

# DISTRIBUIÇÃO DE EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA E TRICHOPTERA EM RIACHOS DO ALTO URUGUAI GAÚCHO

Distribution of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in stream Alto Uruguai Gaúcho

Maiane Bury de Oliveira<sup>1,3\*</sup>; Patrícia Lira Lazari<sup>1,3</sup>; Luiz Ubiratan Hepp<sup>2,3</sup>; Rozane Maria Restello<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicas do curso de Ciências Biológicas – Bacharelado, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim. \*E-mail para contato: may\_bo16@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor(a) do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim

<sup>3</sup> Laboratório de Biomonitoramento, URI – Câmpus de Erechim

Data do recebimento: 23/11/2016 – Data do aceite: 23/01/2017

**RESUMO:** Este estudo teve por objetivos analisar a distribuição da comunidade de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), em riachos com usos naturais e agrícolas nas áreas de entorno, e analisar a influência do substrato (pedra e folha) na composição e estrutura dessa comunidade. A estrutura da comunidade foi avaliada e determinada pela abundância e riqueza de organismos. Para verificar a variação na abundância e riqueza entre substratos e uso da terra, foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA *two way*) e o índice de Diversidade de Shannon. A variação na composição da comunidade entre os riachos e entre os substratos, foi avaliada por meio da Análise de Escalonamento Multidimensional não-métrico (NMDS). Foram coletados 864 organismos, pertencentes às ordens Ephemeroptera (55%), Trichoptera (42,24%) e Plecoptera (2,7%). O gênero mais abundante foi *Smicridea* (Hydropsychidae, Trichoptera) no substrato pedregoso e nos riachos agrícolas. Isso se deve ao seu grupo trófico funcional (coletor-filtrador), apresentando diferença significativa tanto para os usos da terra como o substrato, sendo o pedregoso mais diverso. A composição da fauna variou entre os usos da terra e substratos, porém o tipo de substrato foi o fator que gerou maior segregação na composição da comunidade. Dessa forma, pode-se dizer que os substratos são mais determinantes na comunidade de EPT do que os usos da terra.

**Palavras-chave:** Insetos aquáticos. Usos da terra. Substrato. Macroinvertebrados bentônicos. Biomonitoramento.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to analyze the distribution of the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (EPT) community in streams with natural and agricultural uses in the surrounding areas and ii) to analyze the influence of the substrate (stone and leaf) on the composition and structure Community. The community structure was assessed determined by the abundance and richness of organisms. To verify the variation in abundance and richness between substrates and land use, we used a Variance Analysis (ANOVA two way) and the Shannon Diversity Index. The variation in community composition between the streams and between the substrates was evaluated by means of the Non-metric Multidimensional Scaling Analysis (NMDS). A total of 864 organisms belonging to the orders Ephemeroptera (55%), Trichoptera (42.24%) and Plecoptera (2.7%) were collected. The most abundant genus was Smicridea (Hydropsychidae, Trichoptera) on stony substrate and in agricultural streams. This is due to its functional trophic group (collector-filterer), presenting significant difference for both the land uses and the substrate, being the stony one more diverse. The composition of the fauna varied between land uses and substrates, but the type of substrate was the factor that generated greater segregation in the composition of the community. In this way it can be said that the substrata are more determinant in the EPT community, than the land uses.

**Keywords:** Aquatic insects. Uses of land. Substrate. Benthic macroinvertebrates. Biomonitoring

## Introdução

Os recursos hídricos são sistemas abertos, facilmente influenciados pelas atividades humanas em seu entorno (HEPP et al., 2010), sendo deteriorados rapidamente, o que coloca em risco as fontes de suprimento de água em todos os continentes (TUNDISI, 2008). A população humana se agrega nas proximidades de riachos, fazendo com que as atividades realizadas interfiram na qualidade e preservação desses ecossistemas (UNESCO, 2006). Alguns dos principais impactos antropogênicos que alteram o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, de forma mais frequente, são as fontes de poluição industrial, urbana,

agropecuária, mineração e a prática agrícola que é a atividade que mais consome água no mundo (HEPP; RESTELLO, 2007; BAHR et al., 2008; DECIAN et al., 2009).

As práticas agrícolas e agropecuárias causam a remoção de florestas nativas, que funcionam como aliadas para a filtração e infiltração para o lençol freático da água da chuva (CAMPANILI et al., 2010). As matas ripárias são importantes para os ecossistemas aquáticos, pois reduzem o assoreamento, a entrada excessiva de nutrientes, cobrem e protegem o solo servem como corredor ecológico, auxiliando na variabilidade genética, tanto da flora quanto da fauna (NESSIMIAN et al., 2008). Dessa forma, a

presença da vegetação no entorno de riachos fornece matéria orgânica, diversificando as condições tróficas, regulando as variações de temperatura devido à cobertura pelo dossel da floresta, e sendo responsável pela estruturação do habitat (LOOY et al., 2013).

Sem estes benefícios, o ecossistema aquático torna-se vulnerável, refletindo na biota aquática, as consequências das alterações sofridas. Por isso, a importância da preservação e conservação da vegetação ripária, para que desempenhem, de forma efetiva, suas funções (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2010; LOOY et al., 2013). Com os impactos antropogênicos causados aos recursos hídricos, a diversidade bentônica reduz significativamente e o grau de resistência desses organismos reflete alterações pela alta concentração de matéria orgânica (CORTEZZI et al., 2009; HEPP et al., 2012). Pode ser alterada as características limnológicas da água, como por exemplo, diminuição do oxigênio dissolvido, aumento da acidez e da concentração de nutrientes, entre outros efeitos (ZALIDIS et al., 2002).

A distribuição de organismos aquáticos reflete também o tipo de substrato onde estão inseridos e adaptados, uma vez que vivem sob condições características de cada substrato (físicas e bióticas) (BUSS et al., 2004). Desse modo, o substrato, muitas vezes, é fundamental, pois serve como fontes alimentares, locais para a deposição, incubação e colonização de ovos, refúgio (SCRIMGEOUR E WINTERBOURN, 1989) e abrigo contra predação e perturbações físicas (STEPHANIE et al., 2000).

Com a retirada da vegetação ripária, a entrada direta de material alóctone é limitada, e os organismos que necessitam dessa fonte de alimento e proteção (construção de abrigos) são gradativamente reduzidos (GRAÇA, 2001) e a abundância e riqueza influenciadas negativamente (BUSS et al., 2004; HEPP et al., 2013). Em trabalho realizado na Malásia,

Hamid e Rawi (2011) comentam que os EPT têm forte distribuição em relação ao substrato e áreas sombreadas. Para este autor, estas ordens habitam substratos pedregosos e com cascalho, servindo como habitats importantes para a maioria dos gêneros de EPT, e que o sombreamento da água determina a estrutura da comunidade. A maioria dos Ephemeroptera preferem habitat com áreas abertas e substratos pedregosos marginais, enquanto os Plecoptera e Trichoptera substratos pedregosos, mas em áreas sombreadas.

A distribuição dos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT), em rios e riachos, é influenciada por diversos fatores como a concentração de oxigênio, presença ou ausência de vegetação ripária, DBO (demanda bioquímica de oxigênio), disponibilidade de nutrientes (fósforo e nitrogênio), pH, tipos de substrato, entre outros (CRISCI-BISPO et al., 2007; QUEIROZ et al., 2008). Os EPT são organismos mais exigentes em relação à qualidade da água, geralmente *taxas* sensíveis, não prevalecendo em ambientes com organismos resistentes (BISPO e OLIVEIRA, 2007). Para Bispo et al. (2006) os fatores de distribuição e abundância de EPT são relacionados com a precipitação, ordem do riacho e altitude, sendo os mesmos padrões encontrados para a fauna de macroinvertebrados como um todo (MARCHANT et al., 1995). Dessa forma, podem ser utilizados como organismos modelos para estudos relacionados a estrutura e composição da fauna de macroinvertebrados em ambientes lóticos.

Os EPTs são considerados um grupo de importância taxonômica nos ambientes aquáticos, principalmente devido à sua ampla distribuição, alta abundância e riqueza de espécies, além de servirem como recursos alimentares e de transferência de energia na cadeia trófica (RIGHI-CAVALLARO et al., 2010), representando níveis tróficos múltiplos (BRITTAIN, 1982).

Este trabalho tem como objetivos (i) analisar a distribuição da comunidade de EPT em riachos pertencentes à Mata Atlântica em relação aos usos naturais e agrícolas e (ii) analisar a influência do substrato na composição e estrutura da fauna.

## Material e Métodos

### Área de Estudo

Para este trabalho foram definidos seis riachos de coleta: três localizados em áreas com vegetação ripária (naturais) e três em áreas agrícolas, pertencentes ao Bioma Mata Atlântica, situados na Região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul entre as coordenadas (27°12'59" e 28°00'47" S; 52°48'12" e 51°49'34" W). O clima da região é subtropical, com temperaturas no inverno em torno de 15°C e no verão em torno de 26°C, com as quatro estações do ano bem definidas. O regime pluviométrico é regular e as chuvas são bem distribuídas durante o ano, com precipitação média anual de 1500 mm (ALVARÉS et al., 2013). O território do Rio Grande do Sul situa-se em dois domínios distintos: Mata Atlântica ao norte, e o Pampa, compreendendo a Metade Sul do Estado. O domínio Mata Atlântica representa 37% do território do estado e a vegetação é caracterizada por um misto de Floresta Estacional Perenifólia com Araucária e Estacional Semidecidual (OLIVEIRA-FILHO et al., 2013).

A Mata Atlântica é caracterizada pela alta diversidade de espécies e alto grau de endemismos (CAMPANILI et al., 2010). As águas dos riachos são bem oxigenadas, variando entre 9,45±0,19 a 9,93±0,13, nos agrícolas e naturais respectivamente. O pH encontra-se próximo à neutralidade com valores de 6,28±0,13 (agrícola) e 6,83±0,19 (natural). Os teores de carbono orgânico total e carbono orgânico quantificados foram maiores nos riachos naturais (22,49±12,61

mg L<sup>-1</sup>; 14,49±12,51 mg L<sup>-1</sup>), bem como o fósforo (90,08±39,98 µg L<sup>-1</sup>).

### Coleta e Identificação dos EPT

A coleta dos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foi realizada na primavera de 2015, com auxílio de um amostrador Surber (malha 250 µm e área de 0,09 m<sup>2</sup>). Em cada riacho, foram amostrados três sub-amostragem em substrato pedregoso e três em substrato contendo folhas. O material foi fixado em campo com álcool 80%, acondicionado em frascos plásticos e conduzidos ao Laboratório de Biomonitoramento para triagem a fim de separar os EPT dos demais grupos. Posteriormente, os organismos foram identificados até nível taxonômico de gênero, utilizando chave proposta por SALLES et al. (2004) para a identificação de Ephemeroptera, MUGNAI et al. (2010) para Plecoptera e PES et al. (2005) e MUGNAI et al. (2010) para Trichoptera.

Os organismos identificados foram tomados e depositados na Coleção de Invertebrados Bentônicos do Museu Regional do Alto Uruguai (MuRAU/URI - Câmpus Erechim).

### Análise dos Dados

A estrutura da comunidade de EPT foi determinada a partir da abundância dada pelo número total de organismos coletados, riqueza estimada pelo número de gêneros identificados e o índice de Diversidade de Shannon, conforme Magurran (2004). Após, a matriz biológica foi transformada em log (x+1) para evitar "outliers". Para verificar se há variação na abundância e riqueza da comunidade de EPT entre os substratos e entre os locais de coleta, foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA *two way*).

Para analisar a variação na composição da comunidade entre os riachos naturais e

agrícolas e entre os substratos pedra e folha, foi utilizada uma análise de Escalonamento Multidimensional não-métrico (NMDS) a partir de uma matriz de distância de Bray-Curtis. Para confirmar a diferença estatística da composição da comunidade, utilizou-se uma Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA, 999 permutações). As análises foram feitas no ambiente estatístico R (R CORE TEAM, 2013), usando funções do pacote “vegan”.

## Resultados

### Comunidade de EPT

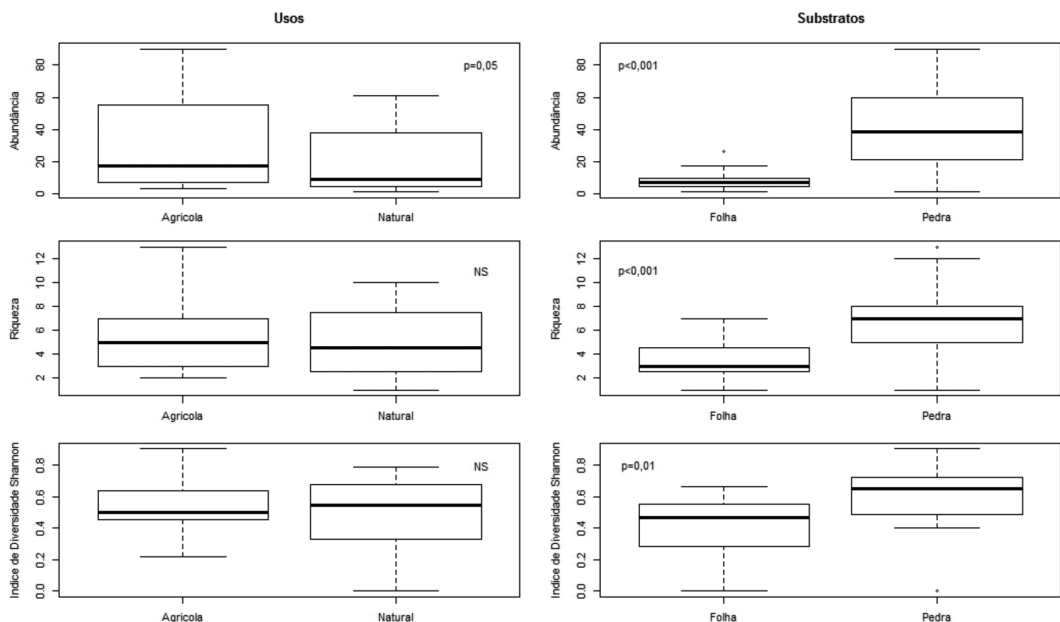
Foram amostrados 864 organismos pertencentes às ordens Ephemeroptera (55%), Trichoptera (42,2%) e Plecoptera (2,7%), pertencentes a 12 famílias e 20 gêneros. O gênero mais abundante da ordem Trichoptera foi *Smicridae* (83,6%), da ordem Ephemeroptera *Caenis* (23,5%) e da ordem Plecoptera, *Paragripopteryx* (47,8%). Em relação ao

substrato, o gênero mais abundante tanto nas pedras quanto nas folhas foi *Smicridae* (36,2% e 29,7%, respectivamente) sendo também o mais abundante nos riachos agrícolas (58,6%). Os riachos agrícolas foram os mais abundantes com 537 organismos (62,6%) coletados, enquanto os riachos naturais obtiveram 327 organismos (37,8%) (Tabela I).

O substrato com maior abundância de organismos foi o pedregoso com 737 (85,3%) do total, enquanto que o foliar apresentou 127 (14,7%) organismos. A riqueza foi maior no uso agrícola, perfazendo um total de 18 gêneros identificados.

Para o uso agrícola, a diversidade de Shannon foi 1,07 e para o uso natural 0,97. O substrato pedra foi mais diverso que a folha (0,72; 0,66), respectivamente. Pela ANOVA two way a Diversidade de Shannon ( $F_{(1,30)}=6,89$ ;  $p=0,01$ ) e a riqueza ( $F_{(1,30)}=16,8$ ;  $p<0,001$ ) de EPT foi significativamente diferentes entre os substratos. Porém, foram semelhantes entre os usos da terra. No entanto, a abundância de

**Figura 1** - Box-plot da abundância, riqueza e Diversidade de Shannon de gêneros de EPT, em riachos agrícola e natural e entre substratos folha e pedra. Primavera 2015. Região Alto Uruguai, RS.



**Tabela I** - Total de gêneros identificados de Plecoptera, Ephemeroptera e Trichoptera, nos substratos folha e pedra e nos riachos natural e agrícola. Riachos localizados na região Alto Uruguai Gaúcho.

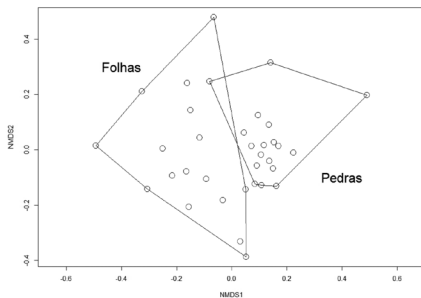
TAXA	FOLHA		PEDRA	
	NATURAL	AGRÍCOLA	NATURAL	AGRÍCOLA
<b>PLECOPTERA</b>				
Gripopterygidae				
<i>Paragripopteryx</i> Enderlein, 1909	1	5	0	5
<i>Tupiperla</i> Fhoehlich, 2001	3	3	0	4
<b>Perlidae</b>				
<i>Anacroneura</i> Klapálek, 1909	1	0	1	0
Total	5	8	1	9
<b>EPHEMEROPTERA</b>				
Baetidae				
<i>Baetodes</i> Needham e Murphi, 1924	1	1	15	53
<i>Americabaetis</i> Kluge, 1992	0	23	7	71
<i>Tupiara</i> Salles, Lugo-Ortiz, Da-Silva e Franceschetti, 2003	1	6	1	3
<i>Cloeodes</i> Traver, 1938	0	0	3	7
<b>Caenidae</b>				
<i>Caenis</i> Stephes, 1835	4	15	65	28
<b>Leptophlebiidae</b>				
<i>Hagenulopsis</i> Ulmer, 1920	1	5	18	10
<i>Trhaulodes</i> Ulmer, 1920	0	0	70	26
Gen. Ind. 4	0	0	17	19
<i>Massartela</i> Lestage, 1930	0	0	0	1
<i>Farrodes</i> Peters, 1971	0	0	4	0
<b>Leptohiphidae</b>				
<i>Leptohiphes</i> Eaton, 1882	0	1	0	0
Total	7	51	200	218
<b>TRICHOPTERA</b>				
Hydropsychidae				
<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	12	27	80	187
Philopotamidae				
<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	0	2	5	19
<i>Wormaldia</i> McLachlan, 1865	0	0	1	3
<b>Calamoceratidae</b>				
<i>Phylloicus</i> Müller, 1880	8	5	0	1
<b>Hydrobiosidae</b>				
<i>Atopsyche</i> Banks, 1905	2	1	6	5
<b>Leptoceridae</b>				
<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	0	0	0	1
Total	22	35	92	216



organismos apresentou diferença tanto entre os usos da terra ( $F_{(1,30)}=4,08$ ;  $p=0,05$ ) como entre os substratos ( $F_{(1,30)}=23,16$ ;  $p<0,001$ ), (Figura 1).

Neste estudo, o tipo de substrato foi o fator mais importante para ordenar a fauna de organismos entre os riachos. A NMDS indica que a comunidade de EPT se encontra segregada em relação ao substrato e ao uso da terra. Este padrão observado nesta análise exploratória, foi corroborada pela PerMANOVA, indicando haver diferença significativa na composição da comunidade de EPT entre os usos da terra ( $F_{(1,33)}=2,64$ ;  $p=0,01$ ) e entre os substratos pedra e folha, sendo estes mais segregadores ( $F_{(1,33)}=7,41$ ;  $p<0,001$ ).

**Figura 2** - Análise de Escalonamento Multidimensional não-métrico (NMDS) para composição da comunidade de EPT coletados em riachos na egião Alto Uruguai, RS, na primavera de 2015.



## Discussão

Neste estudo, a abundância e riqueza de EPT foram baixas se comparadas a outros estudos (BIASI et al., 2008; BATISTA et al., 2010; HAIMID; RAWI, 2011; SHIMANO et al. (2012). Fatores climáticos podem interferir na amostragem, influenciando negativamente os resultados obtidos (ROSENBERG e RESH, 1993). Nos meses que antecederam a coleta (julho, agosto, setembro e outubro), foi registrado um acumulado pluviométrico de 841,3 mm (INMET, 2015), o que corresponde a mais de 50% da média anual prevista para a região.

Em períodos de alta pluviosidade, existe um fenômeno comum associado à dispersão das comunidades bentônicas, denominado “drift” (WATERS, 1962, ALLAN; CASTILLO, 2007). O “drift” é o resultado da alteração da correnteza (vazão e velocidade), onde favorece o carreamento e a dispersão dos organismos, afetando a composição e abundância das espécies ao longo de um riacho (ALLAN; CASTILLO, 2007, RIOS-TOUMA et al., 2012). Em épocas de menor precipitação, a estabilidade do substrato favorece o estabelecimento da fauna bentônica (YOKOYAMA et al., 2012). Logo, no período chuvoso, o deslocamento do substrato devido ao aumento da vazão gera o carreamento de indivíduos, reduzindo sua densidade (Bispo et al., 2006), o que contribui para a diferença na abundância e na riqueza.

Os riachos agrícolas e o substrato pedregoso apresentaram a maior abundância de EPT. No entanto, isso não refletiu em diversidade, uma vez que o organismo dominante foi *Smicridea*. A abundância deste organismo se deve à preferência por um mesohabitat, estabilidade do substrato e disponibilidade alimentar. Outro ponto importante que contribuiu para sua representatividade nos riachos foi seu grupo trófico funcional (coletor-filtrador). Em riachos agrícolas, a disponibilidade de partículas finas é maior devido ao aporte de matéria orgânica das áreas adjacentes, favorecendo organismos coletores-filtradores (JOHNSON et al., 1997).

A homogeneidade de habitats nos riachos pode ter sido um dos fatores que causaram maior ocorrência de *Smicridea* no substrato pedregoso. Cardinale et al. (2004) evidenciaram o efeito da presença de larvas construtoras de redes de captura (Hydropsychidae) no auxílio à manutenção da estabilidade do substrato bentônico de riachos durante enchentes, reduzindo o efeito de erosão. De maneira semelhante, densos aglomerados de Trichoptera modificam o substrato e influen-

ciam passivamente a abundância e riqueza de espécies no substrato pedregoso (HEPP et al., 2012). Dessa forma, as diversas maneiras de utilização da seda se dá a gêneros que apresentam adaptações e necessidades específicas a determinado hábitat (WIGGINS; MACKAY, 1978).

Os *Paragripopteryx* são considerados fragmentadores e a sua presença nos riachos se deve à presença de folhiço no fundo. Este substrato propicia fonte de alimento e abrigo para os organismos fragmentadores (LOUREIRO et al., 2015). *Caenis* foi o gênero mais abundante entre os Ephemeroptera. Os *Caenis* são organismos que podem suportar uma ampla gama de condições ambientais e podem viver em águas poluídas e eutróficas, onde muitos outros efemerópteros não podem sobreviver, justificando a abundância deste grupo (FLOWERS; DE LA ROSA, 2010).

Os resultados deste estudo demonstram que a diversidade foi diferente entre os substratos. A remoção da vegetação ripária por ações antrópicas pode levar a alterações no perfil de fluxo longitudinal e homogeneidade de habitats dentro dos sistemas aquáticos, causando redução da diversidade da composição da fauna entre habitats distintos (HEPP et al., 2013). Isso ocorre, geralmente, pois a cobertura vegetal nos riachos de pequena ordem é um dos fatores mais importantes na distribuição de insetos imaturos (MILESI et al., 2009; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2010; SENSOLO et al., 2012; DE TONI et al., 2014). Por outro lado, muitas práticas antrópicas (por exemplo, a agricultura) aumentam a entrada de sedimento nos riachos, alterando as características do substrato e reduzindo a diversidade de macroinvertebrados, entre eles, de EPT (LENAT; CRAWFORD, 1994; LORENZ et al., 2004).

A composição da fauna de EPT se mostrou diferenciada entre os usos da terra e tipo de substrato. Diversos fatores como a temperatura da água (WARD; STANDFORD, 1982),

poluição (CALLISTO et al., 2001), substrato (RAEI, 1985) e pluviosidade (Nava et al., 2015) determinam a estrutura da composição da comunidade. Além disso, a variação na composição da fauna, entre os tipos de substratos está relacionada com a entrada de matéria orgânica alóctone do entorno dos riachos (BOJSEN; JACOBSEN, 2003). Em riachos de pequena ordem, onde o sombreamento impede a proliferação de algas e macrófitas, essa vegetação alóctone é a principal fonte de entrada de matéria orgânica (VANNOTE et al., 1980; WEBSTER; MEYER, 1997), representando cerca de 50% do que chega aos corpos hídricos (GONÇALVES et al., 2006). Neste estudo, os riachos naturais proporcionam uma heterogeneidade importante capaz de manter a fauna aquática, em especial, os EPT, uma vez que estes fornecem material alóctone como fonte de energia e sua distribuição está relacionada também ao tipo de substrato.

A distribuição de macroinvertebrados é influenciada mais pelo tipo de substrato do que pela integridade ambiental, qualidade da água ou período de amostragem (BUSS et al., 2004). Os mesmos autores comentam que alguns táxons podem colonizar mais que um substrato, provavelmente devido a adaptações para viver em diferentes condições de habitat com relação à qualidade e quantidade do material orgânico presente nos riachos. Além disso, as associações por substratos podem estar ligadas a outras condições que não exclusivamente as alimentares como, por exemplo, a demanda por oxigênio, abrigo contra predadores, adaptações à velocidade de água e estabilidade do substrato (SHIMANO et al., 2012).

## Conclusões

Este estudo mostrou que fatores em diferentes escalas são importantes para a



distribuição dos organismos, uma vez que foram observados efeitos do substrato, usos da terra e também da pluviosidade. Além disso, este contribui com a atualização da conhecimento sobre a biodiversidade aquática no Alto Uruguai do Rio Grande

do Sul, indicando que a fauna de EPT pode ser utilizado em programas de biomonitoramento, visando à recuperação e gestão integrada de bacias hidrográficas, uma vez que estes organismos respondem a processos de antropização.

## REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream ecology**. Structure and function of running Waters Second Edition. Dordrecht: Springer, p. 444, 2007.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BAHAR, M.; OHMORI, H.; YAMAMURO, M. Relationship between river water quality and land use in small river basin running through the urbanizing area of Central Japan. **Limnology**, v. 9, n. 1, p. 19-26, 2008.
- BATISTA, H. U.; BARBOLA, I. F.; KLOTH, A. E. G.; MILLÉO, J. Estrutura e composição da fauna de macroinvertebrados como forma de avaliação da qualidade a água do rio Verde, em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Terra Plural**, v. 4, n. 2 p. 241-256, 2010.
- BIASI, C. ; MILESI, S. V. ; RESTELLO, R. M. ; HEPP, L. U. . Ocorrência e distribuição de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) em riachos de Erechim/RS. **Perspectiva**, v. 32, n. 117, p. 171-180, 2008.
- BISPO, P.C.; OLIVEIRA L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 283–293, 2007.
- BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M.; SOUSA, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal Biology**, v. 66, n. 2b, p. 611-622, 2006.
- BRITAIN, J. E. Biology of mayflies. **Annual Review of Entomology**, v. 27, p. 1-466, 1982.
- BOJSEN, B. H.; JACOBSEN, D. Effects of deforestation on macroinvertebrate diversity and assemblage structure in Ecuadorian Amazonian. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 158, n. 3, p. 317-342, 2003.
- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L.; EGLER, M. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring 47 macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. **Hydrobiologia**, v. 518, n. 1, p. 179-188, 2004.
- CALLISTO, 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. 71-82, 2001.
- CAMPANILI, M.; BERTOLDO, W. S. **Mata Atlântica Manual de Adequação Ambiental, Brasília (DF)** – MMA/SBF, 2010.

- CARDINALE, B. J.; IVES, A. R.; INCHAUSTI, P. Effects of species diversity on the primary productivity of ecosystems: extending our spatial and temporal scales of inference. **Oikos**, v. 104, n. 3, p. 437–450, 2004.
- CORTEZZI, S. S.; BISPO, P. C.; PACIENCIA, G. P.; LEITE, R. C. Influência da ação antrópica sobre a fauna de macroinvertebrados aquáticos em riachos de uma região de cerrado do sudoeste do Estado de São Paulo. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 99, n. 1, p. 36-43, 2009.
- CRISCI-BISPO, V. L., BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Forest streams, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 312-318, 2007.
- DECIAN, V.; ZANIN, E. M.; HENKE, C.; QUADROS, F. R.; FERRARI, C. A. Uso da terra na região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul e obtenção de banco de dados relacional de fragmentos de vegetação arbórea. **Perspectiva**, v. 33, n. 121, p. 165-176, 2009.
- DE TONI, K. R.; NAVA, D.; RESTELLO, R. M.; DECIAN, V.; ROVANI, I. L.; HEPP, L. U. Integridade da paisagem e sua influência sobre a composição da comunidade de Chironomidae (Diptera) em riachos de pequena ordem. **Ecologia Austral**, v. 24, n. 3, p. 335-342, 2014.
- FLOWERS, R. W.; DE LA ROSA, C. Ephemeroptera (Capítulo 4). **Revista de Biologia Tropical**, v. 58, n. ? p. 63-93, 2010.
- GONÇALVES, J.F.; FRANÇA, J.S.; CALLISTO, M. Dynamics of allochthonous organic matter in a tropical Brazilian headstream. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 6, p. 967-973. 2006.
- GRAÇA, M.A.S. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in stream-a Review. **International Review of Hydrobiology**, v. 86, n. 4-5, p. 383-393. 2001.
- HAMID, S. A. e RAWI, C. S. M. Influence of substrate embeddedness and canopy cover on the distribution of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (EPT) in tropical rivers. **Aquatic Insects**, v. 33, n. 4, p. 281-292, 2011.
- HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho. In. ZARKZEWSKI, S. B. B. (org.) **Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares**. p. 75-85, 2007.
- HEPP, L. H.; MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M. Effects of agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 27, n. 1, p. 106-113, 2010.
- HEPP, L. U.; LANDEIRO, V. L., MELO, A. S. Experimental Assessment of the effects of Environmental Factors and Longitudinal Position on Alpha and Beta Diversities of Aquatic Insects in a Neotropical Stream. **International Review of Hydrobiology**, v. 97, n. 2, p. 157-167, 2012.
- HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M.; MILESI, S. V.; BIASI, C.; MOLOZZI, J. Distribution of aquatic insects in urban headwater streams. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 25, n. 1, p. 1-9, 2013.
- INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.
- JOHNSON, L. B.; RICHARDS, C.; HOST, G.; ARTHUR, J. W. Landscape influences on water chemistry in Midwest stream ecosystem, **Freshwater Biology**, v. 37, n. 1, p. 193–208, 1997.
- LENAT, D. R. e CRAWFORD, J. K. Effects of land use on water quality and aquatic biota of three North Carolina Piedmont stream, **Hydrobiologia**, v. 294, n. 3, p. 185–199, 1994.
- LOOY, K. V.; TORMOS, T.; FERRÉOL, T. M.; VILLENEUVE, B.; VALETTE, L.; CHANDESRI, A.; BOUGON, N.; ORAISON, F.; SOUCHON, Y. Benefits of riparian forest for the aquatic

ecosystem assessed at a large geographic scale. **Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems**, v. 6, n. 408, p. 16, 2013.

LORENZ, A.; FELD, CH. K.; HERING, D. Typology of streams in Germany based on benthic invertebrates: Ecoregions, zonation, geology and substrate, **Limnologica**, v. 34, 379–389, 2004.

LOUREIRO, R. C.; URBIM, F. M.; TONELLO, G.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Larvas de Gripopterygidae (Insecta, Plecoptera) associadas a fragmentação de detritos foliares em riachos subtropicais. **Perspectiva**, v. 39, n. 145, p. 61-71, 2015.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Croon Helm, 2004. p. 189.

MARCHANT, R.; BARMUTA, L. A.; CHESSMAN, B. C. Influence of sample quantification and taxonomic resolution on the ordination of macroinvertebrate communities from running waters in Victoria, Australia. **Marine Freshwater Research**, v. 46, n. 2, p. 501-506, 1995.

MILESI, S. V., BIASI, C.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Distribution of benthic macroinvertebrates in Subtropical streams (Rio Grande do Sul, Brazil) **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 21, n. 4, p. 419-429, 2009.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. 1º ed. Technical Books Editora. 2010.

NAVA, D.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Intra- and inter-annual variations in Chironomidae (Insecta: Diptera) communities in subtropical streams. **Zoologia**, v. 32, n. 3, p., 207-214, 2015.

NESSIMIAN, J. L.; VENTICINQUE, E. M.; ZUANON, J.; DE MARCO, P. J. R.; GORDO, M.; FIDELIS, L.; BATISTA, J. D.; JUEN, L. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. **Hydrobiologia**, v. 614, n. 1, p. 117-131, 2008.

OLIVEIRA, V. C.; MARTINS, R. T.; ALVES, R. G. Evaluation of water quality of an urban stream in southeast Brazil using Chironomidae larvae (Insecta: Diptera). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 873-878, 2010.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BUDKE, J. C.; JARENCOW, J. A.; EISENLOHR, P. V.; NEVES, D. R. M. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. **Journal of Plant Ecology**, v. 8, n. 3, p. 1-23, 2013.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 2, p. 181-204, 2005.

QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Organismos Bentônicos: Biomonitoramento de qualidade de águas – Ecossistemas Aquáticos e seu Manejo. **Embrapa Meio Ambiente**. Jaguariúna, 2008.

**R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>, 2013.

RAEI, J. G. A multivariate study of resource partitioning in soft bottom lotic Chironomidae, **Hydrobiologia**, v. 126, n. 3, p. 275–285, 1985.

RIGHI-CAVALLARO, K. O.; SPIES, M. R.; SIEGLOCH, A. E. Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera assemblages in Miranda River basin, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 2, p. 253-260, 2010.

RIOS-TOUMA, B.; PRAT, N.; ENCALADA, A. C. Invertebrate drift and colonization processes in a tropical Andean stream. **Aquatic Biology**, v. 14, n. 2, p. 233-246, 2012.

- ROSENBERG, D. M. e RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman e Hall, p. 488, 1993.
- SALLES, F. F.; DA-SILVA, E. R.; SERRÃO, J. E.; FRANCISCHETTI, C. N. Baetidae (Ephemeroptera) na região sudeste do Brasil: novos registros e chave para os gêneros no estágio ninfal. **Neotropical Entomological**, v. 33, n. 6, p. 725-735, 2004.
- SCRIMGEOUR, G. J.; WINTERBOURN, M. J. Effects of floods on epilithon and benthic macroinvertebrate populations in an unstable New Zealand river. **Hydrobiologia**, v. 171, n. 1, p. 33-44, 1989.
- SENSOLO, D.; HEPP, L. U.; DECIAN, V.; RESTELLO, R. M. Influence of landscape on assemblages of Chironomidae in Neotropical streams. **International Journal of Limnology**, v. 48, n. 4, p. 391-400, 2012.
- SHIMANO, Y.; SALLES, F. F.; FARIA, L. R. R.; CABETTE, H. S. R.; NOGUEIRA, D. S. Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 2, p. 187-196, 2012.
- STEPHANIE, A. I.; ROBERT, J. N.; ELLIOT, S. R. Indicators and assessment methods for measuring the ecological integrity of semi-aquatic terrestrial environments, **Hydrobiologia**, v. 422, n. 423, p. 111-131, 2000.
- TUNDISI, J. G. Água no século 21: enfrentando a escassez. RIMA/IIIE, 2003. 247p. Bridging water research, innovation and management: enhancing global water management capacity. In: Proceedings of the VI Regional Workshop Water Resources and Water use Problems in Central Asia and Caucasus. IAP, IWEP, **Russian Academy of Sciences**, v. 22, n. 63, p.86-94, 2008.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67-76, 2010.
- UNESCO, World water development report: "Water a shared responsibility."Disponível em: <<http://www.unesco.org/bpi/wwap/press/>>. Acesso em: jan. 2016.
- YOKOYAMA, E.; PACIENCIA, G. P.; BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C. A sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil?. **Ambiência Guarapuava**, v. 8 n. 1 p. 73-84, 2012.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; 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.
- ZALIDIS, G.; STAMATIADIS, S.; TAKAVAKOGLU, V.; ESKRIDGE, K.; MISOPOLINOS, N. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 88, n. 2, p. 137-146, 2002.
- WARD, J. V.; STANDFORD, J. A. Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects, **Annual Review of Entomology**, v. 27, p. 97-117, 1982.
- WATERS, T. F. Drift of stream insects. **Annual Review of Entomology**, v. 17, p. 253-272, 1962.
- WEBSTER, J.R.; MEYER, J. L. Stream organic matter budgets. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 1, p. 3-161, 1997.
- WIGGINS, G. B.; MACKAY, R. J. Some relationships between systematics and trophic ecology in Nearctic aquatic insects, with special reference to Trichoptera. **Ecology**, v. 59, n. 6, p. 1211 - 1220, 1978.