38,48 ±3,80 32,80-47,20	16,96±4,35 13,33-23,70	58,61±11,82 46,96-90,43	54,28±2,71 50,75-60,22	52,98±4,58 45,71-62,04
CO₂ (livre) (mg/L⁻¹)	39,70 ±6,14 31,93-48,35	129,27 ±23,08 77,21-152,38	155,07±52,05 115,21-284,22	2,48±0,64 1,72-3,96	1,03±0,74 0,37-2,71	3,48±0,25 3,12-3,88
O₂ (dissolvido) (mg/L⁻¹)	0,61 ±0,81 0,11-2,80	1,26 ±0,27 0,60-1,52	2,39±0,22 2,14-2,69	5,19±0,20 4,96-5,61	4,41±0,41 3,90-5,22	4,67±0,42 3,85-5,12
Condutividade (µS/cm⁻¹)	51,80 ±0,42 51,0-52,0	36,30 ±0,48 36,0-37,0	42,90±0,32 42,0-43,0	50,68±1,80 48,2-54,4	47,10±0,32 47,0-48,0	45,58±0,77 44,0-46,5
pH	6,39 ±0,23 5,98-6,70	5,54 ±0,09 5,47-5,76	5,73±0,27 5,28-6,01	7,29±0,08 7,11-7,38	7,51±0,30 7,11-7,98	6,96±0,08 6,87-7,10
Temperatura (°C)	26,01 ±0,13 25,74-26,15	21,01 ±0,10 20,87-21,20	25,77±0,17 25,40-25,93	28,15±0,33 27,50-28,70	28,04±0,49 27,03-28,88	29,26±0,36 28,50-29,70
Disco de Secchi (m)	0,32 ±0,06 0,26-0,41	1,86 ±0,41 1,52-2,62	1,60±0,12 1,39-1,85	0,53±0,11 0,42-0,79	0,25±0,03 0,21-0,29	0,30±0,02 0,27-0,34
Profundidade (m)	4,51 ± 1,13 3,10-6,50	6,17 ±1,29 4,30-8,20	5,06 ±1,17 3,10-6,60	1,47±1,03 0,60-4,10	1,80±1,26 0,40-3,40	2,19±1,13 0,60-3,60
Material em Suspensão Total (mg/L⁻¹)	39,94±35,01 8,75-111,17	1,98±0,52 1,50-3,20	2,20±0,64 1,20-3,20	28,90±19,82 13,60-82,20	44,97±28,06 22,40-117,20	32,80±9,13 22,50-56,13
Clorofila a (µg/L⁻¹)	0,20±0,31 0,00-0,84	0,13±0,32 0,00-1,00	0,82±1,00 0,00-2,68	0,39±0,49 0,00-1,34	1,58±1,51 0,00-4,27	0,78±0,92 0,00-2,51
Alcalinidade Total (mg/L⁻¹)	558,65±9,54 543,30-571,80	434,07±15,65 401,70-454,30	493,91±4,37 486,60-498,40	442,21±8,58 424,40-453,10	372,09±10,27 355,40-389,20	325,79±12,93 303,40-339,00

Tabela 4. Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo das variáveis sedimentológicas e limnológicas nos meses estudados, Baía Tuiuiú – Corumbá/MS.

VARIÁVEL	BAÍA TUIUIÚ					
	Abril 2008	Junho 2008	Agosto 2008	Outubro 2008	Dezembro 2008	Fevereiro 2009
Sedimento						
Matéria Orgânica (%)	1,14±0,18 0,87-1,42	1,15±0,32 0,75-1,83	1,12±0,14 0,58-1,95	1,12±0,22 0,88-1,71	1,09±0,33 0,52-1,63	1,38±0,34 0,71-1,81
Silte (%)	21,32±12,27 12,10-45,05	14,71±5,05 9,14-23,39	13,15±6,74 3,42-27,90	34,63±8,48 11,52-41,54	10,58±5,33 4,01-18,26	13,78±5,89 5,04-28,36
Areia (%)	72,03±11,80 49,13-84,67	79,31±3,89 73,06-84,53	79,34±8,94 56,54-89,60	59,03±9,05 48,54-83,03	82,52±6,10 73,05-92,08	76,56±8,59 55,34-88,52
Argila (%)	6,67±1,38 4,61-8,97	5,77±2,32 0,41-8,11	7,42±3,50 3,61-15,56	5,83±1,62 4,07-9,92	6,90±2,41 3,32-11,94	9,66±2,95 6,44-16,30
Água						
Nitrogênio Total (µg/L⁻¹)	892,24±39,13 817,24-939,66	404,37±9,02 382,64-410,27	368,09±15,10 288,42-424,79	470,51±47,02 399,92-526,51	789,69±37,84 719,73-854,26	643,95±109,96 411,12-736,60
Fósforo Total (µg/L⁻¹)	63,02±10,82 50,61-88,16	31,28±5,99 16,80-36,80	14,74±4,49 5,93-21,48	48,78±8,31 40,00-66,09	67,10±9,71 55,05-82,58	63,35±4,79 55,51-70,20
CO₂ (livre) (mg/L⁻¹)	202,16±106,00 57,80-370,58	96,47±33,31 76,41-189,15	267,04±156,95 94,18-510,69	2,13±0,67 1,57-3,64	2,27±3,84 0,18-12,77	5,69±0,97 4,68-7,48
O₂ (dissolvido) (mg/L⁻¹)	0,19±0,10 0,07-0,37	2,13±0,10 1,99-2,29	0,69±0,27 0,36-1,10	4,98±0,21 4,63-5,22	4,53±0,45 3,80-5,04	4,40±0,18 4,09-4,60
Condutividade (µS/cm⁻¹)	57,10±1,10 55,0-58,0	35,00±0,00 35,0-35,0	44,00±0,00 44,0-44,0	55,13±1,89 52,30-58,20	44,60±0,97 43,00-46,00	46,75±0,37 46,30-47,50
pH	5,65±0,30 5,00-5,98	5,57±0,16 5,34-5,76	5,36±0,30 4,92-5,69	7,37±0,08 7,22-7,46	7,46±0,45 6,67-8,17	6,72±0,08 6,57-6,85
Temperatura (°C)	26,29±0,03 26,24-26,32	21,02±0,12 20,89-21,22	26,41±0,02 26,36-26,44	30,44±0,39 30,00-30,90	29,17±0,15 29,00-29,48	29,05±0,28 28,80-29,70
Disco de Secchi (m)	0,28±0,02 0,25-0,30	2,01±0,12 1,82-2,20	1,24±0,16 1,08-1,60	0,55±0,04 0,49-0,61	0,22±0,02 0,19-0,26	0,23±0,02 0,19-0,27
Profundidade (m)	3,97±0,30 3,60-4,50	5,00±0,39 4,50-5,60	3,99±0,44 3,70-5,20	1,72±0,22 1,40-2,10	1,14±0,20 0,90-1,50	1,74±0,36 1,30-2,50
Material em Suspensão Total (mg/L⁻¹)	16,97±11,02 6,98-41,50	3,79±2,59 1,10-7,30	2,88±1,13 0,38-4,75	18,96±4,03 15,00-26,60	61,04±10,60 47,17-77,61	30,09±10,47 11,33-45,90
Clorofila a (µg/L⁻¹)	0,55±0,62 0,00-1,51	0,00±0,00 0,00-0,00	1,24±1,38 0,00-3,68	1,47±2,48 0,00-6,03	1,78±1,55 0,00-4,77	0,31±0,68 0,00-2,18
Alcalinidade Total (mg/L⁻¹)	585,03±13,49 563,90-596,20	394,81±4,40 392,50-402,70	515,55±7,99 505,90-528,70	500,23±5,05 489,60-508,20	371,68±15,29 344,60-395,70	327,59±7,67 315,00-340,20

Os resultados das análises de componentes principais sugerem que existe um padrão hidrológico sazonal claro de variação nos parâmetros limnológicos analisados nos dois ambientes (Tabela 5).

Tabela 5. Sumário da Análise de Componentes Principais (PCA) para variáveis abióticas nos ambientes amostrados ('Bracinho' e Baía Tuiuiú), Corumbá/MS.

Variáveis	'Bracinho'		Baía do Tuiuiú	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Profundidade (m)	0.83	-0.37	-0.93	0.15
Disco de Secchi (m)	0.93	-0.02	-0.83	-0.28
Temperatura da água(°C)	-0.87	-0.09	0.85	0.25
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	-0.75	0.15	0.42	0.77
Oxigênio Dissolvido (mg/l^{-1})	-0.70	0.02	0.80	-0.23
pH	-0.94	-0.06	0.91	-0.11
Matéria orgânica (%)	-0.15	-0.91	0.11	0.34
Areia total (%)	0.17	0.95	-0.22	-0.76
Silte (%)	-0.18	-0.92	0.20	0.78
Argila (%)	0.14	-0.71	0.11	0.01
CO ₂ (livre)	0.92	-0.02	-0.68	0.34
Alcalinidade total (meq/l)	0.43	0.26	-0.37	0.78
Clorofila a ($\mu\text{g}/\text{l}^{-1}$)	-0.25	-0.28	0.21	0.19
Nitrogênio total ($\mu\text{g}/\text{l}^{-1}$)	-0.80	0.09	0.47	0.16
Fósforo total ($\mu\text{g}/\text{l}^{-1}$)	-0.79	0.08	0.76	0.04
Material em suspensão total (mg/l^{-1})	-0.66	0.10	0.78	-0.33
Variância explicada (%)	44.68	21.63	38.21	19.58

Para o 'Bracinho', constatou-se que 66,31% da variação nos dados foi explicada pelos dois primeiros eixos da PCA, sendo que o primeiro eixo foi correlacionado principalmente com profundidade, transparência por disco de Secchi e concentração de CO₂ livre, com correlação positiva, indicando maiores valores destas variáveis no período de cheia. Por outro lado, nas amostragens realizadas no período de seca, foram observados maiores valores de pH, temperatura da água e concentrações de nitrogênio e fósforo. No segundo eixo constatou-se que o gradiente encontrado ressalta a variação na composição do sedimento, separando amostras com maior concentração de areia total de amostras com maior concentração de matéria orgânica e silte (Figura 9; Tabela 3).

Figura 9. Análise de Componente Principais (PCA), relacionando as 16 variáveis limnológicas, para os meses de coleta (○: abril/2008; ●: junho/2008; +: agosto/2008; ◆: outubro/2008; ▽: dezembro/2008; *: fevereiro/2009) no 'Bracinho', Corumbá/MS.

Para a Baía Tuiuiú, os primeiros dois eixos da PCA explicaram 57,8% da variação nos dados. Assim como para o 'Bracinho', o primeiro eixo explicou predominantemente a variação sazonal das variáveis analisadas, sendo que as amostragens realizadas no período de cheia apresentaram maiores valores de profundidade e transparência, enquanto que as amostragens realizadas no período de seca apresentaram maiores valores de temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH. No segundo eixo, o gradiente identificado foi resultado da interação da variação espacial na composição do sedimento (silte e areia) com parâmetros de qualidade de

água (condutividade e alcalinidade). Assim, as amostragens realizadas nos meses de abril e outubro apresentaram maiores valores de condutividade elétrica, alcalinidade e silte, enquanto as amostragens realizadas nos meses de junho, fevereiro e dezembro apresentaram maiores concentrações de areia (Figura 10; Tabela 4).

Com relação ao mês de abril/2008, período de ocorrência da 'decoada', as amostras mostraram-se agrupadas em ambos os ambientes, assim como o observado para os outros meses, mas é interessante salientar que estão localizadas entre os meses relacionados à fase de águas altas e os relacionados à fase de águas baixas, comportando-se de maneira diferenciada.

Figura 10. Análise de Componente Principais (PCA), relacionando as 16 variáveis limnológicas, para os meses de coleta (○: abril/2008; ●: junho/2008; +: agosto/2008; ◆: outubro/2008; ▽: dezembro/2008; *: fevereiro/2009) na Baía Tuiuiú, Corumbá/MS.

4. Discussão

A flutuação do nível fluviométrico do rio Paraguai no período de amostragem corrobora o padrão histórico para as médias do rio Paraguai na região estudada (GALDINO & CLARKE, 1995, 1997; GALDINO, 2001; BERGIER, 2009).

A flutuação no nível da água dos rios no Pantanal Mato-grossense é decorrente das características geomorfológicas e climatológicas que resultam no pulso de inundação anual e isto se reflete nas lagoas e corpos de água marginais. Lagos marginais e demais corpos de água em planície de inundação apresentam correlação com a hidrodinâmica do rio principal (RODRIGUES, 1998). Assim, a profundidade dos dois ambientes estudados apresenta maiores valores nos meses de junho e agosto, de acordo com a variação do rio Paraguai.

É importante salientar que os picos de cheia (maio-julho) e seca (outubro-dezembro) na região em estudo são defasados dos períodos de chuva (outubro-março) e estiagem (agosto-outubro), respectivamente. Na Bacia do Alto Paraguai/Pantanal, ao contrário, coincidem com o início do período de estiagem e do período chuvoso devido às características geomorfológicas do sistema. Isto acontece porque na região norte do Pantanal, localizada no estado de Mato Grosso, as águas altas ocorrem no período chuvoso (outubro a março) atingindo Corumbá e região, mais ao Sul, apenas 3 meses depois, quando as chuvas cessam (abril, maio e junho), devido à lenta drenagem do Pantanal (DA SILVA & ESTEVES, 1995; CARVALHO, 1986; BONETTO *et al.*, 1981).

No Pantanal, apesar da existência de um padrão quanto à hidrodinâmica, cada ciclo hidrológico apresenta particularidades. CALHEIROS & FERREIRA (1997) observam que a direção do fluxo de água nas grandes “baías” depende da fase hidrológica, dirigindo-se para o rio na fase de vazante/seca e invertendo o fluxo na fase

de enchente, “podendo voltar novamente a correr para o rio, já em plena cheia, após a coalescência com todo o sistema”.

As áreas escolhidas para esta investigação apresentam, via de regra, diferenças quanto ao fluxo, sendo o ‘Bracinho’ um local cuja velocidade da água é maior, se comparado com a Baía Tuiuiú, em especial no período de vazante, no ano estudado. No entanto, é necessária uma melhor compreensão do funcionamento dos ambientes através de investigações de longa duração para saber se a velocidade da água apresenta variação em anos hidrológicos distintos.

Os maiores valores para a transparência da água foram registrados em junho/2008, mês de maior profundidade e fluxo mais baixo; os menores valores para dezembro/2008, fase de seca, com os menores valores de profundidade em ambos os ambientes. Resultados semelhantes observados em áreas de inundação são facilmente encontrados na literatura (HAMILTON & LEWIS JR., 1987). DA SILVA & ESTEVES (1995) afirmam que as profundidades mais elevadas do disco de Secchi no período de cheia podem ser atribuídas à sedimentação dos compostos orgânicos e inorgânicos e OLIVEIRA & CALHEIROS (2002) apontam as macrófitas aquáticas como elementos importantes para a sedimentação do material em suspensão, possibilitando maior penetração de luz na coluna de água.

Os maiores valores para a temperatura da água estão relacionados à estação mais quente, o verão. Considerando que este período coincide com o de águas baixas, é natural esperar maiores temperaturas já que os corpos de água estão mais rasos. Assim, destacamos uma correlação negativa entre valores de profundidade e temperatura da água.

As Análises de Componentes Principais mostraram que no ‘Bracinho’, maiores valores de CO₂ foram observados nos meses de águas altas, enquanto que, na Baía

Tuiuiú, maiores concentrações de oxigênio dissolvido estiveram fortemente relacionadas com os meses de água baixa. Estes resultados, de certa forma, indicam a mesma situação: no período de águas altas, o aumento do consumo de O_2 no processo de decomposição da matéria orgânica inundada pelos organismos aeróbios resulta em maior liberação de CO_2 livre, como também observado por HAMILTON *et al.* (1997); CALHEIROS & HAMILTON (1998); OLIVEIRA & CALHEIROS (2000); CALHEIROS (2003) e OLIVEIRA (2009).

Valores de matéria orgânica e silte apareceram como fatores importantes na disposição dos meses dezembro e fevereiro no 'Bracinho'. Para essas variáveis, observa-se, no gráfico da PCA, uma maior distância entre os pontos. É fundamental registrar que para os meses em que os pontos aparecem mais dispersos, foi registrada precipitação às vésperas da coleta na região estudada (dezembro/2008 = 4,6mm; fevereiro/2009 = 1,2mm), o que poderia justificar alterações nas concentrações de silte e de matéria orgânica.

O mês de abril merece um destaque, na medida em que é o mês de ocorrência da 'decoada'. Pela PCA, é possível observar que este mês se mostrou distinto dos demais, enquanto os outros meses se agruparam quanto à fase de águas altas e águas baixas. Sabe-se que esta análise destaca os fatores mais significativos para o ordenamento dos meses, todavia considera o conjunto das variáveis escolhidas, no caso, 16 variáveis. Assim, é interessante observar este isolamento nos dois ambientes e compará-lo às médias dos parâmetros. No mês de abril/2008, obtiveram-se os menores valores de oxigênio dissolvido (O_2), próximos de uma condição de anóxia completa e valores considerados altos para CO_2 livre, (máximo = $48,3\text{mg/L}^{-1}$). Outros trabalhos desenvolvidos na região do Pantanal registram esta mesma situação (HAMILTON *et al.*, 1997, HAMILTON *et al.*, 1995, CALHEIROS & HAMILTON, 1998) e apontam

que essa combinação de altos valores de CO₂ livre com baixos valores de O₂ pode ser fatal para a biota, principalmente para os peixes, já que o CO₂ dissolvido causa interferência direta na capacidade de carreamento de O₂ pela hemoglobina (SMART, 1981; LAGLER *et al.*, 1972 *apud* CALHEIROS & FERREIRA, 1997).

Os valores de nitrogênio total, condutividade elétrica e alcalinidade foram os mais altos em abril, mês no qual ocorre a subida das águas e que corresponde à fase de enchente/cheia e de observação da ocorrência da ‘decoada’. Os altos valores de condutividade elétrica podem ser explicados pela entrada em grande quantidade de íons dissolvidos aportados do sistema recém-inundado e que começa a receber as águas que “lavam” os campos inundados da planície, corroborando os resultados encontrados por DA SILVA & ESTEVES (1995), CALHEIROS & HAMILTON (1998) e OLIVEIRA & CALHEIROS (2000). O mesmo pode ser mencionado para explicar os elevados valores de nitrogênio total, relacionados às formas nitrogenadas que entram no sistema, trazidas pelas águas, provenientes da decomposição da vegetação terrestre submersa e dos detritos de macrófitas aquáticas, bem como das fezes de animais.

Para a clorofila-a, sólidos em suspensão e transparência da água, os valores registrados no pico de seca coincidem com os resultados encontrados por OLIVEIRA & FERREIRA (2003). Os autores sugerem que o fator concentração/diluição é mais atuante que a luz no padrão observado. Salientam, todavia, “que no período de maiores concentrações havia maior disponibilidade de fósforo e silicato reativo solúvel, nutrientes estes que favorecem o desenvolvimento algal”. Neste trabalho também se verificou alta disponibilidade de fósforo (total) no ambiente (Tabelas 3 e 4).

Trabalhos realizados no Pantanal apontam aumento nos valores de condutividade durante a ocorrência da ‘decoada’ (CALHEIROS & FERREIRA, 1997; HAMILTON. *et al.* 1997; CALHEIROS & HAMILTON, 1998; OLIVEIRA &

CALHEIROS, 2000; CALHEIROS, 2003; OLIVEIRA, 2009). Tal fato está relacionado ao aumento da interação entre as rochas e a água, bem como ao aumento das concentrações de CO₂ livre. Investigações em outros ambientes de inundação também apresentam resultados similares (RODRIGUES, 1998; SOUZA-FRANCO *et al.*, 2009). Altos valores para alcalinidade podem estar relacionados à decomposição da matéria orgânica (PNMA, 2004), processo comum durante o fenômeno estudado.

Concluindo, este trabalho mostrou que as variáveis limnológicas sofrem influência do pulso de inundação e que apresentam valores particulares durante a ocorrência do fenômeno da ‘decoada’. Para melhor compreender essas particularidades é fundamental a execução de projetos de longa duração para que sejam acompanhados mais de um ciclo hidrológico objetivando a busca de padrões de comportamento daquelas variáveis.

5. Referências Bibliográficas

APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. **American Public Health Association**, 20th ed. Washington, DC, 1998. 1268p.

AYRES, M. M.; AYRES, M. JR.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat 5.0**. Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 2005. 209p.

BERGIER, I. Magnitude e Data do Nível Mínimo Anual do Rio Paraguai em Ladário com base no MODELAD. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** - ISSN 1981-7215; 85). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2009. 12p.

BONETTO, C. A.; BONETTO A. A.; ZALOCAR, Y. Contribución al conocimiento limnológico Del rio Paraguay em su tramo inferior. **Ecosur**, 1981. 16: 55-88.

BRASIL. Ministério do Interior. **Departamento Nacional de Obras e Saneamento**. Estudos hidrológicos da bacia do Alto Paraguai. Rio de Janeiro, 1974. v.1.

CALHEIROS, D. F.; FERREIRA, C. J. A. Alterações limnológicas no rio Paraguai (“Dequada”) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-grossense - MS. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** - ISSN 0102-2466X). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1997. 48p.

CALHEIROS, D. F.; HAMILTON, S. K. Limnological Conditions Associated with Natural Fish Kills in the Pantanal Wetland of Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol. Stuttgart** : E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1998. 26: 2189-2193.

CALHEIROS, D. F.; SEIDL, A. F.; FERREIRA, C. J. A. Participatory research methods in environmental science: local and scientific knowledge of a limnological phenomenon in the Pantanal wetland Brazil. **Journal of Applied Ecology**, 2000. 37: 684-696.

CALHEIROS, D. F. **Influência do pulso de inundação na composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal- MS)**. Tese (Doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2003.

CARVALHO, N. O.; Hidrologia da Bacia do Alto Paraguai. *In: **Simpósio sobre recursos naturais e sócio econômicos do pantanal***, 1986. v.1.

DA SILVA, C. J.; ESTEVES, F. A. Dinâmica das características limnológicas das baías Porto de Fora e Acurizal (Pantanal de Mato Grosso) em função da variação do nível da água. **Oecologia Brasiliensis**, 1995. 1:47-60.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**, Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

GALDINO, S.; CLARKE, R. T. Levantamento e estatística descritiva dos níveis hidrométricos do rio Paraguai em Ladário, MS – Pantanal: período 1900-1994. (EMBRAPA-CPAP. **Documentos**, 14). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1995. 70p.

GALDINO, S.; CLARKE R. T. Probabilidade de ocorrência de cheia no rio Paraguai, em Ladário, MS - Pantanal. (EMBRAPA-CPAP. **Circular Técnica**, 23). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1997. 58p.

GALDINO, S. Método probabilístico de previsão do nível mínimo no rio Paraguai, em Ladário, MS - Pantanal. (EMBRAPA-CPAP. **Circular Técnica**, 28). Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001. 42p.

GRAN, G. Determination of the equivalence point in potentiometric titrations, Part II, 1952. **Analyst** 77: 661-671.

HAMILTON, S. K.; LEWIS JR., W. M. Causes of seasonality in the chemistry of a lake on the Orinoco River floodplain. Venezuela, **Limnology Oceanographically**, 1987. 32:1277-1290.

HAMILTON, S. K ; SIPPEL , S. J.; MELACK, J. M. Oxygen depletion and carbon dioxide and methane production in waters of the Pantanal wetland of Brazil. **Biogeochem**, 1995. 30: 115-141.

HAMILTON, S. K.; SIPPEL , S. J.; CALHEIROS, D. F.; MELACK, J. M. An anoxic event and other biogeochemical effects of the Pantanal wetland on the Paraguay River. **Limnology and Oceanography**, 1997. 42:257-272.

JUNK, W. J. The flood pulse concert in river floodplain systems. p. 110-127 In: DODGE, D. P. **Proceeding of the international large Symposium (LARS)**. Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic, Ottawa, 1989. 106p.

JUNK, W. J.; DA SILVA, C. J. O Pulso de Inundação: base para o manejo do Pantanal. In: SALES, V. C. (Org.). **Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação**. Fortaleza, 2003. 1: 179-188.

KEMPE, S. Long-term records of CO₂ pressure fluctuations in fresh waters. **Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hamburg**, SCOPE/UNEP Sonderband, 1982. 52: 91-332.

KRUG, F. J. et al. Zone trapping in the injection analysis. Spectrophotometric of flow level of ammonium ion in natural waters. **Acta**, 1983. 151: 39-48.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TLLING, J. F. Water analysis some revised methods for limnologist. **Freshwater Ecological Association**. Scientific Publications n° 36. Wilson & Son Ltda. Kendall, 1978.117p.

MARKER, A. F. H.; NUSH, E. A.; RAI, H.; RIENMANN, B. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standartization of methods: Conclusions and recomendations. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.** v.14, n.1-2, p. 91-106, 1980.

MITTERMEIER, R. A.; CÂMARA, I. G., PÁDUA, M. T. J. & BLANCK, J. Conservation in the Pantanal of Brazil. **Oryx**,1990. vol. 24, p.103-112.

OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Transporte de nutrientes e sólidos suspensos na bacia do rio Taquari (Mato Grosso do Sul). **Acta Limnologica Brasiliensia**, 1998. 10:35-45.

OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Flood pulse influence on a phytoplankton community in south Pantanal floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, 2000. 427:101-112.

OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Características e Alterações Limnológicas na bacia do rio Taquari, MS. **Documentos**. Embrapa Pantanal, 2002. v.1, p. 1-5.

OLIVEIRA, M.D.; FERREIRA, C.J. Estudos Limnológicos para monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, Pantanal Sul. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 61 p.; 28 cm (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** / Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1981; 54).

OLIVEIRA, M. D. **Fatores reguladores e distribuição potencial do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei* Dunker 1857) na bacia do Alto Rio Paraguai e outros rios brasileiros**. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2009. 100p.

PNMA. Aperfeiçoamento do Monitoramento da Qualidade das Águas da Bacia do Alto Curso do Rio das Velhas. **Programa Nacional do Meio Ambiente**, 2004. 110p.

RESENDE, E. K.; FERREIRA, C.J.A.; CALHEIROS, D.F.; NASCIMENTO, F.L. Alterações na qualidade da água durante a mortandade de peixes no rio Paraguai, Pantanal Mato-grossense. **Anais... III CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA**. Porto Alegre/RS, 1990. p.183.

RESENDE, E. K. Interpretações inadequadas e equívocos no manejo da pesca no pantanal. **Artigo de Divulgação** na Mídia, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, 2006. n. 104, p.1-5.

RODRIGUES, L. C. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica de uma lagoa marginal do rio Ivinhema (lagoa dos Patos, planície de inundação do alto Rio Paraná) em diferentes períodos do ciclo hidrológico**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 1998.

SMART, G. R. Aspects of water quality producing stress in intensive fish culture. In: PICKERING, A.D., ed., **Stress and Fish**. London: **Academic Press**, 1981. p. 277-293.

SOUZA-FRANCO, G. M.; ANDRIAN I.; FRANCO, R. M. Comunidade de insetos aquáticos associados à *Eichhornia azurea* (Schwartz) Kunth, em uma Lagoa de várzea na planície de inundação do Alto rio Paraná, Mato Grosso do Sul, MS, Brasil, 2009. **Biológico** 71: 83-91.

SPSS, INC. SYSTAT version 10.2, standard version. SPSS, Inc. Chicago, 2000.

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analyses of total nitrogen and phosphorus in natural waters. Mar. **Chem**, 1981. 10: 109-122.

WETZEL, R. A.; LIKENS, G. E. Limnological analyses. **Springer**. New York, 2001. 391p.

ZAGATTO, E. A. G. et al. **Manual de análises de plantas e águas empregando sistemas de injeção em fluxo**. Piracicaba: Universidade de São Paulo/CENA, 1981. 45p.

Capítulo 2

Composição e distribuição temporal de larvas de Chironomidae (Díptera) em áreas de inundação, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS.

Abstract

This study analyzed the composition and distribution of Chironomidae fauna along the hydrological cycle (february/2009 to april/2008) in two water bodies peripheric to Paraguay River located in the floodplain of the Pantanal, Corumba / MS, Brazil, emphasizing the phenomenon of 'decoada'. For the analysis of benthic fauna, we used a modified grab Petersen, with an area of 0.0345 m². The sediment for the analysis of benthic fauna was fixed in the field with 4% formalin and subsequently selected in a mesh of 0.5 mm. The retained material previously stained with Rose Bengal, was sorted under a stereomicroscope and the organisms remained, until the moment of identification, preserved in alcohol 70%. Changes in limnological parameters were observed, as the drastic decrease in the levels of dissolved oxygen and increase in CO₂. The maximun of flood occurred in June and the lowest depth in December. The density and richness of Chironomidae were affected by the oscillation of the river level, with the lowest values occurring in the high-water period (flood / wet). None of the specimens of Chironomidae were found during the 'decoada' and *Cladopelma* occurred only in October, a period corresponding to ebb. Specimens of the genus *Chironomus* were collected in all periods, except in April ('decoada') and *Tanypus* was collected only in December, the month with the lower depth.

Resumo

Este trabalho objetivou estudar a composição e a distribuição da fauna de Chironomidae ao longo do ciclo hidrológico (abril/2008 a fevereiro/2009) em dois corpos de água marginais ao rio Paraguai localizados na planície de inundação do Pantanal de Corumbá/MS, Brasil, enfatizando o fenômeno da ‘decoada’. Para a análise da fauna bentônica, utilizou-se um pegador tipo Petersen (modificado), com área de 0,0345 m². O sedimento destinado à análise da fauna bentônica foi fixado, em campo, com formalina a 4% e, posteriormente, selecionado em uma malha de abertura de 0,5mm. O material retido, previamente corado com Rosa de Bengala, foi triado sob estereomicroscópio e os organismos permaneceram, até o momento da identificação, conservados em álcool a 70 %. Alterações nos parâmetros limnológicos investigados foram observados, como a diminuição drástica nos valores de oxigênio dissolvido e aumento nos de CO₂. O pico de cheia aconteceu no mês de junho e os menores valores de profundidade ocorreram em dezembro. A densidade e a riqueza de Chironomidae foram afetadas pela oscilação do nível fluviométrico, registrando-se os menores valores no período de águas altas (enchente/cheia). Nenhum espécime de Chironomidae foi encontrado durante a ‘decoada’ e *Cladopelma* ocorreu apenas no mês de outubro, período correspondente à vazante. Espécimes do gênero *Chironomus* foram coletados em todos os períodos, com exceção de abril (‘decoada’) e *Tanypus* foi coletado apenas em dezembro, mês que corresponde aos menores valores de profundidade.

1. Introdução

Ocupando cerca de 140.000 km² de toda a área da Bacia do Alto Paraguai (362.000 km²) (SILVA & ABDON, 1998), o Pantanal é considerado um sítio importante para a conservação das áreas alagáveis e da vida silvestre (MITTERMEIER *et al.*, 1990; ALHO, 2008). Uma de suas características mais marcantes é a ocorrência de um regime anual de cheia e vazante, provocado pelo transbordamento das águas de rios e lagos, pela precipitação direta e/ou pela água subterrânea, processo denominado “pulso de inundação” (JUNK *et al.*, 1989; JUNK & DA SILVA, 1999).

A flutuação do nível da água faz do Pantanal um ecossistema dinâmico (ALHO, 2008) provocando, inclusive, alterações nas características limnológicas dos habitats inundáveis e, por consequência, na diversidade e abundância das espécies (DA SILVA *et al.*, 2001).

Dada a baixa declividade, característica do Pantanal (VALERIANO & ABDON, 2007; ADÁMOLI, 1982), áreas adjacentes aos rios como lagoas marginais, sofrem alteração no seu nível de água, variando, ao longo do ciclo hidrológico, sua forma e área inundada e promovendo o deslocamento de suas margens em até centenas de metros. Desta forma, dependendo da fase hidrológica, podem ser encontrados bancos de areia na época de águas baixas ou exuberantes bancos de macrófitas quando em águas altas. ADÁMOLI (1982) lembra que anualmente, grandes áreas do Pantanal passam de biótipos terrestres para biótipos aquáticos. Ao se visitar o mesmo local em épocas diferentes do ano é comum encontrar paisagens completamente distintas, observando-se terra firme onde, meses atrás, existiam corpos de água com profundidade considerável.

Uma das consequências das subidas e descidas das águas é a ocorrência de um fenômeno natural, em função do comportamento do ciclo hidrológico anual, que modifica fortemente os parâmetros limnológicos, conhecido pela população local por

‘decoada’. Este processo caracteriza-se por apresentar água com coloração escura semelhante a chá preto, devido a compostos orgânicos dissolvidos provenientes da decomposição da matéria orgânica recém submersa, além da elevação dos valores de condutividade elétrica, alcalinidade e gás carbônico (acima de 20mg/L^{-1}); diminuição dos valores de oxigênio (com valores inferiores ou próximos a $1,0\text{mg/L}^{-1}$), de pH e dos de transparência por disco de Secchi (CALHEIROS & FERREIRA, 1997; ANDRADE & BRANDIMARTE, não publicado, vide Capítulo 1, p. 27). Considerado um fenômeno natural, acontece quando as águas de inundação decorrentes das chuvas nas cabeceiras dos rios da bacia pantaneira invadem os campos e áreas de planície, mantendo contato com a massa orgânica originada no período de seca do ano anterior.

O nível alcançado pela água em decorrência da quantidade de chuvas nas cabeceiras dos rios é um fator importante na determinação da expressividade do fenômeno, que pode agir como um fator regulador da estrutura e da dinâmica das comunidades aquáticas e deve ser estudado, principalmente, no que diz respeito às comunidades de peixes e de organismos que compõem sua dieta (CALHEIROS & FERREIRA, 1997). Na realidade, a ‘decoada’ um fenômeno que ainda precisa ser melhor investigado e que, de acordo com a sua grandeza, pode provocar a morte de centenas de toneladas de peixes pela deterioração da qualidade da água (RESENDE *et al.*, 1990), ocorrendo no início da enchente em toda a área de inundação dos grandes rios, principalmente no Paraguai e Cuiabá

Para os invertebrados aquáticos, muitos são os trabalhos que relacionam a composição de espécies e a estrutura das comunidades com a variação das condições físicas e químicas dos ambientes (PEREIRA & DE LUCA, 2003; TAKEDA, 1999) bem como as alterações sofridas pelas populações em detrimento das mudanças sazonais de ecossistemas (BROOKS, 2000; BEJARANO, 2005; JORCIN *et al.*, 2009).

Com relação aos invertebrados bentônicos, a família Chironomidae é uma das mais estudadas, quer pela sua ampla distribuição geográfica e abundância, quer pela capacidade de servir, por meio de alguns gêneros, como ferramenta de indicação de qualidade ambiental (STRIXINO & TRIVINHO-STRIXINO, 1998; SANSEVERINO & NESSIMIAN, 2008). No Pantanal, podemos registrar algumas referências de trabalhos desenvolvidos sobre a fauna de Chironomidae, relacionando-a a fatores ambientais, especialmente às implicações do pulso de inundação (ABURAYA & CALLIL, 2007; SERRANO *et al.*, 1998; CALHEIROS, 2003).

Neste trabalho objetivou-se estudar a composição e a distribuição da fauna de Chironomidae relacionando-as com as alterações limnológicas ao longo de um ciclo hidrológico (abril/2008 a fevereiro/2009), enfatizando a influência sazonal do fenômeno natural da ‘decoada’, em dois corpos de água marginais ao rio Paraguai, Pantanal do rio Paraguai, em Corumbá/MS.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A escolha das duas áreas de estudo, dois corpos de água adjacentes ao rio Paraguai (Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’) (Figura 1), ao longo de um ciclo hidrológico, baseou-se no fato de que, em maior ou menor grau, o fenômeno da ‘decoada’ é observado nesses corpos de água todos os anos, o que não acontece em todas as áreas do Pantanal, de maneira homogênea e com a mesma magnitude. Uma vez que a quantidade de chuvas nas cabeceiras dos rios e, conseqüentemente, o nível alcançado, a duração e a velocidade de subida das águas são fatores relevantes para determinar a expressividade do fenômeno, foi de fundamental importância consultar experientes pescadores locais e pesquisadores do ecossistema Pantanal a fim de definir os locais a serem estudados.

Figura 1. Áreas de estudo, localizadas por setas, com destaque para a planície de inundação e os canais de drenagem naturais, Corumbá/Brasil.

Objetivando a obtenção de informações mais robustas acerca da influência da ‘decoada’ sobre a taxocenose de Chironomidae, decidiu-se estudar dois ambientes, diferentes e não circunvizinhos, partes da mesma bacia hidrográfica.

Baía Tuiuiú

A Baía Tuiuiú é um meandro abandonado do rio Paraguai, principal rio do Pantanal. Localiza-se à montante da cidade de Corumbá, Mato Grosso do Sul e possui, aproximadamente, 6,5 km de extensão. Próxima à linha de fronteira entre o Brasil e a Bolívia (21k 0430268 / 7919547 UTM), possui forma circular e é caracterizada por ter, a Oeste, a vegetação ciliar bem preservada e, a Leste, extenso banco de macrófitas aquáticas. É um corpo de água que mantém sua conectividade com o Rio Paraguai, mesmo no período de águas baixas (Figura 2).

Figura 2. Banco de macrófitas na Baía Tuiuiú, Corumbá/MS (2008).

Com relação ao fluxo da água, a baía comporta-se como um ambiente semi-lótico, podendo, dependendo da fase hidrológica em que se encontra o sistema, ter a direção do fluxo de água alterado, ora no sentido do rio para a lagoa (enchente), ora o contrário (vazante).

‘Bracinho’

A denominação ‘Bracinho’, nome dado ao outro corpo de água estudado, denuncia a sua natureza: trata-se de um ‘braço’ do rio Paraguai que possui, aproximadamente, 29km de extensão (21k 0441337 / 7900517 UTM), sendo que em sua parte superior, mais estreita, ao norte da cidade de Corumbá, pode permanecer quase que inteiramente tomada por macrófitas aquáticas em boa parte do ano. Apresenta, quanto ao fluxo, características de ambiente lótico, particularmente nos períodos de vazante, sendo responsável pela saída de uma grande quantidade de água da planície de inundação situada à montante, através de canais de drenagem (Figura 3).

Figura 3. Planície de inundação ao norte do ‘Bracinho’, Corumbá/MS (2008).

2.2. Coleta de dados

Em cada um dos dois ambientes estudados foram estabelecidos, com o uso de balizas, pontos de referência junto aos quais foram anotadas as coordenadas geográficas por meio de um GPS (Garmin® GPS 12 Personal Navigator®).

O plano de coleta foi elaborado utilizando ferramentas de GIS. Em cada ambiente a ser estudado foi criada uma grade de 02 por 12 células quadradas de 70 metros de lado (Figura 4). A grade foi posicionada no centro do corpo de água para permitir e garantir a realização das coletas tanto nas estações de enchente/cheia quanto nas de vazante/seca. As margens foram excluídas, pois, a definição de margem no ecossistema Pantanal é complexa, uma vez que a sua posição varia muito de acordo com a flutuação do nível da água, ocorrendo em épocas diferentes do ano paisagens completamente distintas, observando-se terra firme onde, meses atrás, existia corpo de água com profundidade considerável.

Figura 4. Gradil com pontos de coleta, ‘Bracinho’, Corumbá/MS (2008).

O critério estabelecido para a escolha da posição exata do gradil foi a proximidade deste com canais de drenagem naturais da planície de inundação, uma vez que são eles os responsáveis por escoar a água dos campos inundáveis, por ocasião das cheias. Para a definição dos pontos, foi escolhida uma imagem de satélite (LANDSAT 7 órbita/ponto 227/73), cujo registro corresponde à fase de seca (junho/2007).

Em cada gradil, foram obtidas as coordenadas dos centróides das células que foram considerados possíveis pontos de coleta e, a partir daí, construída uma tabela para todos os pontos conhecidos, em UTM, garantindo-se uma distância mínima entre pontos maior que o erro do GPS.

A partir da concepção dos gradis, idênticos para cada ambiente, a cada coleta bimestral um sorteio de dez pontos amostrais foi realizado, do total dos vinte e quatro *quadrats* que compunham cada gradil, sendo que os pontos sorteados em cada coleta faziam parte, novamente, do universo amostral das demais coletas. Com o auxílio do GPS, localizava-se o quadrado sorteado e, desta forma, realizava-se a coleta.

2.3. Coleta de água e sedimento

A cada coleta, foram amostrados dez pontos, de cada um dos quais foram retiradas duas unidades amostrais: uma para análise sedimentológica, com o objetivo de determinar as frações de matéria orgânica, silte, areia e argila e outra para a análise da fauna bentônica. Utilizou-se, para tanto, um pegador tipo Petersen (modificado), com área de 0,0345 m².

Amostras de água foram recolhidas em garrafas de Van Dorn a meio metro acima da profundidade total e, *in situ*, foram tomadas as medidas de profundidade (m) (profundímetro Speedtech Instruments), pH, temperatura da água (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L⁻¹), por meio de potenciômetros portáteis YSI. No Laboratório de Limnologia da EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, foram determinados valores de matéria orgânica (%), frações granulométricas (%) e CO₂ livre (mg/L⁻¹) (Tabela 1).

Tabela 1. Metodologias e referências usadas para análises da água e sedimento nos ambientes ‘Bracinho’ e Baía Tuiuiú, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/Brasil.

Variável	Metodologia	Referência
CO ₂ Livre (mg/L ⁻¹)	Cálculo indireto (pH, temperatura e alcalinidade)	Kempe, 1982
Granulometria	Método da “pipeta”	EMBRAPA, 1997
Matéria orgânica	-	EMBRAPA, 2009

As coletas foram realizadas durante um ciclo hidrológico, nos meses de abril, junho, agosto, outubro e dezembro de 2008 e fevereiro de 2009, sempre no período matutino, entre 07h e 12h. O fenômeno da ‘decoada’, especificamente neste ciclo hidrológico, ocorreu no mês de abril/2008.

O sedimento destinado a análise da fauna bentônica foi fixado, em campo, com formalina a 4% e, posteriormente, selecionado em uma malha de abertura de 0,5mm (Figura 5).

Figura 5. Seleção de invertebrados bentônicos em malha de abertura de 0,5mm, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/Brasil.

O material retido, previamente corado com Rosa de Bengala, foi triado sob estereomicroscópio e os organismos permaneceram, até o momento da identificação, conservados em álcool a 70 % .

A identificação dos Chironomidae deu-se até o nível de gênero e, para tanto, foram utilizadas chaves dicotômicas específicas (EPLER, 1992; MERRIT & CUMMINS, 1996; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995).

Para o cálculo da densidade de Chironomidae (densidade absoluta), dividiu-se o total de espécimes de cada gênero pela área do amostrador ($0,0345 \text{ m}^2$). A fim de

avaliar se a riqueza encontrada, isto é, o número de gêneros encontrados por amostra é representativa, procedeu-se à estimativa de riqueza nas duas localidades estudadas e esta foi calculada pelo método de Bootstrap e Jackknife 2 (Estimate Swin 7.5.1.) (COLWELL, 2005). A equitabilidade foi expressa utilizando-se o índice de Pielou (J') e calculada pelo Programa Past (HAMMER *et al.*, 2001).

3. Resultados

Os valores dos níveis fluviométricos do rio Paraguai para o período estudado foram obtidos junto à Marinha do Brasil, em Ladário/MS e mostra que o pico de cheia ocorreu no mês de junho (5,15m) e o de seca, no mês de dezembro (1,0m) (Figura 6).

Figura 6. Variação sazonal do nível fluviométrico do rio Paraguai em Ladário/MS, de janeiro/2008 a abril/2009, com destaque para o período estudado.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores mínimos, máximos, médias e desvios padrões das variáveis analisadas, para o ‘Bracinho’ e Baía Tuiuiú, respectivamente. Nas amostras de água, o CO_2 livre apresentou elevados valores no período de águas altas (enchente/cheia) e baixos durante as águas baixas (vazante/seca), ao contrário dos valores de oxigênio dissolvido, muito menores durante o período de enchente.

No sedimento, as proporções de matéria orgânica e areia não apresentaram importantes alterações em suas quantidades, predominando, em todos os períodos, o substrato arenoso e baixos valores de matéria orgânica.

Tabela 2. Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo das variáveis sedimentológicas e limnológicas nos meses estudados, ‘Bracinho’ – Corumbá/MS.

VARIÁVEL	‘BRACINHO’					
	Abril 2008	Junho 2008	Agosto 2008	Outubro 2008	Dezembro 2008	Fevereiro 2009
Sedimento						
Matéria Orgânica (%)	0,96 ± 0,68 0,31-2,69	0,89 ± 0,42 0,41-1,83	1,06±0,49 0,26-1,98	0,85±0,47 0,41-2,05	1,28±1,03 0,28-3,06	1,50±0,87 0,38-2,82
Silte (%)	29,10 ±14,95 10,28-63,40	22,62 ±11,02 11,94-49,48	23,87±8,67 8,76-37,89	19,35±9,90 10,70-40,85	32,56±19,01 7,16-62,81	34,02±17,55 8,56-52,40
Areia (%)	61,60 ±20,36 14,85-87,15	71,89 ±14,69 35,62-86,04	62,58±13,93 38,19-70,45	74,24±14,52 39,50-85,81	57,00±26,07 12,93-89,39	48,41±26,81 19,27-86,69
Argila (%)	9,30 ±5,94 4,54-21,75	15,41 ±22,50 0,43-70,16	12,30±6,28 3,50-23,92	6,41±4,93 3,16-19,63	10,43±7,29 3,45-24,43	17,57±9,63 4,43-31,64
Água						
CO₂ (livre) (mg/L⁻¹)	39,70 ±6,14 31,93-48,35	129,27 ±23,08 77,21-152,38	155,07±52,05 115,21-284,22	2,48±0,64 1,72-3,96	1,03±0,74 0,37-2,71	3,48±0,25 3,12-3,88
O₂ (dissolvido) (mg/L⁻¹)	0,61 ±0,81 0,11-2,80	1,26 ±0,27 0,60-1,52	2,39±0,22 2,14-2,69	5,19±0,20 4,96-5,61	4,41±0,41 3,90-5,22	4,67±0,42 3,85-5,12
pH	6,39 ±0,23 5,98-6,70	5,54 ±0,09 5,47-5,76	5,73±0,27 5,28-6,01	7,29±0,08 7,11-7,38	7,51±0,30 7,11-7,98	6,96±0,08 6,87-7,10
Temperatura (°C)	26,01 ±0,13 25,74-26,15	21,01 ±0,10 20,87-21,20	25,77±0,17 25,40-25,93	28,15±0,33 27,50-28,70	28,04±0,49 27,03-28,88	29,26±0,36 28,50-29,70
Profundidade (m)	4,51 ± 1,13 3,10-6,50	6,17 ±1,29 4,30-8,20	5,06 ±1,17 3,10-6,60	1,47±1,03 0,60-4,10	1,80±1,26 0,40-3,40	2,19±1,13 0,60-3,60

Tabela 3. Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo das variáveis sedimentológicas e limnológicas nos meses estudados, Baía Tuiuiú – Corumbá/MS.

VARIÁVEL	BAÍA TUIUIÚ					
	Abril 2008	Junho 2008	Agosto 2008	Outubro 2008	Dezembro 2008	Fevereiro 2009
Sedimento						
Matéria Orgânica (%)	1,14±0,18 0,87-1,42	1,15±0,32 0,75-1,83	1,12±0,14 0,58-1,95	1,12±0,22 0,88-1,71	1,09±0,33 0,52-1,63	1,38±0,34 0,71-1,81
Silte (%)	21,32±12,27 12,10-45,05	14,71±5,05 9,14-23,39	13,15±6,74 3,42-27,90	34,63±8,48 11,52-41,54	10,58±5,33 4,01-18,26	13,78±5,89 5,04-28,36
Areia (%)	72,03±11,80 49,13-84,67	79,31±3,89 73,06-84,53	79,34±8,94 56,54-89,60	59,03±9,05 48,54-83,03	82,52±6,10 73,05-92,08	76,56±8,59 55,34-88,52
Argila (%)	6,67±1,38 4,61-8,97	5,77±2,32 0,41-8,11	7,42±3,50 3,61-15,56	5,83±1,62 4,07-9,92	6,90±2,41 3,32-11,94	9,66±2,95 6,44-16,30
Água						
CO₂ (livre) (mg/L⁻¹)	202,16±106,0 0 57,80-370,58	96,47±33,31 76,41-189,15	267,04±156,95 94,18-510,69	2,13±0,67 1,57-3,64	2,27±3,84 0,18-12,77	5,69±0,97 4,68-7,48
O₂ (dissolvido) (mg/L⁻¹)	0,19±0,10 0,07-0,37	2,13±0,10 1,99-2,29	0,69±0,27 0,36-1,10	4,98±0,21 4,63-5,22	4,53±0,45 3,80-5,04	4,40±0,18 4,09-4,60
pH	5,65±0,30 5,00-5,98	5,57±0,16 5,34-5,76	5,36±0,30 4,92-5,69	7,37±0,08 7,22-7,46	7,46±0,45 6,67-8,17	6,72±0,08 6,57-6,85
Temperatura (°C)	26,29±0,03 26,24-26,32	21,02±0,12 20,89-21,22	26,41±0,02 26,36-26,44	30,44±0,39 30,00-30,90	29,17±0,15 29,00-29,48	29,05±0,28 28,80-29,70
Profundidade (m)	3,97±0,30 3,60-4,50	5,00±0,39 4,50-5,60	3,99±0,44 3,70-5,20	1,72±0,22 1,40-2,10	1,14±0,20 0,90-1,50	1,74±0,36 1,30-2,50

A Tabela 4 apresenta os *taxa* encontrados e as respectivas densidades absolutas (indivíduos/m²) ao longo do período analisado.

Nenhum espécime de Chironomidae foi encontrado em ambos os ambientes, no período de ‘decoada’. Além disso, observou-se a ocorrência de *Cladopelma* apenas no mês de outubro, período correspondente à vazante. Espécimes do gênero foram coletados em todos os períodos, com exceção de abril (período da ‘decoada’) *Chironomus*, *Dicrotendipes* e *Polypedilum* foram os gêneros que ocorreram em agosto, período em que foi relatada, pelos pescadores e ribeirinhos locais, uma segunda ‘decoada’. *Tanypus* foi coletado apenas em dezembro, mês que corresponde aos menores valores do nível fluviométrico.

Tabela 4. *Taxa* e respectivas densidades absolutas (ind/m²), encontrados nos ambientes de planície de inundação do rio Paraguai, ‘Bracinho’ e Baía Tuiuiú, Corumbá/MS.

Táxon	Apr/08		Jun/08		Aug/08		Oct/08		Dec/08		Feb/09	
	Brac	Tuiú	Brac	Tuiú	Brac	Tuiú	Brac	Tuiú	Brac	Tuiú	Brac	Tuiú
CHIRONOMINAE												
CHIRONOMINI												
<i>Chironomus</i> sp. Meigen, 1803	-	-	26.1	17.4	-	3.4	8.7	3.4	3.4	3.4	14.5	3.4
<i>Cladopelma</i> sp. Kieffer, 1921	-	-	-	-	-	-	8.7	11.6	-	-	-	-
<i>Dicrotendipes</i> sp. Kieffer, 1913	-	-	-	3.4	-	3.4	-	-	-	-	-	-
<i>Harnischia</i> sp. Kieffer, 1921	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-	3.4	-
<i>Parachironomus</i> sp. Lenz, 1921	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-
<i>Pelomus</i> sp. Reiss, 1989	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-
<i>Polypedilum</i> sp. Kieffer, 1912	-	-	-	5.8	11.6	3.4	14.5	14.5	49.3	26.1	11.6	3.4
TANYTARSINI												
<i>Cladotanytarsus</i> sp. Kieffer, 1921	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-	3.4	-
<i>Nimbocera</i> sp. Reiss, 1972	-	-	20.3	-	-	-	8.7	-	-	-	-	-
<i>Paratanytarsus</i> sp. Thienemann & Bause, 1913	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	11.6	-
<i>Rheotanytarsus</i> sp. Thienemann & Bause in Bause, 1913	-	-	-	-	-	-	5.8	-	-	-	3.4	-
<i>Tanytarsus</i> sp. van der Wulp, 1874	-	-	-	-	-	-	5.8	3.4	-	3.4	-	-
TANYPODINAE												
PROCLADIINI												
<i>Procladius</i> sp. Skuse, 1889	-	-	-	5.8	-	-	-	-	-	3.4	-	-
TANYPODINI												
<i>Tanypus</i> sp. Meigen, 1803	-	-	-	-	-	-	-	3.4	8.7	-	-	-
PENTANEURINI												
<i>Ablabesmyia</i> sp. Johannsen, 1905	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	5.8	3.4
<i>Labrundinia</i> sp. Fittkau, 1962	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-
COELOTANYPODINI												
<i>Coelotanypus</i> sp. Kieffer, 1913	-	-	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	-

Os valores observados e estimados de riqueza total (Jackknife 2 e Bootstrap) para os gêneros de Chironomidae nos dois ambientes estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Índices de riqueza observada (Sobs), estimada (Jackknife 2 e Bootstrap) e os D.P. para os gêneros de Chironomidae, encontrados nos ambientes de planície de inundação do rio Paraguai, Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’, em Corumbá/MS, entre abril/2008 a fevereiro/2009.

	Sobs	Jackknife 2	Bootstrap
Baía Tuiuiú	13,0	21,84 ± 1,99	15,67 ± 0,63
‘Bracinho’	12,0	17,94 ± 1,52	14,39 ± 0,34

Através da Figura 7 pode-se observar a variação dos valores de riqueza e equitabilidade dos gêneros de Chironomidae, ao longo dos meses amostrados. Valores de riqueza foram nulos na fase de ‘decoada’. O máximo para valores de riqueza foi observado em outubro, momento em que as águas estão baixando. A equitabilidade apresentou valores relativamente altos em todas as coletas dos dois ambientes amostrados, com exceção, obviamente, da ‘decoada’ quando espécimes de Chironomidae não foram observados, e de agosto e dezembro no ‘Bracinho’, em função da ocorrência apenas de *Polypedilum* no primeiro caso e de sua dominância no segundo.

A Figura 8 relaciona a flutuação do nível da água do rio Paraguai ao longo do período e os gêneros que mais se destacaram, seja pela abundância ou pela presença particular nas diferentes fases do ciclo hidrológico.

Figura 7. Riqueza de espécies e equitabilidade dos gêneros de Chironomidae encontrados no 'Bracinho' e Baía Tuiuiú, de abril/2008 a fevereiro/2009, Pantanal, Corumbá/MS, Brasil.

Figura 8. Relação entre a flutuação do nível da água do rio Paraguai e os gêneros encontrados no 'Bracinho' e Baía Tuiuiú, de abril/2008 a fevereiro/2009, Pantanal, Corumbá/MS, Brasil.

4. Discussão

Os valores referentes à flutuação do nível fluviométrico do rio Paraguai não discordaram dos valores médios, já observados para a régua de Ladário/MS (GALDINO & CLARKE, 1995, 1997; GALDINO, 2001; BERGIER, 2009) nos cento e dez anos de observações registrados diariamente pela Marinha do Brasil (Ladário/MS). O pico de cheia acontece na região normalmente no trimestre maio-junho-julho, defasado das chuvas mais intensas, em decorrência da baixa declividade e, por conseguinte, lenta drenagem da massa de água oriunda da região norte do Pantanal, levando até seis meses para sair do território brasileiro (ADÁMOLI, 1986; GALDINO & CLARKE, 1995, 1997; GALDINO, 2001).

Um dos fatores decisivos para os baixíssimos valores de densidade de Chironomidae, de uma maneira geral, foi a metodologia definida para a coleta. Excluímos as margens, por motivos já expostos anteriormente e, certamente, esta decisão influenciou no número de indivíduos coletados. Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) afirmam que na margem do lago, da qual a zona litoral é parte, ocorre alta produtividade biológica, com elevada biomassa de organismos bentônicos como resultado da interação do sedimento com a água. Apesar de esta interação também ocorrer nas maiores profundidades, ela pode não ser tão ativa quanto na margem, já que nesta os processos biológicos, o metabolismo, a respiração e produtividade podem ser muito acelerados por causa do acúmulo de biomassa, matéria orgânica em decomposição e atividade bacteriana.

Ainda a baixa densidade pode ser reflexo de baixa oferta de recursos alimentares, uma vez que houve predomínio de substrato arenoso em todas as coletas e que o teor de matéria orgânica esteve sempre baixo (em torno de 1%). VOS *et al.* (2002) observam que a quantidade de alimento e tamanho das partículas do substrato interagem

para determinar a distribuição de larvas e a taxa de crescimento de Chironomidae, mas o nível alimentar parece ser o principal determinante na distribuição e crescimento.

Mesmo os valores de densidade de organismos tendo sido considerados relativamente baixos, de uma maneira geral quando comparados com outros trabalhos (BEE, 2008; MARQUES *et al.*, 1999; LIMA, 2002), inclusive os realizados em planície de inundação (ABURAYA & CALLIL, 2007; ROSIN & TAKEDA, 2007; TAKEDA *et al.*, 2003), no período de águas baixas (outubro/dezembro) observou-se um acréscimo, corroborando os resultados encontrados pelos mesmos autores. Uma das explicações pode estar no fato de que, na seca, o sedimento fica mais diversificado, ao contrário da época das águas altas, onde a velocidade da água é maior, podendo causar desestabilização e certa homogeneização do substrato (sedimento).

A estimativa de riqueza de espécies para os ambientes amostrados mostrou-se próxima da riqueza encontrada, sugerindo que as amostragens realizadas foram eficientes para caracterizar a composição de espécies (SÚAREZ, 2008). Os maiores valores de riqueza ocorreram em outubro, período de vazante, nos dois ambientes estudados, coincidindo com os maiores valores de oxigênio dissolvido e os menores de CO₂ Livre. Por outro lado, os menores valores de riqueza foram registrados em abril, mês de ocorrência da 'decoada' e momento das subidas das águas quando foram registrados valores críticos para os gases respiratórios: baixos para o oxigênio dissolvido e altos para o CO₂ dissolvido. FONSECA-GESSNER & GUERESCHI (2000) encontraram a mesma relação de diminuição da abundância no período de cheia. Alterações provocadas por enchentes podem ser fontes significativas de mortalidade de invertebrados, segundo FLECKER & FEIFAREK (1994).

De fato, o fenômeno em questão é limitante para muitas espécies animais, como peixes e moluscos bivalves (DA SILVA, 1984; OLIVEIRA, 2008; CALHEIROS *et al.*,

2000). Não se pode deixar de observar os valores de riqueza do mês de agosto, evidenciando que houve uma queda em relação à amostragem anterior, junho. Este fato parece estar associado a uma nova chegada de água descrita pelos pescadores locais como “água podre”. Mesmo não sendo tão expressivo quanto o de abril, este fenômeno pode ter resultado em queda de riqueza.

Para espécimes de Chironomidae, o efeito da ‘decoada’ foi avassalador, uma vez que em ambos os ambientes, 100% dos indivíduos coletados encontravam-se em adiantado estado de decomposição (Figura 9), o que demonstra que os referidos animais não suportaram as condições ambientais impostas pelo fenômeno, mesmo estando adaptados a suportar fortes alterações nas variáveis físicas e químicas da água (ROSIN & TAKEDA, 2007). Determinados gêneros apresentam adaptações que lhes permitem suportar condições de hipoxia e até de anóxia (HECKMAN, 1998; HAMBURGER *et al.*, 1994). No entanto, mesmo representantes de tais gêneros acabam não suportando as baixas tensões de oxigênio se estas condições persistirem por muitos dias, como ocorre na ‘decoada’. (ARMITAGE, 1995).

No caso de peixes, muito mais do que as baixas concentrações de O₂ dissolvido, os altos valores de CO₂ Livre podem ser a explicação para alta mortalidade, uma vez que causam interferência direta na capacidade da hemoglobina em carrear O₂ (SMART, 1981 *apud* CALHEIROS & FERREIRA, 1997). Talvez esta explicação pudesse ser válida para os Chironomidae portadores de hemoglobina, se os mecanismos pelos quais há carregamento de oxigênio forem similares nos dois grupos animais.

SANKARPERUMAL & PANDIAN (1992), estudando a abundância de larvas de *Chironomus cicundatus* em relação aos fatores bióticos e abióticos de uma lagoa e um canal com efluentes, observaram que a espécie em questão apresentou correlação positiva com concentração de oxigênio dissolvido e o conteúdo de matéria orgânica.

Também apresentou correlação negativa com o CO₂ livre. Todavia, os autores não discutem os resultados encontrados, reforçando a importância de maiores investigações a respeito da influência (direta ou indireta) deste gás sobre as populações de Chironomidae.

Como os trabalhos que tratam do impacto da ‘decoada’ sobre a fauna dizem respeito principalmente à ictiofauna (RESENDE *et al.*, 1990) e à malacofauna (OLIVEIRA, 2008), torna-se claro que estudos mais aprofundados devem ocorrer no que diz respeito a outras espécies, particularmente os Chironomidae.

Figura 9. Estado de conservação dos espécimes de Chironomidae coletados durante a fase hidrológica de enchente na ocorrência do fenômeno da ‘decoada’ (abril/08) na Baía Tuiuiú, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS, Brasil.

Polypedilum apareceu em todos os meses amostrados, com exceção de abril/2008 (‘decoada’), com as maiores densidades no período de águas baixas. Muitos autores relatam altas frequências deste gênero cosmopolita em variadas condições ambientais (DRAGO *et al.*, 2007; KIKUCHI & UIEDA, 2005; ROSIN & TAKEDA, 2007). De hábito alimentar generalista (ABURAYA, 2006), costuma estar associado a sedimentos arenosos (BARTON & SMITH, 1984 *apud* SILVA *et al.*, 2008).

O gênero *Cladopelma* esteve presente apenas em outubro, período de vazante. SILVA *et al.* (2008) encontraram algas como sendo o principal item alimentar deste gênero, apesar ser classificado como coletor por COFFMAN & FERRINGTON (1996). Neste mês registraram-se altos valores de oxigênio dissolvido e baixíssimos de CO₂, bem como valores relativamente altos de transparência e clorofila-a (ANDRADE & BRANDIMARTE, não publicado, vide Capítulo 1, p. 27), o que pode indicar aumento da produção primária e, portanto, maior disponibilidade de alimento para as larvas de *Cladopelma*.

Mesmo possuindo hemoglobina e, por isso, suportando baixas concentrações de oxigênio dissolvido (MORENO & CALLISTO, 2005), o gênero *Chironomus* não foi encontrado durante a fase de ‘decoada’, cabendo destacar que durante o mês de agosto, no qual fora registrada a presença da segunda massa de água deteriorada, este gênero esteve presente na Baía Tuiuiú, com um único espécime coletado. Considerado facultativo por RAE (1989), o gênero tem a capacidade de estabelecimento em águas limpas mas também em ambientes enriquecidos com baixa concentração de oxigênio. CORREIA (2004) registrou larvas de *Chironomus* em ambientes com taxa de oxigênio dissolvido perto de 0,0mg/L⁻¹. Pode-se supor que os altos valores de CO₂ registrados no período tenham alguma influência nestes resultados, juntamente com a duração da hipoxia, como discutido anteriormente.

Ainda sobre a “massa de água podre” (expressão utilizada pelos moradores locais) ocorrida em agosto/2008, além de *Chironomus* e *Polypedilum*, registrou-se a presença de *Dicrotendipes*. O gênero *Dicrotendipes* é generalista, pois em um trabalho realizado por MEDINA & PAGGI (2004), foi encontrado em todas as áreas amostradas e sobre distintos tipos de substratos. RAE (1989) encontrou *Dicrotendipes* associado com altos valores de nitrato e turbidez e outros autores (BECKETT & KEYES, 1983)

associam o gênero à poluição, inclusive em áreas contendo excessos de coliformes (SIMPSON & BODE, 1980). EPLER (1988) observa que as suas larvas podem se estabelecer em ambientes bem diversos, tanto lóticos como lênticos. Todavia, prevalece em ambientes lênticos, o que corrobora com os resultados encontrados, já que o citado gênero foi amostrado na Baía Tuiuiú, caracteristicamente um ambiente lêntico.

Observaram-se espécimes de *Tanypus* apenas no pico de seca, isto é, no mês de dezembro, quando o aumento nos valores de matéria orgânica e oxigênio dissolvido, além de baixos valores de CO₂ Livre, garantiram melhores condições ambientais. Apesar de serem classificados como predadores por alguns autores (NESSIMIAN & HENRIQUES-DE-OLIVEIRA, 2005), SILVA *et al.* (2008) encontraram detritos orgânicos no trato digestório de *Tanypus*. Além disso, ASHE *et al.* (1987) relata que este gênero costuma ser encontrado em águas mais quentes e lênticas e ambas as condições caracterizam o período de seca, isto é, dezembro é um dos meses mais quentes na região e as águas estão em uma condição lêntica nos corpos de água da área de inundação pelo nível mais baixo que o rio Paraguai apresenta.

Assim, através das oscilações nos parâmetros abióticos e biológicos, foi possível observar que o pulso de inundação e o fenômeno da ‘decoada’ são eventos importantes na estruturação da comunidade de Chironomidae, devendo estas interações ecológicas, por isso, serem melhor investigadas para auxiliar a gestão e conservações dos ecossistemas aquáticos pantaneiros.

5. Referências bibliográficas

ABURAYA, F. H. **Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) em um trecho do alto rio Paraguai em Cáceres, Mato Grosso, Brasil**, 2006. 48p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2006.

ABURAYA, F. H.; CALLIL, C. T. Variação temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) no Alto Rio Paraguai - Cáceres, Mato Grosso, Brasil, 2007. **Rev. Bras. Zool.** vol.24, no.3, p. 565-572.

ADÂMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito de complexo do Pantanal. **Anais...** Congresso nacional da Sociedade Botânica do Brasil, 1982. Teresina: Universidade Federal do Piauí. p.109-119.

ADÂMOLI, J. A dinâmica das inundações no Pantanal. **Anais...** Simpósio sobre Recursos Naturais e sócio-econômicos do Pantanal, 1984. Brasília: EMBRAPA-DDT (EMBRAPA-CPAP. Documentos 5), 1986. p.51-61.

ALHO, C. J. R. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. *Revista Brasileira de Biologia - Brazilian Journal of Biology*, vol.68. 2008. p. 957-966.

ARMITAGE, P.D.; CRANSTON, P.S.; PINDER, L.C.V. (eds.) **The Chironomidae: The Biology and Ecology of Non-Biting Midges**. Chapman & Hall, 1995.

ASHE, P.; MURRAY, D. A.; REISS, F.; The Zoogeographycal distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera). **Ann. Limnol.** 1987. vol.23. p.27-60.

BEÉ, M.E.T. **Ecologia de larvas de Chironomidae (diptera) no rio Irani, Santa Catarina, Brasil.** 2008. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó/SC.

BEJARANO, E. P. **Reporte sobre las comunidades macrobentonicas de los cuerpos de água de La zona sur Del área municipal protegida Parabanó, Santa Cruz, Bolívia,** 2005. **vol. 01, no.1, p.** 86-100.

BECKETT, D.C.; KEYES, J. L. A biological appraisal of water quality in the Ohio River using macroinvertebrate communities, with special emphasis on the Chironomidae. **Mem. Am. Entomol. Soc.** 1983. 34: 15-33.

BERGIER, I. Magnitude e Data do Nível Mínimo Anual do Rio Paraguai em Ladário com base no MODELAD. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** - ISSN 1981-7215; 85). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2009. 12p.

BROOKS, R.T. Annual and seasonal variation and the effects of hydroperiod on benthic macroinvertebrates of seasonal forest (“vernal”) ponds in central Massachusetts, USA. **Wetlands**, 2000. vol.20, no.4, p.707-715.

CALHEIROS, D. F.; FERREIRA, C. J. A. Alterações limnológicas no rio Paraguai (“Dequada”) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-grossense - MS. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** - ISSN 0102-2466X). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1997. 48p.

CALHEIROS, D. F.; SEIDL, A. F.; FERREIRA, C. J. A. Participatory research methods in environmental science: local and scientific knowledge of a limnological phenomenon in the Pantanal wetland Brazil. **Journal of Applied Ecology**, 2000. 37: 684-696.

CALHEIROS, D. F. **Influência do pulso de inundação na composição isotópica ($_{13}\text{C}$ and $_{15}\text{N}$) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal- MS).** Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2003.

COFFMAN, W. P.; FERRINGTON, L. C. Chironomidae. In: *An introduction to the aquatic insects of North America*. Editado por MERRIT, R.; CUMMINS, K. Dubuque: Kendall Hunt, 1996. 722 p.

COLWELL, R. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. **Storrs**: University of Connecticut, 2005.

CORREIA, L.C.S. **Contribuição para o conhecimento do gênero *Chironomus* Meigen, 1803 na Região Neotropical.** 2004. Tese (Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

DA SILVA, C. J. Nota prévia sobre o significado biológico dos termos usados no Pantanal Matogrossense I. **“Batume e Diquada”**. Universidade Federal de Mato Grosso - Cuiabá, 1984. no. 2, p.30-34.

DA SILVA, C. J.; WANTZEN, K.M.; NUNES DA CUNHA, C. E.; MACHADO, F. A. Biodiversity in the Pantanal Wetland, Brazil. In: **Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation**. Editado por GOPAL, B.; JUNK, W. J.; Davis, J.A. Backhuys Publisher, Leiden, 2001. p.187- 215.

DRAGO, I. E.; MARCHESE, M.; MONTALTO, L. Benthic Invertebrates. Editado por IRIONDI, M. H.; PAGGI, J.C.; PARMA, M. J. The Middle Parana River: Limnology of a Subtropical Wetland.Springer. **Verlag Berlin Heidelberg**, 2007. p.251-275.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

EPLER, J. H. Biosystematic of the Genus *Dicrotendipes* Kieffer, 1913 (Diptera: Chironomidae: Chironominae) of the world. **Mem. Amer. Ent. Soc.** 36: 1-214, 1988.

EPLER, J. H. **Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida**. Department of environmental Regulation, Tallahassee-Florida. Tallahassee, 1992. 317 p.

FLECKER, A.; FEIFAREK, B. Disturbance and the temporal variability of invertebrate assemblages in two Andean streams. **Freshwater Biology**, 31: 131-142, 1994.

FONSECA-GESSNER, A. A.; GUERESCHI, R. M. Macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade da água de três córregos na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP, Brasil. p.707-719. Editado por: SANTOS, J. E.; PIRES, S. R. **Estudos integrados em Ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí**. São Carlos, 2000. 720p.

GALDINO, S.; CLARKE, R. T. Levantamento e estatística descritiva dos níveis hidrométricos do rio Paraguai em Ladário, MS – Pantanal: período 1900-1994. (EMBRAPA-CPAP. **Documentos**, 14). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1995. 70p.

GALDINO, S.; CLARKE, R. T. Probabilidade de ocorrência de cheia no rio Paraguai, em Ladário, MS - Pantanal. (EMBRAPA-CPAP. **Circular Técnica**, 23). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1997. 58p.

GALDINO, S. Método probabilístico de previsão do nível mínimo no rio Paraguai, em Ladário, MS - Pantanal. (EMBRAPA-CPAP. **Circular Técnica**, 28). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2001. 42p.

HAMBURGER, K.; DALL, P.C.; LINDEGAARD, C. Energy metabolism of *Chironomus anthracinus* (Diptera: Chironomidae) from the profundal zone of Lake Esrom, Denmark, as a function of body size, temperature and oxygen concentration. **Hydrobiologia**. 294:43-45, 1994.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D.; Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**. vol.4, no. 1, 9p. 2001. Disponível em <<http://palaeo-electronica.org/20011/past/issue101.htm>>. Acesso em 12/08/2010.

HECKMAN, C. W. The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet-and-dry climatic zone: Aquatic invertebrate communities in the Pantanal of Mato Grosso, **Brazil. Rev.Hydrobiol**, 1998. vol.83, no.1, p. 31-63.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G.; BELMONT, R. Spatial and temporal distribution of the zoobenthos community during the filling up period of Porto Primavera Reservoir (Paraná River, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia - Brazilian Journal of Biology*, 2009. vol. 69, no.1, p.16-29.

JUNK, W. F.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Editado por: DODGE, D. P. *Proceedings of the Internacional Large River Symposium (LARS)*. **Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.**, 1989. v. 106, p. 110-127.

JUNK, W. F.; DA SILVA, C. J. O conceito de pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. **In:** 2 Simpósio sobre Recursos Naturais e Socio-econômicos do Pantanal – Manejo e Conservação, 1996. Corumbá: Embrapa Pantanal. 1999. p.117-128.

KEMPE, S. Long-term records of CO₂ pressure fluctuations in fresh waters. **SCOPE/UNEP. Sonderband**, 1992. vol.52, p.91-332.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo em um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil, 2005. **Entomol. Vect.**, vol.12, no 2, p. 193-231.

LIMA, J. B. **Impactos das Atividades Antrópicas sobre a Comunidade dos Macroinvertebrados Bentônicos do Rio Cuiabá no Perímetro Urbano das Cidades de Cuiabá e Várzea Grande - MT.** 2002. 194f. Tese (Doutorado Ecologia de Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP.

MARQUES, M.M.G.S.M.; BARBOSA, F.A.R; CALLISTO, M. Distribution and abundance of Chironomidae (Díptera) in a impacted watershed in south-east Brazil. **Rev. Bras. Biologia**, 59, 4:553-561, 1999.

MEDINA, A.I.; PAGGI, A.C. Composición y abundancia de Chironomidae (Diptera) en un río serrano de zona semiárida (San Luis, Argentina). **Rev. Soc. Entomol. Argent.** 2004, vol.63, n.3-4, pp. 107-118.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America.** 3^o edition. Dubuque, Kendall/Hunt, 1996. 862 p.

MITTERMEIER, R. A.; CÂMARA, I. G., PÁDUA, M. T. J. & BLANCK, J. Conservation in the Pantanal of Brazil. **Oryx**, 1990. vol. 24, p.103-112.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Indicadores ecológicos: a vida na lama. **Ciência Hoje**, 2005. vol. 36, p. 68-71.

NESSIMIAN, J. L.; HENRIQUES-DE-OLIVEIRA, A. L. Colonização do “litter” de *Eleocharis sellowiana* kunth. (Cyperaceae) por larvas de Chironomidae (Diptera) em um brejo no litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Entomología y Vectores**, 2005. vol.12, no.2, p.159-172.

NOBREGA, J. A. M.; ALBERICI, A. A. A flow injection spectrophotometric determination of ammonium in natural waters. **J. Chem. Educ**, 1991. vol.68, p.966-972.

OLIVEIRA, M. D. **Fatores reguladores e distribuição potencial do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei* Dunker 1857) na bacia do Alto rio Paraguai e outros rios brasileiros.** 93p. Tese (Doutorado em Ecologia, conservação e manejo da vida silvestre). Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2009.

PEREIRA, D.; DE LUCA, S. J. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta limnologica Brasiliensia**, 2003. vol. 15, p. 57-68.

RAE, J.G. 1989. Chironomid midges as indicators of organic pollution in the Scioto River Basin. **Ohio J. Sci.** 89:5-9, 1989.

RESENDE, E. K. et al. Alterações na qualidade da água durante a mortandade de peixes no rio Paraguai, Pantanal Matogrossense. In: **3º Congresso Brasileiro de Limnologia**. Porto Alegre/RS. 1990. p.183.

ROSIN, G. C.; TAKEDA, A. M. Larvas de Chironomidae (Diptera) da planície de inundação do alto rio Paraná: distribuição e composição em diferentes ambientes e períodos hidrológicos. **Acta Sci. Biol. Sci.**. 2007. v. 29, no. 1, p. 57-63.

SANKARPERUMAL, G. & PANDIAN, T.J. Larval abundance of *Chironomus cicundatus* in relation to biotic and abiotic factors. **Hydrobiologia**, vol. 246, p. 205-212. 1992.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósitos de folhiço submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil). **Revista Brasileira de Entomologia**, vol. 52, 2008. no. 1, p.95-104.

SERRANO, M. A. S.; SEVERI, W.; TOLEDO, V. J. S. Comunidades de Chironomidae (Diptera) e outros macroinvertebrados em um rio tropical de planície – rio Bento Gomes/MT. Editado por: NESSIMIAN, J. L. e CARVALHO, A. L. Ecologia de Insetos Aquáticos. **Séries Oecologia Brasiliensis**, vol. 5, 1998. PPGE-RJ, Brasil.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 1998. vol. 33, p.1703-1711.

SILVA, F. L. S. et al. Composição e diversidade de Imaturos de Chironomidae (Insecta, Diptera) no Ribeirão dos Peixes, Dois Córregos, SP. **Revista Brasileira de Biociências**, 2006. v. 6, n. 4, p. 341-346.

SIMPSON, K. W.; BODE, R. W. Common larvae of Chironomidae (Diptera) from New York state streams and rivers with particular reference to the fauna of artificial substrates, 1980. **Bulletin** No. 439 of the New York State Museum, Albânia.

STRIXINO, G.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Povoamentos de Chironomidae em lagos artificiais. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L (Eds.). Ecologia de insetos aquáticos. **Serie Oecologia Brasiliensis**, vol. 5. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. P.141-154.

SUAREZ, Y. R.; Variação espacial e temporal na diversidade e composição de espécies de peixes em riachos da bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná. **Biota Neotrop**. 2008. vol.8, no.3, p. 197-204.

TAKEDA, A. M. Oligochaete community of upper Paraná River floodplain, Brazil: spatial and temporal distribution (1997-1988). **Hydrobiologia**, 1999. vol. 412, p.35-42.

TAKEDA, A. M. et al. **A influência do decréscimo do nível fluvionétrico na comunidade de Chironomidae da planície aluvial do rio Paraná**. Nupélia, Maringá, 2003. p. 97-100.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Larvas de Chironomidae do Estado de São Paulo. **Guia de identificação e diagnose dos gêneros**. São Carlos: PPG-ERN/UFSCAR, 1995. 229p.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 631p.

VALERIANO, M. M.; ABDON, M. M. Aplicação de dados SRTM a estudos do pantanal SRTM, data Applied to Pantanal Studies. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Coordenadoria da Observação Terrestre/Divisão de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Cartografia**, 2007. vol. 59, no.01, p. 63-71.

VOS, J. H.; THEUNISSEN, M.; POSTMA, J.F.; VAN DEN ENDE, F.P. Particle size effect on preferential settlement and growth rate of detritivorous chironomid larvae as influenced by food level. **Arch. Hydrobiol. Stuttgart**, 2002. v. 154, p.103-119.

Capítulo 3

Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em dois ambientes de inundação, Pantanal do rio Paraguai, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Abstract

According the ecological importance of Oligochaeta fauna as bioindicators and the lack of scientific production in this respect, this work aimed to understanding the composition of this taxonomic group in two environments of flooding adjacent to the Paraguay River (Bay Tuiuiú and 'Bracinho'), Pantanal of the Paraguay River / MS, with emphasis on the phenomenon of 'decoada', a phenomenon that occurs in the lowlands of the Pantanal causes major changes in limnological parameters. The sediment for the analysis of the fauna was fixed with 4% formalin and later washed in a mesh of 0.5 mm. The retained material was sorted carefully under a stereomicroscope and the organisms preserved in 70% alcohol. Blades a basis of provisional lactophenol were made and individuals identified to the genus level. The immature forms were more numerous and *Aulodrilus* and *Pristina* were the most expressive. The 'decoada' was a drastic event for the community of Oligochaeta and, having an important effect on the community structure, needs further investigation.

Resumo

Em função da importância ecológica da fauna de Oligochaeta como bioindicadora e pela escassez de produção científica a esse respeito, este trabalho teve como objetivo o conhecimento da composição deste grupo taxonômico em dois ambientes de inundação adjacentes ao rio Paraguai (Baía Tuiuiú e 'Bracinho'), Pantanal do rio Paraguai/MS, com ênfase na 'decoada', um fenômeno que ocorre na planície pantaneira e que provoca alterações importantes nos parâmetros limnológicos. O sedimento destinado à análise da fauna foi fixado com formalina a 4% e, posteriormente, lavado em uma malha de abertura de 0,5mm. O material retido foi triado cuidadosamente sob estereomicroscópio e os organismos, conservados em álcool a 70 %. Lâminas provisórias à base de lactofenol foram confeccionadas e os indivíduos identificados até o nível de gênero. As formas imaturas foram mais numerosas e *Aulodrilus* e *Pristina* foram os gêneros mais expressivos. A 'decoada' foi um evento drástico para a comunidade de Oligochaeta e, tendo um efeito importante sobre a estrutura das comunidades, precisam ser melhor investigadas.

1. Introdução

Em se tratando de Oligochaeta de água doce, ainda há muita carência de estudos em todos os aspectos, sobretudo o ecológico (ALVES & STRIXINO, 2000; ALVES *et al.*, 2006; GORNI & ALVES, 2008). Muitos autores apontam a complexidade na identificação como um dos fatores determinantes para o incompleto conhecimento desse grupo (VERDOSCHOT *et al.*, 1982; PERALTA *et al.*, 2002; ROCHA, 2003; ALVES *et al.*, 2008).

Por ser um importante componente da fauna de invertebrados bentônicos em muitos ambientes, torna-se indiscutível a importância do conhecimento da taxocenose de Oligochaeta na compreensão da qualidade e do funcionamento dos ambientes aquáticos, uma vez que se trata de um grupo bioindicador e, portanto, de grande valor para a compreensão das inter-relações do meio com a biota. Oligochaeta está entre os principais grupos utilizados em estudos das condições ecológicas de ambiente de água doce (SLEPUKHINA, 1984 *apud* LOT *et al.*, 2006) por várias razões, dentre as quais se destacam a baixa mobilidade e alta dependência do sedimento, sinalizando alterações no ambiente, quaisquer que sejam. Além disso, muitas espécies de Oligochaeta suportam condições críticas de depleção de oxigênio dissolvido, podendo ser encontrados em ambientes com poluição orgânica (FAGUNDES & SHIMIZU, 1997; KÖNIG *et al.*, 2008), sendo utilizadas como indicadores biológicos do estado trófico dos corpos de água (SURIANI *et al.*, 2007).

Ainda, os Oligochaeta têm, notadamente, importância nos processos de ciclagem de nutrientes (ESTEVES, 1988; LOSTESTE & MARCHESE, 1994; MEDEIROS & HADEL, 1998), o que os tornam elo importante das cadeias alimentares dos ecossistemas aquáticos (ALVES *et al.*, 2008; MARCHESE, 2008).

No Brasil, destaca-se o forte crescimento do interesse pela fauna de Oligochaeta nas últimas duas décadas, havendo tanto trabalhos nos quais são o objeto principal de estudo como aqueles nos quais são tratados como componentes da fauna bentônica, podendo-se citar os desenvolvidos por BRANDIMARTE & SHIMIZU (1996), TAKEDA *et al.* (1997), TAKEDA (1999), MONTANHOLI-MARTINS & TAKEDA (1999), CALLISTO (2004), PAMPLIN *et al.* (2005), GORNI & ALVES (2008).

Vários trabalhos envolvendo Oligochaeta já foram desenvolvidos na planície pantaneira (PEREIRA, 1997; BUTAKKA, 1999; ARAÚJO, 2000; LIMA, 2002; POI DE NEIFF, 2003; AMORIM, 2004; TAMBELINI-SANTOS, 2009), mas muito ainda precisa ser investigado, sobretudo porque não há registros da influência da ‘decoada’ sobre as populações.

A ‘decoada’ é um fenômeno natural de deterioração da água (CALHEIROS & FERREIRA, 1997) que acontece todos os anos, principalmente no início da fase hidrológica de enchente, quando as águas de inundação decorrentes das chuvas nas cabeceiras dos rios da bacia pantaneira invadem os campos e áreas de planície, entrando em contato com a massa orgânica terrestre originária no período de seca do ano anterior.

Nesta situação, observa-se a depleção de oxigênio (com valores inferiores ou próximos a $1,0\text{mg/l}^{-1}$) resultante do processo de oxidação da matéria orgânica bem como alterações em outros parâmetros limnológicos, físicos e/ou químicos, como a elevação dos valores de gás carbônico livre, condutividade elétrica e alcalinidade; pequena diminuição dos valores de pH e dos de transparência por disco de Secchi (CALHEIROS & FERREIRA, 1997).

Sabendo-se da valiosa contribuição da fauna de Oligochaeta como bioindicadora, objetivou-se, neste trabalho, conhecer a composição deste grupo taxonômico em dois ambientes de inundação adjacentes ao rio Paraguai (Baía Tuiuiú e

‘Bracinho’), Pantanal do rio Paraguai/MS, considerando as suas relações com fatores abióticos, no intuito de contribuir para o entendimento do fenômeno da ‘decoada’ bem como subsidiar posteriores trabalhos e ações relacionados à gestão da planície pantaneira, visando sua conservação.

2. Material e Métodos

A caracterização dos ambientes estudados (Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’), a variação do nível fluviométrico (rio Paraguai) ao longo do período investigado, bem como os procedimentos relacionados à amostragem das variáveis abióticas e da fauna bentônica estão detalhadamente explicados em ANDRADE & BRANDIMARTE (não publicado; vide capítulos 1 e 2, p. 23 e 24, respectivamente).

O sedimento destinado à análise da fauna foi fixado em recipientes plásticos (sacos) de 3.000ml, em campo, com formalina a 4% e, posteriormente, lavado em uma malha de abertura de 0,5mm. O material retido, previamente corado com Rosa de Bengala, foi triado cuidadosamente sob estereomicroscópio e os organismos permaneceram, até o momento da identificação, conservados em álcool a 70 %. A seguir, foram confeccionadas as lâminas provisórias à base de lactofenol de Amman (BRINKHURST & MARCHESE, 1991) (Figura 1) e os indivíduos, diafanizados, foram identificados até o nível de gênero, quando possível.

Critérios taxonômicos adotados por BRINKHURST (1971), RIGHI (1984), BRINKHURST & MARCHESE (1989), MILIGAN (1997) foram utilizados para a identificação dos indivíduos.

A densidade numérica (ind/m²) foi obtida através da fórmula:

$$D = \frac{A1 + A2 + A3 + \dots + A10}{0,0345 \times 10}$$

Onde:

D = densidade numérica;

$A1 + A2 + A3 + \dots + A10$ = amostra 1 + amostra 2 + amostra 3 + ... + amostra 10;

$0,0345 \times 10$ = área do pegador (m^2) multiplicada pelo número de amostras ($n = 10$) de cada local.

Figura 1. Confeção de lâminas provisórias contendo indivíduos de *Oligochaeta* coletados nos ambientes estudados, Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’, Pantanal do rio Paraguai/MS.

Realizou-se uma Análise Multivariada de Componentes Principais (ACP) com o conjunto de variáveis ambientais e os gêneros encontrados de *Oligochaeta*, utilizando-se a distância Euclidiana (SYSTAT versão 10.2) (SPSS, INC. 2000). A Análise de Componentes Principais foi aplicada com a matriz de correlação de 16 variáveis: oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água, profundidade, disco de Secchi, pH, matéria orgânica, areia total, silte, argila, CO_2 (livre), alcalinidade total, clorofila a, nitrogênio total, fósforo total e material em suspensão total (MST). Como coeficiente de confiabilidade, foi aplicado o Teste α Cronbach's (SPSS, INC. 2000).

Utilizou-se a análise de variância não paramétrica de Kruskal-Wallis (ANOVA) para avaliar variações na densidade dos organismos entre os ambientes estudados, considerando $\alpha = 0,1\%$ como nível de significância. Os testes foram feitos por meio do programa BIOSTAT (versão 5.0) (AYRES *et al.*, 2005).

Com o objetivo de verificar se a riqueza encontrada (número de gêneros encontrados por amostra) é representativa da real, procedeu-se à estimativa de riqueza nas duas localidades estudadas. O cálculo foi feito pelo método de Bootstrap e Jackknife 2 (Estimate Swin 7.5.1.) (COLWELL, 2005).

3. Resultados

Na figura 2, pode-se observar a variação do nível fluviométrico do rio Paraguai, de acordo com a régua de Ladário/MS, durante o período estudado. O mês de junho/2008 registrou o maior nível fluviométrico, ultrapassando 5m, e, em contraste, dezembro/2008 registrou o menor valor.

Figura 2. Variação sazonal do nível fluviométrico do rio Paraguai em Ladário/MS, Brasil, de janeiro/2008 a abril/2009, com destaque (em preto) para o período estudado. As barras verticais correspondem à amplitude de variação no mês indicado.

A tabela 1 apresenta os *taxa* e respectivas densidades absolutas (ind/m²) de *Oligochaeta*, encontrados nos ambientes de planície de inundação do rio Paraguai, Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’, Corumbá/MS, de abril/2008 a fevereiro/2009. As formas juvenis (imaturas) foram maioria absoluta e *Aulodrilus* e *Pristina* foram os gêneros mais expressivos em termos de densidade e frequência.

Tabela 1. Taxa e respectivas densidades absolutas (ind/m²) de *Oligochaeta*, ‘Bracinho’ e Baía Tuiuiú, planície de inundação do rio Paraguai, Corumbá/MS.

Táxon	Abr/08		Jun/08		Ago/08		Out/08		Dez/08		Fev/09	
	Brac	Tuiiu	Brac	Tuiiu	Brac	Tuiiu	Brac	Tuiiu	Brac	Tuiiu	Brac	Tuiiu
Naidiae (Tubificidae)												
Juvenil	-	-	310,1	504,3	365,2	313,0	756,5	388,4	339,1	214,5	237,7	78,2
<i>Aulodrilus</i> sp. Bretscher, 1899	-	-	26,1	78,2	8,7	20,3	127,5	20,3	43,5	26,1	20,3	14,5
<i>Paranadrilus</i> sp. Gavrilov, 1955	-	-	5,8	2,9	-	-	34,8	-	20,3	11,6	-	-
Naididae												
<i>Pristina</i> sp. Ehrenberg, 1828	-	-	-	11,6	17,4	17,4	133,3	89,8	20,3	29,0	-	-
<i>Bratislavia</i> sp. Kosel, 1976	-	-	-	-	8,7	2,9	-	5,8	5,8	-	-	-
<i>Dero</i> sp. Oken, 1815	-	-	-	-	17,4	-	95,6	23,2	2,9	5,8	-	-
<i>Nais</i> sp. Müller, 1773	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9	2,9	-	-

Nas tabelas 2 e 3, que serão apresentadas a seguir, foram utilizadas letras (maiúsculas e minúsculas) a fim de facilitar a compreensão dos resultados dos testes estatísticos aplicados para comparação das médias. As letras maiúsculas são lidas horizontalmente (linhas), enquanto que as minúsculas, verticalmente (colunas). Letras iguais entre si significam a ausência de diferenças significativas entre os valores correspondentes.

Valores das densidades médias e respectivos desvios-padrão das subfamílias de *Oligochaeta* encontradas nos ambientes investigados, ao longo de um ano, bimestralmente, são apresentados na tabela 2, incluindo-se as formas juvenis, não

identificadas em nível de gênero pelo fato de não apresentarem aparelho reprodutor maduro.

Tabela 2. Valores das densidades médias e respectivos desvios-padrão das subfamílias de Oligochaeta coletados na Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’, Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS.

Local		Famílias	
		Naidiae (Tubificidae)	Naididae
Baía Tuiuiú	abr/08	–	–
	jun/08	6,73 ^{Aa} ± 9,30 (30)	0,10 ^{Bab} ± 0,38 (40)
	ago/08	3,83 ^{Aab} ± 7,10 (30)	0,18 ^{Bab} ± 0,55 (40)
	out/08	4,70 ^{Aab} ± 7,93 (30)	1,03 ^{Ba} ± 2,57 (40)
	dez/08	2,90 ^{Aab} ± 4,81 (30)	0,33 ^{Ba} ± 0,86 (40)
	fev/09	1,07 ^{Ab} ± 2,02 (30)	0,18 ^{Bb} ± 1,11 (40)
	Subtotal	3,21 ^A ± 6,47 (180)	0,30 ^B ± 126 (240)
‘Bracinho’	abr/08	–	–
	jun/08	3,93 ^a ± 7,57 (30)	–
	ago/08	4,30 ^{Aa} ± 11,28 (30)	0,40 ^{Bac} ± 1,39 (40)
	out/08	10,57 ^{Ab} ± 16,33 (30)	1,98 ^{Bb} ± 3,97 (40)
	dez/08	4,63 ^{Aa} ± 9,18 (30)	0,28 ^{Ba} ± 0,68 (40)
	fev/09	2,97 ^{Aa} ± 4,48 (30)	0,06 ^{Bc} ± 0,35 (39)
	Subtotal	4,40 ^A ± 10,00 (180)	0,45 ^B ± 1,87 (238)
Total	–	3,80^A ± 8,43 (360)	0,38^B ± 1,59 (478)

A tabela 3 reúne os valores das médias e desvios-padrão na avaliação do número de gêneros de Oligochaeta na Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’, Pantanal do rio Paraguai/MS, de abr/ 2008 a fev/2009, excluindo-se as formas imaturas, pela impossibilidade de identificação. Em abril, mês de ocorrência da ‘decoada’, não foi coletado nenhum espécime de Oligochaeta, em ambos os ambientes, e o mês de fevereiro apresentou menor riqueza quando comparado aos outros meses. O mês de dezembro/2008, correspondente ao mês de seca (menores valores de profundidade) foi o responsável pelo maior valor de riqueza.

Tabela 3. Médias e desvios-padrão na avaliação do número de gêneros de Oligochaeta na Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’, Pantanal do rio Paraguai/MS, de abr/ 2008 a fev/2009.

Local		Famílias					
		Naidiae (Tubificidae) ^A		Naididae ^B			
		<i>Aulodrilus</i> sp.	<i>Paranadrilus</i> sp.	<i>Pristina</i> sp.	<i>Bratislavia</i> sp.	<i>Dero</i> sp.	<i>Nais</i> sp.
Baía Tuiuiú	abr/08	–	–	–	–	–	–
	jun/08	2,7 ^{Aa} ± 3,6	0,1 ^{Ba} ± 0,3	0,4 ^{ABa} ± 0,7	–	–	–
	ago/08	0,7 ^{Aa} ± 1,6	–	0,6 ^{Aa} ± 1,0	0,1 ^{Ba} ± 0,3	–	–
	out/08	0,7 ^{ABa} ± 1,2	–	3,1 ^{Aa} ± 4,1	0,2 ^{Ba} ± 0,6	0,8 ^{ABa} ± 2,2	–
	dez/08	0,9 ^{Aa} ± 2,2	0,4 ^{ACa} ± 0,7	1,0 ^{Aa} ± 1,4	–	0,2 ^{Ba} ± 0,6	0,1 ^{BC} ± 0,3
	fev/09	0,5 ^{Aa} ± 1,3	–	–	–	0,1 ^{Aa} ± 0,3	–
		1,1 ^{AB} ± 2,2	0,25 ^{AB} ± 0,55	1,28 ^A ± 2,4	0,15 ^B ± 0,5	0,6 ^B ± 1,8	0,1 ^B ± 0,3
‘Bracinho’	abr/08	–	–	–	–	–	–
	jun/08	0,9 ^{Aa} ± 0,9	0,2 ^{Ba} ± 0,6	–	–	–	–
	ago/08	0,3 ^{Ba} ± 0,7	–	0,6 ^{Aa} ± 1,9	0,3 ^{Ba} ± 0,9	0,7 ^{Aa} ± 1,9	–
	out/08	4,4 ^{Ab} ± 7,0	1,2 ^{Ba} ± 1,7	4,6 ^{Ab} ± 5,2	–	3,3 ^{Ab} ± 4,8	–
	dez/08	1,5 ^{Aa} ± 3,1	0,7 ^{Ba} ± 1,5	0,7 ^{Ba} ± 1,1	0,2 ^{Ba} ± 0,6	0,1 ^{Ba} ± 0,3	0,1 ^B ± 0,3
	fev/09	–	–	–	–	–	–
		1,6 ^A ± 3,6	0,7 ^{AB} ± 1,4	2,0 ^{AC} ± 3,6	0,2 ^B ± 0,8	1,4 ^{AB} ± 3,2	0,1 ^{BC} ± 0,3
Total	–	1,33^{AB} ± 3,02	0,52^{AC} ± 1,13	1,57^B ± 3,00	0,2^C ± 0,6	1,0^{AC} ± 2,6	0,1^C ± 0,3

Os valores observados e estimados de riqueza total (Jackknife 2 e Bootstrap) para os gêneros de Oligochaeta nos dois ambientes estão apresentados na tabela 4. Observa-se que os valores de riqueza observada e estimada são bastante próximos, sendo, portanto, consideradas satisfatórias as amostragens realizadas.

Tabela 4. Índices de riqueza observada (Sobs), estimada (Jackknife 2 e Bootstrap) e os D.P. para os gêneros de Oligochaeta, encontrados nos ambientes de planície de inundação do rio Paraguai, Baía Tuiuiú e ‘Bracinho’, em Corumbá/MS, entre abril/2008 a fevereiro/2009.

	Sobs	Jackknife 2	Bootstrap
Baía Tuiuiú	6,0	6,0 ± 1	7,0 ± 1
‘Bracinho’	6,0	7,0 ± 1	6,0

Com relação à análise multivariada de componentes principais (PCA), que relacionou os gêneros de Oligochaeta encontrados com as variáveis abióticas analisadas (Figura 3), percebe-se a formação de dois grupos bem definidos com relação ao eixo 1: um, à direita, que associa positivamente os gêneros *Dero* e *Nais*, encontrados em ambos os ambientes investigados, com as variáveis nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido, temperatura da água e condutividade elétrica e outro, à esquerda, que associa, negativamente, os gêneros *Paranadrilus*, *Pristina* e *Bratislavia*, também em ambos os ambientes, com a profundidade, a alcalinidade, a transparência da água e o teor de CO₂ livre. O eixo 2 separou os dois ambientes de amostragem, sendo que a metade inferior corresponde à Baía Tuiuiú e a metade superior, ao 'Bracinho'. Assim, define a interação dos gêneros com os parâmetros físicos e químicos, considerando-se, para tanto, os dois ambientes. A porcentagem de explicação no eixo 1 foi de 52,64, enquanto no eixo 2, de 22,60%, obtendo-se um total de 75,24%.

Figura 3. Análise de Componentes Principais (ACP) relacionando os parâmetros limnológicos com os gêneros de Oligochaeta encontrados na Baía Tuiuiú e 'Bracinho', Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS, de abril/2008 a fevereiro/2009.

4. Discussão

De maneira geral, pode-se afirmar que, em comparação com inúmeros trabalhos desenvolvidos com Oligochaeta, foram poucas as famílias encontradas, além de terem sido numericamente pouco representadas. Apenas Naidiae (Tubificidae) e Naididae fizeram-se presentes. Apesar disso, alguns autores colocam essas duas famílias em posição de destaque: MILLIGAN (1997) observou que são numerosas na maioria nos ecossistemas aquáticos da Flórida (EUA); BRANDIMARTE (1997) registrou aumento

das citadas famílias na fase de pré-enchimento do reservatório de aproveitamento múltiplo do rio Mogi-Guaçu associando tal aumento com a maior disponibilidade de alimento em períodos de baixa vazão do rio.

Alguns fatores podem ter sido determinantes para os resultados encontrados como, por exemplo, o fato de as margens dos ambientes aquáticos estudados terem sido excluídas das amostragens em função do desenho amostral escolhido (ANDRADE & BRANDIMARTE não publicado; vide capítulo 2, p. 52). CÓ (1994) destaca a preferência dos Oligochaeta pela região litoral, com presença de macrófitas, o que proporciona proteção contra as correntes e ESTEVES (1998) observa que maior diversidade de nichos ecológicos é apresentada na região litorânea dos ecossistemas aquáticos, o que propicia altos valores de riqueza e diversidade de espécies. Além disso, apesar de viverem em todos os tipos de habitats de água doce, são mais abundantes onde a água é rasa, podendo esses ambientes rasos serem representados pela margem, embora muitas famílias tenham representantes em lagos profundos (RUPPERT & BARNES, 1996).

A forte oscilação nos parâmetros limnológicos ao longo do período estudado (ANDRADE & BRANDIMARTE não publicado; vide capítulo 1, p. 29 e 30), por ocasião dos períodos de cheia e seca no Pantanal, também pode ter influenciado na baixa representatividade das famílias. THIENEMANN (s/d *apud* BICUDO, 1995) afirma que o número de espécies tende a ser pequeno em condições que oscilam. Para o mesmo autor, as flutuações periódicas podem ser um elemento de intervenção nos resultados no sentido de que uma amostra obtida num dado momento pode conter poucas espécies favorecidas pelas condições naquele instante.

Ao contrário do que inúmeros de trabalhos relatam (BRINKHURST & MARCHESE, 1991; AMORIM, 2004; FUJITA, 2005), a família Naidiae, até

recentemente denominada Tubificidae, apresentou-se, neste trabalho, mais expressiva do que a família Naididae. Segundo BRINKHURST & MARCHESI (1989), os Tubificidae podem ser encontrados em grandes quantidades em situações de poluição orgânica, apesar da presença de Naididae e, para corroborar com esta afirmação, HYNES (1963) considera que em águas poluídas a família Tubificidae predomina.

Além disso, esta família é, muitas vezes, favorecida por ambientes lânticos, devido a pouca turbulência do sedimento (MARCHESI, 2008). Observando-se os resultados obtidos, constata-se que os ambientes estudados, apesar de não serem lânticos, não apresentaram altos valores de matéria orgânica, predominando o tipo de substrato arenoso (ANDRADE & BRANDIMARTE não publicado; vide capítulo 1, p. 29 e 30).

Um resultado interessante diz respeito à maior abundância de Oligochaeta no período de águas baixas (mas que na sub-região estudada, Pantanal do rio Paraguai, corresponde ao período chuvoso). Nesta situação, observaram-se os menores valores de CO₂ livre e valores de oxigênio dissolvido considerados bons, se comparados com o período de enchente/cheia, o que pode ter favorecido a instalação do grupo neste período.

O fenômeno da ‘decoada’, caracterizado por apresentar alterações importantes em inúmeros parâmetros limnológicos (CALHEIROS & FERREIRA, 1997), e cuja gênese está detalhada em ANDRADE & BRANDIMARTE (não publicado; vide capítulo 1, p. 17 e 18), ocorreu, no ano de 2008, no mês de abril. Neste mês não foi coletado nenhum espécime de Oligochaeta, podendo-se afirmar que tal evento foi catastrófico para as espécies deste grupo. Durante a ocorrência do fenômeno, valores de gás carbônico livre na água atingem o seu máximo, enquanto os valores de oxigênio dissolvido são os mais baixos, chegando-se, em algumas situações, em condição de anóxia completa (OLIVEIRA, 2009; CALHEIROS & HAMILTON, 1998).

É sabido que, de uma maneira geral, os Oligochaeta toleram baixas condições de oxigênio pelo fato de que, fisiologicamente, estarem adaptados à falta ou às baixas concentrações deste gás (MANDAVILLE, 2000; MENEGAZZO, 2006). Oligochaeta são invertebrados que possuem hemoglobina, pigmento sanguíneo que tem a função de transportar as moléculas de oxigênio pelo corpo do animal (BRUSCA & BRUSCA, 2007). Todavia, esta adaptação fica comprometida quando se observa, no meio circundante, altos valores de CO₂, já que este último gás, nesta condição, é preferido pela hemoglobina, em detrimento da molécula de oxigênio (CALHEIROS & FERREIRA, 1997). Assim, durante a ‘decoada’, os altos valores de CO₂, comprometem a utilização do O₂, já escasso no ambiente.

A PCA (Análise de Componentes Principais) associou os gêneros de Oligochaeta encontrados com as variáveis limnológicas estudadas.

Com relação ao distanciamento do gênero *Dero* dos maiores valores de profundidade, este foi encontrado em abundância em lagoas onde predominam maiores teores de matéria orgânica por FUJITA (2005) e OLIVEIRA (2009), corroborando com a tendência apresentada na PCA.

Já *Aulodrilus*, o gênero mais expressivo, esteve presente, à exceção da ‘decoada’, em todos os períodos de coleta e em ambos os ambientes, inclusive nos em ambientes mais profundos, podendo ser essa associação explicada pela presença de brânquias ou apêndices respiratórios neste gênero (MARCHESE, 2008), propiciando sua presença em ambientes onde o oxigênio é um fator restritivo (maiores profundidades) (MARTIN, 1996 *apud* FUJITA, 2005). MARCHESE (1987) encontrou representantes deste gênero em ambientes com altas concentrações de matéria orgânica e condutividade, além de velocidade moderada. A velocidade da água aumentada caracteriza o período de vazante no Pantanal, quando a água volta ao leito do rio

principal através dos canais de drenagem e dos corpos de água marginais, como as Baías e braços de rio.

Pristina foi coletado tanto no pico da cheia (junho/2008) quanto no da seca (dezembro/2008). Todavia, apresentou maiores densidades no período correspondente à vazante (outubro/2008). AMORIM (2004) encontrou resultados muito semelhantes ao estudar a diversidade de Oligochaeta próximo à hidrelétrica do rio Manso, em Mato Grosso. TAKEDA (1999), ao estudar lagoas conectadas ao rio Ivinheima, em Mato Grosso do Sul, encontrou uma espécie (*Pristina americana*) em todos os locais investigados, sugerindo se tratar de um gênero bastante adaptado às variações ambientais.

5. Referências bibliográficas

ALVES, R. G.; STRIXINO, G. Distribuição espacial de Oligochaeta do sedimento de uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu/SP. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 88, p.173-180, 2000.

ALVES, R. G.; MARCHESE, M.R.; ESCARPINATI, S. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in lotic environments in the state os São Paulo, Brazil. **Iheringia**, Série Zoologia, v. 96, p.431-435, 2006.

ALVES, R. G.; MARCHESE, M. R.; MARTINS, R. T. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) of lotic environments at Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brazil). **Biota Neotrop.**, vol. 8, no. 1, Jan./Mar. 2008. Available from: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/en/abstract?article+bn01708012008>>.

AMORIM, A.O. **Contribuição ao estudo da diversidade de oligochaeta (Annelida) e variáveis limnológicas de rios à montante e à jusante da hidrelétrica do rio Manso, Mato Grosso, Brasil.** (Dissertação (Mestrado), viii, 47p. – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, 2004.

ARAÚJO, A. A. **Caracterização Limnológica e a Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos do rio Claro "rio Pixaim", Pantanal Mato-Grossense, Poconé - MT.** 79f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2000.

AYRES, M. M.; AYRES, M. JR.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat 5.0.** Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 2005. 209p.

BICUDO, C.E.M. The decrease of biodiversity in aquatic habitats. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol.7, p.37-47. 1995.

BRANDIMARTE, A. L. **Impactos limnológicos da construção do reservatório de aproveitamento múltiplo do rio Mogi-Guaçu (SP, Brasil).** (Tese de doutorado). São Paulo, Universidade de São Paulo, 1998. 98p.

BRINKHURST, R. O.; MARCHESE M. R. *Guia para la identificación de Oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica*, 1991. 2º ed. Santa Fé: Coleção Climax, 207 p. n. 6. Santo Tomé, Argentina: Asociación de Ciencias Naturales del Litoral,

BRINKHURST, R.O. A guide for the identification of British aquatic Oligochaeta. – **Freshwater Biological Association**, 22: 1-55. [second revised edition], 1971.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados.** 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 1092 p. 2007

BUTAKKA, C. M. M. **Comunidade de Invertebrados Bentônicos e Características Limnológicas da Baía de Sinhá Mariana, Pantanal Mato-grossense, MT.** 1999. 115f. Dissertação (Ecologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

CALHEIROS, D. F.; FERREIRA, C. J. A. Alterações limnológicas no rio Paraguai (“Dequada”) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Matogrossense - MS. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** - ISSN 0102-2466X). Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 1997. 48p.

CALHEIROS, D. F.; HAMILTON, S. K. Limnological Conditions Associated with Natural Fish Kills in the Pantanal Wetland of Brazil. Verh **Internat Verein Limnol. Stuttgart : E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung**, 1998. 26: 2189-2193.

CALLISTO, M. **Organismos bentônicos como bioindicadores de qualidade de água: curso.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2004..

CÓ, W. L. O. **Macroinvertebrados bentônicos de uma lagoa de restinga (Lagoa do Milho) no litoral sul do Espírito Santo.** (Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1994. 107p.

COLWELL, R. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. **Storrs:** University of Connecticut, 2005.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 602p.

FAGUNDES, R.C.; SHIMIZU, G.Y. Avaliação da qualidade da água do rio Sorocaba – SP através da comunidade bentônica. **Revista Brasileira de Ecologia**, v.1, n.1, p. 63-66. 1997.

FUJITA, D. S. **Oligochaeta aquáticos em diferentes ambientes da planície aluvial do alto rio Paraná.** (Dissertação de Mestrado). Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, da Universidade Estadual de Maringá, 2005. 43p.

GORNI, G.R.; ALVES, R.G. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) in headwater streams of the Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo - Brazil). **Biota Neotrop.** 8(4): 162-165. 2008.

HYNES, H. B. N. **The Ecology of Running Waters.** England: Liverpool. University Press, 1972. 554 P.

KÖNIG, R.; SUZIN, C. R. H.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L.U. Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** (2008) 3(1): 84-93

LOT, A.; MARTINS, R.T.; ALVES, R.G.; FRIZZERA, G. L. Caracterização da Qualidade da água do Ribeirão das Cruzes, Araraquara-SP, através de variáveis físicas e químicas e de Oligochaeta **Resumos** - XXIX Semana de Biologia e XII Mostra de Produção Científica – UFJF Diretório Acadêmico de Ciências Biológicas - Walter Machado Couto (2006).

LOTESTE, A.; MARCHESE, M. Ammonium excretion by *Paranadrilus descolei* Gavrilov, 1955 and *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, 1862 (Oligochaeta: Tubificidae) and their role in nitrogen delivery from sediment. **Pol. Arch. Hydrobiol.** 41(2):189-194. 1994.

MANDAVILLE, S. M. 2.000. Bioassessment of freshwaters using benthic macroinvertebrates a primer. Disponível em <<http://www.chebucto.ns.ca/Science/SWCS/SWCS.html>>. Acesso em 25 fev. 2011.

MARCHESE, M. R. The ecology of some Benthic Oligochaeta from the Paraná River, Argentina. **Hydrobiologia**, 155, p. 209-214, 1987.

MARCHESE, M. R.; WANTZEN, K. M.; DE DRAGO, I. E. Benthic invertebrates assemblages and species diversity patterns of the upper Paraguay River. **River Research and Applications**, v.21, p.485-499, 2005.

MARCHESE, M. R. Annelida Oligochaeta. In.: DOMINGUES, E.; FERNANDEZ, H.R.(Eds.). **Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos**. Publicación Especial N° X. Tucumán: Fundación Miguel Lillo, UNT, 2008. (no prelo).

MEDEIROS, L.R.A.; HADEL, V.F. Classe Oligochaeta. Biodiversidade do Estado de São Paulo: **Conhecimento Atual. FAPESP**. Parte 3: Invertebrados Marinhos. p. 177-182. 1998.

MENEGAZZO, N. S. **Composição da comunidade bentônica, com ênfase em Oligochaeta (Annelida), da Lagoa Santa Rosa, Pantanal norte, durante o período de estiagem**. 46 fl. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.

MILIGAN, M.R. **Identification manual for the aquatic Oligochaeta of Florida**. Vol: I, Freshwater Oligochaetes. State of Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, Florida. 187 pp.

MONTANHOLI-MARTINS, M.C.; TAKEDA, A. M. Spatial and temporal variation of Oligochaeta (1993- 1994) in the main and a secondary channel of the Rio Paraná, Brazil. **Studies Neotropical Fauna & Environmental Sciences**, v. 34, p. 52-58, 1999.

OLIVEIRA, M. D. **Fatores reguladores e distribuição potencial do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei* Dunker 1857) na bacia do Alto Rio Paraguai e outros rios brasileiros**. 100f. Tese (doutorado em Ecologia) Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2009.

OLIVEIRA, P.C.R. **Comunidade de macroinvertebrados bentônicos e qualidade da água e do sedimento das bacias hidrográficas dos rios Lavapés, Capivara, Araquá e Pardo, município de Botucatu (SP) e região.** Dissertação (mestrado). Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2009. 202p.

PAMPLIN, P. A. Z.; O. ROCHA; M. MARCHESE. 2005. Riqueza de espécies de Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em duas represas do Rio Tietê (São Paulo). **Biota Neotropica**, São Carlos, **5** (1): 1-8.

PERALTA, L.; ESCOBAR, E.; ALCOCER, J. ; LUGO, A.. 2002. Oligochaetes from six tropical crater lakes in Central Mexico: species composition, density and biomass. **Hydrobiologia**, Dordrecht, 467: 109-116.

PEREIRA, S.R.S. **Comparação da estrutura da comunidade bentônica entre dois ambientes da planície de inundação do rio Paraguai, pantanal-MS: Canal do Tamango (impactado) e Baía do Castelo (natural).** Monografia de graduação, 1997. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 51p.

POI DE NEIFF, A. Macroinvertebrates Living on *Eichhornia azurea* Kunth in the Paraguay River. **Acta Limnol. Bras.** 15 (1), p. 55 – 63, 2003.

RIGHI, G. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil.** Brasília, CNPq. 48p.

ROCHA, O. Águas doces (versão preliminar). In: **Avaliação do estado de conhecimento da diversidade biológica do Brasil.** Brasília, COBIO/MMA – GTB/CNPq – NEPAM/UNICAMP, 2003. 70p.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados.** São Paulo: Roca. 1996. 1029p.

SURIANI, A.L.; FRANÇA, R.S.; PAMPLIN, P.A.Z.; MARCHESE, M.; LUCCA, J.V.; ROCHA, O. Species richness and distribution of oligochaetes in six reservoirs on Middle and Low Tietê River (SP, Brazil). **Acta Limnol. Bras.**, 19(4):415-426, 2007.

SPSS, INC. SYSTAT version 10.2, standard version. SPSS, Inc. Chicago, 2000.

TAMBELINI-SANTOS, M. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados Bentônicos em uma área de planície alagável do Pantanal de Poconé – MT.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, 2009. 28f.

TAKEDA A. M.; SHIMIZU G.; HIGUTI J. Variações espaço-temporais da comunidade zoobêntica. In: VAZZOLER, A. E A. de M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: **EDUEM**, 1997. p. 157- 177.

TAKEDA, A.M. Oligochaete community of alluvial upper Paraná river, Brazil: spatial and temporal distribution (1987–1988). **Hydrobiologia**, Maringá, v. 412, p. 35-42, 1999.

VERDOSCHOT, P.F.M.; SMIES, M.; SEPERS, A.B.J. The distribution of aquatic oligochaetes in brackish inland waters in the SW Netherlands. **Hydrobiologia**, **Dordrecht**, 89: 29-38. 1982.

DISCUSSÃO GERAL

Em relação às modificações ambientais encontradas ao longo do período estudado (um ciclo hidrológico), considera-se importante a influência do pulso de inundação sobre tais alterações. Para JUNK *et al.* (1989) e NEIFF (1990), os pulsos de inundação são considerados como uma das principais funções de força que regulam a estrutura das comunidades e o funcionamento dos ecossistemas rio-planície de inundação, influenciando diretamente variáveis ambientais tais como a profundidade dos corpos de água, a velocidade da correnteza e a área total de superfície inundada (THOMAZ *et al.*, 2004).

Sendo a “decoada”, de certa forma, consequência do pulso de inundação, é importante salientar que se trata de um evento que potencializa a desestruturação do ambiente, agindo significativamente sobre as populações de invertebrados bentônicos. O fato de não ter sido encontrado nenhum organismo vivo durante a ocorrência do fenômeno, nos anos de 2008 e 2009, corrobora esta afirmação e destaca a sua importância enquanto fator ecológico essencial na dinâmica das populações de Chironomidae e Oligochaeta dos ecossistemas pantaneiros. REICE (1985) *apud* TAKEDA *et al.* (1991) destacam que flutuação das populações de macroinvertebrados pode ocorrer em consequência de distúrbios físicos e químicos no local, reduzindo o tamanho das populações e abrindo novos espaços para colonização.

Cabe ressaltar que, além de Chironomidae e Oligochaeta, a comunidade bentônica nos ambientes estudados foi representada por outras *taxa* (Anexo 1), que por sua baixa representatividade, em relação ao número total de indivíduos, não foram tratados neste trabalho. Tais *taxa* foram encontrados, predominantemente, no período de vazante (outubro/2008) e pico de seca (dezembro/2008), sendo representados principalmente por *Chaoborus* e *Campsurus*.

Chaoborus é um gênero, ecologicamente, muito importante nos corpos de água, já que seus representantes predam o plâncton e são predados por peixes insetívoros (ARCIFA, 1997; 2000). MOORE *et al.* (1994) sugerem que, apesar de *Chaoborus* serem onívoros, preferem fitoflagelados mesmo quando a presa animal está disponível. No presente trabalho, constatou-se que dezembro/2008 foi o momento em que foi amostrada maior quantidade de indivíduos somando-se os dois ambientes estudados, coincidindo com a observação dos maiores valores de clorofila-a (ANDRADE & BRANDIMARTE, não publicado, vide Capítulo 1, p. 27). Naquele mês também foram observados maiores valores de matéria orgânica no ‘Bracinho’ e valores consideráveis na Baía Tuiuiú. EZCURRA DE DRAGO *et al.* (2007) observaram que, em ambientes com altos teores de matéria orgânica nos sedimentos de fundo, espécies de *Chaoborus* dominaram juntamente com *Branchiura sowerbyi* e *Chironomus decorus*. KAGALOU *et al.* (2006), ao estudar um lago na Grécia, registrou picos de densidade de *Chaoborus* durante os meses mais quentes. Como os resultados obtidos nos dois ambientes pantaneiros estudados se assemelham aos dos autores citados (ANDRADE & BRANDIMARTE, não publicado, vide Capítulo 1, p. 78), é possível sugerir que a combinação de altos valores de matéria orgânica, clorofila-a e temperatura, pode ter favorecido a oferta de alimento para os Chaoboridae, provavelmente devido à abundância do zooplâncton, favorecido pelo aumento da biomassa de fitoplâncton.

O gênero *Campsurus* apareceu, com exceção de abril/2008 (período de ‘decoada’), em todos os meses amostrados, apesar de em pequena quantidade. É relevante observar que, embora frequente, ocorreu apenas na Baía Tuiuiú, aqui tratado como ambiente de características mais lênticas do que lótic. Muito bem distribuído por toda a América do Sul (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2002), contrói tubos em forma de “U” nos sedimentos moles em que habita. (FERREIRA, 1990; TAKEDA *et al.*, 2003). De

fato, ao observar o Anexo 2, que compara as médias das variáveis limnológicas nos dois ambientes do pantanal do rio Paraguai, ao longo de um ciclo hidrológico, constata-se que, além da temperatura, todas as outras variáveis que apresentaram diferença significativa estão relacionadas à composição do sedimento matéria orgânica (%), areia total (%), silte (%) e argila (%) (Mann-Whitney = 5%). Pode-se sugerir que a Baía Tuiuiú apresentou um substrato mais interessante para *Campsurus*, sob o ponto de vista de abrigo e oferta de recursos alimentares.

Os resultados relativos à fauna bentônica validam a hipótese aventada no início desta investigação, de que *a ‘decoada’ (alteração dos parâmetros físicos e químicos da água) é um fenômeno natural importante na estruturação da comunidade de invertebrados bentônicos do Pantanal do rio Paraguai, uma vez que se trata de um fator regulador ou “selecionador” de organismos resistentes às modificações ambientais decorrentes.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCIFA, M.S. Fluctuations and vertical migration of *Chaoborus* in a tropical brazilian reservoir: lake Monte Alegre. **Acta Limnologica Brasiliensia**. 1997. V.9. p.93-103.

ARCIFA, M. S. Feeding habits of Chaoboridae larvae in a tropical Brazilian reservoir. **Rev. Bras. Biol.**, São Carlos, v. 60, p. 152-159, 2000.

DOMÍNGUEZ, E.; ZÚÑIGA, M. C.; MOLINERI, C.. Estado actual del conocimiento y distribución del orden Ephemeroptera (Insecta) en la región Amazónica. 2002. **Caldasia** 24:459-469.

EZCURRA DE DRAGO, I., M. R. MARCHESE; L. MONTALTO,. Benthic invertebrates. In: IRIONDO, M. H.; PAGGI J. C.; PARMA, M. J. (eds.), The Middle Paraná river: Limnology of a subtropical wetland. Springer, 2007. **Verlag, Berlin**, 251-275.

FERREIRA, M. J. N. **Estudo da fauna de Ephemeroptera do Córrego do Pedregulho - Pedregulho/SP**. Ribeirão Preto. 51f. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, 1990.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. & SPARS, R. The flood pulse concept in river flood plain systems. Proceedings of the International Large River Symposium (LARS). **Can, Spe. Publ. Aquat. Sci.** 106: 110-127, 1989.

KAGALOU I.; ECONOMIDIS G.; LEONARDOS I., & PAPALOUKAS C., 2006. Assessment of a Mediterranean shallow lentic ecosystem (Lake Pamvotis, Greece) using benthic community diversity: Response to environmental parameters. **Limnologica** 36 : 269-278.

MOORE, M.V.; YAN, N.D.; PAWSON, T. Omnivory of the larval phantom midge (*Chaoborus* spp.) and its potential significance for freshwater planktonic food webs. 1994. **Can. J. Zool.** 72: 2055-2065.

NEIFF, J.J. **Ideas para la interpretación ecológica del Paraná**. Interciencia. 15(16): 424- 441, 1990.

TAKEDA, A. M.; BUTTOW, N. C. ; MELO, S. M. Zoobentos do canal Corutuba/MS (Alto rio Paraná/Brasil). **UNIMAR** 13(1): 339-352.1991.

TAKEDA, A.M.; SOUZA-FRANCO, G.J.; MELO, S.M.; MONKOLSKI, A. Invertebrados associados às macrófitas aquáticas da planície de inundação do alto Rio Paraná (Brasil). In: THOMAZ, S.M., BINI, L.M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 243–260.

THOMAZ, S.M.; PAGIORO, T.A.; BINI, L.M.; ROBERTO, M.C.; ROCHA, R.R.A. Limnological Characterization of the Aquatic Environments and the Influence of Hydrometric Levels. In: THOMAZ, SM., AGOSTINHO, A. A., and HAHN, NS. (Eds.). **The Upper Paraná River and its Floodplain**. 2004. Maringá: EDUEM. p. 75-102.

RESUMO

ANDRADE, M.H. da S. (2011). **O fenômeno da “decoada” no Pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS: alterações dos parâmetros limnológicos e efeitos sobre os macroinvertebrados bentônicos**. Tese de doutorado. Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas Aquáticos, Universidade de São Paulo – SP.

Este trabalho teve como objetivo investigar a hipótese de que a ‘decoada’ (alteração dos parâmetros físicos e químicos da água) é um fenômeno natural importante na estruturação da comunidade de invertebrados bentônicos do Pantanal do rio Paraguai, bem como a caracterizar a comunidade de macroinvertebrados bentônicos quanto à composição, abundância de organismos e riqueza em função das alterações ambientais provocadas pela ‘decoada’. Além disso, pretendeu-se contribuir para o conhecimento da biota do pantanal de Mato Grosso do Sul com o intuito de subsidiar ações de prevenção e/ou mitigação de possíveis impactos ambientais. Os ambientes escolhidos foram dois corpos de água adjacentes ao rio Paraguai, sendo um com características lênticas (Baía Tuiuiú) e outro, semi-lóticas (‘Bracinho’), Corumbá/MS, ambos sob o efeito do pulso de inundação. O capítulo um realizou uma caracterização limnológica dos dois corpos de água ao longo de um ciclo hidrológico, enfatizando as alterações provocadas pela ‘decoada’, por ocasião da subida das águas. O capítulo 2 objetivou estudar a composição e a distribuição da fauna de Chironomidae relacionando-as com as alterações limnológicas ao longo de um ciclo hidrológico (abril/2008 a fevereiro/2009), enfatizando a influência da ‘decoada’. O capítulo 3 pretendeu conhecer a composição de Oligochaeta, considerando as relações com fatores abióticos, no intuito de contribuir para o entendimento do fenômeno da ‘decoada’ bem como subsidiar posteriores trabalhos e ações relacionados à gestão da planície pantaneira, objetivando sua manutenção e conservação. A ‘decoada’ é um evento que potencializa a desestruturação do ambiente, agindo significativamente sobre as populações de invertebrados bentônicos. O fato de não ter sido encontrado nenhum organismo vivo durante a ocorrência do fenômeno destaca a sua importância enquanto fator ecológico essencial na dinâmica das populações biológicas dos ecossistemas pantaneiros.

PALAVRAS-CHAVE: invertebrados bentônicos; pantanal; ‘decoada’.

ABSTRACT

ANDRADE, M.H. da S. (2011). **The “decoada” phenomenon in Pantanal of Paraguai river, Corumbá/MS, Brazil: changes in limnological parameters and effects on benthic macroinvertebrates.** Phd Thesis. Ecology of Aquatic Ecosystems, University of Sao Paulo – SP, Brazil.

This study aimed to investigate the hypothesis that the ‘decoada’ (change in physical and chemical parameters of water) is an important natural phenomenon in the community structure of benthic invertebrates in the Pantanal of the Paraguay River, and to characterize the benthic macroinvertebrate community regarding the composition, richness and abundance of organisms as a function of environmental changes caused by the ‘decoada’. In addition, sought to contribute to the knowledge of the biota of wetland of Mato Grosso do Sul in order to support programs to prevent and / or mitigate potential environmental impacts. The areas chosen were two bodies of water adjacent to the Paraguay River, one with lentic feature (Tuiuiú Bay) and another, semi-lotic (‘Bracinho’), Corumbá / MS, both of them suffering the effect of pulse flood. The chapter 1 conducted a limnological characterization of the two water bodies along a hydrological cycle, emphasizing the changes caused by the ‘decoada’, when the water level rises. Chapter 2 aimed to study the composition and distribution of Chironomidae fauna relating them to limnologicals changes over a hydrological cycle (the april/2008 to february/2009), emphasizing the influence of the ‘decoada’. Chapter 3 intended know the composition of Oligochaeta, considering the relationships with environmental factors in order to contribute to the understanding of the phenomenon of ‘decoada’ and support further work and actions related to the management of the Pantanal, aiming to maintain the ecosystem and related services. The ‘decoada’ is an event that enhances the disintegration of the environment, acting significantly on populations of benthic invertebrates. The fact that no organism had been found alive during the occurrence of the phenomenon underscores its importance as an essential ecological factor in the dynamics of biological populations of wetland ecosystems.

KEYWORDS: benthic invertebrates; pantanal; ‘decoada’.

ANEXOS

Anexo 1. Taxa e respectivos números de indivíduos, encontrados nos ambientes de planície de inundação do rio Paraguai, ‘Bracinho’ e Baía Tuiuiú, Corumbá/MS.

Taxa	Apr/08		Jun/08		Aug/08		Oct/08		Dec/08		Feb/09	
	Brac	Tuiu	Brac	Tuiu	Brac	Tuiu	Brac	Tuiu	Brac	Tuiu	Brac	Tuiu
ARTHROPODA												
Insecta												
Diptera												
Chaoboridae												
<i>Chaoborus</i>							04	07	13	01	02	
Ceratopogonidae												
<i>Ceratopogon</i>							01	01	01			
Ephemeroptera												
Polymitarcidae												
<i>Campsurus</i>				01		03		06		03		11
ANNELIDA												
Hirudinae												
Glossiphoniidae						02						

Anexo 2. Médias e Desvios-Padrão das variáveis limnológicas em dois ambientes do pantanal do rio Paraguai, Corumbá/MS, ao longo de um ciclo hidrológico amostrado bimestralmente, de abril/ 2008 a fevereiro/2009.

Variáveis	Baía Tuiuiú		“Bracinho”	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio- Padrão
Profundidade (m)	2,93 ^a	1,47	3,53 ^a	1,82
Disco de Secchi(m)	0,76 ^a	0,67	0,81 ^a	0,67
Temperatura da água (°C)*	27,06^a	3,13	26,37^b	2,73
Condutividade (µS/cm ⁻¹)	47,10 ^a	7,47	45,74 ^a	5,23
Oxigênio dissolvido (mg/L ⁻¹)	2,82 ^a	1,94	3,09 ^a	1,78
CO ₂ livre (mg/L ⁻¹)	95,96 ^a	106,38	55,17 ^a	64,13
pH	6,36 ^a	0,88	6,52 ^a	0,83
Matéria orgânica (%)*	11,86^a	1,00	10,94^b	2,35
Areia total (%)*	74,80^a	7,84	62,62^b	8,82
Silte (%)*	18,03^a	8,21	26,92^b	5,42
Argila (%)*	7,04^a	1,32	11,90^b	3,78
Alcalinidade (mg/L ⁻¹)	449,15 ^a	91,66	437,79 ^a	76,92
Clorofila a (µg/L ⁻¹)	0,89 ^a	0,65	0,65 ^a	0,50
Nitrogênio total (µg/L ⁻¹)	594,81 ^a	199,01	623,20 ^a	173,52
Fósforo total (µg/L ⁻¹)	48,05 ^a	19,44	44,04 ^a	14,09
Material em Suspensão Total (mg/L ⁻¹)	22,29 ^a	19,91	25,13 ^a	17,27

* Significativos pelo teste de comparação de Média (Mann-Whitney = 5%).