

Sandra Maria de Melo

**Os desconhecidos canais da
planície aluvial do alto rio
Paraná: a resposta
ecológica das ninfas de
Ephemeroptera**

**Maringá
2006**

Fundação Universidade Estadual de Maringá
Centro de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia de
Ambientes Aquáticos Continentais

**Os desconhecidos canais da planície aluvial
do alto rio Paraná: a resposta ecológica das
ninfas de Ephemeroptera**

Sandra Maria de Melo

Maringá-PR

2006

Sandra Maria de Melo

**Os desconhecidos canais da planície aluvial
do alto rio Paraná: a resposta ecológica das
ninfas de Ephemeroptera**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Orientadora: Alice Michiyo Takeda, Profa. Dra.

MARINGÁ-PR

AGOSTO DE 2006

**Tese defendida e aprovada em 18 de setembro de 2006, pela Comissão
Julgadora constituída pelos professores:**

Prof. Dr^a. Alice Michiyo Takeda

Prof. Dr. Ângelo Antônio Agostinho

Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes

Prof. Dr. Eduardo Domínguez

Prof. Dr. Frederico Falcão Salles

Dedicatória:

Aos meus pais, por serem o alicerce da minha vida e aos meus irmãos, por serem irmãos maravilhosos. Amo todos vocês.

Agradecimentos

Em especial à Profa. Dra. Alice Michiyo Takeda, minha orientadora, profissional no qual me espelho, pela ética, ensinamentos e pelo privilégio de compartilhar comigo sua experiência e sabedoria, há quase duas décadas, desde os tempos de graduação; pela confiança, incentivo e credibilidade sempre depositados, por não me deixar desanimar nas horas difíceis e pela eterna amizade, os meus sinceros agradecimentos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Doutorado e taxa bancada Proc. Nº 140208/2004-6 para realização de coletas, Bolsa Produtividade Nº 304692/2002-6 para manutenção do experimento e Pesquisa Ecológica de Longa Duração – PELD Site 6 pelo apoio logístico.

Em especial à amiga Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui pela imensa ajuda nas análises estatísticas, pela amizade, estímulo e paciência constante nos momentos mais difíceis.

Ao Profs Drs Eduardo Domínguez, Carlos Molineri, Carolina Nieto, Lucimar Gomes Dias que me acolheram no Instituto Miguel Lillo e Universidade Federal de Viçosa, respectivamente, com muita dedicação e carinho, agradeço a imensa contribuição na identificação de ninfas Ephemeroptera.

Ao Dr. Frederico F. Salles da Universidade Federal do Espírito Santo pela atenção em todos os momentos e imensa contribuição em todas as dívidas relacionadas à identificação de ninfas de Ephemeroptera..

Ao Dr. Luis Carlos Gomes, Msc. Dayani Bailey e Msc. Rodrigo Fernandes pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos amigos do laboratório de zoobentos (em ordem alfabética para não causar ciúmes): Adriana, Alline, Ana Lúcia (a Aninha), Aryane, Danielle (a Dani), Gisele (a Gi), Gisele (da uva), Gustavo, Karina, Luciana, Pepe, Rodrigo, Rômulo, Sayuri, Sue Ellen (a Sú) pelo carinho em todos os momentos.

Em especial a Danielle Sayuri Fujita pelo auxílio nas coletas de campo, sugestões e amizade.

Ao Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha pela revisão do texto e sugestões.

Às secretárias do curso de pós-graduação, Aldenir Cruz Oliveira e Mércia Sueli Oliveira Sanches pelo apoio e presteza durante todos os momentos..

À equipe da Biblioteca setorial, Maria Salete Ribelatto Arita, João Fábio Hildebrandt e Márcia Regina Paiva pelo carisma, simpatia e auxílio na busca de importantes referências bibliográficas para a concretização deste estudo.

A equipe do laboratório Física e Química e em especial a Maria Do Carmo Roberto e Raul por me fornecerem o material para a coleta de campo dos dados abióticos.

Ao Sebastião (Tião), Alfredo, Leandro, Flora e Valdice pelo apoio nas coletas de campo

e pelo carinho.

À amiga Erica Mayumi Takahashi pela correção do Abstract..

Ao desenhista Jaime Luiz Lopes Pereira pelo apoio técnico na arte gráfica..

Ao Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia) pelo apoio logístico.

Aos amigos Rita, Eliza, Ciro, Eliza Komatsu, Valdirene, Dayani, Lucinéia, Sirlene, pela atenção e apoio constantes.

Ao Parque Estadual do Ivinhema, pela permissão para a coleta do material biológico.

Especialmente a Deus por estar sempre ao meu lado, por me dar forças para sempre acreditar que tudo é possível.

Os artigos foram elaborados conforme as normas da revista “Journal
of the North American Benthological Society”

Sumário

Capítulo I – Ninfas de Ephemeroptera (Insecta) no substrato artificial em três canais da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil.

• Resumo	1
• Abstract.....	2
• Introdução	3
• Material e Métodos	5
• Resultados.....	10
• Discussão	15
• Referências.....	19

Capítulo II – Ninfas de Ephemeroptera (Insecta) bentônicas em três canais da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil.

• Resumo	25
• Abstract.....	26
• Introdução	27
• Material e Métodos	29
• Resultados.....	32
• Discussão	38
• Referências.....	41

Resumo Geral

Neste trabalho foram avaliadas a composição, densidade e dominância de ninfas de Ephemeroptera nos substratos artificiais instalados em três principais canais da planície aluvial do alto rio Paraná (rios Paraná, Ivinhema e Baía), bem como a influência da profundidade (estratos da coluna de água) e algumas variáveis ambientais, como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, transparência e velocidade da água. As amostras foram coletadas mensalmente, no período de janeiro de 2004 a março de 2005. A estrutura do substrato artificial foi composta por uma bóia (estrato BO), localizada na superfície da água, e duas placas de madeira em forma de X localizadas em diferentes profundidades. Verificaram-se diferenças significativas entre os rios em relação as variáveis ambientais, e entre os rios e estratos em relação a densidade de Ephemeroptera. *Americabaetis alphus* (Baetidae) foi dominante na maioria dos estratos dos rios. Na planície aluvial do alto rio Paraná foram registradas pela primeira vez as seguintes espécies: *Baetodes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Guajirolus* sp. (Baetidae), *Tricorythodes* nova espécie, *Traverhyphes* sp. (Leptohyphidae), *Traverella* sp., *Thraulodes* sp., *Farrodes* sp. (Leptophlebiidae) e *Asthenopus* sp. (Polymitarcyidae). Na fauna bêntica, foram avaliadas diferenças na composição e densidade de ninfas de Ephemeroptera presentes nos rios Paraná, Ivinhema e Baía, relacionado-as com as variáveis físicas e químicas da água e verificando a dominância das espécies em relação ao tipo de ambiente. As amostras foram coletadas mensalmente com auxílio de um pegador de fundo tipo Petersen modificado no período de agosto de 2003 a janeiro de 2005. O diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica (ACC) mostrou nítida separação da comunidade de ninfas de Ephemeroptera em virtude das características físicas dos ambientes, como transparência da água, profundidade, velocidade de correnteza, areia grossa, matéria orgânica particulada fina (MOPF), matéria orgânica particulada grossa (MOPG), areia fina, lama e seixos, influenciando na dominância das espécies de cada canal. Esse estudo mostrou que as ninfas de Ephemeroptera são ótimas bioindicadoras podendo ser, até mesmo, utilizadas como sentinela ambiental das grandes mudanças, e foi demonstrado também que depois de quase vinte anos de pesquisa zoobentônica e de fauna associada às macrófitas aquáticas, a biodiversidade de invertebrados é ainda pouco conhecida na planície de inundação do alto rio Paraná.

Capítulo 1

**Ninfas de Ephemeroptera (Insecta) no substrato
artificial em três canais da planície aluvial do alto rio
Paraná, Brasil.**

Resumo

A estrutura de comunidades de invertebrados aquáticos pode ser avaliada com a utilização de substratos artificiais. Neste trabalho foram avaliadas diferenças na composição, densidade e dominância de ninfas de Ephemeroptera nos substratos artificiais instalados em três principais canais da planície aluvial do alto rio Paraná (rios Paraná, Ivinhema e Baía), bem como a influência da profundidade (estratos da coluna de água) e algumas variáveis ambientais, como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, transparência e velocidade de correnteza da água. As amostras foram coletadas mensalmente, no período de janeiro de 2004 a março de 2005. O jogo de substrato artificial foi composto por uma bóia (estrato BO), localizada na superfície da água, e duas placas de madeira em forma de X. A primeira placa (estrato S1) foi colocada a uma profundidade de 1,5 m da superfície da água e a segunda placa (estrato S2) foi posicionada a 3,0 m de profundidade. As análises de componentes principais ACP e a análise de correspondência com remoção do efeito do arco DCA foram utilizadas para avaliar a ordenação dos pontos de coleta em relação aos fatores abióticos e bióticos, respectivamente. Para determinar a estrutura da comunidade de Ephemeroptera de cada rio e estratos foi utilizado o índice de dominância de Kownacki. Verificaram-se diferenças significativas entre os rios nos fatores abióticos e, entre os rios e estratos nos fatores bióticos. *Americabaetis alphas* (Baetidae) foi dominante na maioria dos estratos dos rios. Na planície aluvial do alto rio Paraná foram registradas pela primeira vez as seguintes espécies: *Baetodes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Guajirolus* sp. (Baetidae), *Tricorythodes* nova espécie, *Traverhyphes* sp. (Leptohiphidae), *Traverella* sp., *Thraulodes* sp., *Farrodes* sp. (Leptophlebiidae) e *Asthenopus* sp. (Polymitarcyidae). Depois de quase vinte anos de pesquisa zoobentônica e de fauna associada às macrófitas aquáticas, esta pesquisa mostrou que a biodiversidade de invertebrados é ainda pouco conhecida nessa planície.

Palavras-chave: Ninfas de Ephemeroptera, variação espacial, substrato artificial, planície aluvial do alto rio Paraná

Abstract

The structure of the aquatic invertebrates communities can be evaluated using artificial substrates. In this work, differences in the composition, density and dominance of nymphs of Ephemeroptera was evaluated in artificial substrates installed in the Paraná, Ivinhema and Baía rivers, in different depths (stratum of the water column), besides relating with physical and chemical variables as temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, transparency and current velocity of the water. Samples were collected monthly from January 2004 to March 2005. The artificial substrates were composed by a buoy (stratum BO), located at water surface, and two wood frames X shaped named as stratum. The first stratum (S1) was placed at 1,5 m and the second stratum (S2) at 3,0 m deep. The principal components analysis (PCA) and the detrended correspondence analysis (DCA) were used to ordinate sampling station in relation to abiotic and biotic factors, respectively. Kownacki dominance index was used to determine the structure of Ephemeroptera community from each river and stratum. Significant differences among rivers according to abiotic factors and among the rivers and stratum in relations to biotic factors were also verified. *Americabaetis alphas* was dominant in most stratum of the rivers. In the alluvial plain of the high Paraná River it was registered for the first time the following species: *Baetodes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Guajirolus* sp., new *Tricorythodes* sp. n., *Traverhyphes* sp., *Traverella* sp., *Thraulodes* sp., *Farrodes* sp. and *Asthenopus* sp. Therefore after almost twenty years of research zoobenthos and associated fauna with aquatic macrophytes, this research showed that the invertebrates biodiversity is few known in this floodplain.

Introdução

Substratos artificiais são artefatos confeccionados com materiais de origem natural ou artificial de várias composições e configurações, e colocados na água por um período pré-determinado de exposição e profundidade, fornecem superfícies uniformes para a colonização de macroinvertebrados (Klemm et al. 1990, Rosenberg e Resh 1982).

Estes substratos, então, podem ser úteis para avaliar a estrutura das comunidades de macroinvertebrados aquáticos em estudos experimentais (Ribeiro e Uieda 2005). O substrato artificial facilita a amostragem por favorecer a colonização de comunidades presentes na coluna de água e, assim, pode levar a aumento na riqueza das espécies dos canais principais da planície aluvial do alto rio Paraná.

As ninfas de Ephemeroptera pertencem a grupos de insetos aquáticos contendo aproximadamente 4.000 espécies em 300 gêneros distribuídos no mundo, exceto nos pólos e algumas ilhas oceânicas (Domínguez et al. 2001). No Brasil é registrado um total de dez famílias, 63 gêneros e 166 espécies de Ephemeroptera (Salles et al. 2004a). A abundância e a distribuição das espécies são limitadas principalmente pela temperatura da água, tipo de substrato, qualidade da água e velocidade de correnteza (Britain 1982).

Essas ninfas constituem um dos principais grupos dentre os macroinvertebrados, pois além de serem abundantes e diversas, ocupam grande variedade de ambientes aquáticos, desde águas correntes até remansos (Salles et al. 2004a). Geralmente são herbívoras ou detritívoras, e a morfologia do aparelho bucal permite a essas ninfas uma variedade de estratégias alimentares (Baptista et al. 2006).

Apesar de ainda incipiente, os estudos de distribuição de Ephemeroptera no Brasil têm avançado nos últimos anos (Salles et al. 2004a), como por exemplo, os trabalhos que abordam novos registros de distribuição de espécies já conhecidas (Da Silva 1992, 1997, 2003, Francischetti et al. 2003, Salles et al. 2003, 2004b).

Em grandes rios do Brasil ainda não se têm pesquisas sobre ninfas de Ephemeroptera em substrato artificial suspensos na coluna de água. Os estudos realizados nos diferentes ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná são restritos às espécies bênticas (Melo et al. 1993, Takeda e Grzybkowska 1997) e fauna associada às macrófitas aquáticas (Melo et al. 2002, Takeda et al. 2003, Melo et al. 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição, densidade e dominância de

ninfas de Ephemeroptera nos substratos artificiais instalados em três principais canais da planície aluvial do alto rio Paraná (rios Paraná, Ivinhema e Baía), bem como a influência da profundidade (estratos da coluna de água) e algumas variáveis ambientais.

Materiais e Métodos

Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Paraná ($22^{\circ}43'7''$ S; $53^{\circ}13'4''$ W) é a segunda maior da América do Sul, ocupando uma área de 20.000 km² no período de inundação máxima (Welcomme 1985, Bonetto et al. 1989). De sua nascente, na confluência dos rios Grande e Paranaíba (latitude 20° S), até a foz no estuário do rio da Prata, Argentina (latitude 34° S), o rio Paraná percorre cerca de 3.780 km. Apresenta largura variada, sendo que no local de amostragem a largura do rio Paraná foi de aproximadamente 950 m, e com a presença de ilhas e barras. A profundidade máxima pode superar 15 metros e sua vegetação é composta por campo, sendo os diques ocupados por árvores esparsas, remanescentes da vegetação original. Ocorrem áreas ocupadas ao longo da margem esquerda. Algumas ilhas apresentam ainda vegetação arbórea, moderadamente explorada (Fig. 1).

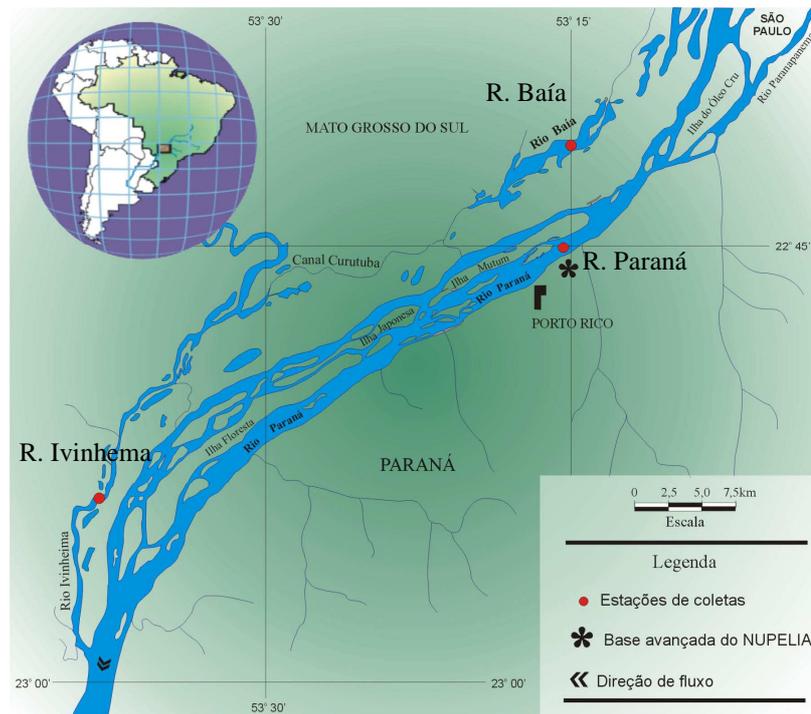


FIG. 1. - Localização das estações de coleta.

O rio Baía ($22^{\circ}41'9''$ S; $53^{\circ}15'9''$ W) localiza-se à margem direita do rio Paraná,

no Estado do Mato Grosso do Sul. Apresenta largura variada e profundidade média de 3,2 metros, com trechos mais estreitos com diques mais altos e ocupados pela vegetação ripária. Nos trechos mais largos, os diques são mais baixos e a vegetação é de campos inundados (várzea). Trata-se de um rio sinuoso e pode ser considerado como um ambiente intermediário entre lântico e lótico, destacado por características com padrões de estratificação térmica da coluna de água (Thomaz et al. 1991). No local de amostragem, a largura do rio Baía foi de aproximadamente 700 metros.

O rio Ivinhema (22° 55' 2" S; 53° 39' 1" W), com profundidade média de 3,9 metros, apresenta vegetação diferenciada em suas margens, que vai desde vegetação herbácea até extensas áreas com matas ripárias em diferentes estágios de regeneração. Este rio corre paralelo ao rio Paraná em seu curso inferior, conectando-se com o rio Baía pelo canal Curutuba e ao rio Paraná pelo canal do Ipoitã e dois outros canais. A largura do rio Ivinhema é de aproximadamente 150 a 180 metros. Essa região é caracterizada pela presença de centenas de lagoas (Stevaux et al. 1997) (Fig. 1).

Amostragens e Coleta de Dados

Para o estudo de ninfas de Ephemeroptera nos substratos artificiais, as amostras foram coletadas mensalmente, no período de janeiro de 2004 a março de 2005. O conjunto de substrato artificial foi composto por uma bóia (estrato BO), localizada na superfície da água, e duas placas de madeira em forma de X (60 cm de comprimento, 18 cm de largura e 2,0 cm de espessura). A primeira placa (estrato S1) foi colocada a uma profundidade de 1,5 m da superfície da água e a segunda placa (estrato S2) foi posicionada abaixo da primeira, porém, a 3,0 m de profundidade (Fig. 2A e B). A bóia e as duas placas de madeira foram separadas através de corda e ancoradas no fundo do rio com sacos de areia. Em cada estação foram colocados três conjuntos de substratos artificiais (margem direita, esquerda e centro).

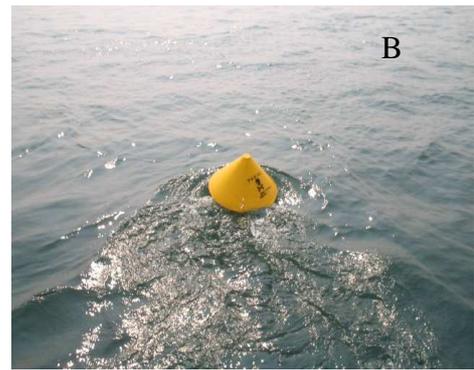


FIG. 2. (A) Substrato de madeira

(B) Bóia

Três réplicas foram coletadas em cada estrato (BO, S1 e S2) com espátulas, usando um quadrado de 5 x 5 cm ($0,0025\text{m}^2$) e fixadas em frascos de polietileno contendo álcool 70%.

Nos diversos estratos (BO, S1 e S2) foram medidas as seguintes variáveis ambientais: temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), com o aparelho YSI Modelo 6820 CM, profundidade, com profundímetro digital e transparência da água, com disco de Secchi. A velocidade da água ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) foi medida pelo aparelho General Oceanics INC modelo N^o 2035 MKIV.

As ninfas de Ephemeroptera foram separadas, contadas e posteriormente identificadas em laboratório sob microscópio estereoscópico e óptico. Os estágios imaturos

foram identificados ao menor nível taxonômico possível, de acordo com Lugo-Ortiz e McCafferty (1996), Domínguez et al. (2001), Molineri (2001), Salles et al. (2004), Dias (2005), Dias e Salles (2005), Domínguez et al. (2006).

Análises dos Dados

A análise dos componentes principais (ACP) (Gauch 1986) foi utilizada com o objetivo de reduzir a dimensionalidade das variáveis ambientais e ordenar os pontos da coleta mensal e identificar quais variáveis físicas e químicas da água influenciaram na ordenação. As variáveis ambientais foram previamente log transformados ($\log x+1$), exceto pH, para minimizar o efeito dos valores discrepantes e linearizar as relações. A seleção dos eixos para interpretação foi baseada no critério de Kaiser Guttman (Jackson 1993), sendo retidos aqueles com autovalores maiores que 1. Os escores dos eixos da PCA retidos para interpretação foram testados através da análise de variância bifatorial (ANOVA), utilizando-se rios e estratos como fatores. Quando as diferenças entre as médias dos rios e estratos foram significativas, foi aplicado o teste de Tukey (Zar 1996) *a posteriori*.

A análise de correspondência com remoção do efeito do arco (DCA) (Gauch 1986) foi utilizada para sumarizar a matriz de densidade das espécies de Ephemeroptera coletadas nos diferentes ambientes. Os dados de densidade foram transformados (raiz quadrada) para minimizar o efeito dos valores discrepantes. As espécies que mais contribuíram para a formação dos eixos da DCA foram determinadas utilizando-se as correlações de Pearson, de cada espécie, com os eixos retidos para interpretação. Os táxons raros (com ocorrência de apenas um indivíduo) foram excluídos da análise a fim de reduzir a sua influência sobre a ordenação. Os pressupostos de normalidade (Teste de Shapiro-Wilks) e homocedasticidade (Teste de Levene) foram calculados e testados. Para verificar se as médias dos escores dos rios e estratos diferiram estatisticamente, foram aplicadas análises de variância (ANOVA) utilizando-se modelos nulos (5000 randomizações - ECOSIM) (Goteli e Enstminger 2001), com os escores dos eixos da DCA retidos para interpretação.

Para determinar quais fatores do ambiente estariam influenciando a composição e a densidade de Ephemeroptera, foram calculadas as correlações de Spearman entre os escores dos eixos da ACP e DCA retidos para interpretação. Correlações significativas indicam o efeito das variáveis ambientais sobre a composição e densidade de

Ephemeroptera.

A densidade de cada amostra foi calculada utilizando-se a fórmula: número de indivíduos por área do amostrador ($0,0025 \text{ m}^2$). Para determinar a estrutura da comunidade de Ephemeroptera de cada rio e estratos foi utilizado o índice de dominância de Kownacki (1971).

Para a análise dos dados foram utilizados os programas Statistica (versão 7.0) e Pc-Ord (versão 4.0) (McCune e Mefford 1999). O nível de significância de todos os testes foi de 0,05.

Resultados

Fatores abióticos e sua relação com a composição e a densidade de Ephemeroptera

Os valores médios das variáveis abióticas foram, em geral, maiores no rio Paraná quando comparados aos obtidos nos rios Ivinhema e Baía (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão (entre parênteses) das variáveis abióticas obtidas nas diferentes profundidades, para cada rio, no período de janeiro de 2004 a março de 2005.

Estações	Profundidade	Transparência da água (m)	Temperatura (°C)	Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Oxigênio ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	pH	Velocidade ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
Baía	Superfície	0,88 ($\pm 0,25$) 0,50-1,70	26,62 ($\pm 4,15$) 18,30-32,70	43,49 ($\pm 14,27$) 20,30-72,00	9,09 ($\pm 4,35$) 2,09-16,87	6,27 ($\pm 0,95$) 5,21-7,7	~ 0
Baía	1,5 m	–	26,39 ($\pm 3,99$) 18,00-31,20	43,12 ($\pm 14,01$) 20,30-72,00	8,68 ($\pm 4,10$) 2,10-16,87	6,26 ($\pm 0,96$) 5,25-7,7	~ 0
Baía	3,0 m	–	26,09 ($\pm 3,88$) 18,27-31,30	44,05 ($\pm 14,18$) 20,90-72,00	8,48 ($\pm 4,14$) 2,07-16,56	6,31 ($\pm 0,93$) 5,33-7,48	~ 0
Ivinhema	Superfície	0,76 ($\pm 0,18$) 0,35-1,15	25,73 ($\pm 3,81$) 18,43-30,71	66,47 ($\pm 24,41$) 34,20-93,00	9,88 ($\pm 24,85$) 5,68-15,00	6,61 ($\pm 0,54$) 5,86-7,69	0,22 ($\pm 0,15$) 0,00-0,50
Ivinhema	1,5 m	–	25,69 ($\pm 3,83$) 18,42-30,73	66,46 ($\pm 24,37$) 34,20-93,00	9,72 ($\pm 3,25$) 4,41-16,00	6,53 ($\pm 0,53$) 5,82-7,63	0,18 ($\pm 0,14$) 0,00-0,46
Ivinhema	3,0 m	–	25,70 ($\pm 3,81$) 18,42-30,74	66,39 ($\pm 24,46$) 33,40-93,00	9,70 ($\pm 3,37$) 4,65-17,20	6,53 ($\pm 0,56$) 5,15-7,63	0,16 ($\pm 0,12$) 0,00-0,40
Paraná	Superfície	3,07 ($\pm 1,18$) 1,25-6,00	26,14 ($\pm 3,44$) 19,50-30,00	90,47 ($\pm 32,19$) 44,00-128,00	11,32 ($\pm 5,11$) 3,31-21,59	6,80 ($\pm 0,38$) 6,00-7,50	0,35 ($\pm 0,12$) 0,13-0,60
Paraná	1,5 m	–	26,15 ($\pm 3,41$) 19,90-30,14	90,15 ($\pm 32,44$) 44,60-129,00	11,00 ($\pm 5,08$) 2,87-22,28	6,80 ($\pm 0,39$) 6,01-7,57	0,31 ($\pm 0,16$) 0,09-0,56
Paraná	3,0 m	–	26,16 ($\pm 3,58$) 19,40-30,40	90,28 ($\pm 32,39$) 45,10-129,00	11,20 ($\pm 5,16$) 2,88-23,95	6,77 ($\pm 0,42$) 6,00-7,55	0,25 ($\pm 0,12$) 0,06-0,46

Os dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (ACP) foram retidos para a interpretação (autovalores maiores que 1). Os dois primeiros eixos explicaram 60,7 % da variabilidade total dos dados (eixos 1 com 39,2 % e 2 com 21,5 %). O diagrama de ordenação separou os rios Paraná, Ivinhema e Baía, mas não as profundidades dentro de um mesmo rio. A condutividade elétrica, transparência e a velocidade da água foram

correlacionadas negativamente com eixo 1. Para o eixo 2, temperatura e pH apresentaram correlação positiva e oxigênio dissolvido, negativo (Fig. 3).

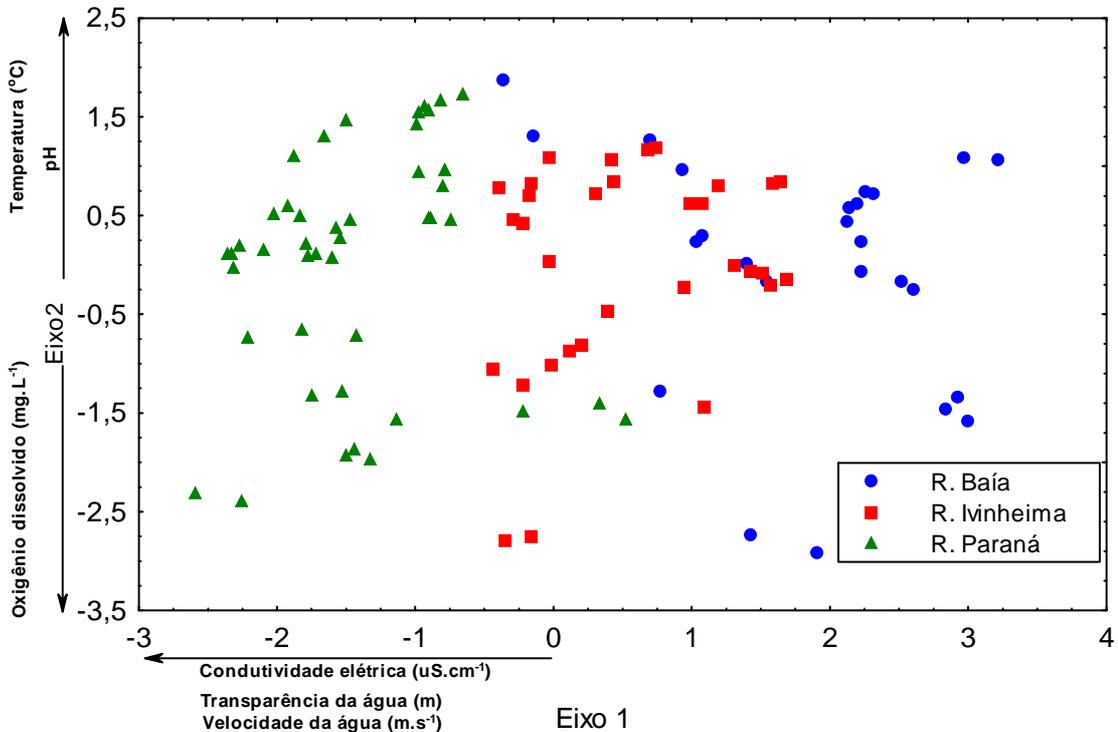


FIG. 3. Ordenação dos escores por rios em relação ao eixo 1 e 2 da Análise dos Componentes Principais (ACP), de acordo com a matriz das variáveis físicas e químicas, no período de janeiro de 2004 a março de 2005, nos rios Paraná, Ivinhema e Baía.

Para o eixo 1, a análise de variância foi significativa entre os escores dos rios ($F=143,86$; $p<0,01$), indicando diferenças entre os mesmos. Por outro lado, não foram registradas diferenças significativas entre os estratos (BO, S1 e S2). O teste Tukey evidenciou diferenças entre os rios Paraná, Ivinhema e Baía ($p<0,01$).

O eixo 1 da DCA apresentou autovalor de 0,69 enquanto que para o eixo 2, o autovalor foi de 0,53. Esses dois eixos foram retidos para interpretação. O diagrama da ordenação da DCA separou os rios Paraná, Ivinhema e Baía (Fig. 4a). As espécies com correlação positiva com eixo 1 foram *Traverella* sp. ($R = 0,37$), *Campsurus* spp. ($R = 0,37$), *Tricorythopsis minimus* ($R = 0,25$), *Farrodes* sp. ($R = 0,23$), *Asthenopus* sp. ($R =$

0,22) e *Caenis* sp. ($R = 0,27$). As espécies correlacionadas negativamente com eixo 1 foram *Americabaetis alphus* ($R = -0,49$), *Tricorythopsis araponga* ($R = -0,37$) e *Tricorythopsis artigas* ($R = -0,26$); e com o eixo 2, as espécies positivamente correlacionadas foram *Caenis* sp. ($R = 0,61$) e *Farrodes* sp. ($R = 0,31$) e negativamente, *Traverella* sp. ($R = -0,44$), *Traverhyphes* sp. ($R = -0,30$) (Fig. 4b).

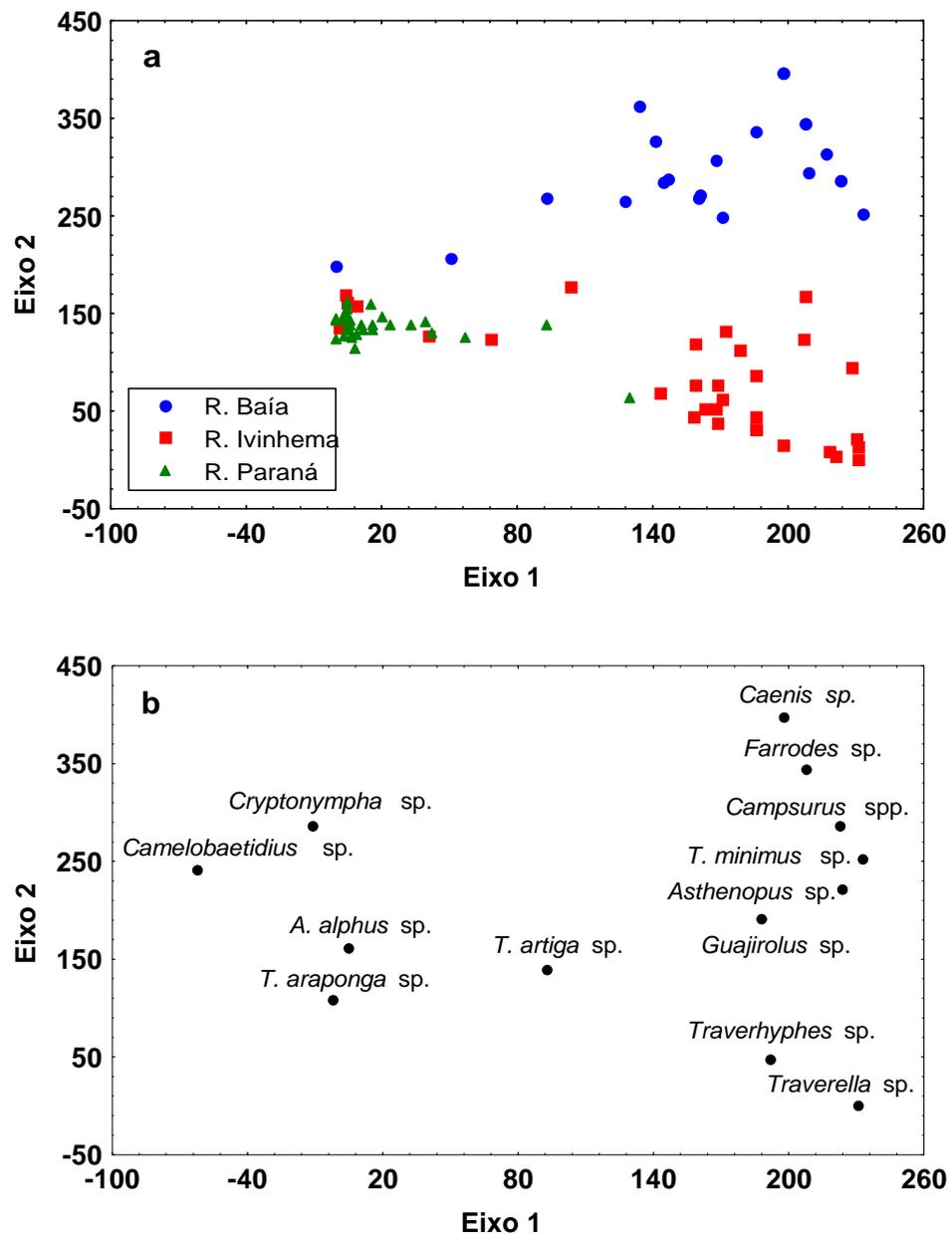


FIG. 4. Ordenação dos escores dos rios Paraná, Ivinhema e Baía (a) e das espécies de Ephemeroptera (b) dos eixos 1 e 2 da Análise de Correspondência com Remoção do Efeito do Arco (DCA), no período de janeiro de 2004 a março de 2005.

A ANOVA revelou diferenças significativas entre os rios para os eixos 1 e 2 da DCA (Fig. 5 a e b), e entre os estratos para o eixo 1 (Fig. 6).

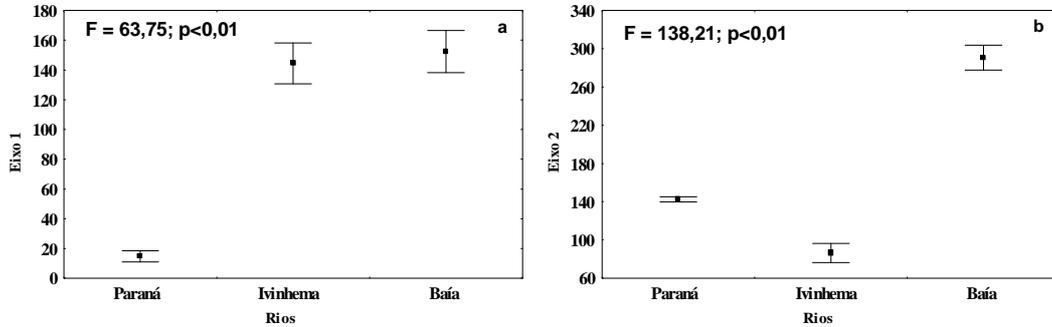


FIG. 5 a e b. Média (\pm erro padrão) dos escores dos eixos 1 e 2 do DCA entre os rios Paraná, Ivinhema e Baía.

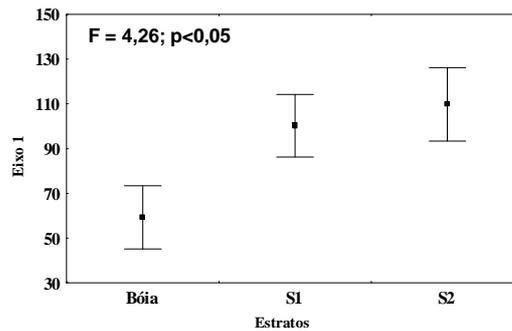


FIG. 6. Média (\pm erro padrão) dos escores do eixo 1 DCA para os estratos Bóia, S1 e S2.

A relação entre as variáveis ambientais e densidade de Ephemeroptera calculada através da correlação de Spearman com os escores dos eixos 1 e 2 da ACP e DCA, evidenciou que apenas o eixo 1 da ACP foi significativo com o eixo 1 e 2 da DCA ($R = 0,57$, $p < 0,05$; $R = 0,32$, $p < 0,05$).

Um total de 2.042 ninfas de Ephemeroptera, pertencentes às famílias Baetidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Polymitarcyidae e Caenidae, foi registrado nos substratos artificiais localizados nos rios Paraná, Ivinhema e Baía. *Americabaetis alphus* foi dominante na maioria dos estratos dos rios, com exceção dos estratos (S2) mais profundos dos rios Ivinhema e Baía. *Tricorythopsis araponga* foi dominante nos estratos S1 e S2 do rio Paraná. No rio Ivinhema, *Traverella* sp. foi dominante nos estratos S1 e S2 enquanto que no rio Baía, *Caenis* sp. foi a espécie dominante nas bóias, *Campsurus* sp. nos estratos S1 e *Farrodes* sp. nos estratos S1

e S2 (Tabela 2).

Tabela 2. Valores do índice de dominância, de acordo com Kownacki (1971): Dominantes (**10-100**); Subdominantes (1-9,99); Não-dominantes A (0,10-0,99); Não-dominantes B (0-0,099).

	R. Paraná			R. Ivinhema			R. Baía		
	Bóia	S1	S2	Bóia	S1	S2	Bóia	S1	S2
Baetidae									
<i>Americabaetis alphas</i> (Lugo-Ortiz e McCafferty 1996)	81,25	45,13	45,06	64,71	10,22	4,83	16,74	6,91	1,36
<i>Baetodes</i> sp.	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camelobaetidius</i> sp.	0,01	0,024	-	-	-	-	0,23	-	-
<i>Cryptonympha</i> sp.	-	0,01	0,01	0,74	-	-	0,24	0,33	0,34
<i>Guajirolus</i> sp.	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-
Leptohyphidae									
<i>Tricorythopsis araponga</i> (Dias e Salles 2005)	0,89	41,62	43,53	0,49	5,93	6,44	0,24	0,33	0,34
<i>Tricorythopsis artigas</i> (Traver 1958)	0,60	5,03	3,91	-	0,28	0,92	1,40	-	-
<i>Tricorythopsis minimus</i> (Allen 1973)	-	-	-	0,12	0,02	-	0,23	-	0,34
<i>Tricorythodes</i> sp.n.	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-
<i>Traverhyphes</i> sp.	-	0,77	0,32	1,10	1,95	2,11	-	-	-
Leptophlebiidae									
<i>Traverella</i> sp.	-	0,30	-	0,25	52,38	56,77	-	-	-
<i>Thraulodes</i> sp.	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
<i>Farrodes</i> sp.	-	-	0,05	-	0,14	0,23	0,23	13,82	21,77
Polymitarcyidae									
<i>Campsurus</i> spp.	-	-	-	-	1,48	4,30	5,58	17,73	4,42
<i>Asthenopus</i> sp.	-	-	-	-	0,63	0,77	0,24	0,33	2,04
Caenidae									
<i>Caenis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	21,16	6,58	5,10

Discussão

Os substratos artificiais foram instalados nos três canais principais da planície aluvial do alto rio Paraná, denominados no mapa como rios (Paraná, Ivinhema e Baía). Apesar de no mapa ser denominado como rio Baía, a maior parte do tempo, esse rio permanece em condições semelhantes a uma grande lagoa da planície, corroboradas pelas espécies zoobentônicas que nele predominam (Takeda et al. 1997).

A diferença mais visível e marcante entre esses três canais onde foram instalados os substratos artificiais foi na velocidade de água, que foi maior no rio Paraná. Neste sentido, esse foi o principal fator que direcionou a pesquisa da comunidade de ninfas de Ephemeroptera dos canais.

O diagrama de ordenação das variáveis ambientais (ACP), distinguiu nitidamente os três canais, principalmente pelos maiores valores de condutividade elétrica, transparência da água e velocidade da água registrados no rio Paraná. Temperatura, pH e oxigênio dissolvido separaram temporalmente os escores do mesmo rio. Todos esses fatores contribuíram na diferença entre as comunidades das ninfas dessas estações. O diagrama de ordenação da DCA mostrou distintas espécies contribuindo para o agrupamento dos escores de densidade de Ephemeroptera de cada rio analisado, separando-as como no ACP, nos três canais.

Maior transparência do rio Paraná é devida à construção do reservatório, localizado logo à montante (UHE Engenheiro Sérgio Motta), onde é retido o sedimento suspenso da água. O aumento na transparência da água em comparação com pesquisas realizadas anteriormente à construção do reservatório foi verificado por Rocha e Thomaz (2004).

Para se fixar e colonizar nos ambientes aquáticos, os organismos apresentam estratégias adaptativas de morfologia do corpo, comportamento de mobilidade e orientação dentro do rio (Petts e Callow 1996). Vários grupos de invertebrados apresentam adaptações anatômicas e comportamentais para evitar o arraste pela correnteza (Allan 1995).

No rio Paraná, *Americabaetis alphas* dominou em todos os estratos e *Tricorythopsis araponga* nos estratos S1 e S2. A dominância dessas espécies indica que apresentam adaptações, principalmente, à alta velocidade da água como a do rio Paraná, que atingiu até $0,566 \text{ m.s}^{-2}$ durante a cheia. As ninfas de Baetidae são abundantes em águas correntes (Berner e Pescador 1988, Salles et al. 2004c), por incluir espécies com alta capacidade de natação (Makay 1992) e curto ciclo de vida nos trópicos (Jackson e Sweeney 1995).

Americabaetis alphas se locomove com rapidez nos substratos e a natação é realizada

por contrações musculares do abdome e através dos movimentos dos filamentos caudais, sendo que estes dão apoio e força para o deslocamento. A morfologia das garras tarsais com dentículos de *A. alphas* (Lugo Ortiz e McCarfferty 1996) e ainda mais duas fileiras de dentículos submarginais como em *T. araponga* (Dias em prep.), podem favorecer a fixação nos estratos do rio Paraná. Francischetti et al. (2004), em estudos no rio Campo Belo, Itatiaia-RJ, verificaram a maior abundância de *A. alphas* em folhiço de correnteza.

Pode-se sugerir que *A. alphas* e *T. araponga* chegam ao substrato pela deriva na coluna de água, trazidas pela forte correnteza do rio Paraná. Um fato interessante de *A. alphas* foi a dominância nos três estratos do rio Paraná, seguida pelo rio Ivinhema, na bóia e S1 (com a velocidade intermediária entre os dois rios), e apenas na bóia do rio Baía, onde a velocidade é quase imperceptível (maioria da movimentação da bóia foi causada pelo vento), indicando mais uma vez a preferência dessa espécie por águas rápidas.

No rio Ivinhema, *Traverella* sp. dominou nos estratos S1 e S2. Geralmente, a abundância de um recurso trófico específico determina a composição, diversidade e abundância das comunidades de invertebrados (Ward 1992). A superfície do estrato de madeira possui maior irregularidade física, o qual proporciona maior número de hábitat e acúmulo de matéria orgânica, características estas importantes para a obtenção de abrigo e alimento (Anjos e Takeda 2005). Pode-se sugerir que a dominância de *Traverella* sp. nos estratos S1 e S2 do rio Ivinhema deve estar relacionada a quantidade e qualidade de matéria orgânica particulada fina suspensas.

Além disso, pôde-se verificar que as ninfas *Traverella* sp. rastejam livremente sobre os substratos e, quando perturbadas, rapidamente procuram abrigo dentro do substrato. As garras tarsais com dentículos basais e apicais (Allen 1973) podem favorecer a fixação desta espécie nos substratos S1 e S2 do rio Ivinhema. Neste estudo, foram constatados, durante todo período de amostragem, bancos de *Eichhornia azurea* livres, carregados pelo rio e que ficavam presas nos substratos artificiais, limpando-os através da raspagem de folhas e caules das plantas. Portanto, pôde-se registrar pouco material aderido a esses substratos, principalmente nas bóias.

No rio Baía, o ambiente semilótico pode ter favorecido *Caenis* sp. nos estratos das bóias, *Campsurus* sp. nos estratos S1 e *Farrodes* sp. nos estratos S1 e S2. Nolte et al. (1997), em estudos no rio Bento Gomes, no Estado do Mato Grosso, registraram o aparecimento de ninfas da família Caenidae após ter cessado a velocidade da água. Outro fator importante em relação à dominância de *Caenis* sp. nos estratos das bóias pode estar relacionado com recursos alimentares disponíveis nesse estrato. Palmer et al. (1993) verificaram que *Caenis* sp. tem o hábito de raspar algas dos substratos. Embora as algas perifíticas não tenham sido analisadas, constatou-se, em campo, que os estratos das bóias do rio Baía estiveram altamente colonizados pelas algas. O

desenvolvimento de perifíton sobre os estratos das bóias do rio Baía pode ter sido importante fonte de alimento para *Caenis*.

Campsurus é um gênero amplamente distribuído na América do Sul (Domínguez et al. 2002), vive tanto em lagos como em córregos (Domínguez et al. 2001) e é conhecido por cavar galerias nos substratos finos onde habita (Pereira e Silva 1991, Melo et al. 1993, Takeda et al. 1997, Leal et al. 2005). Apesar de *Campsurus* sp. ser considerada como de hábitat bêntico, essa espécie pode ter migrado para os estratos S1 do rio Baía.

Além disso, a deposição de sedimentos sobre esses estratos, ao longo do período de amostragem, pode ter favorecido a alimentação desses filtradores. Melo et al. (1993) verificaram que as ninfas de *Campsurus violaceus* do rio Baía se moveram do centro do rio para próximo às margens durante o período de cheia. Melo et al. (2004) também registraram a migração de *Campsurus* spp. do fundo para região basal e intermediária de *Eichhornia azurea* no período de águas altas e com pouco oxigênio.

Farrodes sp. foi a espécie dominante nos estratos S1 e S2 do rio Baía. Outros estudos registraram a distribuição de *Farrodes* sp. em diferentes ambientes e substratos (Nolte et al. 1997, Pérez e Segnini 2005, Baptista et al. 2006).

A complexa morfologia estrutural das peças bucais de *Farrodes* sp. e a classificação dentro de grupos funcionais, como raspadores, coletores-filtradores, permite a essa espécie a obtenção de uma grande variedade de recursos alimentares disponíveis no ambiente, como diatomáceas ou outras algas, incluindo algas coloniais, fungos, detritos, matéria orgânica particulada fina e ultrafina (Polegatto e Froehlich 2001). Provavelmente, a dominância de *Farrodes* sp. nos estratos S1 e S2 do rio Baía pode estar relacionada a sua grande plasticidade alimentar, pois esses estratos estiveram sedimentado e com matéria orgânica proveniente da decomposição da madeira.

As diferenças constatadas nas variáveis ambientais dos rios, principalmente a velocidade da água, influenciaram a estrutura da comunidade de Ephemeroptera. Além disso, a disponibilidade de recursos alimentares em diferentes estratos e as restrições morfológicas de cada espécie determinaram diferentes estruturas da comunidade dos três canais.

A planície aluvial do alto do rio Paraná tem sido estudada desde 1986, porém, os zoobentos dos canais principais, especialmente do rio Paraná, foram considerados como “pobres”, com baixa diversidade, devido ao grande fluxo e o fundo ser arenoso (praticamente homogêneo) ao longo do seu leito (Takeda e Fujita 2004), favorecendo apenas pequenos organismos intersticiais.

O fato de terem sido constatadas tantas espécies de Ephemeroptera nos rios,

especialmente nos rios Paraná e Ivinhema, sendo alguns taxons registrados pela primeira vez para a planície, como *Baetodes* sp., *Camelobaetidius* sp., *Guajirolus* sp., *Traverhyphes* sp., *Traverella* sp., *Thraulodes* sp. *Farrodes* sp e *Asthenopus* sp. e *Tricorythodes* sp. que é uma nova espécie (Dias, em prep.), depois de quase vinte anos de pesquisa zoobentônica e de fauna associada às macrófitas aquáticas, este estudo mostrou que a biodiversidade de invertebrados é ainda pouco conhecida nessa planície.

Referências

- Allan, J. D. 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. London, Chapman AND Hall, 388 pp.
- Allen, R. K. 1973. Generic Revisions of Mayfly Nymphs. 1. *Traverella* in North and Central America (Leptophlebiidae). Annals of the Entomological Society of America 66:1287-1295.
- Anjos, A. F., A. M. Takeda. 2005. Colonização de Chironomidae (Diptera: Insecta) em diferentes tipos de substratos artificiais. Acta Scientiarum Biological Sciences 27:147-151.
- Berner L., M. L. Pescador. 1988. The mayflies of Florida, revised edition, University Press of Florida, Tallahassee/Gainesville 416 pp.
- Bonneto, A. A., I. R. Wais, H. P. Castello. 1989. The increasing damming of the Parana basin and its effects on the lower reaches. Regulated Rivers Research. AND Management 4:333-346.
- Brittain, J. E. 1982. Biology of Mayflies. Annals Revista Entomology 27:119-147.
- Baptista, D. F., D. F. Buss, L. G. Dias, J. L. Nessimian, E. R. Da Silva, A. H. A. De Moraes Neto, S. N. De Carvalho, M. A. De Oliveira, L. R. Andrade. 2006. Functional feeding groups of brazilian Ephemeroptera nymphs: ultrastructure of mouthparts. Annales Limnology – International Journal of Limnology. 42:1-10.
- Da Silva, E. R. 1992. Description of the nymph of *Homoeoneuria (Notochora) fittkaui* Pescador AND Peters, 1980 from northeastern Brazil (Ephemeroptera, Oligoneuriidae, Oligoneuriinae). Revista Brasileira Entomologia 36:693-686.
- Da Silva, E. R. 1997. New and additional records of Leptophlebiidae (Ephemeroptera) from Rio de Janeiro State, Brazil. Revista Biology Tropical 44/45:684-685.
- Da Silva, E. R. 2003. Ninfas de *Thraulodes* Ulmer, 1920 (Insecta: Ephemeroptera: Leptophlebiidae) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Biota Neotropica 3:1-7.
- Dias, L. G., F. F. Salles. 2005. Three new species of *Tricorythopsis* (Ephemeroptera: Leptohyphidae) from southeastern Brazil. Aquatic Insects 27:235-241.
- Dias, L. G. 2005. Taxonomia e distribuição de Ephemeropteroidea (Insecta Ephemeroptera) na região sudeste do Brasil. Programa de Pós-graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (dissertação de mestrado), Viçosa (MG).
- Domínguez, E., M. D. Hubbard, M. L. Pescador, C. Molineri. 2001. Ephemeroptera. Páginas 17-53 in: H. R. Fernandes and E. Domínguez (editores). Guia para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidade Nacional de Tucumán, Faculdade de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo.

- Domínguez, E., M. C. Zúñiga, C. Molineri. 2002. Estado actual del conocimiento y distribución del orden Ephemeroptera (Insecta) en la región Amazónica. *Caldasia* 24:459-469.
- Domínguez, E., C. Molineri, M. L. Pescador, M. D. Hubbard and C. Nieto. 2006. Ephemeroptera of South América. 322 plates in J. Adis, J. R. Arias, K. Wantzen and G. Rueda (eds). *Aquatic Biodiversity of Latin America*. Pensoft Press, Sofia and Moscow.
- Francischetti, C. N., F. F. Salles, C. R. Lugo-Ortiz, E. R. Da Silva. 2003. First report of *Americabaetis* Kluge (Ephemeroptera: Baetidae) from Rio de Janeiro, Brasil. *Entomotrópica* 18:69-71.
- Francischetti, C. N., E. R. Da Silva, F. F. Salles, J. L. Nessimian. 2004. A Efemeropterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, RJ: composição e mesodistribuição. *Lundiana* 5:33-39.
- Gauch Jr. H. G. 1986. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge: 298 pp.
- Gotelli, N. J., G. L. Entsminger. 2001. *Ecosim: Null models software for ecology*. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. And kesey-Bear.
- Jackson D. A. 1993. Stopping rules in Principal Components Analysis: A comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology* 74:2204-2214.
- Jackson, J. K., W. Sweeney. 1995. Egg and larval developmental cycles of central European times for 35 species of tropical stream insects from Costa Rica. *Journal of the North American Benthological Society* 14:115-130.
- Klemm, D. J., P. A. Lewis, F. Fulk, J. M. Lazorchak. 1990. *Macroinvertebrate field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of superfice waters*. Environmental Monitoring Systems Laboratory, Cincinnati: 256pp.
- Kownacki, A. 1971. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Tatra Mts. (Str.). *Acta Hydrobiologie* 13:439-464.
- Leal, J. J. F., A. Enrich-Prast, F. A. Esteves, R. Bozelli, V. F. Farjalla. 2005. Influence of *Campsurus notatus* bioturbation on oxygen profile and uptake in sediments of an Amazonian lake impacted by bauxite tailings. *Archiv. Fuer Hydrobiologie* 162:557-574.
- Lugo-Ortiz, C. R., W. P. McCafferty. 1996. Taxonomy of the Neotropical genus *Americabaetis*, new status (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 31:156-169.
- Mackay, R. J. 1992. Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49:617-628.

- McCune, B., M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.0, MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Melo, S. M., A. M. Takeda, N. C. Büttow. 1993. Life history of nymphs of *Campsurus violaceus* Needham and Murphy, 1924 (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in the Baía River (MS-Brasil). *Revista Unimar* 15:95-107.
- Melo, S.M., A. M. Takeda, A. Monkolski. 2002. Seasonal dynamics of *Callibaetis willineri* (Ephemeroptera, Baetidae) associated with *Eichhornia azurea* (Pontedericeae) in Guaraná Lake of the Upper Paraná River, Brazil. *Hydrobiologia* 470:57-62.
- Melo, S.M., A. M. Takeda, A. Monkolski. 2004. Distribution of ephemeropteran nymphs associated with different stolon sections of *Eichhornia azurea* (Schwartz) in two floodplain Lakes of the Upper Paraná River (Brazil). *Polish Journal Ecology* 52:369-376.
- Molineri, C. 2001. *Traverhyphes*: a new genus of Leptohyphidae for *Leptohyphes indicator* and related species (Insecta: Ephemeroptera). *Spixiana* 24:129-140.
- Nieto, C. M. 2005. Biosistemática de la familia Baetidae (Insecta: Ephemeroptera). Universidad nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo (tese doutorado), Tucumán, Argentina.
- Nolte, U., M. J. Oliveira, E. Sturs. 1997. Seasonal, Discharge-driven patterns of mayfly assemblages in an intermittent Neotropical stream. *Freshwater Biology* 37:333-343.
- Palmer, C., J. O'keeffe, A. Palmer, T. Dunne, S. Radloff. 1993. macroinvertebrate functional feeding groups in the middle and lower reaches of the Buffalo River, eastern Cape, South Africa. I. Dietary variability. *Freshwater Biology* 29: 441-453.
- Pérez, B., S. Segnini. 2005. Variación espacial de la composición y diversidad de géneros de Ephemeroptera (Insecta) en un río tropical altiano. *Entomotropica* 20: 49-57.
- Pereira, S. M., E. R. Silva. 1991. Descrição de uma nova espécie de *Campsurus* Eaton, 1868 do sudeste do Brasil, com notas biológicas (Ephemeroptera, Polymitarcyidae, Campsurinae). *Revista Brasileira de Biologia* 51:321-326.
- Petts, G., P. Calow. 1996. Rivers flows and channel forms. Blackwell Science, Oxford: 262 pp.
- Polegatto C. M., C. G. Froehlich. 2001. Functional morphology of the feeding apparatus of the nymph of *Farrodes* sp. (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Acta Zoologica* 82:165-175.
- Ribeiro, L. O., V. S. Uieda. 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 22:613-618.
- Rocha R. R. A., E S. M. Thomaz. 2004. Variação temporal de fatores limnológicos em ambientes

- da planície de inundação do alto rio Paraná (PR/MS-Brasil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 26:261-271.
- Rosenberg, D. M., V. H. Resh, 1982. The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic invertebrates. Pages 279 in: Cairns Jr. J. (editors). *Artificial Substrates*. Ann Arbor Science Publisher, Michigan: 279pp.
- Salles, F. F., C. N. Francischetti, F. O. Roque, M. Pepinelli, S. T. Strixino. 2003. Levantamento preliminar dos gêneros e espécies de Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) do Estado de São Paulo, com ênfase em coletas realizadas em córregos florestados de baixa ordem. *Biota Neotropica* 3:1-7.
- Salles, F. F., E. R. Da Silva, M. D. Hubbard, J. E. Serrão. 2004a. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. *Biota Neotropica* 4:1-34.
- Salles, F. F., J. D. Baptista, H. R. S. Cabette. 2004b. Baetidae (Insecta: ephemeroptera) de Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil: novos registros e descrição de uma nova espécie de *Cloeodes* Traver. *Biota Neotropica* 4:1-8.
- Salles, F. F., E. R. Da Silva, J. E. Serrão, C. N. Francischetti. 2004c. Baetidae (Ephemeroptera) na Região Sudeste do Brasil: novos registros e chave para os gêneros no estágio ninfal. *Neotropical Entomology* 33:725-735.
- Stevaux, J. C., E. E. Souza-Filho, I. C. Jabur. 1997. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. Páginas 3-72 in Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho E N. S. Hahn (editores). *A planície de inundação do alto rio Paraná; aspectos físicos, químicos, biológicos e Sócio-econômicos*. EDUEM, Maringá.
- Takeda, A. M., G. Shimizu, J. Higuti. 1997. Zoobentos da planície alluvial do alto rio Paraná. Páginas 157-177 in A. A. Agostinho, A. E. M. Vazzoler, and N. S. Hahn (editores). *A planície de inundação do alto rio Paraná; aspectos físicos, químicos, biológicos e Sócio-econômicos*. EDUEM, Maringá, Brasil.
- Takeda, A. M., M. Grzybkowska. 1997. Seasonal dynamics and production of *Campsurus violaceus* nymphs (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in Baía River, upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 356:149-155.
- Takeda, A. M., G. M. Souza-Franco, S. M. Melo, A. Monkolski. 2003. Invertebrados associados às macrófitas aquáticas na planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). Páginas 243-260 in S. M. Thomaz E L. M. Bini (editores). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. EDUEM, Maringá, Brasil.
- Takeda, A. M., D. S. Fujita. 2004. Benthic invertebrates. Pages 191-208 in S. M. Thomaz, A. A. Agostinho, N. S. Hahn (editores). *The upper River Paraná and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden, The Netherlands. Blackhuys Publishers.

Thomaz, S. M., M. C. Roberto, F. A. Lansac-Tôha, F. A. Esteves A. F. Lima. 1991. Dinâmica temporal dos principais fatores limnológicos do rio Baía – Planície de inundação do alto rio Paraná (MS-Brasil). Revista Unimar, Maringá 13:299-312.

Ward, J. V. 1992. Aquatic insect ecology: biology and habitat. John Wiley and Sons., New York, 438 pp.

Welcomme, R. L. 1985. River fisheries. FAO. Technical Paper, Rome: 262-330.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. Third edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 620 pp.

**Ninfas de Ephemeroptera (Insecta) bentônicas nos três
canais da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil**

Resumo

Em sistemas rio-planície de inundação, o canal principal do rio é de fundamental importância para a comunidade bêntica, uma vez que rege a variação do nível hidrométrico e pode servir de corredor de biodiversidade para muitas espécies. Neste trabalho foram avaliadas diferenças na composição e densidade de ninfas de Ephemeroptera presentes nos rios Paraná, Ivinhema e Baía, relacionado-as com algumas variáveis físicas e químicas da água e verificar a dominância das espécies em relação ao tipo de ambiente. As amostras foram coletadas mensalmente, no período de agosto de 2003 a janeiro de 2005 com o auxílio de um pegador de fundo tipo Petersen modificado. Em cada estação foram amostrados cinco pontos, em um transecto, de uma margem a outra. O diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica (ACC) mostrou nítida separação da comunidade de ninfas de Ephemeroptera em virtude das características físicas do ambiente, influenciando na dominância das espécies de cada canal. *Farrodes* sp., *Americabaetis alphas*, *Tricorythodes* sp. n., *Tricorythopsis artigas*, *Tricorythopsis minimus* foram registrados no rio Paraná, com maior velocidade da água, transparência, profundidade e areia grossa. *Traverhyphes* sp., *Tricorythopsis artigas* e *Traverella* sp. foram registradas no rio Ivinhema com sedimento seixoso, enquanto que *Caenis* sp. e *Campsurus* spp. no rio Baía com predomínio de sedimento fino e matéria orgânica. Esse estudo mostrou que as ninfas de Ephemeroptera são bioindicadoras podendo ser, até mesmo, utilizadas como sentinela ambiental para avaliar grandes alterações, como a construção de barragens.

Palavras-chave: Ninfas de Ephemeroptera, variação espacial, dominância, planície aluvial do alto rio Paraná

Abstract

In river-alluvial plain systems, the main channel of the river is very important for the benthic community, since it controls the variation of the water level and it can serve as a biodiversity corridor for many species. In this work, differences were evaluated in the composition and density of nymphs of Ephemeroptera present in the rivers Paraná, Ivinhema and Baía, relating them to some physical and chemical water variables and verifying the dominance of species regarding the type of environment. Samples were taken monthly, from August, 2003 to January, 2005 with the aid of a modified Petersen grab. In each station, samples were taken in five points, from one margin to the other (transversal section). The ordination diagram of the Canonical Correspondence Analysis (CCA) showed clear separation of the community of nymphs of Ephemeroptera regarding to the physical aspects of the environment, influencing the dominance of species in each channel. *Farrodes* sp., *Tricorythodes* n. sp., *Tricorythopsis artigas*, and *Tricorythopsis minimus* were recorded in Paraná River, with higher water velocity, transparency, depth and coarse sand. *Traverhyphes* sp., *Tricorythopsis artigas* and *Traverella* sp. were recorded in Ivinhema River with pebble sediment. The highest density of *Campsurus* spp. was registered in Baía River and with predominance of fine sediment and organic matter. This study showed that nymphs of Ephemeroptera are bioindicators and can even be used as an environmental sentry to evaluate great alterations, such as the construction of dams.

Keywords: nymphs of Ephemeroptera, spatial variation, dominance, Upper Paraná River alluvial plain

Introdução

Em sistemas rio-planície de inundação, o canal principal do rio é de fundamental importância para as comunidades, uma vez que rege a variação do nível hidrométrico e, segundo Takeda (1999), pode servir de corredor de biodiversidade para muitas espécies. Apesar dessa importância, pouco se conhece sobre a comunidade de insetos dos canais devido as dificuldades de amostragens frente a elevada velocidade de água e substratos de fundo muitas vezes consolidados. A distribuição espacial de macroinvertebrados bênticos da planície aluvial é determinada por vários fatores, dentre eles, o tipo de substrato, variáveis físicas e químicas da água e disponibilidade de alimento (Takeda et al. 1997, Takeda e Fujita 2004).

Nos rios, a velocidade da água influencia o tamanho das partículas do substrato, afetando a distribuição do alimento (Allan 1995). Ninfas de Ephemeroptera apresentam várias adaptações para o uso de recursos alimentares, nestes ambientes, como modificações nas pernas anteriores e peças bucais (Baptista et al. 2006).

Ephemeroptera é um grupo pequeno quanto ao número de gêneros e espécies (cerca de 300 gêneros e 4.000 espécies) descritos à nível mundial, e é conspícuo componente do bentos em suas fases imaturas (Domínguez et al. 2001). Apesar disso, são importantes na cadeia trófica e no fluxo de energia de ecossistemas aquáticos, sendo muito utilizadas na dieta de várias espécies de peixes registradas na planície de inundação do alto rio Paraná (Hahn et al. 2004). Além disso, as ninfas exibem características peculiares, como a existência de um estágio alado intermediário entre a ninfa e o adulto, denominado subimago ou subadulto (Salles et al. 2004a).

Em função da diversidade das espécies de Ephemeroptera com hábitat específico (Landa e Soldán 1995), e das distintas respostas apresentadas pelas espécies à degradação ambiental, as ninfas podem ser consideradas indicadoras ambientais e utilizadas em programas de biomonitoramento de qualidade da água (Da Silva 1997).

Em ambientes subtropicais ainda são poucos os estudos relacionados com a estrutura da comunidade de Ephemeroptera, principalmente pela dificuldade de identificação taxonômica das formas imaturas. A fauna da América Sul não constitui exceção, podendo-se salientar estudos relacionados com a distribuição de alguns gêneros e espécies, como Domínguez e Ballesteros Valdez (1992), Añón Suárez e Albariño (2001), Ramírez et al. (2004) e Ocon e Rodrigues Capítulo (2004). No Brasil, o conhecimento de ninfas de Ephemeroptera ainda é incipiente, principalmente pela falta de especialistas (Salles et al. 2004a). Dados ecológicos sobre as espécies, em geral, estão restritos a informações isoladas, obtidas a partir de artigos de cunho

taxonômico que, na maioria das vezes, não abordam a mesodistribuição de gêneros e espécies nos distintos habitats de ocorrência (Francischetti et al. 2004).

O conhecimento da distribuição e densidade de Ephemeroptera em sistemas rios-planícies de inundação é fundamental, visto que esses organismos desempenham importante papel na estrutura e dinâmica de seus ambientes. Considerando-se a existência de poucos estudos relacionados à ninfas de Ephemeroptera em grandes rios brasileiros, este trabalho teve como objetivo avaliar a composição e a densidade de ninfas de Ephemeroptera presentes nos rios Paraná, Ivinhema e Baía, relacionado-as às variáveis físicas e químicas, além de verificar a dominância das espécies em relação ao tipo de ambiente.

Material e Métodos

Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Paraná ($22^{\circ}43'7''$ S; $53^{\circ}13'4''$ W) é a segunda maior da América do Sul, ocupando uma área de 20.000 km² no período de inundação máxima (Welcomme 1985, Bonetto et al. 1989). De sua nascente, na confluência dos rios Grande e Paranaíba (latitude 20° S), até a foz no estuário do rio da Prata, Argentina (latitude 34° S), o rio Paraná percorre cerca de 3.780 km. Apresenta largura variada, sendo que no local de amostragem a largura do rio Paraná foi de aproximadamente 950 m, e com a presença de ilhas e barras. A profundidade máxima pode superar 15 metros e sua vegetação é composta por campo, sendo os diques ocupados por árvores esparsas, remanescentes da vegetação original. Ocorrem áreas ocupadas ao longo da margem esquerda. Algumas ilhas apresentam ainda vegetação arbórea, moderadamente explorada (Fig. 1).

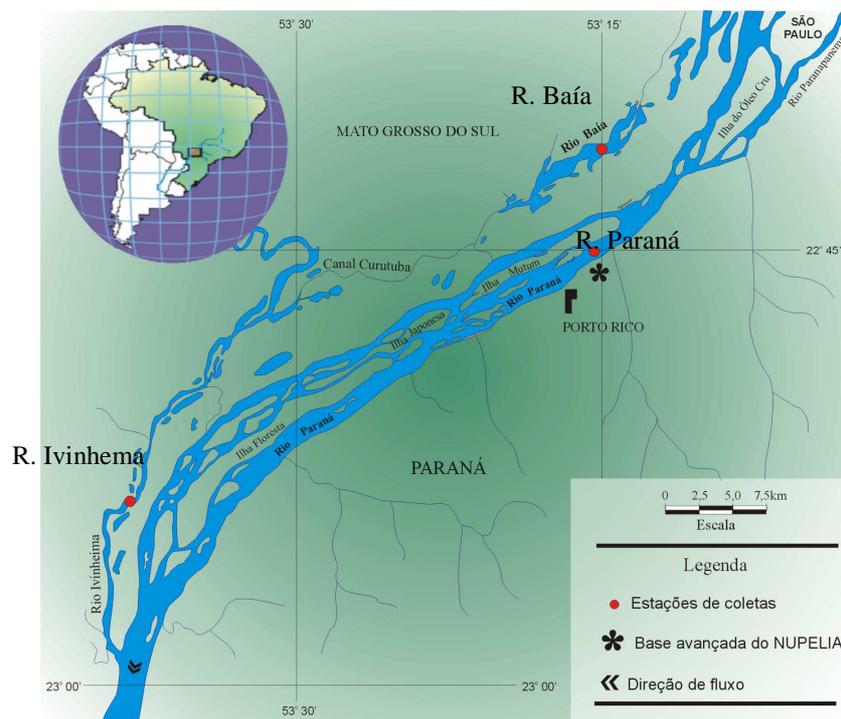


FIG. 1. - Localização das estações de coleta.

O rio Baía ($22^{\circ}41'9''$ S; $53^{\circ}15'9''$ W) localiza-se à margem direita do rio Paraná, no Estado do Mato Grosso do Sul. Apresenta largura variada e profundidade média de 3,2 metros, com trechos mais estreitos com diques mais altos e ocupados pela vegetação ripária. Nos trechos

mais largos, os diques são mais baixos e a vegetação é de campos inundados (várzea). Trata-se de um rio sinuoso e pode ser considerado como um ambiente intermediário entre lântico e lótico, destacado por características com padrões de estratificação térmica da coluna de água (Thomaz et al. 1991). No local de amostragem, a largura do rio Baía foi de aproximadamente 700 metros.

O rio Ivinhema (22° 55' 2" S; 53° 39' 1" W), com profundidade média de 3,9 metros, apresenta vegetação diferenciada em suas margens, que vai desde vegetação herbácea até extensas áreas com matas ripárias em diferentes estágios de regeneração. Este rio corre paralelo ao rio Paraná em seu curso inferior, conectando-se com o rio Baía pelo canal Curutuba e ao rio Paraná pelo canal do Ipoitã e dois outros canais. A largura do rio Ivinhema é de aproximadamente 150 a 180 metros. Essa região é caracterizada pela presença de centenas de lagoas (Stevaux et al. 1997) (Fig. 1).

Amostragens e Coleta de Dados

As amostras foram obtidas mensalmente com o auxílio de um pegador de fundo tipo Petersen modificado (0,0345 m²), no período de agosto de 2003 a janeiro de 2005. Em cada estação foram amostrados cinco pontos, em um transecto de uma margem a outra. Em cada ponto foram coletadas dez amostras, cinco para análise qualitativa e quantitativa dos organismos e cinco para análise de matéria orgânica e granulométrica. O material biológico foi acondicionado em galões para serem lavados no campo com o auxílio de um sistema de peneiras com malhas 2,0; 1,0 e 0,2 mm. O material retido na última peneira foi fixado em álcool 80%. No laboratório, o material foi triado sob microscópio estereoscópico e as ninfas de Ephemeroptera foram quantificadas e identificadas de acordo com Lugo-Ortiz e McCafferty (1996), Domínguez et al. (2001), Molineri (2001), Salles et al. (2004b), Dias (2005), Dias e Salles (2005) e Domínguez et al. (2006).

O sedimento coletado para análise granulométrica e teor de matéria orgânica foi seco em estufa a 80 °C e a composição granulométrica determinada de acordo com a escala de Wentworth (1922). O teor de matéria orgânica do sedimento foi obtido através da calcinação de sub amostras em mufla a 560 °C, durante quatro horas. A matéria orgânica foi separada em matéria orgânica particulada grossa - MOPG (> 1 mm de diâmetro) e matéria orgânica particulada fina – MOPF (< 1 mm de diâmetro) (Merritt et al. 2002).

No local de coleta foram obtidas as seguintes variáveis físicas e químicas: temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), pelo aparelho YSI Modelo 6820 CM, além da profundidade e da transparência da água com disco de Secchi. A velocidade da água ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) foi medida pelo aparelho General Oceanics INC modelo N^o 2035 MKIV.

Análises dos Dados

A densidade de Ephemeroptera de cada amostra foi calculada utilizando-se a fórmula: número de indivíduos/ $0,0345 \text{ m}^2$. A matriz de densidade das espécies de Ephemeroptera foi utilizada para o cálculo do índice de dominância proposto por Kownacki (1971) com o objetivo de verificar as espécies dominantes nos ambientes amostrados.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC; Ter Braak 1986) foi utilizada para verificar a relação da matriz de composição e densidade de Ephemeroptera com as variáveis abióticas. Na ACC, a ordenação dos eixos são derivados de combinação linear das variáveis abióticas, e taxa individual são relacionados a esses eixos assumindo uma resposta unimodal. As variáveis físicas e químicas utilizadas foram transparência da água, profundidade, velocidade da água, areia grossa, matéria orgânica particulada fina (MOPF), matéria orgânica particulada grossa (MOPG), areia fina, lama e seixos. A significância dos eixos gerados foi testada através do teste de permutação de Monte Carlo ($p < 0,05$) com 999 permutações. Para esta análise, utilizou-se o programa Pc-Ord (McCune e Mefford 1999).

Resultados

Os maiores valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), profundidade (m), transparência da água (m) e velocidade da água (m/s) foram registrados no rio Paraná. A temperatura da água foi de aproximadamente 25 °C e o pH levemente ácido (Tabela 1).

Tabela 1. Média e desvio padrão (entre parênteses) das variáveis abióticas das três estações do período de agosto de 2003 a janeiro de 2005.

	R. Paraná	R. Ivinhema	R. Baía
Temperatura (°C)	25,67 ($\pm 3,65$)	25,85 ($\pm 3,64$)	26,02 ($\pm 3,85$)
Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	90,31 ($\pm 21,38$)	65,76 ($\pm 25,27$)	44,78 ($\pm 13,94$)
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})	11,63 ($\pm 5,24$)	9,36 ($\pm 3,19$)	8,43 ($\pm 4,17$)
pH	6,68 ($\pm 0,32$)	6,52 ($\pm 0,56$)	6,31 ($\pm 0,92$)
Profundidade (m)	4,20 ($\pm 0,76$)	3,00 ($\pm 0,55$)	2,05 ($\pm 0,34$)
Transparência (m)	2,50 ($\pm 0,65$)	0,67 ($\pm 0,18$)	0,80 ($\pm 0,16$)
Velocidade (m/s)	0,15 ($\pm 0,05$)	0,08 ($\pm 0,02$)	~ 0

Nos rios Paraná e Ivinhema foram observados maiores porcentagens de areia grossa e areia muito grossa, respectivamente. No rio Baía foram registradas maiores porcentagens de areia fina e lama (Fig. 2). As maiores porcentagens de matéria orgânica particulada fina e grossa (MOPF e MOPG) foram registradas no rio Baía (Fig. 3).

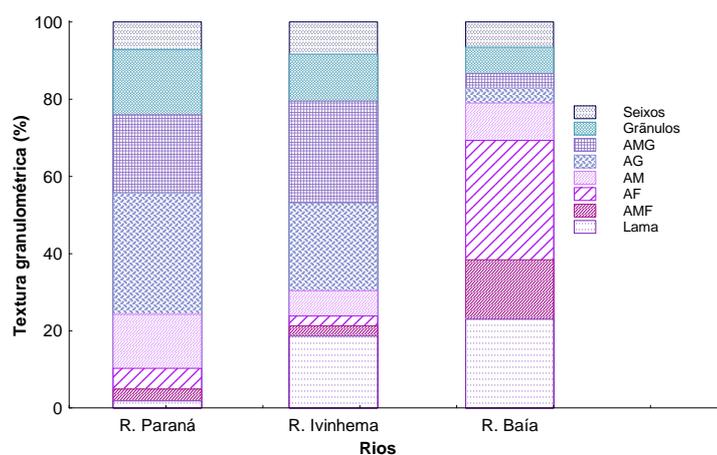


FIG. 2. Composição granulométrica do sedimento (%) dos rios Paraná, Ivinhema e Baía, no período de agosto de 2003 a janeiro de 2005. AMG = areia muito grossa; AG = areia grossa; AM = areia média; AF = areia fina; AMF = areia muito fina.

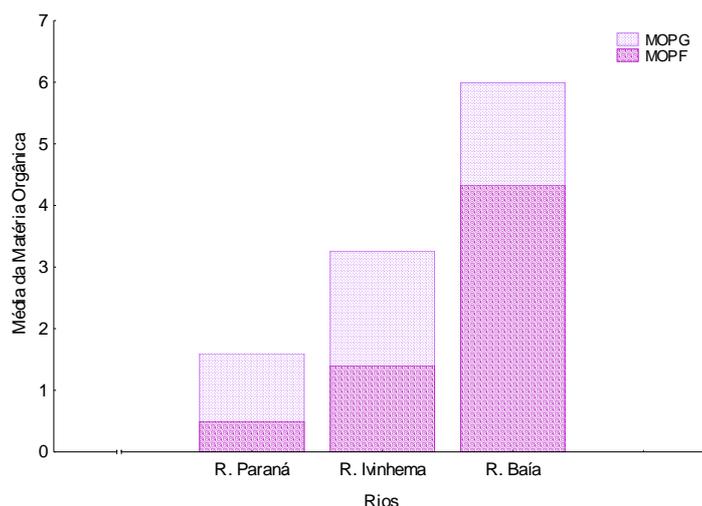


FIG. 3. Porcentagem de Matéria Orgânica (MOPG, >1 mm; MOPF, < 1 mm) nos rios Paraná, Ivinhema e Baía, no período de agosto de 2003 a janeiro de 2005.

Um total de 442 ninfas de Ephemeroptera pertencentes às famílias Baetidae, Leptophlebiidae, Leptohiphidae, Polymitarcyidae e Caenidae, foi registrado nos rios Paraná, Ivinhema e Baía. As maiores densidades médias de Ephemeroptera foram registrados no rio Baía, enquanto que os menores valores foram observados no rio Ivinhema (Fig. 4). *Tricorythopsis artigas*, *Tricorythopsis minimus* e *Farrodes* sp. foram registrados apenas no rio Paraná e *Traverella* sp. apenas no rio Ivinhema. No rio Baía foi registrado maior densidade de *Campsurus* spp. (Fig. 5).

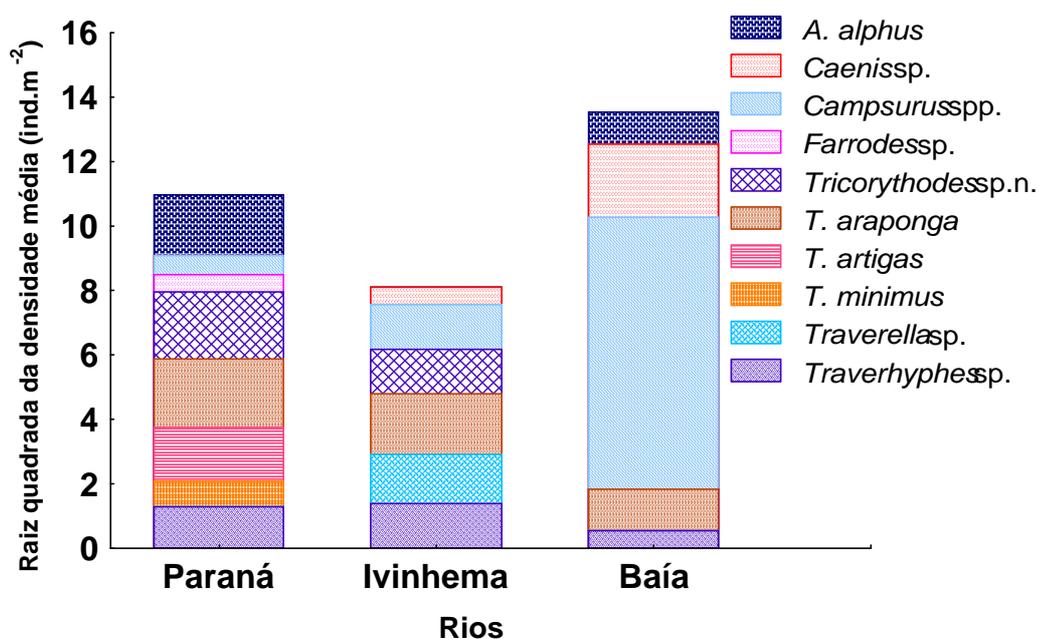
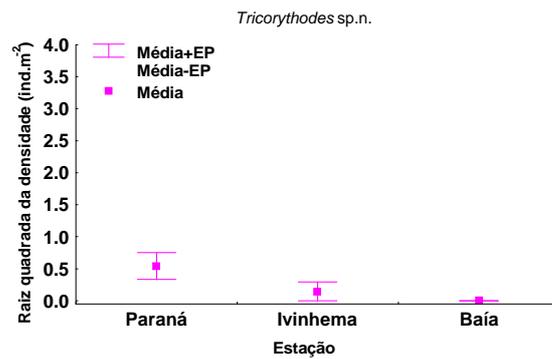
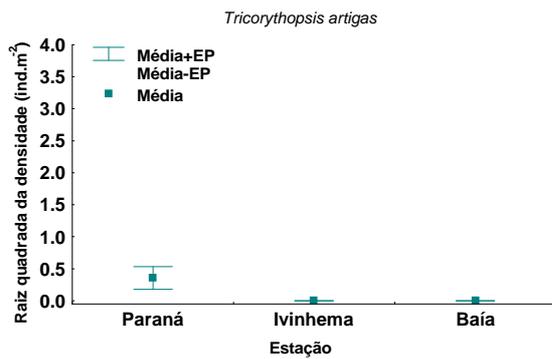
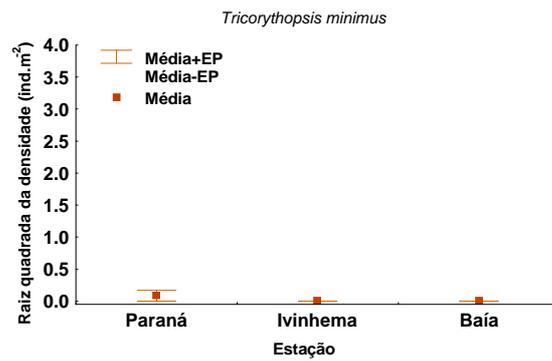
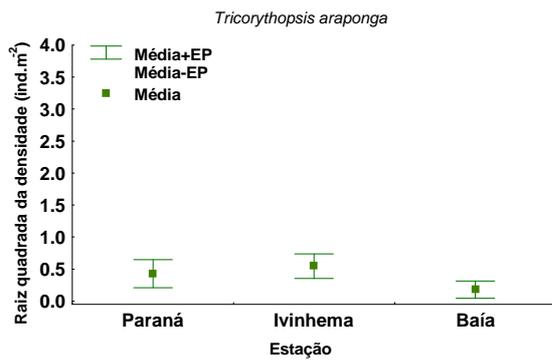
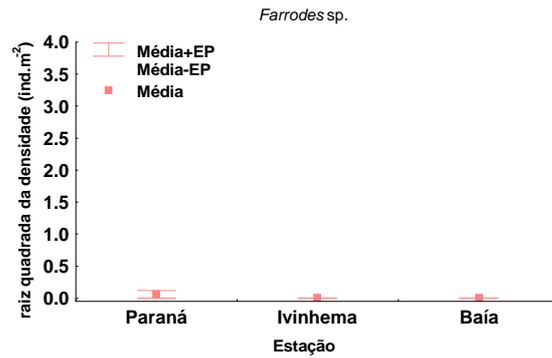
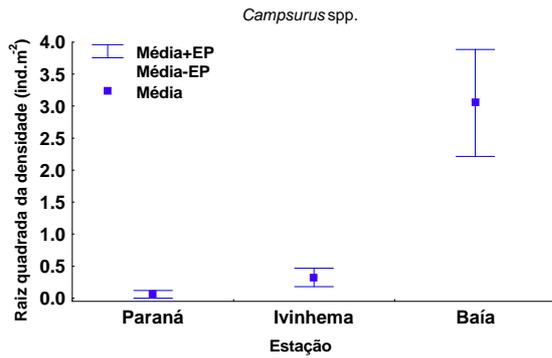
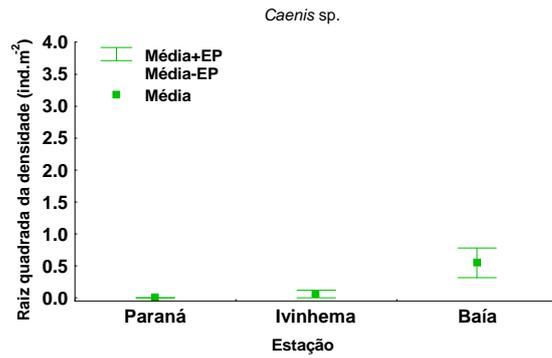
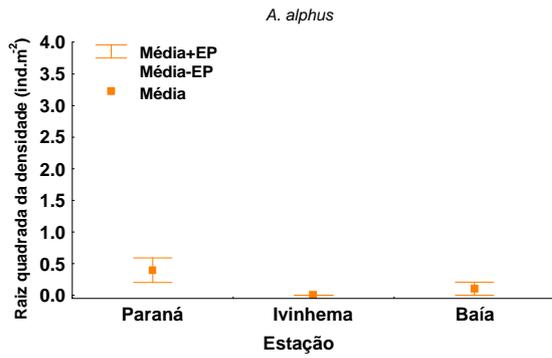


FIG. 4. Densidade média total de ninfas de Ephemeroptera (ind.m^{-2}) nos rios Paraná, Ivinhema e Baía, no período de agosto de 2003 a janeiro de 2005.



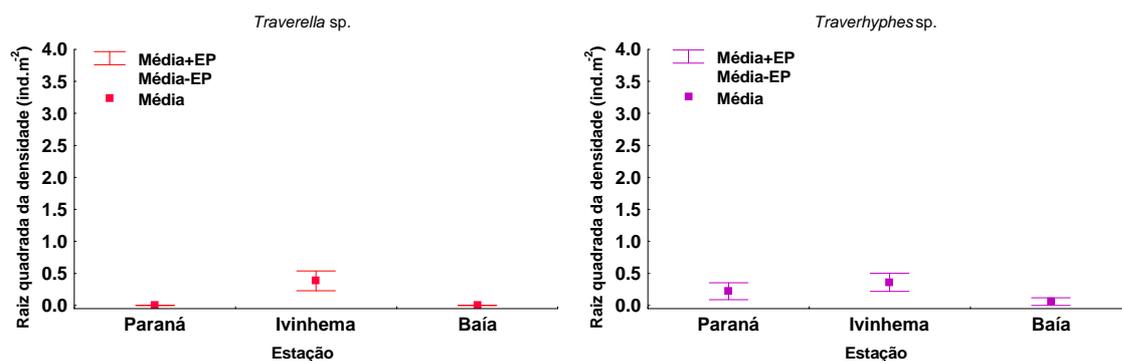


FIG. 5. Densidade Média de ninfas de Ephemeroptera (ind.m⁻²) nos rios Paraná, Ivinhema e Baía, no período de agosto de 2003 a janeiro de 2005.

Tricorythopsis araponga foi a espécie dominante no rio Ivinhema, enquanto que *Campsurus* sp. foi dominante no rio Baía. No rio Paraná não foram registradas espécies dominantes (Tabela 2).

Tabela 2. Valores do índice de dominância, de acordo com Kownacki (1971): Dominantes (10-100); Subdominantes (1-9,99); Não-dominantes A (0,10-0,99); Não-dominantes B (0-0,099).

Espécie/ Estação	Paraná	Ivinhema	Baía
Baetidae			
<i>Americabaetis alphus</i> (Lugo-Ortiz e McCafferty, 1996)	3,27		0,07
Leptohyphidae			
<i>Tricorythopsis araponga</i> (Dias e Salles, 2005)	6,72	11,56	0,22
<i>Tricorythopsis artigas</i> (Traver, 1958)	2,68		
<i>Tricorythopsis minimus</i> (Allen, 1973)	0,20		
<i>Traverhyphes</i> sp.	1,49	5,41	0,02
<i>Tricorythodes</i> sp.n.	9,03	0,90	
Leptophlebiidae			
<i>Farrodes</i> sp.	0,10		
<i>Traverella</i> sp.		6,31	
Polymitarcyidae			
<i>Campsurus</i> spp.	0,10	4,50	64,91
Caenidae			
<i>Caenis</i> sp.		0,15	1,80

Os autovalores obtidos através da Análise de Correspondência Canônica (ACC) para os dois eixos foram 0,81 e 0,24, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Autovalores, porcentagem de variância explicada, acumulativa, correlações espécie-ambiente e teste de Monte Carlo derivados da Análise de Correspondência Canônica (ACC).

	Eixo1	Eixo2
Autovalores	0,81	0,24
Porcentagem de variância explicada	30,2	9,1
Porcentagem de variância acumulada dos dados de espécies	30,2	39,3
Correlação de Pearson, espécie-ambiente	0,98	0,82
Correlação de Kendall, espécie-ambiente	0,70	0,57
p (Monte Carlo)	0,00	0,02

A variância total nos dados das espécies foi de 2,6829. Os eixos 1 e 2 da ACC retidos para a interpretação ($p < 0,05$) explicaram 39,3 % da variabilidade total dos dados (eixo 1 = 30,2% e eixo 2 = 9,1%). O diagrama de ordenação da ACC separou os rios Paraná, Ivinhema e Baía. A matéria orgânica particulada fina (MOPF), matéria orgânica particulada grossa (MOPG), lama, areia fina correlacionaram-se positivamente com o eixo 1, enquanto que areia grossa, seixos, profundidade, transparência e velocidade de correnteza da água correlacionaram-se negativamente. No eixo 2, a transparência da água correlacionou positivamente enquanto que lama e seixos, correlacionaram-se negativamente (Fig. 6A). Quanto ao diagrama de ordenação das espécies, pôde-se verificar que a estrutura de cada ambiente influenciou na composição e densidade de Ephemeroptera (Fig. 6B).

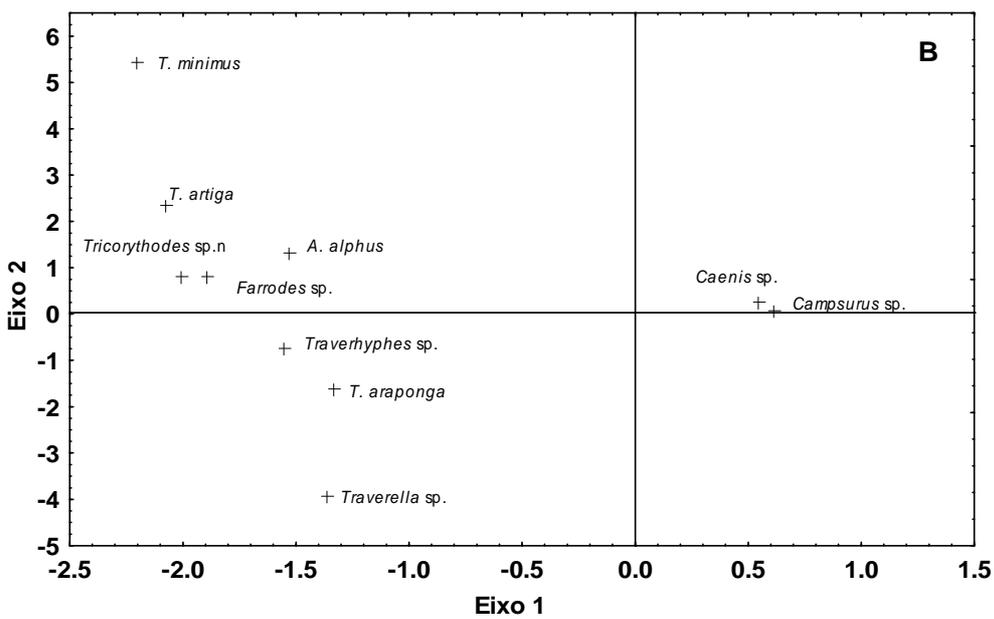
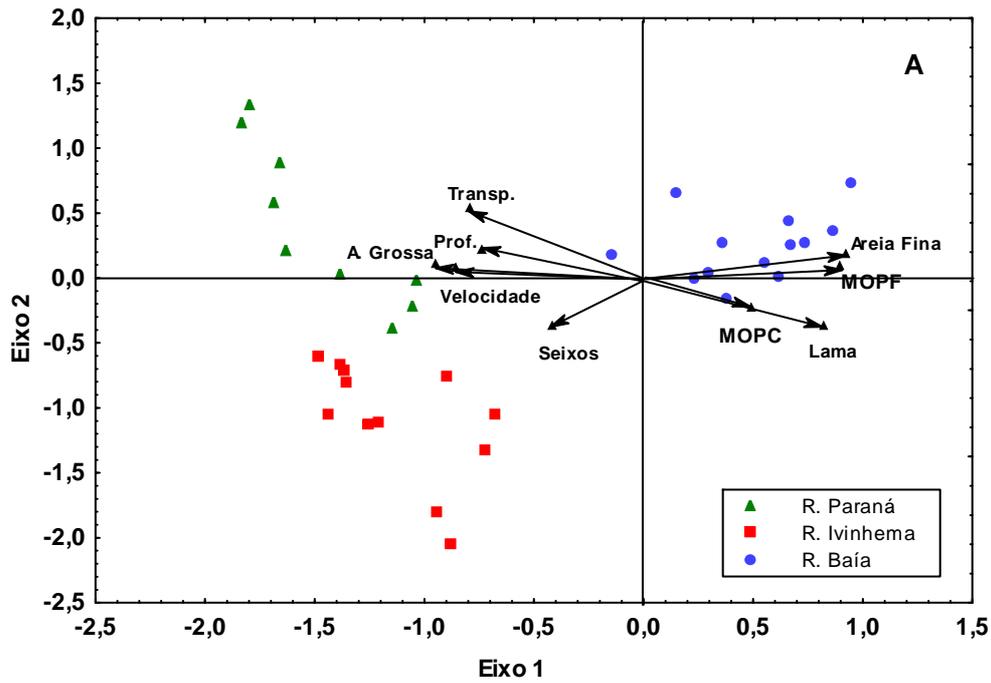


FIG. 6. (A). Ordenação dos escores por rios em relação ao eixo 1 e 2 da Análise de Correspondência Canônica (ACC), de acordo com a matriz das variáveis físicas e químicas da água. (B): Ordenação dos escores dos eixos 1 e 2 da Análise de Correspondência Canônica baseado na matriz de composição e densidade de ninfas de Ephemeroptera, no período de agosto de 2003 a janeiro de 2005 nos rios Paraná, Ivinhema e Baía.

Discussão

A velocidade da água influencia o tamanho das partículas dos substratos e afeta na distribuição do alimento e na remoção dos nutrientes (Allan 1995) e, segundo Takeda et al. (1997), o tipo de leito do rio é o fator determinante na estrutura da comunidade zoobentônica.

No rio Paraná, um canal com maior velocidade da água e com maior porcentagem de areia grossa, foi registrado o maior número de táxons de Ephemeroptera. *Tricorythodes* sp. n. foi encontrada também nos substratos artificiais do rio Baía, mas em baixíssima densidade (Melo e Takeda, em prep.). Neste estudo, pode-se sugerir que essa nova espécie é de hábitat bentônico, uma vez que foi subdominante no Paraná, encontrada ao longo dos meses e em alta densidade.

A preferência dos táxons de Ephemeroptera por diferentes hábitats pode ser determinada, também, pela estratégia alimentar, restrições fisiológicas e morfológicas. No entanto, ainda são poucas as informações sobre a biologia de Ephemeroptera em regiões subtropicais, não permitindo estabelecer os fatores causais claros para distribuição desses organismos.

Tricorythodes e *Tricorythopsis* são raspadores e na estrutura da boca apresentam poucas cerdas de pequeno tamanho, não adaptadas para filtração dos alimentos. Na parte distal da mandíbula mostram dois dentes quitinosos, molares, protegidos por uma robusta espícula que caracteriza uma especialização para raspar o perifíton (Baptista et al. 2006). As algas que fazem parte do perifíton desenvolvem-se em locais onde há penetração de luz. O rio Paraná mostrou alta transparência da água, devido ao reservatório da Usina Hidrelétrica de Engenheiro Sérgio Motta, que retém material em suspensão na água.

O rio Ivinhema é considerado um ambiente lótico, com profundidade média de 3,9 m, com vegetação diferenciada em suas margens que vai desde a vegetação herbácea até a formação de extensas áreas com mata ripária em diferentes estágios de regeneração (Souza et al. 2000).

O leito do rio Ivinhema, especialmente em sua região central, é seixoso é caracterizado por seixos, de maneira que a Análise de Correspondência Canônica revelou uma relação significativa com as espécies *Traverhyphes* sp., *Tricorythopsis araponga* e *Traverella* sp. O fundo consolidado favorece os invertebrados que possuem adaptações morfológicas para se fixar e se locomover para captura dos alimentos e fugir dos predadores. Nesse tipo de fundo, principalmente o rochoso, a rugosidade pode facilitar a locomoção e fixação de alguns invertebrados, atenuando a correnteza de água e fornecendo diferentes microhabitats (Takeda et al. 1997).

As espécies *Traverella* sp., *Traverhyphes* sp. e *T. araponga* consideradas subdominantes

e dominante, respectivamente, possuem o corpo moderadamente achatado que caracteriza uma adaptação à elevada velocidade da água.

Edmunds e Waltz (1996) consideraram ninfas de *Traverella* como filtradoras- coletoras. Esse gênero possui escova de cerdas sob as mandíbulas para remover as partículas da água. Hynes (1970) relatou que a velocidade da água tem importância vital, pois muitos invertebrados a necessitam para alimentação.

No Brasil é conhecida apenas uma espécie de *Traverhyphes*, a *Traverhyphes pirai*, porém para a planície do rio Paraná, há necessidade de capturar indivíduos adultos para verificar se é da mesma espécie. A constatação desse gênero como subdominante no rio Ivinhema mostra, de fato, que os invertebrados bentônicos da planície são ainda pouco conhecidos, necessitando-se de mais estudos.

As margens do rio Ivinhema, por outro lado, são caracterizadas por areia muito fina e areia fina (Montanholi-Martins e Takeda 2001). Esse fato pode justificar *Campsurus* sp. como a subdominante no rio Ivinhema.

Nolte (1987) verificou a colonização de *Campsurus notatus* de sedimento finos em lagos da várzea Amazônica. Essas ninfas cavam galerias no sedimento fino por onde vivem e através dos movimentos das brânquias abdominais promovem contínuo fluxo de água e oxigenação através das galerias (Leal et al. 2005).

Tricorythopsis araponga, uma espécie de pequeno tamanho, foi dominante no rio Ivinhema sendo, também, dominante no substrato artificial do rio Paraná (Melo e Takeda, em prep.). Essa espécie foi descrita em 2005, com base em material coletado no Estado de Minas Gerais (Dias e Salles 2005). Sua ocorrência, neste estudo, representa o primeiro registro para a planície de inundação do alto rio Paraná. Goulart e Callisto (2005) registraram o gênero *Tricorythopsis* nos substratos de seixos, grânulos e areia fina em dois ambientes lóticos da bacia hidrográfica na Serra do Cipó (MG). Francischetti et al. (2004) também encontraram *Tricorythopsis* em substrato de cascalho e areia do rio Campo Belo (RJ).

As espécies encontradas no rio Ivinhema mostraram maiores afinidades com o fundo seixoso, mas também foram encontradas espécies com adaptações para habitar o sedimento fino, tornando esse canal muito especial.

O rio Baía apresenta baixa velocidade da água, considerado por muitos pesquisadores como ambiente semilótico, porém a comunidade zoobêntica desse rio se assemelha muito ao das lagoas da planície (Takeda et al. 1997).

O maior valor de dominância foi constatada para *Campsurus* spp. no rio Baía. Nessa planície, em pesquisas anteriores realizadas desde 1987 até 1996, foi encontrada apenas

Campsurus violaceus (Melo et al. 1993; Takeda e Grzybkowska 1997).

Nas coletas realizadas a partir de 1998 na planície aluvial do alto rio Paraná, observou-se uma mudança brusca na composição das ninfas de Ephemeroptera, especialmente em relação a *Campsurus*, registrando-se mais espécies, além de *C. violaceus*. Nesse período, o reservatório da Usina Engenheiro Sérgio Motta foi fechado, mudando as condições limnológicas da planície aluvial e, também, a composição das espécies de Ephemeroptera. O rio Paraná, um canal com alto fluxo de água e com fundo arenoso, ao ser interrompido pela barragem da Usina, formou um grande reservatório e, provavelmente com sedimento fino, o que favoreceu o desenvolvimento de diversas espécies adaptadas a essas condições, como *Campsurus* na região da planície e principalmente no rio Baía.

Pode-se avaliar a estrutura de comunidades aquáticas utilizando-se de categorias funcionais de trofia (Merritt et al. 2002). O tamanho da partícula do sedimento, heterogeneidade e quantidade de matéria orgânica são considerados fatores importantes na estrutura da comunidade de macroinvertebrados (Rabeni e Minshall 1977, Reice 1980).

Grande quantidade de matéria orgânica tanto de Matéria Orgânica Particulada Fina (MOPF) como a Grossa (MOPG), provavelmente fazem parte da dieta de *Campsurus* e de *Caenis*, além de ambientes com textura granulométrica com predominância de lama e de areia fina, o que podem ter favorecido esses dois gêneros no rio Baía. Añón Suárez e Albariño (2001) registraram alta densidade e biomassa de *Caenis* sp. na estação com alta porcentagem de matéria orgânica, no Lago Escondido (Argentina).

Os recursos tróficos podem variar de acordo com a configuração da bacia hidrográfica (por exemplo, cobertura do leito do rio pela vegetação ripária), ordem do rio e influência humana (Vannote et al. 1980, Allan 1995).

As espécies do rio Baía são sustentadas troficamente por grande quantidade de matéria orgânica, principalmente, originadas das vegetações tanto autóctones como alóctones oriundas de inúmeras lagoas conectadas ou mesmo não conectadas ao rio.

Neste estudo, os três canais da planície aluvial do alto rio Paraná mostraram nítida separação da comunidade de ninfas de Ephemeroptera em virtude das características físicas do ambiente, mostrando que as mesmas são ótimas bioindicadoras podendo ser, até mesmo, utilizadas como sentinelas ambientais para avaliar grandes mudanças, como a construção de barragens.

Referências

- Allan, J. D. 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. London, Chapman AND Hall, 388 pp.
- Añón Suárez, D. A., R. J. Albariño. 2001. Life cycle and annual production of *Caenis* sp. (Ephemeroptera, Caenidae) in Lake Escondido (Bariloche, Argentina). Pages: 67-75 in Domínguez E. (editor). Trends in research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Bonneto, A. A., I. R. Wais, H. P. Castello. 1989. The increasing damming of the Parana basin and its effects on the lower reaches. *Regulated Rivers Research and Management* 4:333-346.
- Baptista, D. F., D. F. Buss, L. G. Dias, J. L. Nessimian, E. R. Da Silva, A. H. A. De Moraes Neto, S. N. De Carvalho, M. A. De Oliveira, L. R. Andrade. 2006. Functional feeding groups of brazilian Ephemeroptera nymphs: ultrastructure of mouthparts. *Annales Limnology – International Journal Limnology* 42:1-10.
- Da Silva, E. R. 1997. A alimentação de ninfas de *Callibaetis guttatus* Navás, 1915 (Ephemeroptera, Baetidae) em um brejo temporário do litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia* 41:53-55.
- Dias, L. G., F. F. Salles. 2005. Three new species of *Tricorythopsis* (Ephemeroptera: Leptoheptidae) from southeastern Brazil. *Aquatic Insects* 27:235-241.
- Dias, L. G. 2005. Taxonomia e distribuição de Ephemeropteroidea (Insecta: Ephemeroptera) na Região Sudeste do Brasil. Programa de Pós-graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (Dissertação de Mestrado), Viçosa (MG).
- Domínguez, E., J. M. Ballesteros Valdez. 1992. Altitudinal replacement of Ephemeroptera in a subtropical river. *Hydrobiologia* 246:83-88.
- Domínguez, E., M. D. Hubbard, M. L. Pescador, C. Molineri. 2001. Ephemeroptera. Páginas 17-53 in: H. R. Fernandes and E. Dominguez (editores). Guia para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidade Nacional de Tucumán, Faculdade de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo.
- Domínguez, E., C. Molineri, M. L. Pescador, M. D. Hubbard and C. Nieto. 2006. Ephemeroptera of South América. 322 plates in J. Adis, J. R. Arias, K. Wantzen and G. Rueda (eds). *Aquatic Biodiversity of Latin America*. Pensoft Press, Sofia and Moscow.
- Edmunds Jr. G., R. D. Waltz. 1996. Ephemeroptera. Pages 126-163 in R. W. Merritt, and K. W. Cummins (editors). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3rd ed. New York, Kendall-Hunt.

- Francischetti, C. N., E. R. Da Silva, F. F. Salles, J. L. Nessimian. 2004. A Efemeroterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, RJ: composição e mesodistribuição. *Lundiana* 5:33-39.
- Goulart, M., M. Callisto. 2005. Mayfly distribution along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, southeastern Brazil. *Acta Limnológica Brasiliensia* 17:1-13.
- Hahn, N. S., R. Fugi, I. F. Andrian. 2004. Trophic ecology of the fish assemblages. Pages: 247-269 in S. M. Thomaz, A. A. Agostinho and N. S. Hahn (editors). *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Hynes, H. B. 1970. The ecology of stream insects. *Annual Review of Entomology* 15:25-41.
- KownackI, A. 1971. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Tatra Mts. (Str.). *Acta Hydrobiologica* 13:439-464.
- Landa, V., T., Soldán. 1995. Mayflies as bioindicators of water quality and environmental change on a regional and global scale. Pages 21-29 in L. D. Corkem, J. J. H. Ciborowski (editors). *Current directions in research on Ephemeroptera*. Canadian Schobar's Press Inc, Toronto.
- Leal, J. J. F., A. Enrich-Prast, F. A. Esteves, R. Bozelli, V. F. Farjalla. 2005. Influence of *Campsurus notatus* bioturbation on oxygen profile and uptake in sediments of an Amazonian lake impacted by bauxite tailings. *Archiv fuer Hydrobiologie* 162:557-574.
- Lugo-Ortiz, C. R., W. P. McCafferty. 1996. Taxonomy of the Neotropical genus *Americabaetis*, new status (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 31:156-169.
- McCune, B., M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.0, MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Melo, S. M., A. M. Takeda, N. C. Büttow. 1993. Life history of nymphs of *Campsurus violaceus* Needham and Murphy, 1924 (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in the Baía River (MS-Brasil). *Revista Unimar* 15:95-107.
- Melo, S.M., A. M. Takeda. 2006. Ninfas de Ephemeroptera em substrato artificial nos três canais da planície aluvial do alto Rio Paraná, Brasil. *Journal of the North American Benthological Society*. Em preparação.
- Merritt, R.W., K.W. Cummins, M. B. Berg, J. A. NOVAK, M. J. HIGGINS, K. J. WESSELL, J. L. LESSARD. 2002. Development and application of a macroinvertebrate functional-group approach in the bioassessment of remnant river oxbows in southwest Florida. *Journal of the North American Benthological Society* 21:290-310.

- Molineri, C. 2001. *Traverhyphes*: a new genus of Leptohiphidae for *Leptohiphes indicator* and related species (Insecta: Ephemeroptera). *Spixiana* 24:129-140.
- Montanholi-Martins, M. C., A. M. Takeda. 2001. Spatial and temporal variation of the Ivinhema River and Patos Lake in the upper Paraná River Basin, Brazil. *Hydrobiologia* 463:197-205.
- Nolte, U. 1987. *Campsurus notatus* (Polymitarciidae, Ephemeroptera), a bioturbator in várzea lakes. *Amazoniana* 10:219-222.
- Ocon, C. S., A. Rodrigues Capítulo. 2004. Presence and abundance of Ephemeroptera and other sensitive macroinvertebrates in relation with habitat conditions in pampean streams (Buenos Aires, Argentina). *Archiv für Hydrobiologie* 159:473-487.
- Rabeni, C. F., G. W. Minshall. 1977. Factors affecting micro-distribution of stream benthic insects. *Oikos* 29:33-43.
- Ramírez, J. J., P. G. Roldán, G. A. Yepes. 2004. Altitudinal variation of the numerical structure and biodiversity of the taxocenosis of Ephemeroptera in the south, north, and central regions of the department of Antioquia, Colombia. *Acta Limnologica Brasiliensia* 16:329-339.
- Reice, S. R. 1980. The role of substratum in benthic macroinvertebrate micro-distribution and litter decomposition in a woodland stream. *Ecology* 6:580-590.
- Salles, F. F., E. R. Da Silva, M. D. Hubbard, J. E. Serrão. 2004a. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. *Biota Neotropica* 4:1-34.
- Salles, F. F., E. R. Da Silva, J. E. Serrão, C. N. Francischetti. 2004b. Baetidae (Ephemeroptera) na Região Sudeste do Brasil: novos registros e chave para os gêneros no estágio ninfal. *Neotropical Entomology* 33:725-735.
- Souza Filho, E. E., E. Comunello, A. C. Petry, M. R. Russo, A. M. Santos, R. R. A. Rocha, R. A. Leimig. 2000. Descrição dos locais de amostragem. Universidade Estadual de Maringá. Nupélia/PELD/CNPq. A planície de inundação do alto rio Paraná; Site 6 PELD/CNPq: relatório anual. Coordenação Agosinho A. A., S. M. Thomaz, L. Rodrigues, L. C. Gomes. Maringá 349p.
- Stevaux, J. C., E. E. Souza-Filho, I. C. Jabur. 1997. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. Páginas 3-72 in Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho E N. S. Hahn (editores). A planície de inundação do alto rio Paraná; aspectos físicos, químicos, biológicos e Sócio-econômicos. EDUEM, Maringá.
- Takeda, A. M., M. Grzybkowska. 1997. Seasonal dynamics and production of *Campsurus violaceus* nymphs (Ephemeroptera, Polymitarciidae) in Baía River, upper Paraná River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 356:149-155.
- Takeda, A. M., G. Shimizu, J. Higuti. 1997. Zoobentos da planície alluvial do alto rio Paraná.

Páginas 157-177 in A. A. Agostinho, A. E. M. Vazzoler, N. S. Hahn (editores). A planície de inundação do alto rio Paraná; aspectos físicos, químicos, biológicos e Sócio-econômicos. EDUEM, Maringá.

Takeda, A. M. 1999. Oligochaeta community of alluvial Upper Paraná River, Brazil: spatial and temporal distribution (1987-1988). *Hydrobiologia* 412:35-42.

Takeda, A. M., D. S. Fujita. 2004. Benthic invertebrates. Pages 191-208 in S. M. Thomaz, A. A. Agostinho, N. S. Hahn (eds). The upper River Paraná and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden, The Netherlands. Blackhuys Publishers.

Ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167-1179.

Thomaz, S. M., M. C. Roberto, F. A. Lansac Tôha, F. A. Esteves, A. F. Lima. 1991. Dinâmica temporal dos principais fatores limnológicos do rio Baía – Planície de inundação do alto rio Paraná (MS-Brasil). *Revista Unimar, Maringá* 13:299-312.

Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell, C. E. Cushing. 1980. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37:130-137.

Welcomme, R. L. 1985. River fisheries. FAO. Technical Paper, Rome. 262-330.

Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal Geology* 30: 377-392.