

# COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE TRICHOPTERA (INSECTA) EM RIACHOS SUBTROPICAIS

Composition and distribution of Trichoptera (Insecta) in subtropical streams

Mayara Breda<sup>1,\*</sup>; Patrícia Lira Lazari<sup>1</sup>; Maiane Bury de Oliveira<sup>1</sup>; Mariana Nunes Menegat<sup>1</sup>; Emanuel Contini Bertol<sup>1</sup>; Gabriela Schultz da Silva<sup>1</sup>; Vanderlei Secretti Decian<sup>2,3</sup>; Rozane Maria Restello<sup>1,3</sup>; Luiz Ubiratan Hepp<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>Laboratório de Biomonitoramento, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim. \**E-mail* para contato: mayarabreda@hotmail.com

<sup>2</sup>Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim.

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim.

Data do recebimento: 03/03/2018 - Data do aceite: 16/03/2018

**RESUMO:** As assembleias aquáticas são influenciadas por diversos fatores relacionados ao ambiente e espaço. O objetivo deste estudo foi avaliar a composição e distribuição de larvas de Trichoptera em riachos de pequena ordem. Os organismos foram coletados com amostrador Surber em 40 riachos localizados na região norte do Rio Grande do Sul entre os anos de 2005 e 2010. Foi coletado um total de 6.674 larvas de Trichoptera, distribuídas em 25 gêneros e 10 famílias. Foram classificados quatro grupos de riachos a partir da composição taxonômica das assembleias de Trichoptera. A composição taxonômica esteve influenciada com latitude e oxigênio dissolvido (OD). A abundância de larvas diferiu entre os grupos de riachos e foi influenciada positivamente pela longitude, OD e condutividade elétrica. Por outro lado, a riqueza taxonômica não variou entre os grupos e foi influenciada positivamente pela latitude e OD e negativamente pela longitude. A riqueza de gêneros observada neste estudo correspondeu a 37% do total registrado no Brasil. Isso demonstra que a paisagem agrícola pode causar alterações ambientais nos riachos e reduzir a diversidade desses organismos. Esse estudo contribui com informações acerca da diversidade e distribuição de Trichoptera, podendo ser utilizado como base para estudos de avaliação da qualidade ambiental.

**Palavras-chave:** Diversidade. Distribuição Geográfica. Ecologia de paisagem. Qualidade ambiental.

**ABSTRACT:** Aquatic assemblages are influenced by several factors related to environment and space. The objective of this study was to evaluate the composition and distribution of Trichoptera larvae in small streams. The organisms were collected with Surber sampler in 40 streams in the northern region of Rio Grande do Sul state from 2005 to 2010. A total of 6,674 Trichoptera larvae distributed into 25 genera and 10 families were collected. Four groups of streams were classified based on taxonomic Trichoptera assemblages composition. The taxonomic composition was influenced by latitude and dissolved oxygen concentration (DO). The abundance of larvae differed between the groups of streams and it was positively influenced by longitude, DO and electrical conductivity. On the other hand, taxonomic richness was similar between groups and positively influenced by latitude and DO and negatively by longitude. The richness of Trichoptera genera in the region corresponded to 37% of the total recorded in Brazil. This shows that agricultural landscape can cause environmental changes and reduce Trichoptera diversity. This study contributes with information about the diversity and distribution of Trichoptera larvae, and it can be used as a basis for environmental quality assessment studies.

**Keywords:** Diversity. Geographic distribution. Landscape Ecology. Environmental quality.

## Introdução

A ordem Trichoptera possui ampla diversidade ecológica, constituindo o clado mais diverso de insetos exclusivamente aquáticos (HOLZENTHAL et al., 2007). No Brasil, são descritos 70 gêneros, distribuídos em 16 famílias (SANTOS et al., 2014). Esses organismos são encontrados principalmente em riachos de baixa ordem (<4ª ordem), sendo que a maioria das espécies tem distribuição restrita ao longo do ambiente lótico (BISPO; OLIVEIRA, 2007). Esses organismos apresentam alta diversidade funcional alimentar, possuindo gêneros predadores, filtradores, fragmentadores, raspadores e coletores (SPIES et al., 2006; GULLAN; CRANSTON, 2008). As larvas de Trichoptera possuem capacidade de construir casas ou abrigos das mais diversas formas para

proteção, sendo esta a característica mais marcante desse grupo (COSTA et al., 2006). Diante dessas características, os tricópteros são considerados “engenheiros do ecossistema”, auxiliando na criação, modificação e manutenção de habitats (ALBERTSON; DANIELS, 2016).

A modificação do hábitat pelos organismos aquáticos aumenta a heterogeneidade do hábitat e regula abundância e riqueza de espécies (JONES et al., 1997). Os organismos dessa ordem são bioindicadores de qualidade de água, já que apresentam famílias e espécies sensíveis a algumas variáveis ambientais e tolerantes a outras (BRITO et al., 2018). Esses organismos são sensíveis a poluição orgânica, degradação hidromorfológica, acidificação (WRIGHT; RYAN, 2016), introdução de insumos agrícolas (ECHEVERRÍA-SAÉN et al., 2016) e até mesmo de contaminação por elementos radioativos (e.g. Césio) (UENO et

al., 2018) em ambientes aquáticos, tornando-se excelentes bioindicadores.

Devido a sua sensibilidade às variações ambientais que ocorrem nos ecossistemas, diversos fatores ambientais podem estruturar as assembleias de Trichoptera. Dentre esses fatores, se destacam a velocidade da correnteza (MELO, 2009; ROGOWSKI; STEWART, 2016), temperatura da água (ROGOWSKI; STEWART, 2016), condutividade elétrica, altitude, tipo de substrato, (MELO, 2009; OLIVEIRA et al., 2017). Além disso, a geologia da bacia de drenagem e clima (SCHNECK; HEPP, 2010), a complexidade da vegetação ripária, usos e cobertura da terra, (HEPP et al., 2016; FIERRO et al., 2017; SIEGLOCH et al., 2017) também podem influenciar a estrutura e composição das assembleias de Trichoptera. No entanto, muitas são as possibilidades de combinações e interações entre esses fatores, que dificultam a busca de padrões nos ambientes aquáticos (SCHNECK; HEPP, 2010).

A região Norte do Rio Grande do Sul, está inserida em uma zona de Mata Atlântica (*hotspot* de diversidade; MYERS et al., 2000). No entanto, a região é intensamente impactada por atividades antrópicas, especialmente agrícolas (DECIAN et al., 2010). Esta situação, aliada ao conhecimento incipiente sobre insetos da ordem Trichoptera ressalta a importância deste estudo. Portanto, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a composição e distribuição de larvas de Trichoptera em riachos na região norte do Rio Grande do Sul. Assim, este trabalho teve como questões norteadoras:

- a) Qual a diversidade, medida pela riqueza de gêneros de Trichoptera nos riachos da região Alto Uruguai do RS?
- b) Quais os fatores ambientais e espaciais são importantes para definir a composição e a distribuição das assembleias de Trichoptera nos riachos?

## Material e Métodos

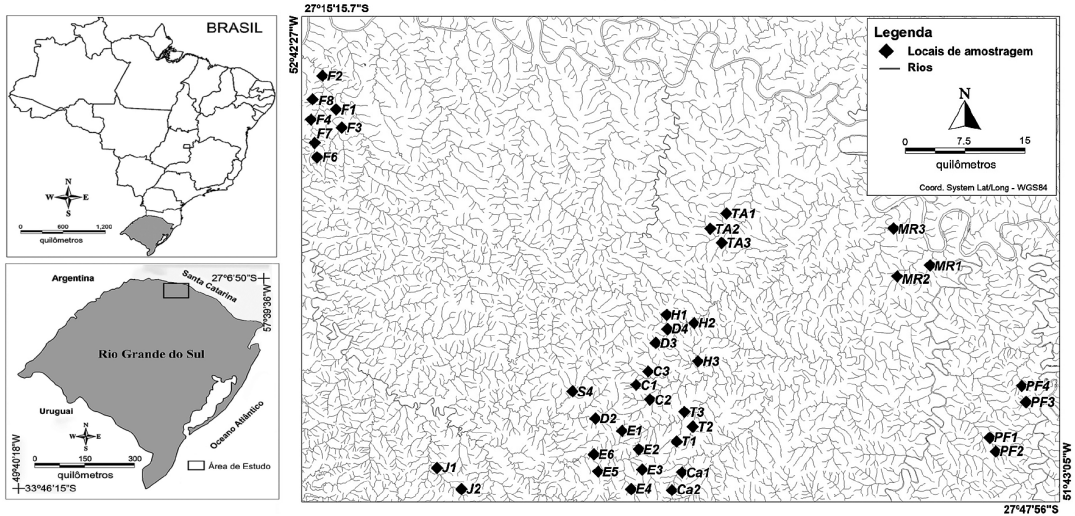
### Área de Estudo

Este estudo foi realizado em 40 riachos distribuídos no Norte do Rio Grande do Sul (27°15'15" a 27°47'56" S; 51°43'05" a 52°42'27" O), Brasil. Os riachos estudados estão distribuídos nos municípios de Erechim, Faxinalzinho, Jacutinga, Marcelino Ramos, Paim Filho e Três Arroios, e os locais de coleta compreendem trechos <4ª ordem (Figura 1). A largura aproximada dos riachos é de 1 a 2 m, profundidade máxima de aproximadamente 0,3 m e substrato composto por pedras, folhas e pequenos bancos de terra. O clima da região é classificado como subtropical, com temperaturas médias anuais de 18°C e precipitação média anual de 1.500 mm (ALVARES et al., 2013). Na região, cerca de 21% da área é coberta por vegetação arbórea nativa, sendo o restante ocupada por atividades antrópicas como urbanização, agricultura, pastagens e silvicultura (DECIAN et al., 2010). A região faz parte do Domínio da Mata Atlântica, sendo uma intersecção entre a Floresta Atlântica Semidecidual e a Floresta Atlântica com Araucária (OLIVEIRA-FILHO et al., 2015).

### Variáveis Ambientais e Coleta dos Organismos

As amostras de água e organismos foram coletadas entre os anos de 2005 e 2010, sempre nas estações de verão e inverno de cada ano. Como o objetivo central do estudo contempla avaliar um padrão de distribuição espacial dos organismos, agrupamos as amostras biológicas por riacho e as variáveis físico-químicas utilizadas foram definidas pelo valor médio obtido nos riachos. As variáveis físico-químicas da água foram mensuradas com o auxílio de um analisador multiparâmetro HORIBA® U50 e são as

**Figura 1** - Localização geográfica da área de estudo e distribuição dos pontos de coleta na região Norte do Rio Grande do Sul. F: Faxinalzinho, J: Jacutinga, MR: Marcelino Ramos, PF: Paim Filho, TA: Três Arroios, C: Cravo (Erechim), Ca: Campo (Erechim), D: Dourado (Erechim), E: Erechim, S: Suzana (Erechim), T: Tigre (Erechim).



seguintes: oxigênio dissolvido, temperatura da água, pH e condutividade elétrica. Todos pontos de coleta das variáveis ambientais e dos organismos nos riachos foram georreferenciados em sistema Lat/Long (Datum WGS84) utilizando GPS GarminEtrex Vista HCX®.

Os insetos aquáticos foram coletados com Surber (0,09 m<sup>2</sup> de área) e abertura de malha de 250 µm. Em cada riacho foram coletadas 3 subamostras em substrato misto (pedras, folhas e areia) e as mesmas foram reunidas em uma única amostra por riacho. O material foi fixado em campo com álcool etílico 70% e acondicionado em embalagens plásticas e conduzido ao Laboratório de Biomonitoramento da URI Erechim. Posteriormente, realizou-se a triagem dos organismos para separação das larvas da ordem Trichoptera. A identificação foi feita até nível taxonômico de gênero de acordo com a chave de Pes et al. (2005) e Mugnai et al. (2010). Os organismos foram classificados em grupos tróficos funcionais (GTF) de acordo com Tachet et al. (2002), Spies et al. (2006); Oliveira e Nessimian (2010); Milesi et al. (2016), sendo eles: coletor, filtrador, fragmentador,

raspador e predador. O material identificado foi tombado e depositado na Coleção de Invertebrados Bentônicos do Museu Regional do Alto Uruguai (MuRAU/URI Erechim).

## Análise dos Dados

Inicialmente, a matriz dos dados biológicos composta do conjunto de dados dos 40 riachos amostrados foi transformada em log(abundância+1). Foi calculada uma curva de acumulação de espécies utilizando métodos de aleatorização com os gêneros identificados e dos riachos amostrados. A seguir, foi calculada uma matriz de distância de Bray-Curtis e realizada uma análise de agrupamento utilizando o coeficiente “ward” (minimização da variação). Posteriormente, após a identificação de grupos de unidades amostrais (i.e. riachos) foi utilizada uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), com posterior análise de Correlação de Spearman para avaliar a relação entre as variáveis ambientais e espaciais com os grupos de unidades amostrais formados. Utilizamos uma análise de variância (ANOVA *one-way*)

com teste de Tukey *a posteriori* para avaliar a existência de diferenças significativas na abundância e riqueza taxonômica nos grupos formados. Finalmente, foi realizada uma análise de regressão múltipla, utilizando o método *step-wise* para avaliar os efeitos das variáveis ambientais e espaciais sobre a abundância e riqueza de gêneros de Trichoptera. As análises foram realizadas no *software* R (R CORE TEAM, 2015) utilizando as funções disponíveis nos pacotes *MASS* (RIPLEY et al., 2013) e *vegan* (OKSANEN et al., 2015).

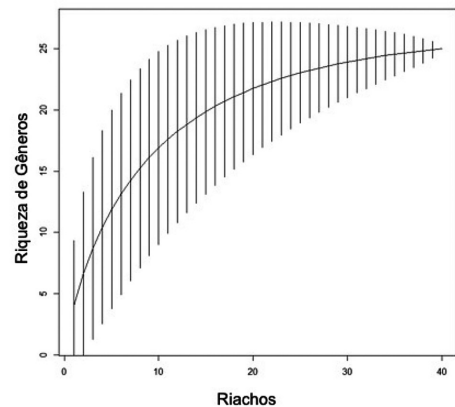
## Resultados

Os riachos estudados apresentaram temperatura média da água de  $21,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$  durante o período de coleta. De maneira geral, as águas apresentaram boa oxigenação ( $7,88 \pm 0,18 \text{ mg L}^{-1}$ ), pH médio levemente alcalino ( $7,7 \pm 0,18$ ) e condutividade elétrica média de  $0,07 \pm 0,01 \text{ mS.cm}^{-1}$ . A Tabela I apresenta os resultados médios das variáveis ambientais mensuradas, considerando o agrupamento dos riachos com base na composição taxonômica dos organismos (veja no fim desta página).

Foi coletado um total de 6.674 larvas de Trichoptera. Desse total, foram identificados 25 gêneros distribuídos em 10 famílias (Anexo I). Os gêneros *Smicridea* (74%) e *Metrichia* (15%) foram os mais abundantes. O gênero *Smicridea* foi amostrado em 92% dos riachos ( $n=37$  riachos). Por outro lado,

os gêneros *Austrotinodes*, *Anastomoneura*, *Cernotina*, *Nectopsyche*, *Triplectides*, *Macronema*, *Oecetis* e *Oxyethira* foram amostrados em apenas 5% dos riachos estudados ( $\leq 2$  riachos). O número de gêneros coletados nos riachos tende a atingir a estabilização da reta (Figura 2). O GTF filtrador apresentou maior abundância de organismos (76,1%), seguido de coletor (16,2%) (Anexo I). A abundância de raspadores representou 4,6% do total de larvas coletadas, enquanto fragmentadores e predadores foram os menos abundantes, com 2,7% e 0,4% de larvas coletadas, respectivamente (Anexo I).

**Figura 2** - Curva de acumulação de gêneros de Trichoptera coletados em riachos no Norte do Rio Grande do Sul, entre os anos 2005 a 2010. As linhas verticais indicam 95% IC.



A análise de agrupamento formou quatro grupos de riachos baseados na composição das assembleias de Trichoptera (Figura 3A). Os riachos do grupo 4 apresentaram maior dissimilaridade na composição dos gêneros,

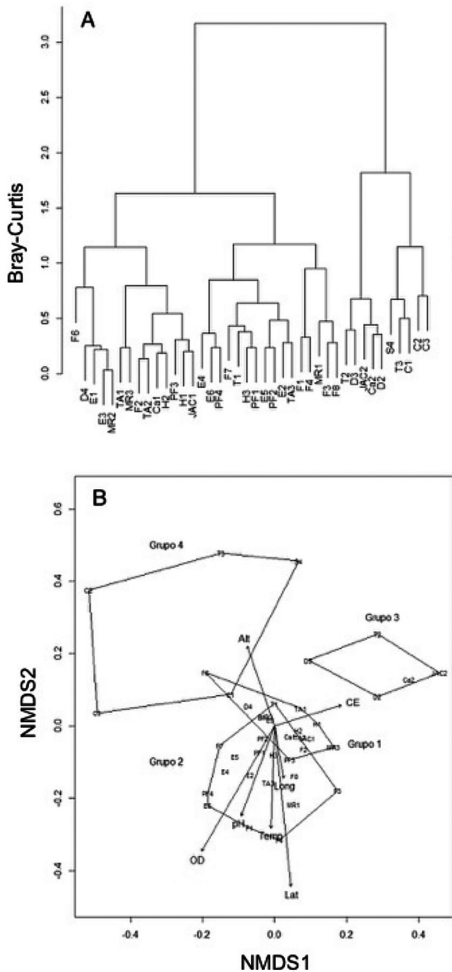
**Tabela I** - Média das variáveis ambientais (média  $\pm$  erro padrão) mensuradas nos grupos de riachos da região Norte do Rio Grande do Sul, entre os anos 2005 e 2010.

Variáveis/Grupo	Grupo 1 (n=14)	Grupo 2 (n=16)	Grupo 3 (n=5)	Grupo 4 (n=5)
Altitude (m)	625,2 $\pm$ 24,6	602,6 $\pm$ 17,2	685,6 $\pm$ 19,2	667,4 $\pm$ 12,5
Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	21,7 $\pm$ 0,5	22,4 $\pm$ 0,6	21,6 $\pm$ 0,8	20,6 $\pm$ 0,3
pH	7,8 $\pm$ 0,2	7,9 $\pm$ 0,2	7,1 $\pm$ 0,3	7,3 $\pm$ 0,2
Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	7,8 $\pm$ 0,3	8,0 $\pm$ 0,2	6,5 $\pm$ 0,7	6,9 $\pm$ 0,1
Condutividade elétrica ( $\text{mS.cm}^{-1}$ )	0,094 $\pm$ 0,024	0,076 $\pm$ 0,015	0,161 $\pm$ 0,081	0,062 $\pm$ 0,004

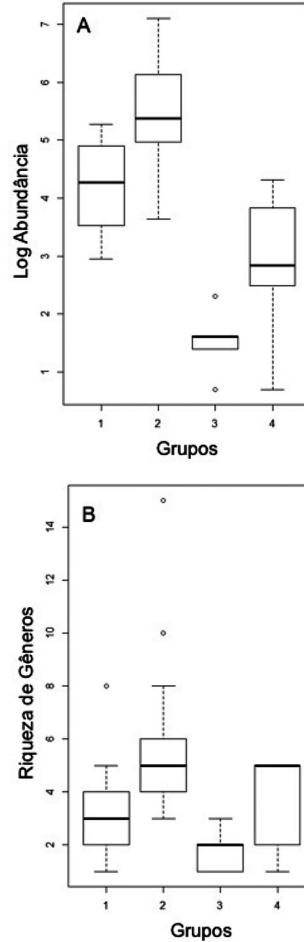


enquanto que os demais grupos apresentaram uma variação menor. A latitude (NMDS2 = -0,99,  $p = 0,001$ ) e a concentração de oxigênio dissolvido (NMDS2 = -0,86,  $p = 0,001$ ) foram as variáveis que se correlacionaram significativamente com a composição taxonômica de Trichoptera a partir da ordenação dos riachos (Figura 3B).

**Figura 3** - (A) Dendrograma de classificação (Bray-Curtis; Ward) para a composição taxonômica e (B) ordenação NMDS (Bray-Curtis) para a composição das assembleias de Trichoptera coletadas em riachos no Norte do Rio Grande do Sul, entre os anos 2005 a 2010. F: Faxinalzinho, J: Jacutinga, MR: Marcelino Ramos, PF: Paim Filho, TA: Três Arroios, C: Cravo (Erechim), Ca: Campo (Erechim), D: Dourado (Erechim), E: Erechim, S: Suzana (Erechim), T: Tigre (Erechim).



**Figura 4** - (A) Abundância ( $\log(x+1)$ ) e (B) riqueza de gêneros de larvas de Trichoptera agrupadas (Grupos 1 a 4) de acordo com resultado da análise de classificação (veja Figura 3A). As linhas em negrito representam as medianas. Pontos representam outliers.



A abundância de organismos diferiu significativamente entre os grupos formados ( $F_{(3;36)} = 27,1$ ;  $p < 0,001$ , Figura 4.A). A abundância foi maior no Grupo 2, seguida do Grupo 1, sendo que estes dois grupos foram diferentes dos demais (Tukey HSD:  $p < 0,05$ ). Da mesma forma, a riqueza de gêneros foi diferente entre os grupos ( $F_{(3;36)} = 4,4$ ;  $p = 0,009$ , Figura 4.B). O Grupo 2 apresentou maior riqueza de gêneros quando comparado com os demais, enquanto que o Grupo 1 apresentou maior riqueza que os Grupos 3 e 4. A abundância

de Trichoptera foi influenciada pela longitude (+), oxigênio dissolvido (+) e condutividade elétrica (+) ( $F_{(3;36)}=8,5$ ;  $p<0,001$ ;  $R^2=0,37$ ). Por outro lado, a riqueza de gêneros foi influenciada pela latitude (+), longitude (-) e oxigênio dissolvido (+) ( $F_{(3;36)}=4,9$ ;  $p=0,005$ ;  $R^2=0,23$ ).

## Discussão

O número de gêneros de Trichoptera observados neste estudo correspondem a 37% da diversidade da ordem no Brasil (SANTOS et al., 2014). Enquanto que o número de famílias representa 62,5% da diversidade brasileira. Mais especificamente para o Rio Grande do Sul, Spies et al. (2006) encontraram 25 gêneros, distribuídos em 9 famílias, similar ao encontrado em nosso estudo, enquanto Braun et al. (2014) encontraram 18 gêneros distribuídos em 10 famílias. O percentual de gêneros de Trichoptera observado no presente estudo é relativamente baixo em relação a outras áreas do país, sendo um indicativo do nível de degradação dos ambientes aquáticos regionais (HEPP et al., 2013). Sabendo que organismos dessa ordem são sensíveis a distúrbios antrópicos (HEPP et al., 2016; SIEGLOCH et al., 2017), estes resultados alertam para o fato de que a região, que possui sua área predominantemente agrícola (DECIAN et al., 2010), pode estar com seus ambientes aquáticos comprometidos. A suficiência da amostragem para determinação da riqueza de gêneros foi alcançada, já que a curva de acumulação tendeu à estabilização e, dessa forma, o aumento do esforço amostral não altera significativamente o número de gêneros observados (KERSTEN; GALVÃO, 2011). Assim, considerando os impactos antrópicos existentes na região (HEPP et al., 2010), não se pode esperar um aumento na riqueza de gêneros, e sim apenas decaimento em função

da modificação que os ambientes aquáticos vêm sofrendo.

A ordenação dos riachos foi influenciada pelos teores de oxigênio dissolvido e pela latitude. As larvas de tricópteros são apnêusticas, dependendo do oxigênio dissolvido para respiração (CALOR, 2007). Riachos antropizados geralmente apresentam baixas concentrações de oxigênio dissolvido, o que pode afetar a distribuição e ocorrência de ordens de insetos aquáticos (OMETTO et al., 2004). O Grupo 2 está relacionado às maiores latitudes, que compreendem aos riachos inseridos em regiões com maior uso agropecuário e baixos percentuais de vegetação (DECIAN et al., 2010).

O Grupo 2 pode estar sendo influenciado pela elevada abundância de *Smicridea*, que pertence à categoria trófica filtrador e constroem teias de captura, se alimentando de matéria orgânica particulada fina retida nelas (CUMMINS et al., 2005). Observamos maior abundância de organismos filtradores em detrimento dos raspadores, já que as partículas suspensas na água aumentam a turbidez, que atenua a penetração de luz e restringe o crescimento do perifiton (SPIES et al., 2006). A elevada abundância de filtradores remete a paisagens com intenso uso agrícola, sendo que a abundância de fragmentadores não é representativa, resultado da disponibilidade de alimento nos riachos estudados, onde a matéria orgânica alóctone proveniente da vegetação ripária é baixa ou inexistente.

A abundância de larvas de Trichoptera foi influenciada positivamente pela longitude, oxigênio dissolvido e pela condutividade elétrica. A disponibilidade de oxigênio foi um fator importante na composição das assembleias, já que regulou a distribuição de diversos gêneros (DODDS, 2002). Os distúrbios antropogênicos podem causar hipóxia nos ecossistemas aquáticos, o que resulta em mudanças na composição das comunidades,

e também na perda de diversidade. Para Bispo et al. (2006), a condutividade elétrica influencia na distribuição da fauna aquática apenas em valores extremos ou quando associada à poluição orgânica. Por outro lado, a riqueza de espécies foi influenciada positivamente pela latitude e pelos teores de oxigênio dissolvido, e negativamente pela longitude. A posição geográfica dos riachos pode estar influenciando fatores ambientais que determinam os padrões na estrutura e composição das assembleias (TOWNSEND et al., 2003). Os gêneros raros corresponderam a 32% da riqueza de gêneros coletados, e podem estar relacionados às características ambientais dos riachos, já que muitos gêneros de Trichoptera são sensíveis a perturbações e exigentes em qualidade de água, vivendo em locais com altos teores de oxigênio dissolvido e elevada diversidade de habitats (MAASRI; GELHAUS, 2012). A autocorrelação espacial entre os locais pode ser um fator estruturador das assembleias aquáticas muito importante, uma vez que a escala de autocorrelação espacial é decisiva para determinar o grau de interatividade das assembleias (LLOYDE et al., 2006).

A proposta inicial deste estudo exploratório foi responder duas questões, consideradas importantes para o estado da arte sobre larvas de Trichoptera, em especial, nos riachos localizados no Norte do Rio Grande do Sul. Desta forma:

a) A diversidade de gêneros de Trichoptera nos riachos da região representa um percentual baixo em comparação com estudos no Brasil, porém semelhante a estudos realizados no estado. Isso demonstra que a agricultura intensiva praticada no Rio Grande do Sul (especialmente na região norte) pode estar causando alterações ambientais e reduzindo a diversidade de Trichoptera; b) Para a abundância e riqueza de Trichoptera, a posição geográfica do riacho e variáveis limnológicas (e.g. oxigênio dissolvido e condutividade elétrica) foram importantes para explicar a variação observada nestas métricas estruturais. Considerando as alterações na paisagem, a localização geográfica dos riachos no território (e.g. locais mais impactados pela agricultura) pode ser um fator espacial importante no estabelecimento destes organismos. Por outro lado, oxigênio dissolvido e a latitude foram as variáveis correlacionadas com a composição de gêneros de tricópteros.

Finalmente, este estudo contribui com levantamento de informações acerca da diversidade e distribuição de larvas de Trichoptera, podendo ser utilizado como base para estudos de avaliação da qualidade ambiental, uma vez que este grupo é um excelente bioindicador de qualidade de água.



## ANEXOS

**Anexo I** - Abundância e grupos tróficos funcionais (GTF) dos gêneros de Trichoptera amostrados nos grupos de riachos no Norte do Rio Grande do Sul, entre os anos de 2005 a 2010. Fragmentador (FRA), filtrador (FIL), coletor (COL), raspador (RAS) e predador (PRE).

Taxa	GTF	Grupo 1 (n=14)	Grupo 2 (n=16)	Grupo 3 (n=5)	Grupo 4 (n=5)
<b>CALAMOCERATIDAE</b>					
<i>Phylloicus</i> Müller, 1880	FRA	31	2	0	16
<b>ECNOMIDAE</b>					
<i>Austrotinodes</i> Schmid, 1955	FIL	0	4	0	0
<b>GLOSSOSOMATIDAE</b>					
<i>Itauara</i> Müller, 1888	RAS	2	148	0	0
<i>Mortoniella</i> Ulmer, 1906	RAS	13	95	0	0
<b>HYDROBIOSIDAE</b>					
<i>Atopsyche</i> Banks, 1905	PRE	5	4	0	0
<b>HYDROPTILIDAE</b>					
<i>Alisotrichia</i> Flint, 1964	RAS	0	3	0	1
<i>Hydroptila</i> Dalman, 1819	RAS	1	33	0	0
<i>Metrichia</i> Ross, 1938	COL	5	974	0	18
<i>Neotrichia</i> Morton, 1905	RAS	3	10	0	0
<i>Oxyethira</i> Eaton, 1873	COL	0	1	0	1
<b>HYDROPSYCHIDAE</b>					
<i>Leptonema</i> Guérin, 1843	FIL	5	31	0	0
<i>Macronema</i> Pictet, 1836	COL	0	8	1	1
<i>Macrostemum</i> Lolenati, 1859	FIL	0	9	0	0
<i>Smicridea</i> McLachlan, 1871	FIL	1029	3862	15	33
<i>Synoestropsis</i> Ulmer, 1905	PRE	1	16	0	0
<b>LEPTOCERIDAE</b>					
<i>Nectopsyche</i> Müller, 1879	FRA	0	0	0	1
<i>Oecetis</i> McLachlan, 1877	FRA	0	1	0	1
<i>Triplectides</i> Kolenati, 1859	FRA	1	0	0	0
<b>ODONTOCERIDAE</b>					
<i>Anastomoneura</i> Humantico e Nessimian, 2004	PRE	0	2	0	0
<i>Marilia</i> Müller, 1880	FRA	115	9	0	0
<b>PHILOPOTAMIDAE</b>					
<i>Chimarra</i> Stephens, 1829	FIL	10	7	2	66
<i>Wormaldia</i> McLachlan, 1865	FIL	2	3	0	0
<b>POLYCENTROPODIDAE</b>					
<i>Cernotina</i> Ross, 1938	PRE	1	0	0	0
<i>Cyrnellus</i> Banks, 1913	COL	0	17	3	9
<i>Polyplectropus</i> Ulmer, 1905	COL	0	43	0	0

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos programas PIBIC/CNPq, BIC/FAPERGS, PIIC/URI e REDES/URI pelas bolsas de Iniciação Científica a MB, PLL, MBO, MNM, ECB e GSS. RMR recebe apoio financeiro do CNPq. LUH recebe apoio financeiro do CNPq (processos nº 421632/2016-0 e 305203/2017-7).

## REFERÊNCIAS

- ALBERTSON, L.K.; DANIELS, M.D. Resilience of aquatic net-spinning caddisfly silk structures to common global stressors. **Freshwater Biology**, v. 61, n. 5, p. 670-679, 2016.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- 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.D. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2B, p. 611-622, 2006.
- BRAUN, B.M.; PIRES, M.M.; KOTZIAN, C.B.; SPIES, M.R. Diversity and ecological aspects of aquatic insect communities from montane streams in southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 2, p. 186-198, 2014.
- BRITO, J.G.; MARTINS, R.T.; OLIVEIRA, V.C.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L.; HUGHES, R.M.; FERAZ, S.F.B.; DE PAULA, F. R. Biological indicators of diversity in tropical streams: Congruence in the similarity of invertebrate assemblages. **Ecological Indicators**, v. 85, n. 1, p. 85-92, 2018.
- CALOR, A.R. Trichoptera. In: **Guia on-line de Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**, 2007. Disponível em: <[http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia\\_online/Guia\\_Trichoptera\\_b.pdf](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/Guia_Trichoptera_b.pdf)>.
- COSTA, C. (Coord.). **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006.
- CUMMINS, K.W.; MERRITT, R.W.; ANDRADE, P. C. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 1, p. 69-89, 2005.
- DECIAN, V.S.; ZANIN, E.M.; HENKE, C.O.; ROSSET, F. Diagnóstico ambiental do COREDE Norte, RS: mapeamento do uso da terra na região Alto Uruguai e obtenção de banco de dados relacional de fragmentos de vegetação arbórea. **Ciência e Natura**, v. 32, n. 1, 2010.
- DODDS, W. K. **Freshwater ecology: concepts and environmental applications**. Academic Press, San Diego, California, 2002.
- ECHEVERRÍA-SÁENZ, S.; MENA, F.; ARIAS-ANDRÉS, M.; VARGAS, S.; RUEPERT, C.; VAN DEN BRINK, P.J.; CASTILLO, L.E.; GUNNARSSON, J.S. In situ toxicity and ecological risk assessment of agro-pesticide runoff in the Madre de Dios River in Costa Rica. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 20, p. 1-13, 2016.
- FIERRO, P.; BERTRÁN, C.; TAPIA, J.; HAUENSTEIN, E.; PEÑA-CORTÉS, F.; VERGARA, C.; CERNA, C.; VARGAS-CHACOFF, L. Effects of local land-use on riparian vegetation, water quality, and the functional organization of macroinvertebrate assemblages. **Science of the Total Environment**, v. 609, p. 724-734, 2017.
- GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3 ed. São Paulo: Roca, 2008.
- HEPP, L.U.; MILESI, S.V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M. Effects of agricultural and urban impacts

- on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Zoologia**, v. 27, n. 1, p. 106-113, 2010.
- 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. 1-09, 2013.
- HEPP, L.U.; URBIM, F.M.; TONELLO, G.; LOUREIRO, R.C.; SAUSEN, T.L.; FORNEL, R.; RESTELLO, R.M. Influence of land-use on structural and functional macroinvertebrate composition communities associated on detritus in Subtropical Atlantic Forest streams. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 28, n. e-3, 2016.
- HOLZENTHAL, R.W.; BLAHNIK, R.J.; KJER, K.M.; PRATHER, A.L. An update on the phylogeny of caddisflies (Trichoptera). **Proceedings of the 12th International Symposium on Trichoptera**, v. 1, p. 1-12, 2007.
- JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHAK, M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. **Ecology**, v. 78, n. 7, p. 1946-1957, 1997.
- KERSTEN, R.A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M. et al. (Orgs.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, p. 153-176, 2011.
- LLOYDE, N.J., MAC NALLY, R.; LAKE, P.S. Spatial scale of autocorrelation of assemblages of benthic invertebrates in two upland rivers in South-eastern Australia and its implications for biomonitoring and impact assessment in streams. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 115, p. 69-85, 2006.
- MAASRI, A.; GELHAUS, J. Stream invertebrate communities of Mongolia: current structure and expected changes due to climate change. **Aquatic Biosystems**, v. 18, n. 8, p. 1-13, 2012.
- MELO, A.S. Explaining dissimilarities in macroinvertebrate assemblages among stream sites using environmental variables. **Zoologia**, v. 26, n. 1, p. 79-84, 2009.
- MILESI, S.V., DOLÉDEC, S., MELO, A.S. Substrate heterogeneity influences the trait composition of stream insect communities: an experimental in situ study. **Freshwater Science**, v. 35, n. 4, p. 1321-1329, 2016.
- 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.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; DA FONSECA, G.A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.
- OKSANEN, J. Vegan: an introduction to ordination. URL <<http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vignettes/introvegan.pdf>>, 2015.
- OLIVEIRA-FILHO, A.; BUDKE, J.C.; JARENKOW, 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 forest. **Journal of Plant Ecology**, v. 8, n. 3 p. 1-23, 2015.
- OLIVEIRA, A.L.H.D.; NESSIMIAN, J.L. Spatial distribution and functional feeding groups of aquatic insect communities in Serra da Bocaina streams, southeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 4, p. 424-441, 2010.
- OLIVEIRA, M.B.; LAZARI, P.L.; HEPP, L.U.; RESTELLO, R.M. Distribuição de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em riachos do Alto Uruguai Gaúcho. **Perspectiva**, v. 41, n. 153, p. 135-146, 2017.
- OMETTO, J.P.; GESSNER, A.; MARTINELLI, L.A.; BERNARDES, M.C.; KRUSCHE, A.W.; CAMARGO, P.B. Macroinvertebrate community as indicator of land-use changes in tropical watersheds, southern Brasil. **International Journal of Ecohydrology and Hydrobiology**, v. 4, n. 1, p. 35-47, 2004.

PES, A.M.O.; HAMADA, N.; NESSIAMIAN, 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.

R 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>. 2015.

RIPLEY, B.; VENABLES, B.; BATES, D.M.; HORNIK, K.; GEBHARDT, A.; FIRTH, D.; RIPLEY, M.B. Package 'mass'. **Cran R**, 2013.

ROGOWSKI, D.L.; STEWART, K.R. Effects of increased temperature on a Trichoptera (Hydropsychidae) from premontane forest streams in Southern Costa Rica. **Tropical Ecology**, v. 57, n. 1, p. 57-68, 2016.

SANTOS, A.P.M.; DUMAS, L.L.; JARDIM, G.A.; SILVA, A.L.R; NESSIMIAN, J.L. **Brazilian Caddisflies: Checklists and Bibliography**. 2014. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/braziliancaddisflies>>.

SCHNECK, F.; HEPP, L.U. Fatores estruturadores de comunidades em riachos. **Ciência & Ambiente**, v. 41, p. 57-68, 2010.

SIEGLOCH, A.E.; SCHMITT, R.; SPIES, M.; PETRUCIO, M.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Effects of small changes in riparian forest complexity on aquatic insect bioindicators in Brazilian subtropical streams. **Marine and Freshwater Research**, v. 68, n. 3, p. 519-527, 2017.

SPIES, M.R.; FROELICH, C.G.; KOTZIAN C.B. Composition and diversity of Trichoptera (Insecta) larvae communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, State of Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 96, n. 4, p. 389-398, 2006.

TACHET, H.; RICHOUX, P.; BOURNAUD, M.; USSEGLIO-POLATERA, P. **Invertébrés d'eau douce**. 2nd corrected impression. CNRS editions, Paris, France, 2002.

TOWNSEND, C.R.; DOLEDEC, S.; NORRIS, R.; PEACOCK, K.; ARBUCKLE, C. The influence of scale and geography on relationships between stream community composition and landscape variables: Description and prediction. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 5, p. 768-785, 2003.

UENO, D.; MIZUKAWA, H.; INANAMI, O.; NAGASAKA, H.; TATSUTA, N.; NARAZAKI, Y.; FUJINO, T.; WATANABE, I.; KAMEDA, Y.; NAKAI, K. "Caddisfly watch," a biomonitoring program using *Stenopsyche* larvae to determine radioactive cesium contamination in rivers following the Fukushima nuclear disaster. **Landscape and Ecological Engineering**, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2018.

WRIGHT, I.A.; RYAN, M.M. Impact of mining and industrial pollution on stream macroinvertebrates: importance of taxonomic resolution, water geochemistry and EPT indices for impact detection. **Hydrobiologia**, v. 772, n. 1, p. 103-115, 2016.