

# Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil

Fábio Henrique da Silva\*, Silvio Favero, José Sabino e Sílvio Jacks dos Anjos Garnés

*Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Rua Alexandre Herculano, 1400, 79037-280, Jardim Veraneio, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: ambienteffhs@yahoo.com.br*

**RESUMO.** Este trabalho teve como objetivo pesquisar a estrutura da comunidade de insetos aquáticos, utilizando esta comunidade como indicadora da qualidade ambiental de um trecho do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. Foram realizadas seis campanhas de coleta em diferentes períodos sazonais: vazante, seca e cheia. Os organismos foram coletados utilizando rede D com malha de 300 µm e esforço amostral de cinco lances de rede nas raízes dos bancos de macrófitas. Foram comparados três ambientes (aberto, intermediário e fechado), por junção dos dados obtidos de seis sítios de coleta. Foi analisada a riqueza, abundância absoluta e relativa das famílias de insetos amostrados e a avaliação da qualidade da água usando o índice BMWP, índice BMWP-ASPT, índice IBF e índice de diversidade de Shannon-Wiener, com  $\log_2$ . Foram registradas 60 famílias pertencentes a 12 ordens da Classe Insecta, totalizando 19.773 indivíduos coletados. Entre os índices aplicados, o índice BMWP foi o que melhor representou as condições do ambiente estudado.

**Palavras-chave:** entomofauna aquática, bioindicadores, planície de inundação.

**ABSTRACT.** Biotic indexes for the evaluation of environmental quality in stretches of the Correntoso river, Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul State, Brazil. This work aimed to research the aquatic insect community structure using this community as a bioindicator of the environmental quality in a stretch of the Correntoso river, in Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul, Brazil. Six collections were taken in different seasonal periods; ebb, dry and wet. The organisms were collected using a 300 µm mesh D net sweeping five times through the roots of macrophyte banks at each sample. Three environments were compared (open, intermediary, closed) by adding the information from six collection sites. Family richness, absolute and relative abundance of insect samples and an evaluation of water quality were analyzed by using the BMWP index, BMWP-ASPT index, IBF index and Shannon diversity index, with  $\log_2$ . A total of 60 families from 12 orders of Insecta Class were recorded, totaling 19,773 individuals. Among the indexes applied, the BMWP index was the one that best represented the conditions of the studied environment.

**Keywords:** aquatic entomofauna, bioindicators, floodplain.

## Introdução

O Pantanal está localizado no centro da América do Sul, na bacia hidrográfica do Alto Paraguai, abrangendo áreas inundáveis no Brasil, Bolívia e Paraguai. Suas características revelam influência biogeográfica de biomas vizinhos, como o Cerrado a Leste, a Amazônia ao Norte e o Chaco a Sudoeste. O fluxo hidrológico é um elemento importante na relação planalto-planície e atribui à região características próprias de áreas sazonalmente inundáveis, que proporciona ampla diversidade de nichos reprodutivos e alimentares. (ANA, 2004).

Estes locais se sobressaem pela complexidade de seus sistemas, assim como pelo dinamismo de seu funcionamento, nitidamente associada às condições hidrológicas que se instalam no seu interior (ALHO, 2008; SILVA et al., 2009). A planície de inundação do pantanal é reconhecida nacional e internacionalmente pela exuberância de sua biodiversidade, sendo considerada uma das áreas úmidas de maior importância do globo terrestre (ALHO; GONÇALVES, 2005).

Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em diferentes escalas em consequência de processos naturais e atividades antrópicas. Os rios integram o

que acontece nas áreas de entorno, considerando o uso e ocupação do solo. Dessa forma, as características ambientais dos sistemas aquáticos, em especial as comunidades biológicas, refletem informações das alterações ambientais de origem antrópica (CALISTO et al., 2001). As perturbações antrópicas em bacias de drenagem afetam a estrutura das comunidades de organismos aquáticos pelos processos de lavagem e carreamento. Assim, alterações a montante dos rios alteram trechos a jusante e isso se deve pelo transporte de massas de água e sedimentos de origem alóctone ou erodidos das margens (DUDGEON, 1996).

A distribuição dos organismos aquáticos, notadamente os insetos, é diretamente influenciada por disponibilidade de alimentos e condições físicas e químicas da água (BISPO; OLIVEIRA, 1998). Um fator importante na distribuição e disponibilidade de alimentos para os insetos aquáticos é a associação entre o ambiente lótico e a vegetação marginal (VANNOTE et al., 1980).

A integridade biótica de ambientes naturais pode ser medida e interpretada por mudanças em abundância, diversidade e composição de grupos de organismos indicadores que dependem de certos recursos do sistema. Tipicamente, alguns componentes especialistas, com pequenas amplitudes ecológicas, se tornam mais escassos e outros generalistas aparecem, de forma que mudanças sutis nas proporções relativas destes recursos refletem na composição e estrutura da comunidade escolhida como indicadora (BROWN JR., 1997).

Pela abundância em todos os tipos de ecossistemas aquáticos, a facilidade de coleta com equipamentos de baixo custo, baixa mobilidade e preferência por habitats específicos, que permitem análise espacial eficiente dos efeitos de poluentes e perturbações físicas do meio, os insetos aquáticos têm sido amplamente utilizados para avaliar as condições de ambientes aquáticos (GRIFFITHS, 1996).

Investigações realizadas por Zimmerman (1993) e Stribling et al. (1998) evidenciaram os insetos aquáticos como importantes e eficientes referências da qualidade ambiental, com este enfoque, no Brasil destacam trabalhos de Junqueira e Campos (1998); Moulton (1998); Calisto et al. (2001); Buss et al. (2003); Silveira (2004); Baptista (2008); Buss (2008); Monteiro et al. (2008); Queiroz et al. (2008), entre outros.

Levando em consideração a importância da entomofauna aquática para a conservação dos ecossistemas aquáticos e de estudos que utilizam componentes da biodiversidade como indicadores biológicos, sobre tudo na região do Pantanal, o presente trabalho tem como objetivo estudar a estrutura da comunidade de insetos aquáticos e aplicar diferentes índices bióticos para avaliação da qualidade da água em um trecho do rio Correntoso, Pantanal do Negro, no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

### Material e métodos

O presente estudo foi realizado no rio Correntoso, na planície de inundação do rio Negro, em um trecho de aproximadamente 3.600 m, que corta a Fazenda Santa Emília, que tem sua sede nas coordenadas 19°30'18"S e 55°36'45"W, onde se localiza o Instituto de Pesquisa do Pantanal (IPPAN/Uniderp) na região do Pantanal do Negro, no município de Aquidauana, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil (Figura 1).

Foram escolhidos, ao longo do trecho, seis sítios de coletas de insetos, que apresentavam três tipos distintos de fisionomia vegetal quanto à formação ripária: (a) fisionomia ripária aberta (FRA), quando a vegetação arbórea era escassa ou ausente e o ambiente se comunica com campos inundáveis vizinhos durante a cheia; (b) fisionomia ripária intermediária (FRI), quando a vegetação arbórea está presente em baixa densidade e o ambiente não se comunica com campos inundáveis vizinhos e (c) fisionomia ripária fechada (FRF), quando a vegetação arbórea é presente, com alto porte, alta densidade e o ambiente não se comunica com campos inundáveis vizinhos (Tabela 1).

Foram realizadas seis campanhas de coletas distribuídas em diferentes períodos sazonais: vazante, seca e cheia, entre março de 2006 e fevereiro de 2007, em seis trechos do rio com diferentes características na vegetação marginal. Os organismos foram coletados utilizando rede D com malha de 300 µm, por meio de esforço amostral de cinco lances nas raízes dos bancos de macrófitas. Os espécimes encontrados foram fixados em etanol 70%, acondicionados em frascos de vidro e encaminhados para o Laboratório de Entomologia da Uniderp, para identificação com o uso de literatura específica (BOUCHARD JR., 2004; COSTA et al., 2006; MERRITT; CUMMINS, 1996; PÉREZ, 1988).

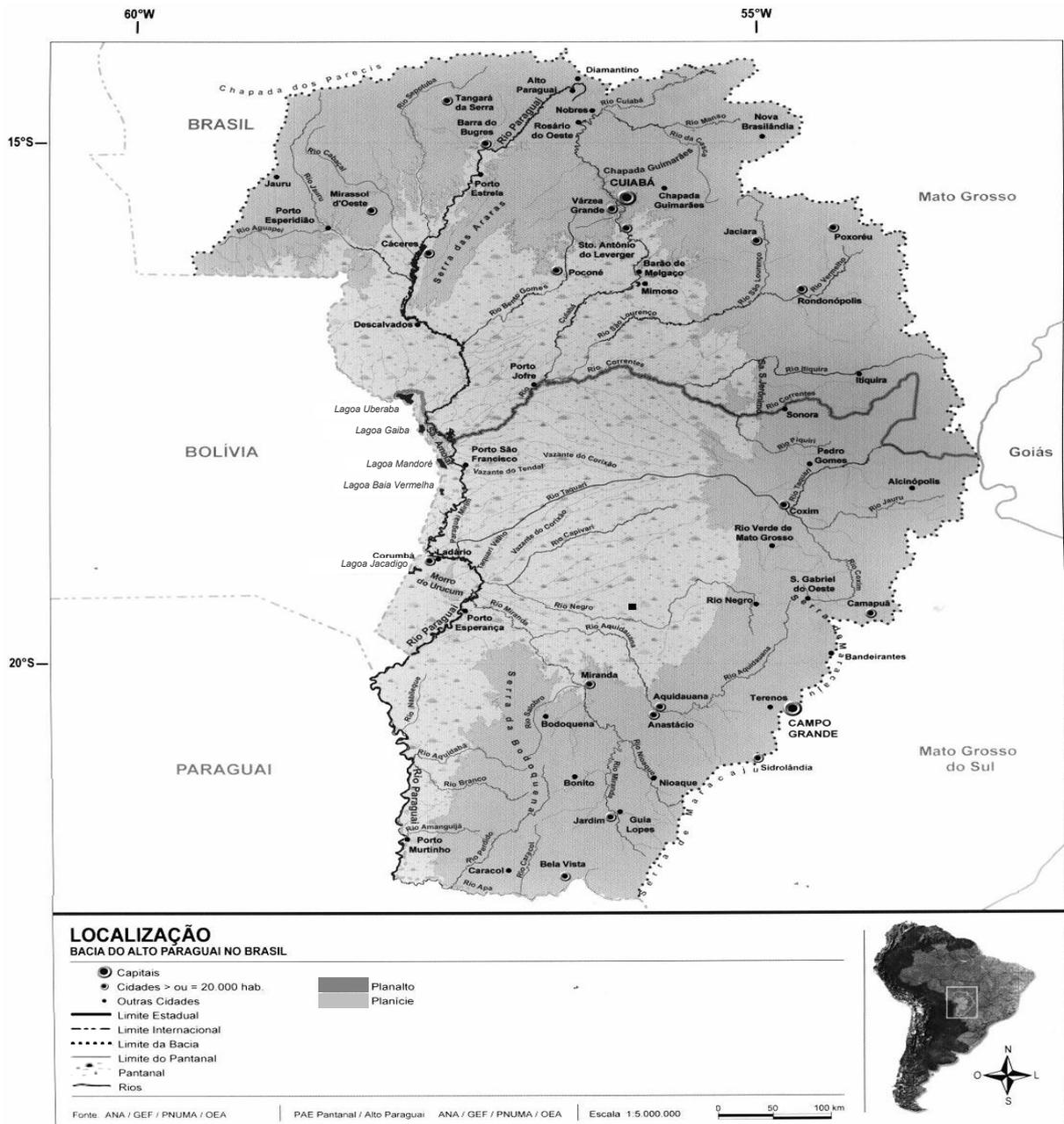


Figura 1. Bacia do alto Paraguai e localização aproximada do IPPAN/Uniderp (■), adaptado de ANA (2004).

Foram determinadas as abundâncias absoluta e relativa dos insetos encontrados, a diversidade de famílias por meio do índice de diversidade de Shannon-Wiener, considerando  $\log_2$  (ODUM, 1988), usando o software EstimateS 8.0 (COLWELL, 2006), a riqueza de famílias, para comparação com os índices BMWP (Biological Monitoring Work Party), adaptado de (BRIGANTE et al., 2003), como mostram as Tabelas 2 e 3, BMWP-ASPT (Biological Monitoring Work Party – Average Score Per Taxon) e o IBF (Índice Biótico de Famílias), como apresentam as Tabelas 4 e 5, conforme

adaptação do método proposto por (ZIMMERMAN, 1993), fórmula:

$$IBF = \frac{\sum ni.ai}{N}$$

em que:

- ni = número de indivíduos do grupo taxonômico;
- ai = pontuação da tolerância a poluição do grupo taxonômico;
- N = número total de organismos amostrados.

**Tabela 1.** Descrição e localização das áreas de estudo, rio Correntoso, Pantanal do rio Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Sítio	Coordenadas	Fisionomia ripária	Características gerais
1	19°30'41"S 55°37'54"W	Aberta (FRA)	Vegetação ripária escassa ou ausente. Comunicação com campos inundáveis no período de cheia. Árvores emergentes com até 06 ms. Espécies arbóreas: Cambará ( <i>Vochysia divergens</i> ), lixeira ( <i>Curatella americana</i> ), embaúba ( <i>Cecropia pachystachya</i> ) e acuri ( <i>Scheelea phalerata</i> ). Espécies aquáticas: Erva-de-bicho ( <i>Poligonum acuminatum</i> ), aguapé ( <i>Eichhornia azurea</i> ), alface d'água ( <i>Pistia stratiotes</i> ) e orelha de onça ( <i>Salvinia auriculata</i> ).
2	19°30'19"S 55°37'41"W	Intermediária (FRI)	Vegetação ripária presente e/ou em baixa densidade. Sem comunicação com campos inundáveis no período de cheia. Espécies arbóreas: Pimenteira ( <i>Licania parvifolia</i> ), lixeira ( <i>C. americana</i> ), acuri ( <i>S. phalerata</i> ), cambará ( <i>V. divergens</i> ) e lianas ( <i>Cissus erosa</i> e <i>Cissus spinosa</i> ). Espécies aquáticas: Aguapé ( <i>E. azurea</i> ), e erva-de-bicho ( <i>P. acuminatum</i> ).
3	19°30'10"S 55°37'40"W	Fechada (FRF)	Vegetação ripária presente com alto porte e grande densidade. Sem comunicação com campos inundáveis no período de cheia. Espécies arbóreas: Lixeira ( <i>C. americana</i> ), pimenteira ( <i>L. parvifolia</i> ), acuri ( <i>S. phalerata</i> ), tucum ( <i>Bactris glaucescens</i> ) e cambará ( <i>V. divergens</i> ). Dossel coberto, formando mata de galeria. Espécies aquáticas: Erva capitão ( <i>Hydrocotyle leucocephala</i> ), erva-de-bicho ( <i>P. acuminatum</i> ) e aguapé ( <i>E. azurea</i> ).
4	19°30'04"S 55°37'30"W	Aberta (FRA)	Vegetação escassa ou ausente. Comunicação com campos inundáveis no período de cheia. Árvores emergentes com até 06 ms. Espécies arbóreas: Cambará ( <i>V. divergens</i> ), pimenteira ( <i>L. parvifolia</i> ), lixeira ( <i>C. americana</i> ), acuri ( <i>S. phalerata</i> ), embaúba ( <i>Cecropia pachystachya</i> ) e lianas ( <i>C. erosa</i> e <i>C. spinosa</i> ). Espécies aquáticas: Erva-de-bicho ( <i>P. acuminatum</i> ), aguapé ( <i>E. azurea</i> ) e orelha de onça ( <i>S. auriculata</i> ).
5	19°29'48"S 55°37'23"W	Intermediária (FRI)	Vegetação ripária presente e/ou em baixa diversidade. Sem comunicação com campos inundáveis no período de cheia. Espécies arbóreas: Pimenteira ( <i>L. parvifolia</i> ), acuri ( <i>S. phalerata</i> ) e lianas ( <i>C. erosa</i> e <i>C. spinosa</i> ). Espécies aquáticas: Dormideira ( <i>Neptunia plena</i> ), erva-de-bicho ( <i>P. acuminatum</i> ) e aguapé ( <i>E. azurea</i> ).
6	19°29'21"S 55°37'13"W	Fechada (FRF)	Vegetação ripária com alto porte e grande densidade. Sem comunicação com campos inundáveis no período de cheia. Espécies arbóreas: Tucum ( <i>Bactris glaucescens</i> ), acuri ( <i>S. phalerata</i> ), lixeira ( <i>C. americana</i> ), pimenteira ( <i>L. parvifolia</i> ), ingá ( <i>Inga uruguensis</i> ) e cambará ( <i>V. divergens</i> ). Dossel coberto, formando mata de galeria. Espécies aquáticas: Ninféa ( <i>Nymphaea jamesoniana</i> ), erva-de-bicho ( <i>P. acuminatum</i> ), orelha-de-onça ( <i>S. auriculata</i> ), dormideira ( <i>N. plena</i> ) e aguapé ( <i>E. azurea</i> ).

**Tabela 2.** Pontuação das famílias de macroinvertebrados bentônicos para a obtenção do índice BMWP, adaptado de Brigante et al. (2003).

Família	Pontuação
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae (Efemerópteros); Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae (Plecópteros); Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae (Tricópteros); Athericidae, Blephariceridae (Dípteros).	10
Astacidae (Crustáceos); Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Cordulidae, Libellulidae (Odonatas); Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae (Tricópteros).	8
Ephemereleididae (Efemerópteros); Nemouridae (Plecópteros); Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae (Tricópteros).	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae (Moluscos); Hydroptilidae, (Tricópteros); Platynemididae, Coenagrionidae (Odonatas).	6
Oligoneuridae (Efemerópteros); Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae (Coleópteros); Hydropsychidae (Tricópteros); Tipulidae, Simuliidae, (Dípteros); Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae (Turbelárias).	5
Baetidae, Caenidae (Efemerópteros); Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae (Coleópteros); Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Psychodidae, Anthomyidae, Limoniidae (Dípteros); Sialidae (Megalópteros); Piscicolidae (Hirudíneas); Hídracarina (Ácaros).	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Notonectidae, Corixidae (Hemípteros); Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae (Coleópteros); Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae (Moluscos); Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae (Hirudíneas); Asellidae, Ostracoda (Crustáceos).	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae (Dípteros).	2
Subclasse Oligochaeta (Todas as famílias).	1

**Tabela 3.** Classes de qualidade, significado dos valores do índice BMWP e cores a utilizar em representações cartográficas, adaptado de Brigante et al. (2003).

Qualidade	Valor	Significado	Cor
Boa (I)	>150; 101-120	Águas muito limpas. Águas limpas, sem alteração ou contaminação evidente.	Azul
Acetável (II)	61-100	Águas com algum sinal de contaminação.	Verde
Duvidosa (III)	36-60	Águas contaminadas.	Amarelo
Crítica (IV)	16-35	Águas muito contaminada.	Laranja
Muito crítica (V)	<15	Águas fortemente contaminadas.	Vermelho

**Tabela 4.** Pontuação das famílias ao nível de tolerância a poluição para o índice biótico de famílias (IBF), adaptado de Zimmerman (1993).

Plecoptera	Capniidae 1, Chloroperlidae 1, Leuctridae 0, Nemouridae 2, Perlidae 1, Perlodidae 2, Pteronarcyidae 0, Taeniopterygidae 2
Ephemeroptera	Baetidae 4, Baetiscidae 3, Caenidae7, Ephemerellidae 1, Ephemeridae 4, Heptageniidae 4, Leptophlebiidae 2, Metretopodidae 2, Oligoneuriidae 2, Polymitarcyidae 2, Potamanthidae 4, Siphonuridae 7, Tricorythidae 4
Odonata	Aeshnidae 3, Calopterygidae 5, Coenagrionidae 9, Cordulegastriidae 3, Corduliidae 5, Gomphidae 1, Lestidae 9, Libellulidae 9, Macromiidae 3
Trichoptera	Brachycentridae 1, Glossosomatidae 0, Helicopsychidae 3, Hydropsychidae 4, Hydroptilidae 4, Lepidostomatidae 1, Leptoceridae 4, Limnephilidae 4, Molannidae 6, Odontoceridae 0, Philopotamidae 3, Phryganeidae 4, Polycentropodidae 6, Psychomyiidae 2, Rhyacophilidae 0, Sericostomatidae 3, Corydalidae 0, Sialidae 4
Megaloptera	
Lepidoptera	Pylalidae 5
Coleoptera	Dryopidae 5, Elmidae 4, Psephenidae 4
Diptera	Athericidae 2, Blephariceridae 0, Ceratopogonidae 6, Blood-red Chironomidae (Chironomini) 8, Outro (incluindo pink) Chironomidae 6, Dolichopodidae 4, Empididae 6, Ephydriidae 6, Psychodidae 10, Simuliidae 6, Muscidae 6, Syrphidae 10, Tabanidae 6, Tipulidae 3
Amphipoda	Gammaridae 4, Talitridae 8
Isopoda	Asellidae 8
Acariformes	4
Decapoda	6
Gastropoda	Amnicola 8, Bithynia 8, Ferrissia 6, Gyraulus 8, Helisoma 6, Lymnaea 6, Physa 8, Sphaeriidae 8
Oligochaeta	Chaetogaster 6, Dero 10, <i>Nais barbata</i> 8, <i>Nais behningi</i> 6, <i>Nais bretscheri</i> 6, <i>Nais communis</i> 8, <i>Nais elinguis</i> 10, <i>Nais pardalis</i> 8, <i>Nais simplex</i> 6, <i>Nais variabilis</i> 10, Pristina 8, Stylaria 8, Tubificidae: Aulodrilus 8, Limnodrilus 10
Hirudinea	<i>Helobdella</i> 10
Turbellaria	4

**Tabela 5.** Qualidade da água baseada no índice biótico de famílias (IBF), adaptado de Zimmerman (1993).

Índice biótico	Qualidade da água	Grau de poluição
0.00-3.50	Excelente	Sem poluição orgânica aparente
3.51-4.50	Muito boa	Possível poluição orgânica
4.51-5.50	Boa	Alguma poluição orgânica
5.51-6.50	Razoável	Poluição orgânica razoavelmente significante
6.51-7.50	Razoavelmente pobre	Poluição orgânica significante
7.51-8.50	Pobre	Poluição orgânica muito significante
8.51-10.0	Muito pobre	Poluição orgânica severa

**Resultados e discussão**

**Abundância de espécimes, riqueza e diversidade de famílias**

Foram registradas 60 famílias pertencentes a 12 ordens da Classe Insecta totalizando 19.773 indivíduos (Tabela 6), que em sua maioria foram os primeiros registros de ocorrência para a região estudada. Estes números foram relativamente altos quando comparados ao trabalho realizado por Oliveira et al. (2006) na mesma região do Pantanal.

**Tabela 6** Taxas encontradas no rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil.

Taxa/coleta	Vazante						Seca						Cheia								
	Campanha 1			Campanha 2			Campanha 3			Campanha 4			Campanha 5			Campanha 6					
	FRA	FRI	FRF																		
<b>Hexapoda</b>																					
<b>Blattodea</b>																					
Blattellidae																					
<b>Coleoptera</b>																					
Carabidae																					
Chrysomelidae																					
Curculionidae	18	1	8	13	5	12	5	2	2	16	15	19	2	15	30	6	10				
Dytiscidae	3	14	44	21	31	11	10	2	1	36	9	23	47	25	22	39	152	117			
Elmidae			2	20	2	3			2	1	2	1	3	10	11	8	2	2	4		
Gyrinidae			1			2	1					3			42			2			
Hydrochidae															3						
Hydrophilidae	19	18	51	53	55	61	7	10	16	32	8	52	57	14	43	209	135	169			
Noteridae	13	21	63	12	24	1			4	5	2	4	21	7	15	12	57	72	37		
Psephenidae							1	1							2			2	2		
Scarabaeidae															1			1			
Scirtidae	12	2	4	1	3	8			23	4	47	11	31	47	31	38	13	1	2		
Staphylinidae	2	1			4	1	5					24	1			22			2	2	1
<b>Diptera</b>																					
Ceratopogonidae	22	1	34	2	3	7			4	3	142	8	25	257	21	32	212	26	50		
Cecidomyiidae											1										
Chironomidae	114	56	251	41	52	187	70	129	107	525	471	676	655	700	783	2.117	909	1.725			
Culicidae			3	3	1	7	1	4	1			18	1	21	14	2	2	11	4	4	
Dolichopodidae							1							1			2			1	
Empididae											2									1	
Muscidae																					
Psychodidae	19			2					3	11			11	11	2	8	20	16	1		
Sciomyzidae																					
Stratiomyiidae																					
Tabanidae	1	1	3			2	1	1			2	2	5	4	4	2			1		
Tipulidae									3			1			1			3			
<b>Ephemeroptera</b>																					
Baetidae																					
Caenidae	3	3			4	7	13	8	6	17	55	217	3	54	98	61	2	15	4		

Continua...

...continuação

Taxa/coleta	Vazante						Seca						Cheia					
	Campanha 1			Campanha 2			Campanha 3			Campanha 4			Campanha 5			Campanha 6		
	FRA	FRI	FRF	FRA	FRI	FRF	FRA	FRI	FRF									
Leptophlebiidae										1	25	2	1	1	2			
<b>Hemiptera</b>																		
Belostomatidae			4	1	1	1	2		1	3	5	1	3	2	1	6	2	2
Corixidae	7	9	2		66	1	2			5		3	1	5		57	33	95
Gerridae			1			2		1				1			2	6	20	8
Hebridae										1					1		1	3
Hydrometridae													3					
Macroveliidae			1	1	1		2								2			
Mesovellidae		1			2		2	1	4				4	1	4	5	7	3
Naucoridae	9	8	8	3	5	10	1	2	3	2	6	9	3	8	4	12	6	7
Nepidae								1				1		2			1	
Notonectidae			1													4		1
Pleidae		5	1	1	1					2	3		9	3	21	74	48	88
Veliidae	8	3	3		1		3	2	3	10	2			2	2	2	15	3
<b>Hymenoptera</b>																		
Trichogrammatidae									1				3					
<b>Lepidoptera</b>																		
Colophoridae	1																	
Noctuidae				1	2	6		1	3		2	4	1	3	2			3
Pyralidae		1		1		17	1		2	3	3		2	2		1		5
<b>Megaloptera</b>																		
Corydalidae										3	1		3	1				
<b>Odonata</b>																		
Coenagrionidae	5	2	7	8	3	9	4		3	11		25	2	3	5	29	25	19
Cordulegastridae	1		2		15	2	7	1	6	5	7	12	3	8	4			1
Libellulidae		3	8	18	6	4	4		1	27	1	68	19	24	10	89	20	80
Aeshnidae	2				2								1			5	2	1
<b>Orthoptera</b>																		
Acridae	6	3	6	4	17					5		4	11	2	1	5	5	2
Gryllidae			2			3	6				1		1		1	2	2	6
<b>Thysanoptera</b>																		
Phloeothripidae								1					2	2	1	2		
<b>Trichoptera</b>																		
Glossosomatidae										12				1	2	1		19
Hydropsychidae								9	7	112	1		2	1	2			
Hydroptilidae			2		2	2	2	1	4	20	1		2	18	41	53	1.114	2.201
Leptoceridae										2				10	1	3		
Odontoceridae					1			1									1	1
Philopotamidae										3							44	
Polycentropodidae				2	2		1				5	4	1	5	5	3		189
Total de indivíduos	265	159	533	189	324	388	148	198	194	1037	957	1039	1331	1042	1155	3149	2704	4961
Total de famílias	19	22	27	20	28	32	21	21	25	36	27	31	38	35	39	35	34	37

Durante o período de vazante, foram registrados 1.858 indivíduos de 43 famílias, o que correspondeu a (9,4%) dos insetos amostrados. A maior abundância e diversidade de insetos foram observadas em FRF, embora a menor abundância de insetos coletados durante o estudo tenha sido registrada nesse período, o que pode estar relacionado à maior velocidade da água durante o processo de escoamento. A velocidade da água é importante variável, que influencia diretamente na distribuição dos insetos aquáticos, uma vez que a forte vazão dificulta o estabelecimento dos organismos no ambiente aquático (ESTEVEZ, 1998).

Silveira (2004) aponta que as interações prevaletentes de velocidade, profundidade e substrato refletem a integridade hidrológica de um rio e desta forma a estrutura e a função da maioria das comunidades aquáticas está associada com a estabilidade ou previsibilidade dos padrões hidrológicos e condições hidráulicas internas do rio. Merritt e Cummins (1996) ressaltam que o padrão

de distribuição dos organismos aquáticos resulta da interação entre hábito, condições físicas do hábitat (fluxo, turbulência e substrato) e disponibilidade de alimento.

No período de seca, 3.573 indivíduos, pertencentes a 50 famílias foram coletados, correspondendo a 18,07% dos organismos amostrados. Nesse período, a maior abundância foi registrada em FRF, embora a maior diversidade tenha sido verificada em FRA. Áreas abertas onde ocorre maior incidência de luz, possibilitam a proliferação de algas e macrófitas, aumentando a produtividade primária do ambiente e disponibilidade de abrigo e alimento para a entomofauna aquática (FIDELIS et al., 2008). Segundo Silveira (2004), os vários fatores que atuam na formação da composição e distribuição das espécies em determinado hábitat devem ser considerados em conjunto com as interações entre os organismos.

O maior número de indivíduos foi registrado no período de cheia, em que 14.342 espécimes de 54 famílias foram capturados, representando 72,53% dos organismos coletados. Neste período, a FRF apresentou a maior abundância de insetos, embora a maior diversidade tenha sido observada em FRA. Segundo Vannote et al. (1980), a associação entre a vegetação marginal e o ambiente lótico é um dos fatores de maior importância na distribuição e alimentação dos insetos aquáticos, uma vez que esta é a principal fonte de recursos para esses organismos. Dessa forma, a presença ou ausência da mata ciliar atua diretamente na ecologia destes ambientes (DUDGEON, 1988). A cobertura vegetal próxima dos ambientes aquáticos produz grande quantidade de matéria orgânica, como galhos e folhas que servem de alimento e abrigo para diversas famílias de insetos (KIKUCHI; UIEDA, 1998; UIEDA; GAJARDO, 1996).

É importante considerar a presença ou ausência de organismos indicadores de qualidade ambiental, como espécies das famílias Baetidae e Caenidae (Ephemeroptera), Hydropsychidae, Hydroptilidae, Odontoceridae e Polycentropodidae (Trichoptera), Coenagrionidae, Cordulegastridae, Libellulidae e Aeshnidae (Odonata), que indicam boas condições ambientais (BOUCHARD JR., 2004; MERRITT; CUMMINS, 1996; PÉREZ, 1988).

A elevada abundância da família Chironomidae (Diptera) pode ser atribuída à grande amplitude ecológica apresentada por esse grupo, que vive sobre extensa variedade de condições ambientais e diferentes categorias tróficas (SILVA et al., 2008, 2009). Dessa forma, na maioria dos ambientes lóticos e lênticos, seja ele natural ou perturbado, os Chironomidae constituem o grupo mais abundante e suas larvas colonizam grandes variedades de habitats (ROQUE et al., 2000).

De modo geral, a abundância dos insetos aquáticos apresentou maior valor durante o período de cheia (Figura 4), quando a disponibilidade de recursos é maior, pela grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, encontrada no ambiente aquático no período de inundação, conforme afirmam Junk et al. (1989) e Thomaz et al. (2003).

#### Índice BMWP, BMWP-ASPT e IBF

Durante o período de vazante, o índice BMWP apontou a qualidade da água para o uso humano como duvidosa em FRA. Em FRI e FRF esse índice apontou a qualidade da água como aceitável, mas com sinais de poluição orgânica. Já o índice IBF

apontou a qualidade da água como muito boa em FRF e excelente em FRI e FRA. A qualidade da água obtida pelo índice BMWP no período de seca foi considerada aceitável em FRI e classificada como boa em FRF e FRA. A resposta obtida pelo índice IBF indicou a qualidade da água como boa, mas com alguma poluição orgânica em FRF e muito boa em FRA e FRI.

No período de cheia, o índice BMWP apontou a qualidade da água como boa para todas as áreas amostradas, em que o maior valor foi registrado em FRF e o menor valor em FRA. A aplicação do índice IBF nesse período apontou a qualidade da água entre muito boa e boa, mas com sinais de poluição orgânica, o maior valor foi verificado em FRA, ao passo que em FRI foi observado o menor valor para esse índice (Figura 5).

Segundo Stribling et al. (1998), o índice IBF é uma importante ferramenta para avaliar a integridade de ecossistemas aquáticos e sua principal vantagem é possibilitar a fácil interpretação das respostas biológicas, de maneira acessível para pessoal não especializado, a fim de facilitar a rotina de gestores ambientais.

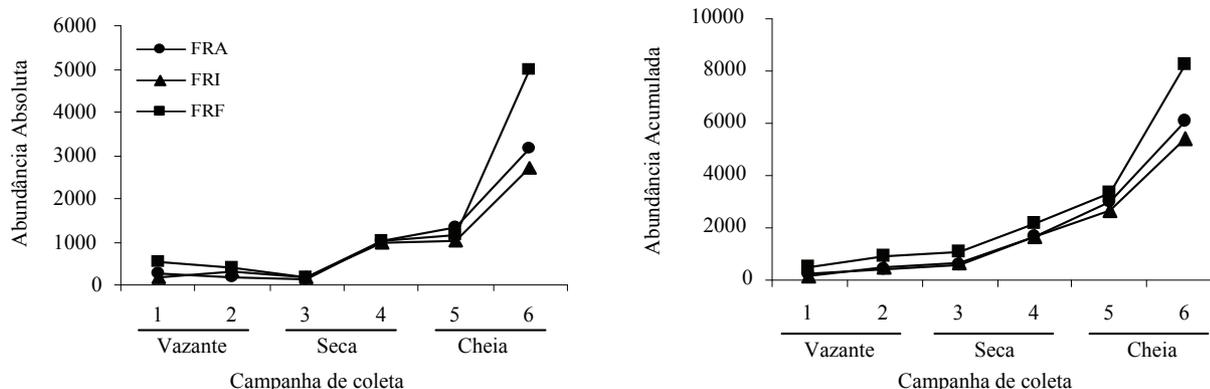
O maior valor do índice BMWP-ASPT (Average Score Per Taxon) foi encontrado em FRI, durante o período de seca. Este índice apontou maior estabilidade em FRF e o menor valor obtido foi registrado em período de vazante em FRI. Este índice corresponde ao valor final obtido no índice BMWP, dividido pelo número de famílias presentes e que possuem valores neste índice. Segundo Silveira (2004) e Baptista (2008), o ASPT foi adicionado ao índice BMWP com a finalidade de torná-lo mais eficiente e realista, não muito influenciado pelo tamanho do rio.

De modo geral, todos os índices utilizados apresentaram resultados satisfatórios; todavia, o índice BMWP foi o que melhor respondeu às características do ambiente estudado, evidenciando a influência da fisionomia ripária e do ciclo hidrológico sobre a estrutura da comunidade de insetos aquáticos. Segundo Junqueira e Campos (1998) e Baptista (2008), o BMWP é um índice qualitativo, que considera a presença/ausência de famílias de macroinvertebrados, em que a cada família é atribuída uma pontuação de 1 a 10, de acordo com seu grau de tolerância ou sensibilidade a poluentes orgânicos. Quanto maior a pontuação da família, maior é a sensibilidade ao impacto e, dessa forma, os resultados obtidos podem ser comparados aos locais com diferentes graus de integridade ambiental.

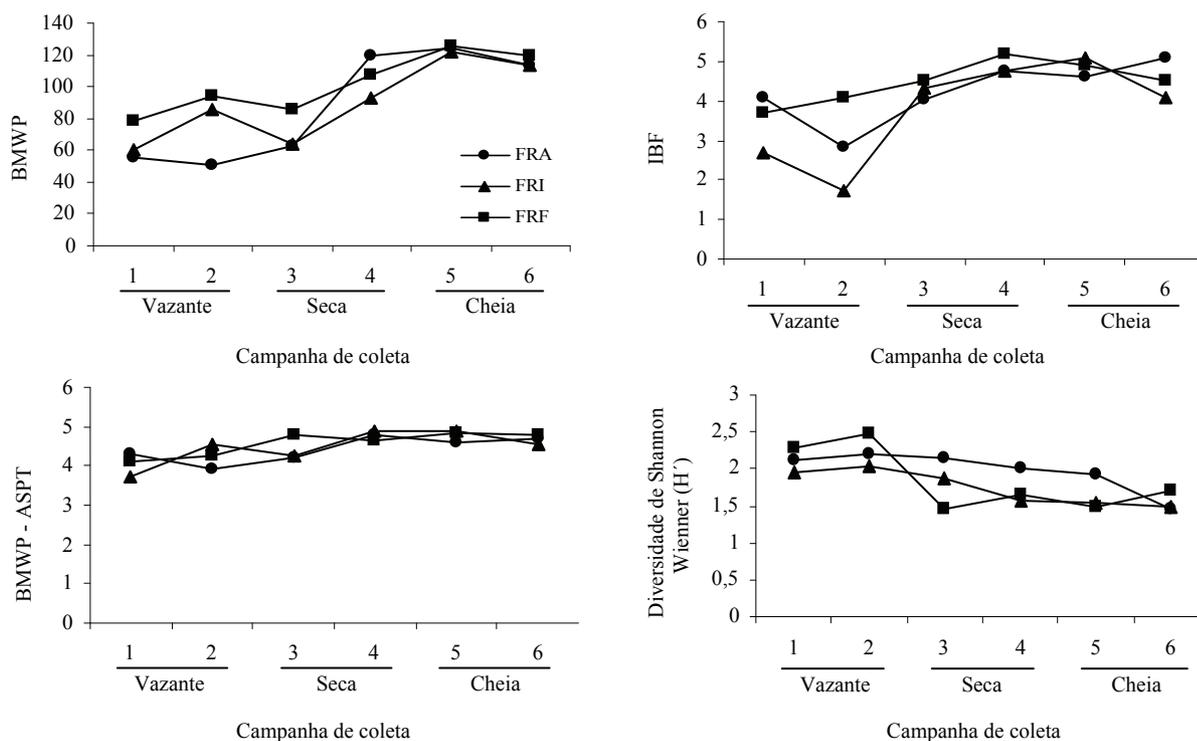
Quando comparados os dados considerando o rio Correntoso como um único trecho estudado, os índices BMWP e BMWP-ASPT apresentaram os maiores valores durante o período de cheia. Estes índices evidenciaram a correlação entre a abundância de indivíduos com o aumento das águas. Por outro lado, o índice IBF e o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) registraram melhor qualidade do ambiente durante o período de vazante. Segundo Odum (1988), o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) considera a abundância e riqueza de espécies e, desta forma,

os menores valores encontrados no período de cheia podem ser justificados pelo fato de a riqueza de famílias não ter aumentado em relação à elevada abundância de indivíduos nesse período (Figura 6).

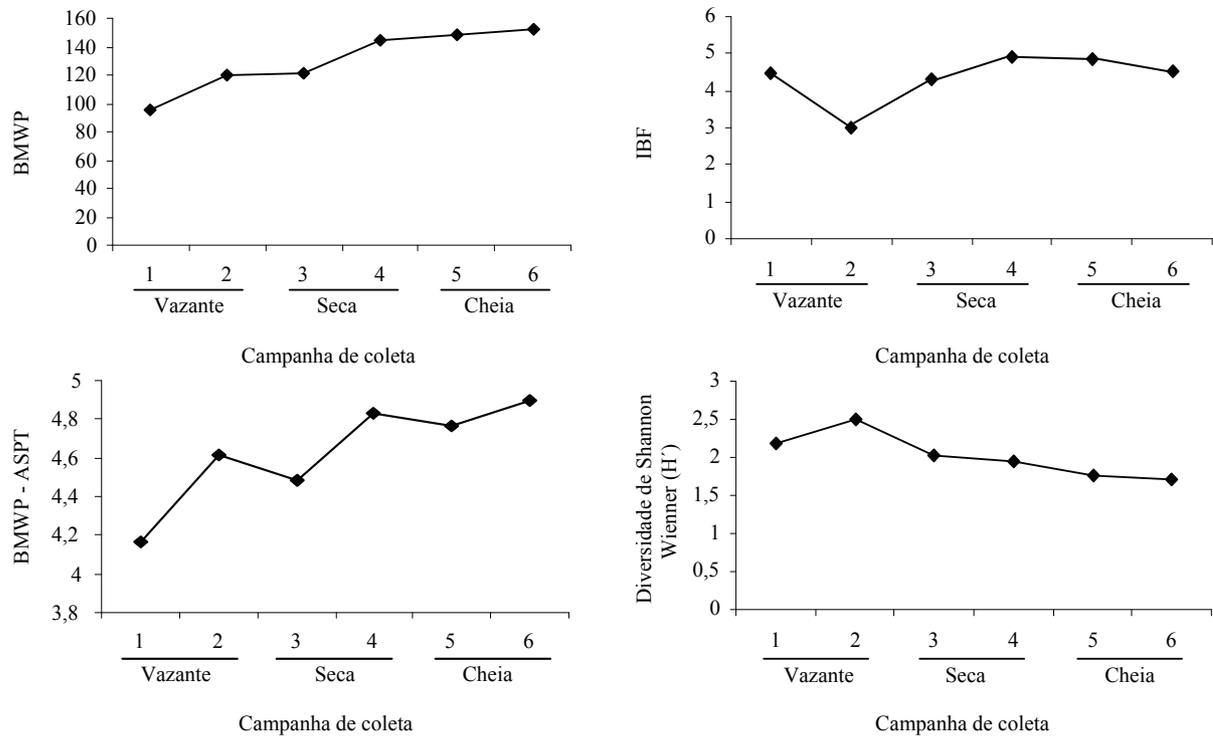
De modo geral, os índices se comportaram de diferentes maneiras, de acordo com a estrutura da vegetação ripária e com o período de estudo, o que mostra a importância da escolha do índice ideal para a avaliação da qualidade ambiental de um determinado ambiente, a fim de evitar possíveis erros de interpretação.



**Figura 4.** Abundância absoluta e acumulada dos insetos aquáticos coletados entre março de 2006 e fevereiro de 2007, rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil.



**Figura 5.** Representação gráfica dos resultados obtidos na aplicação dos índices BMWP, IBF, BMWP-ASPT e Shannon-Wiener ( $H'$ ), nas diferentes campanhas de coleta entre março de 2006 e fevereiro de 2007, rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul.



**Figura 6.** Representação gráfica dos resultados obtidos na aplicação dos índices BMWP, IBF, BMWP-ASPT e Shannon-Wiener ( $H'$ ), considerando o rio Correntoso como um trecho único, nas diferentes campanhas de coleta entre março de 2006 e fevereiro de 2007, rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil.

## Conclusão

O grande número de famílias coletadas e a presença de famílias sensíveis a alterações ambientais indicam que o ambiente estudado apresenta elevado grau de conservação. Importante ressaltar que em sua maioria são os primeiros registros de ocorrência dessas famílias para a região. A estrutura da comunidade de insetos associada às macrófitas aquáticas se apresentou de diferentes maneiras, quanto à abundância, riqueza e diversidade, de acordo com a estrutura da vegetação ripária e o ciclo hidrológico regional. A maior abundância de indivíduos foi registrada no período de cheia, quando a disponibilidade de recursos e os bancos de macrófitas são mais abundantes. De modo geral, os índices bióticos utilizados apresentaram resultados satisfatórios, mas o índice BMWP foi o que melhor representou as condições do ambiente, por mostrar maior estabilidade e refletir a influência da fisionomia ripária e do ciclo hidrológico sobre a estrutura da comunidade de insetos aquáticos. Desta forma, o presente trabalho possibilitou melhor entendimento sobre a utilização de índices bióticos que empregam insetos aquáticos como indicadores da qualidade ambiental, em especial na região do Pantanal.

## Agradecimentos

Ao Laboratório de Pesquisa em Entomologia (Uniderp). Ao Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (Uniderp). À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Ensino Superior). Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

## Referências

- ALHO, C. J. R. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 957-966, 2008.
- ALHO, C. J. R.; GONÇALVES, H. C. **Biodiversidade do pantanal: ecologia e conservação**. Campo Grande: Uniderp, 2005.
- ANA-Agência Nacional de Águas. **Programa de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do Pantanal e bacia do Alto Paraguai**. Brasília: GEF/Pnuma/OEA/ANA, 2004. (Relatório final).
- BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. In: BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B. S. (Ed.). **Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais**. Rio de Janeiro: PPGGE-UFRJ, 2008. v. 12, n. 3, p. 425-441. (Series Oecologia Brasiliensis).

- BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. E. (Ed.). **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. cap. 13, p. 175-189. (Series Oecologia Brasiliensis, 5).
- BOUCHARD JR., R. W. **Guide to aquatic invertebrates of the upper Midwest**. Minnesota: University of Minnesota, 2004.
- BRIGANTE, J.; DORNFELD, C. B.; NOVELLI, A.; MORRAYE, M. A. Comunidade de macroinvertebrados bentônicos no rio Mogi-Guaçu. In: BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. (Ed.). **Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RIMA, 2003. p. 182-187.
- BROWN JR., K. S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. (Ed.). **Indicadores ambientais**. Sorocaba: PUC-SP, 1997. p. 143-155.
- BUSS, D. F. Desenvolvimento de um índice biológico para uso de voluntários na avaliação da qualidade da água de rios. In: BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B. S. (Ed.). **Monitoramento Biológico de Ecossistemas Aquáticos Continentais**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 2008. v. 12, n. 3, p. 520-530. (Series Oecologia Brasiliensis).
- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.
- CALISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-782, 2001.
- COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. 2006. Disponível em: <<http://www.purl.ocic.org/estimates>>. Acesso em: 23 jul. 2006.
- COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006.
- DUDGEON, D. The influence of riparian vegetation on macroinvertebrate community structure in four Hong Kong streams. **Journal of Zoology**, v. 216, p. 609-627, 1988.
- DUDGEON, D. Anthropogenic influences on Hong Kong streams. **Geo Journal**, v. 40, n. 1-2, p. 53-61, 1996.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos em limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- FIDELIS, L.; NESSIMIAN, J. L.; HAMADA, N. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 1, p. 127-134, 2008.
- GRIFFITHS, R. W. **Mapping the water quality of streams**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P.; SPARK, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). **Proceedings of the International Large River Symposium**. British Columbia, 1989. p. 110-127. (Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences, 106).
- JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. Adaptação do "BMWP" method for water quality evaluation to rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.
- KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de insetos aquáticos em um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. E. (Ed.). **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. cap. 12, p. 157-173. (Series Oecologia Brasiliensis, 5).
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 4. ed. Dubuque: Kendall; Hunt, 1996.
- MONTEIRO, T. A.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP à Bacia do rio Meia Ponte-GO. In: BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B. S. (Ed.). **Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 2008. v. 12, n. 3, p. 553-563. (Series Oecologia Brasiliensis).
- MOULTON, T. P. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. E. (Ed.). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. cap. 20, p. 281-298. (Series Oecologia Brasiliensis, 5).
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.
- OLIVEIRA, I. A. D. V.; FAVERO, S.; OLIVEIRA, A. K. M.; SOUZA, C. C. Levantamento preliminar da entomofauna associada ao filme d'água da Baía do Bacero e Corixo do Pau Seco, Pantanal do Negro. In: BRUM, E.; OLIVEIRA, A. K. M.; FAVERO, S. (Ed.). **Meio ambiente e produção interdisciplinar: sociedade, natureza e desenvolvimento**. Campo Grande: Uniderp, 2006. v. 1, cap. 4, p. 67-84.
- PÉREZ, G. R. **Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Bogotá: Fen Colômbia y Colciências, 1988.
- QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de águas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008.
- ROQUE, F. O.; CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Considerações sobre a utilização de larvas de Chironomidae (Diptera) na avaliação da qualidade da água de córregos do Estado de São Paulo. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; PASCHOAL, C. M. R. B.; ROCHA, O.; BOHRER, M. B. C.; NETO, A. L. O. (Ed.). **Ecotoxicologia e desenvolvimento sustentável: perspectivas para o século XXI**. São Carlos: Rima, 2000. p. 115-126.

- SILVA, F. H.; FAVERO, S.; SABINO, J.; GARNÉS, S. J. A. Estrutura da comunidade de insetos associados à macrófitas aquáticas, em um trecho do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. In: OLIVEIRA, A. K. M.; GARNÉS, S. J. A.; FIGUEIREDO, R. S. (Ed.). **Meio ambiente e produção interdisciplinar**: sociedade, natureza e desenvolvimento. Campo Grande: Uniderp, 2008. v. 2, cap. 6, p. 99-117.
- SILVA, F. H.; FAVERO, S.; SABINO, J.; GARNÉS, S. J. A. Distribuição da entomofauna associada às macrófitas aquáticas na vazante do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 2, p. 127-134, 2009.
- SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para a avaliação da qualidade da água em rios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.
- STRIBLING, J. B.; JESSUP, B. K.; WHITE, J. S.; BOWARD, D.; HURD, M. **Development of a benthic index of biotic integrity for Maryland streams**. Maryland: Chesapeake Bay and Watershed Programs, 1998. (Monitoring and Non-Tidal Assessment).
- THOMAZ, S. M.; PAGIORO, T. A.; PADIAL, A. A.; CARVALHO, P. Decomposição das macrófitas aquáticas e sua relação com o pulso de inundação. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: Rima, 2003. p. 195-211.
- UIEDA, V. S.; GAJARDO, I. C. S. M. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. **Naturalia**, v. 21, p. 31-47, 1996.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. L.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.
- ZIMMERMAN, M. C. The use of the biotic index as indication of water quality. In: WORKSHOP/CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR BIOLOGY LABORATORY EDUCATION (ABLE). 5., 1993, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: ABLE, 1993. v. 5, p. 85-98.

*Received on March 26, 2008.*

*Accepted on August 3, 2009.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.