



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Campus de Três Lagoas  
Licenciatura em Ciências Biológicas



**Efeitos ambientais e espaciais sobre a diversidade beta de assembleias de  
insetos aquáticos em córregos do Cerrado**

**Discente:** Nicoli Soares dos Santos

**Orientador:** Luiz Ubiratan Hepp

**Três Lagoas, MS**

**Novembro 2024**



## Efeitos ambientais e espaciais sobre a diversidade beta de assembleias de insetos aquáticos em córregos do Cerrado

Nicoli Soares dos Santos<sup>1</sup> & Luiz Ubiratan Hepp<sup>1</sup>

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas (UFMS-CPTL).

\*e-mail: [nicoli.soares@ufms.br](mailto:nicoli.soares@ufms.br)

### 1. RESUMO

Os pequenos córregos são ecossistemas ricos em biodiversidade, com assembleias de animais e vegetais intimamente ligadas às condições ambientais locais e regionais. Assim, a diversidade biológica pode ser influenciada por fatores ambientais e espaciais que são responsáveis por estruturar as assembleias nos diferentes ecossistemas, sejam eles naturais ou antropizados. O objetivo deste estudo foi avaliar a importância relativa de fatores ambientais e espaciais na diversidade beta de assembleias de Trichoptera em córregos da bacia hidrográfica do rio Sucuriú. As coletas foram realizadas em 15 córregos distribuídos na bacia hidrográfica do rio Sucuriú (MS). Os organismos foram coletados com uma rede em D (malha de 500 µm) com esforço de aproximadamente 3 minutos. Em campo, os organismos foram fixados em etanol 70% e em laboratório foram triados e identificados até o nível taxonômico de gênero. Em cada córrego, foram avaliadas as variáveis limnológicas temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, <sup>1</sup>condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais utilizando um analisador multiparâmetro. Foram coletados um total de 752 larvas de Trichoptera, distribuídas em 19 gêneros e 10 famílias. O gênero *Smicridea* (497 organismos) foi o mais abundante na bacia hidrográfica do rio Sucuriú. A abundância foi maior nos córregos

---

<sup>1</sup> A formatação segue as normas do periódico Iheringia, Série Zoologia, publicado pelo Museu de Ciências Naturais da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura RS.

da zona baixa da bacia. A riqueza rarefeita nos córregos das zonas alta e média (9,4 gêneros e 10 gêneros, respectivamente) foi superior aos córregos da zona baixa (5,4 gêneros). Os fatores espaciais explicaram 18% da variação taxonômica da assembleia de Trichoptera, enquanto os fatores ambientais explicaram apenas 4% da variação. Embora as condições da bacia hidrográfica do rio Sucuriú sejam distintas nas três zonas, a distribuição espacial dos córregos foi o principal fator estruturador das assembleias de Trichoptera. Neste sentido, ações de conservação destes ambientes devem considerar não apenas as condições ambientais locais, mas também as características regionais da bacia hidrográfica.

**Palavras chaves:** Rio Sucuriú, Trichoptera, Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental.

## **2. INTRODUÇÃO**

Os pequenos córregos são considerados ecossistemas que comportam uma biodiversidade diversificada, formada por assembleias de animais e vegetais, que estão intimamente relacionadas às condições ambientais destes ambientes (ALLAN & CASTILLO, 2007). Dentre as assembleias que habitam os ecossistemas aquáticos, os invertebrados são importantes para a dinâmica destes ambientes, pois apresentam uma relação intrínseca com o ambiente aquático (MERRITT et al., 2017). Neste sentido, a fauna de insetos aquáticos torna-se cada vez mais útil no monitoramento biológico, pois refletem perfeitamente as condições ecológicas dos ecossistemas que habitam (HEPP et al., 2010; HUIÑOCANA et al., 2020).

As relações entre os organismos aquáticos e as condições ambientais são amplamente estudadas, tendo em vista a importância da qualidade ambiental para a qualidade de vida das populações em geral. Neste sentido, a partição da diversidade é uma maneira de compreendermos sobre a diversidade e como esta reflete as

variáveis locais e regionais. Desse modo, a diversidade total em uma região (gama,  $\gamma$ ) é dividida em dois componentes: a diversidade dentro da comunidade (alfa,  $\alpha$ ) e a variação entre comunidades (beta,  $\beta$ ) (WHITTAKER, 1960). A diversidade alfa é o componente da diversidade local, enquanto a diversidade beta é o componente da diversidade regional que pode ser atribuído às diferenças na composição das espécies em uma escala espacial ou temporal (GERING et al., 2003).

A diversidade biológica pode ser influenciada por fatores ambientais e espaciais que podem ser quantificados a partir de abordagens estatísticas apropriadas (HEPP et al., 2012). Os padrões de distribuição dos invertebrados aquáticos dependem de interações geomorfológicas, do substrato, da temperatura, interações biológicas, disponibilidade alimentar e usos da terra (HEPP & SANTOS, 2009; HUIÑOCANA et al., 2020). Em adição, VINSON & HAWKINS (1998) citam que é necessário documentar padrões em diversidade de invertebrados aquáticos, procurando identificar quais os principais fatores ambientais e espaciais que controlam os padrões de estruturação das assembleias, o que irá auxiliar na conservação desses organismos.

Os insetos da ordem Trichoptera possuem metamorfose completa, vivendo grande parte da vida em corpos d'água. As larvas geralmente passam por cinco fases de desenvolvimento (ínstares) antes da pupação, após, os adultos alados emergem, sendo encontrados frequentemente próximos aos córregos (CALOR, 2007). Com base em suas características, esses organismos são considerados bioindicadores de qualidade de água, pois apresentam famílias e espécies que são sensíveis a algumas variáveis ambientais e tolerantes a outras, assim, diversos fatores podem estruturar as assembleias dessa ordem (BRITO et al., 2018).

Considerando a crescente interferência antrópica que existe nos sistemas aquáticos da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, o estudo dos padrões de diversidade das assembleias e suas relações com o ambiente pode colaborar na descrição da

biodiversidade de insetos aquáticos dos córregos do cerrado, ainda pouco conhecida. O objetivo deste estudo foi avaliar a importância relativa de fatores ambientais e espaciais na diversidade beta de assembleias de Trichoptera em córregos da bacia hidrográfica do rio Sucuriú (Mato Grosso do Sul). Além disso, os objetivos específicos foram (i) avaliar os efeitos de preditores limnológicos sobre a diversidade de insetos aquáticos em córregos; (ii) avaliar a distribuição espacial de insetos aquáticos em córregos do cerrado; (iii) identificar eventuais impactos antrópicos sobre as assembleias de insetos aquáticos. Apartir disso, nossas hipóteses foram (i) a composição das assembleias de Trichoptera em córregos do cerrado são influenciadas por variáveis ambientais e espaciais, porém o ambiente será mais importante, (ii) a presença de impactos antrópicos próximos aos córregos, reduz a diversidade e altera a estrutura das assembleias, favorecendo espécies mais tolerantes a perturbações ambientais.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi desenvolvido em 15 córregos de pequena ordem (<3 ordem), distribuídos nas zonas alta, média e baixa da bacia hidrográfica do rio Sucuriú (Figura 1). A bacia compreende os municípios de Costa Rica, Chapadão do Sul, Inocência, Três Lagoas, Cassilândia, Selvíria e Água Clara (FERREIRA, 2011). A bacia possui extensão de aproximadamente 450 km (MENEZOZI, 2023) e é ocupada principalmente por pastagens e vegetação nativa, além de plantações regulares com terraceamento em nível e áreas urbanas (MANTOVANI et al., 2015). A bacia do rio Sucuriú está no Domínio Cerrado, e apresenta áreas de planícies coberta por vegetação de varjão e veredas (FERREIRA & PIROLI, 2016). O clima da região é classificado como tropical, apresentando inverno seco, com temperaturas médias anuais de 23°C e precipitação média anual de 1.600 mm (ALVARES et al., 2013).

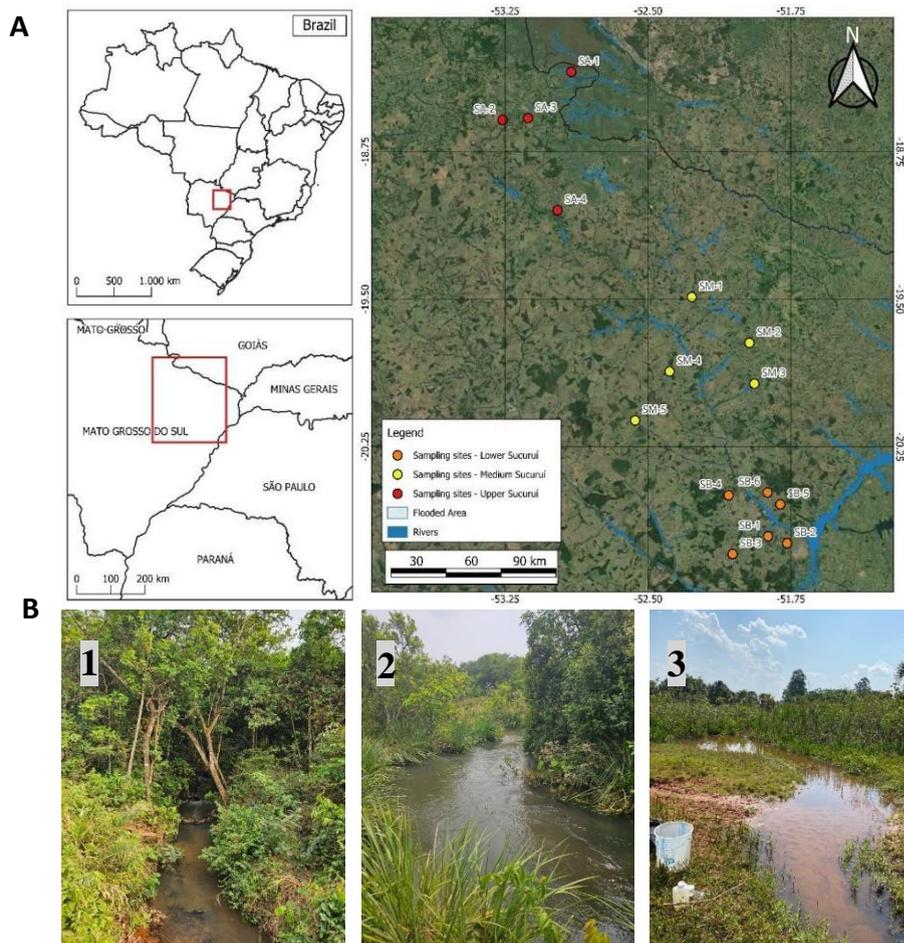


Figura 1 – (A) Localização geográfica da área de estudo e distribuição dos pontos de coleta na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. (B) Vista geral de córregos nas zonas (1) alta, (2) média e (3) baixa.

Nestes córregos foram definidos trechos de aproximadamente 10 metros para a coleta dos insetos e amostras de água para caracterização limnológica. Em cada córrego foram avaliadas as variáveis limnológicas temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais, com auxílio de um analisador multiparâmetro (HORIBA® U-52). Ainda, amostras de água foram coletadas e levadas ao laboratório para quantificação da alcalinidade, utilizando método titulométrico, fósforo total e amônia utilizando espectrofotômetro digital UV/VIS (Logen-modelo LS).

Os insetos aquáticos foram coletados com uma rede em D (malha = 500  $\mu$ m) sendo realizadas 3 sub-amostras em cada trecho dos córregos, com ~1 minuto de

esforço de varredura. As sub-amostras foram realizadas nos diferentes substratos (seixos, areia, banco de folhas, vegetação marginal), para maximizar a variabilidade de organismos observados em cada trecho dos córregos. O material coletado foi fixado em campo com etanol 80% e conduzido ao laboratório para triagem e identificação da ordem Trichoptera até o nível taxonômico de gênero, usando as chaves propostas por MUGNAI et al. (2010) e PES et al. (2005).

Para análise de dados, inicialmente foi calculada a curva de acumulação de espécies para avaliar a suficiência amostral empregada no estudo. Após, foram mensuradas a riqueza taxonômica (número de táxons identificados) e abundância (quantidade de organismos de cada táxon). Em complemento, foi calculada a riqueza rarefeita, baseada no número de organismos coletados em cada zona da bacia hidrográfica. Foram realizadas Análises de Variância com teste Tukey *a posteriori* para verificar as diferenças da abundância e riqueza de gêneros entre as três zonas da bacia hidrográfica. O mesmo procedimento foi aplicado para cada uma das variáveis limnológicas mensuradas. Em complemento, a matriz de composição taxonômica (abundância dos táxons em cada córrego) foi log-transformada ( $x+1$ ) e os córregos foram ordenados utilizando uma Análise de Escalonamento Multidimensional não-Métrico (NMDS) com medida de dissimilaridade de Bray- Curtis. A diferença na composição taxonômica entre as três zonas foi testada por uma Análise Multivariada de Variância (MANOVA). Por fim, foi realizada uma Análise de Partição da Variância utilizando as matrizes biológicas (gêneros e abundância), matriz ambiental (variáveis limnológicas) e espacial (coordenadas geográficas). Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote ‘*vegan*’ (OKSANEN et al., 2022) do software R (R CORE TEAM, 2023).

#### **4. RESULTADOS**

## Variáveis ambientais

Em relação as variáveis limnológicas, a zona média apresentou maiores valores para temperatura ( $25 \pm 0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ ), pH ( $7,21 \pm 0,28$ ) e alcalinidade ( $9,90 \pm 4,6 \text{ mg/L}$ ). Enquanto a zona alta apresentou o maior valor de oxigênio dissolvido ( $7,25 \pm 1,1 \text{ mg/L}$ ). Ainda, a zona alta apresentou menor condutividade elétrica ( $0,02 \pm 0,02 \text{ mS/cm}$ ) e menor valor para TDS ( $0,01 \pm 0,002 \text{ g/L}$ ). As zonas alta, média e baixa apresentaram os mesmos valores para fósforo ( $0,02 \pm 0,01 \text{ mg/L}$ ) e amônia ( $0,10 \pm 0,04 \text{ mg/L}$ ) (Figura 2)

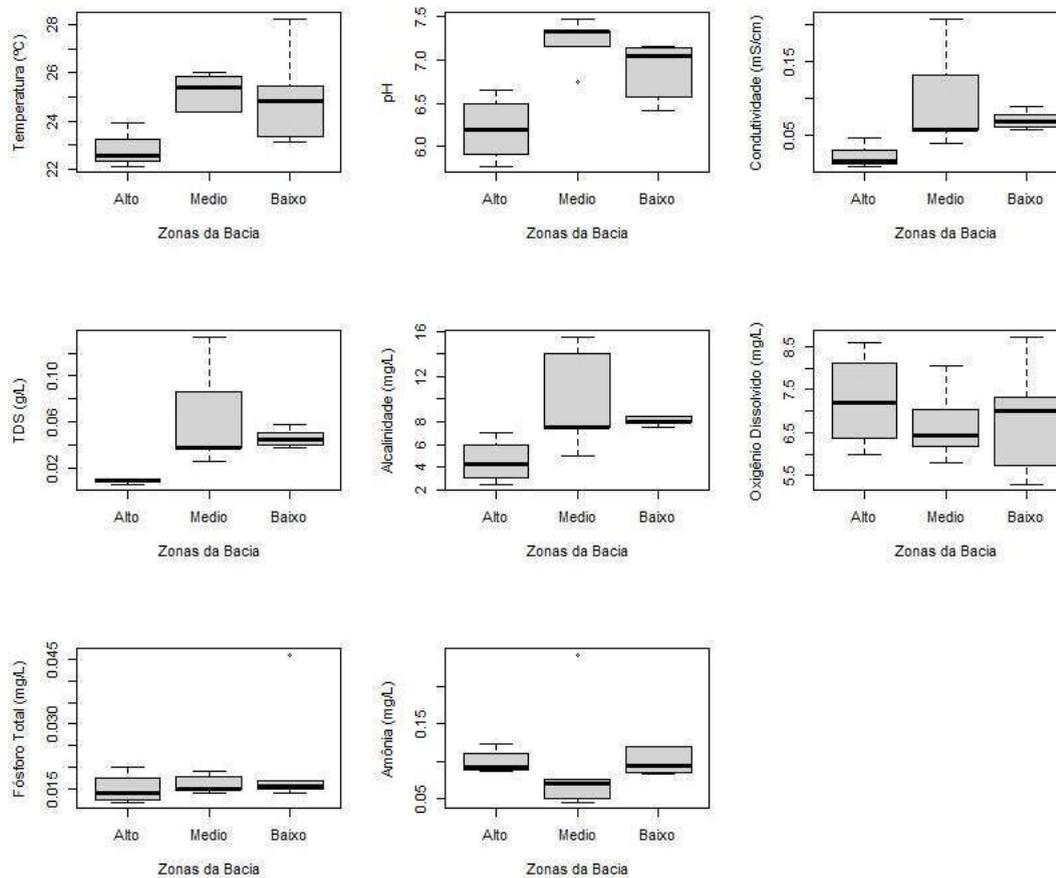


Figura 2 - Boxplot das variáveis limnológicas temperatura, pH, condutividade elétrica, TDS, alcalinidade, fósforo total e amônia da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul.

## **Assembleias de Trichoptera**

Nos 15 córregos estudados foram coletados um total de 752 organismos pertencentes a ordem Trichoptera, distribuídos em 19 gêneros, pertencentes a 10 famílias (Tabela 1). O gênero *Smicridea* (497 organismos) foi o mais abundante na bacia hidrográfica do rio Sucuriú (Figura 3). A zona baixa apresentou maior abundância ( $106 \pm 171$ ), seguido da zona alta ( $22 \pm 27$ ) e média ( $7 \pm 5$ ). Os gêneros *Wormaldia* e *Macrostemum* foram raros, representados por apenas um indivíduo cada. Na zonabaixa da bacia, a riqueza taxonômica foi de 14 gêneros (70%), na zona alta 13 gêneros (65%) e zona média 10 gêneros (50%).

**Tabela 1** – Abundância de Gêneros de Trichoptera (média ± desvio padrão) nos 15 córregos das zonas alta, média e baixa da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul.

Taxa	Zonas da bacia hidrográfica		
	Alta	Média	Baixa
<b>CALAMOCERATIDAE</b>			
<i>Phylloicus</i> (Müller, 1880)	1 (0 ± 0,5)	0	1 (0,2 ± 0,4)
<b>GLOSSOSOMATIDAE</b>			
<i>Itauara</i> (Müller, 1888)	2 (1 ± 1)	0	15 (2,5 ± 3,3)
<i>Mortoniella</i> (Ulmer, 1906)	4 (1 ± 2)	2 (0,4 ± 0,5)	10 (1,7 ± 2,7)
<b>HELICOPSYCHIDAE</b>			
<i>Helicopsyche</i> (von Siebold, 1856)	8 (2 ± 3,4)	3 (0,6 ± 0,9)	23 (3,8 ± 3,8)
<b>HYDROPSYCHIDAE</b>			
<i>Leptonema</i> (Guérin, 1843)	7 (2 ± 2,9)	0	13 (2,2 ± 4,4)
<i>Macrostemum</i> (Kolenati, 1859)	1 (0 ± 0,5)	0	0
<i>Smicridea</i> (McLachlan, 1871)	12 (3 ± 1,2)	10 (2 ± 1,2)	475 (79,2±166,9)
<b>HYDROBIOSIDAE</b>			
<i>Atopsyche</i> (Banks, 1905)	1 (0 ± 0,5)	0	1 (0,2 ± 0,4)
<b>HYDROPTILIDAE</b>			
<i>Alisotrichia</i> (Flint, 1964)	0	1 (0,2 ± 0,4)	2 (0,3 ± 0,8)
<i>Hydroptila</i> (Dalman, 1918)	2 (1 ± 1)	0	0
<i>Oxyethira</i> (Eaton, 1873)	0	2 (0,4 ± 0,5)	73 (12,2 ± 29,3)
<i>Metrichia</i> (Ross, 1938)	6 (2 ± 3)	0	0
<i>Neotrichia</i> (Morton, 1905)	1 (0 ± 0,5)	2 (0,4 ± 0,9)	1 (0,2 ± 0,4)
<b>LEPTOCERIDAE</b>			
<i>Nectopsyche</i> (Müller, 1879)	41 (10 ± 19,3)	7 (1,4 ± 3,1)	8 (1,3 ± 1,9)
<i>Oecetis</i> (McLachlan, 1877)	1 (0 ± 0,5)	0	4 (0,7 ± 1,2)
<b>PHILOPOTAMIDAE</b>			
<i>Chimarra</i> (Stephens, 1829)	0	3 (0,6 ± 1,3)	1 (0,2 ± 0,4)
<i>Wormaldia</i> (McLachlan, 1865)	0	0	1 (0,2 ± 0,4)
<b>POLYCENTROPODIAE</b>			
<i>Cyrnellus</i> (Banks, 1913)	0	1 (0,2 ± 0,4)	5 (0,8 ± 1,3)
<b>XIPHOCENTRONIDAE</b>			
<i>Machairocentron</i> (Schmid, 1982)	0	2 (0,4 ± 0,9)	0

Legenda: Zona Alta (n=4), Zona Média (n=5) e Zona Baixa (n=6).

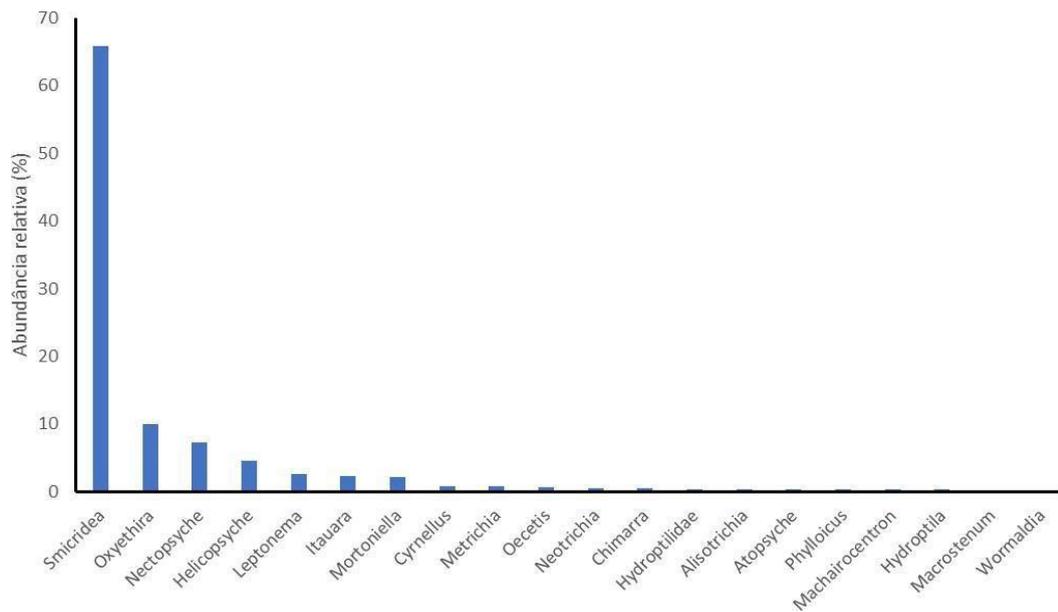


Figura 3- Abundância relativa de gêneros de Trichoptera coletados nos 15 córregos das zonas alta, média e baixa na bacia hidrográfica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul.

A abundância de Trichoptera foi diferente entre as zonas, sendo maior na zona baixa em comparação com as demais ( $F_{2;12}=5,0$ ,  $p=0,02$ ). Por outro lado, a riqueza de gêneros foi semelhante entre as três zonas ( $F_{2;12}=1,5$ ,  $p=0,25$ ) (Figura 4). A curva de acumulação não estabilizou, isso indica que há potencial para novos registros. A curva de rarefação, corrigida pela abundância de organismos, demonstra que as zonas alta e média (9,4 gêneros e 10 gêneros) possuem mais gêneros de Trichoptera que os córregos da zona baixa (5,3 gêneros) (Figura 5).

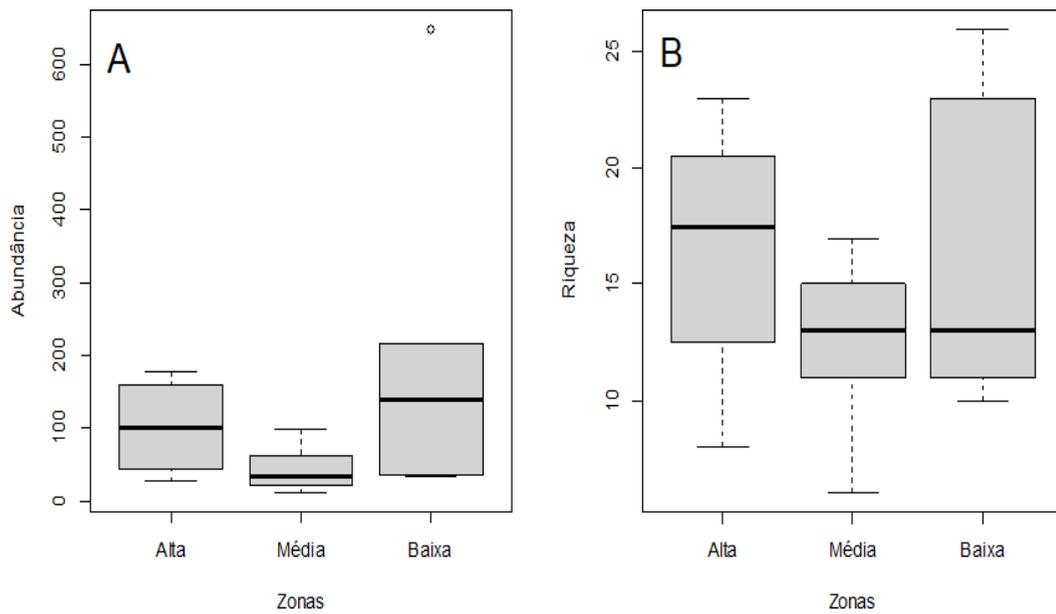


Figura 4 – Abundância (A) e riqueza (B) de Trichoptera encontrada na bacia hidrográfrica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul.

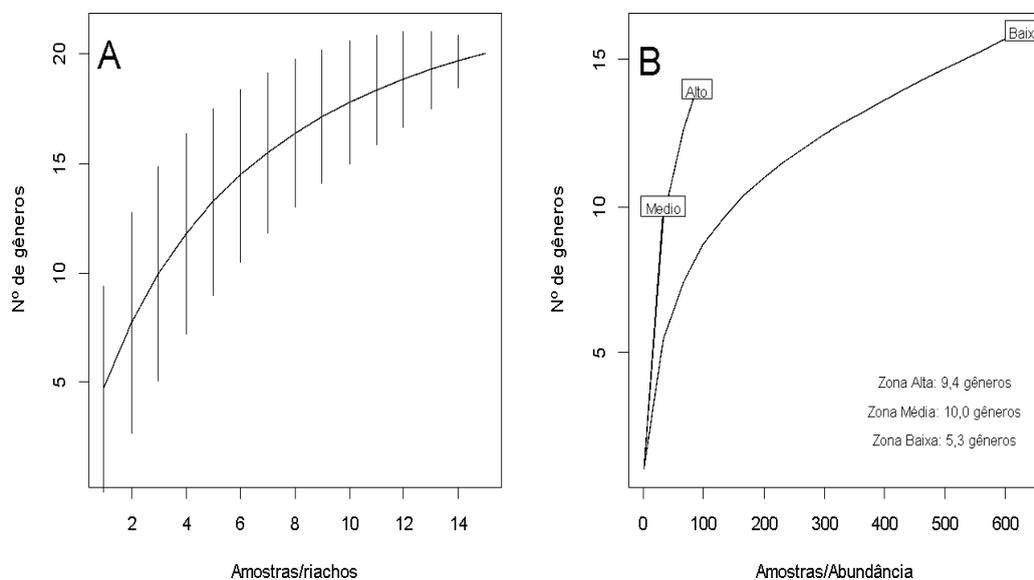


Figura 5 - Curva de acumulação (A) e rarefação (B) das zonas estudadas na bacia hidrográfrica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul.

### Partição da Diversidade

Não observamos variação na composição da assembleia de Trichoptera entre as zonas da bacia hidrográfrica ( $F_{(2;30)}=1,3$ ,  $p=0,15$ ). Por outro lado, entre os córregos a composição taxonômica das Trichoptera variou ( $F_{(12;30)}=2,3$ ,  $p<0,001$ ) (Figura 5).

Os fatores ambientais explicaram 4% da variação da assembleia de Trichoptera, enquanto os componentes espaciais, explicaram 18% da variação das assembleias de Trichoptera nos córregos da bacia do rio Sucuriú (Figura 6).

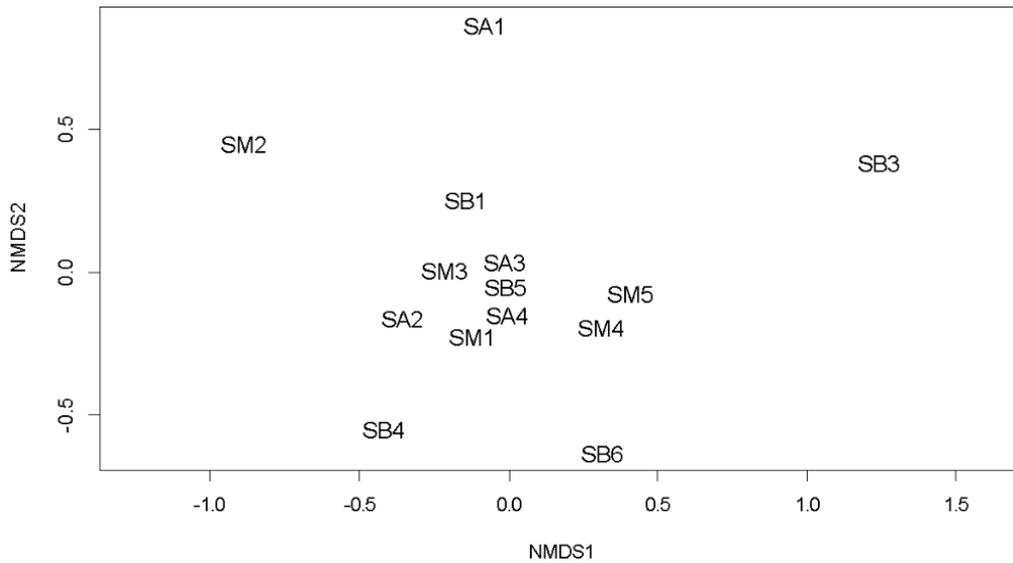


Figura 5- Composição da assembleia de Trichoptera entre as zonas da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul. SA: Sucuriú Alto, SM: Sucuriú Médio, SB: Sucuriú Baixo.

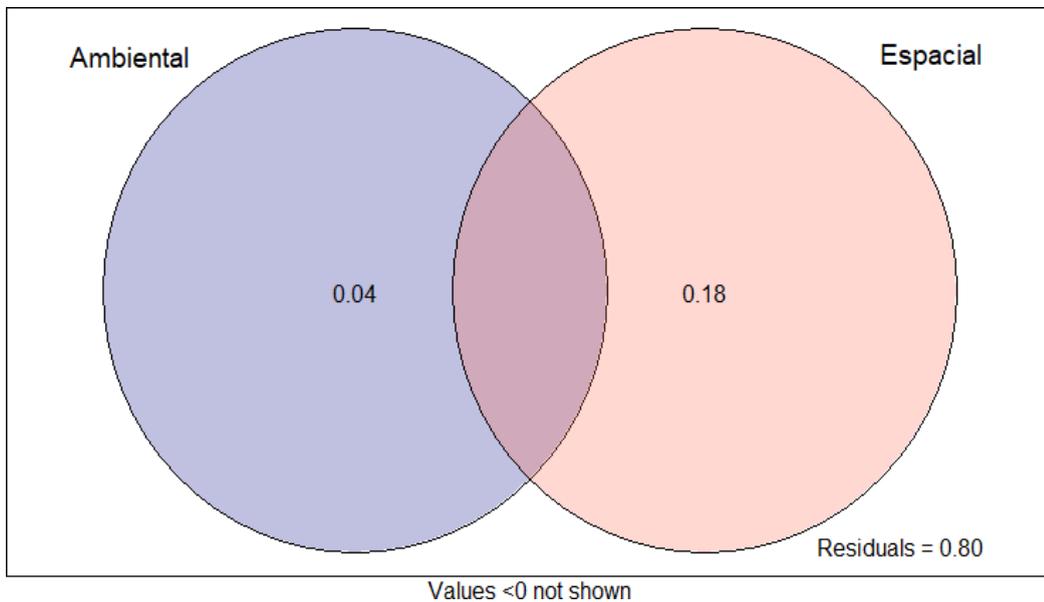


Figura 6- Fatores ambientais e espaciais da variação de assembleias de Trichoptera da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul.

## 5. DISCUSSÕES

O número de gêneros de Trichoptera encontrados nesse estudo correspondem a ~79% da diversidade de gêneros descritos no Mato Grosso do Sul (CALOR & QUINTEIRO, 2017) e a 27% da diversidade de gêneros do Brasil (SANTOS et al., 2014). A maior abundância de *Smicridea* na zona baixa pode ser explicado pela sua capacidade de suportar variações nas condições ambientais, essas características permitem que ele se adapte a diferentes cenários de preservação (BENTES et al., 2008). A curva de acumulação não estabilizou, isso indica que o levantamento atual da biodiversidade ainda não compreende a maioria da riqueza de espécies presentes no ambiente, indicando um potencial significativo para novos registros nessa bacia. Segundo GOTELLI & COLWELL (2001), a estabilização da curva de acumulação ocorre quando o número de novos registros de espécies se torna mínimo, indicando que a riqueza de espécies observadas reflete a biodiversidade local.

A riqueza rarefeita, que corrige a riqueza taxonômica pela abundância de organismos, demonstrou que as zonas alta e média possuem mais gêneros nos córregos. Isso reforça nosso argumento de que os córregos da zona baixa estão sofrendo com impactos dos plantios de Eucalipto e que, os grupos abundantes, são compostos por organismos tolerantes às condições ambientais. Nos córregos da zona baixa, foi observado uma abundância elevada e a predominância de gêneros tolerantes, como *Smicridea*, o que sugere que essa diversidade pode estar mais associada à presença de espécies resistentes, que se adaptam bem a ambientes com maior degradação (BENTES et al., 2008). HEINO et al. (2015) destacam que os gradientes ambientais (e.g. alterações na temperatura e na estrutura do habitat), influenciam a presença e diversidade de organismos adaptados a determinadas condições.

O componente espacial explicou ~18% da variação das assembleias de

Trichoptera nos córregos da bacia do rio Sucuriú. Isso se deve ao fato de que gêneros de Trichoptera, de modo geral, possuem limitações de dispersão. Além disso, a capacidade de dispersão dos organismos pode ser afetada por características da paisagem (BREDA et al., 2018). De acordo com estudos recentes de HUIÑOCANA et al. (2020) e PEREIRA et al. (2024), a fragmentação da vegetação nativa, combinada com barreiras antrópicas (e.g. monoculturas e áreas desmatadas) reduz a conectividade entre habitats e impede a dispersão dos adultos, afetando as condições adequadas de abrigo e reprodução. A bacia estudada possui uma longa extensão, portanto, a dispersão limitada desses organismos entre os córregos pode explicar o arranjo de suas assembleias, onde o padrão dispersão entre os córregos pode resultar em isolamentos das populações em diferentes trechos da bacia (GRAHAM et al., 2016).

Por sua vez, o componente ambiental explicou apenas 4% da variabilidade biológica para a assembleias de Trichoptera. A temperatura e o pH foram as variáveis que apresentaram maior variabilidade ao longo da bacia hidrográfica. Este resultado pode estar relacionado à presença de grandes plantações de eucalipto nas zonas médias e baixa da bacia. RODRIGUES et al. (2021) afirmam que a monocultura de eucalipto pode afetar o microclima da região, causar assoreamento de corpos d'água, alterações na qualidade da água e dos ecossistemas a jusante com impacto na fauna aquática. Em complemento, a maioria dos representantes da ordem Trichoptera vivem em ambientes de águas correntes limpas e bem oxigenadas, debaixo de pedras, troncos e materiais vegetais (PRINCIPE et al., 2018). Com isso, os córregos da bacia hidrográfica do rio Sucuriú podem perder a diversidade desses insetos aquáticos com o avanço da monocultura de eucalipto. De acordo com NAZLI et al. (2020) as plantações de eucalipto, devido à alta demanda de água dessas árvores, podem diminuir o fluxo de água e reduzir os níveis dos aquíferos. Segundo os mesmos autores, os solos nas plantações tendem a se tornar hidrofóbicos pela

liberação de óleos das folhas, o que dificulta a infiltração da água da chuva, reduzindo assim a recarga de águas subterrâneas e alterando o regime hidrológico dos córregos.

## **6. CONCLUSÕES**

O presente estudo demonstrou que a variação espacial desempenhou um papel importante na estruturação das assembleias de Trichoptera ao longo da bacia hidrográfica do rio Sucuriú. Ademais, as características ambientais mensuradas, sugerem que, essas assembleias são menos influenciadas por alterações ambientais e mais relacionadas a variações espaciais.

Os impactos das plantações de eucalipto é uma preocupação crescente, visto que essas atividades alteram o microclima e a qualidade da água, comprometendo a saúde dos ecossistemas aquáticos. A diversidade de insetos aquáticos pode ser afetada por essas práticas, visto que, a zona baixa da bacia possui extensas plantações de eucalipto e foi a que apresentou menor riqueza e maior abundância de gêneros tolerantes. Estes resultados, destacam a necessidade de estratégias de conservação que considerem a restauração das condições naturais dos habitats aquáticos. Assim, podemos concluir que é fundamental implementar medidas de conservação e restauração para proteger os habitats aquáticos da bacia do rio Sucuriú. Estas devem considerar não apenas as condições ambientais locais, mas também as características regionais da bacia hidrográfica.

## 7. REFERÊNCIAS:

- ALLAN, J.D. & CASTILLO, M.M. 2007. Stream ecology: structure and function of running waters. Dordrecht: Springer. 436p.
- 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.
- BENTES, S.P.C.; PES, A.M.O.; HAMADA, N.; KEPPLER, R.L.M.F. Larvas de *Synoestropsis* sp. (Trichoptera: Hydropsychidae) são predadoras? Acta Amazonica, v.38, n.3, p.579-582. 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, p.283–293, 2007.
- BREDA, M.; LAZARI, P. L.; OLIVEIRA, M.; MENEGAT, M. N.; BERTOL, E. C.; SILVA, G.; DECIAN, V. S.; RESTELLO, R.M & HEPP, L. U. Composição e distribuição de Trichoptera (Insecta) em riachos subtropicais. Perspectiva, v.42, n.157, p.17-26. 2018.
- BRITO, J.G.; MARTINS, R.T.; OLIVEIRA, V.C.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L.; HUGHES, R.M.; FERRAZ, 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. Disponível em: [https://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guia\\_online/guia\\_trichoptera\\_b.pdf](https://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guia_online/guia_trichoptera_b.pdf). 2007.
- CALOR, A.R. & QUINTEIRO, F.B. Checklist of Caddisflies (Insecta, Trichoptera) from Mato Grosso do Sul State, Brazil. Iheringia. Série Zoologia, v.107. 2017.
- CARVALHO, E.M. & UIEDA, V.S. Colonização por macroinvertebrados bentônicos

em substrato artificial e natural em um riacho da Serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.21, n.2, p.287-283, 2004

CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. Belo Horizonte, Minas Gerais: *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.6, n.1, p.71-82, 2001.

CLARKE, A.; NALLY, R.M.; BOND, N. & LAKE, P.S. Conserving macroinvertebrate diversity in headwater streams: the importance of knowing the relative contribution of  $\alpha$  and  $\beta$  diversity. *Diversity and Distributions*, v.16, p.725-736. 2010.

DAUER, D.M.; RANASINGHE, J.A. & WEISBERG, S.B. Relationships between benthic community condition, water quality, sediment quality, nutrient loads, and land use patterns in Chesapeake Bay. *Estuaries*, v.23, p.80–96. 2000.

FERREIRA, C.C. & PIROLI, E.L. Zoneamento ambiental das paisagens: estudo de caso do alto curso da bacia hidrográfica do rio sucuriú, Mato Grosso do Sul, brasil. *Boletim goiano de geografia*. Goiânia, v. 36, n. 2, p.341-358. 2016.

FERREIRA, C.C. Geotecnologias aplicadas a criação e organização de banco de dados geoambientais da bacia hidrográfica do Rio Sucuriú - MS/BR. 181 f. Dissertação. (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas-MS. 2011.

Disponível em: <https://sistemas.ufms.br/sigpos/portal/trabalhos/download/343/cursoId:137>. Acesso em: 7 out 2024.

GERING, J.C.; CRIST, T.O. & VEECH, J.A. Additive partitioning of species diversity across multiple spatial scales: implications for regional conservation biodiversity. *Conservation Biology*, v. 17, p.488-499. 2003.

GRAHAM, S.E.; STOREY R. & SMITH B. Dispersal distances of aquatic insects: upstream crawling by benthic EPT larvae and flight of adult Trichoptera along valley floors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, v. 51, n. 1,

p.146-164, 2017

GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, Montpellier. v. 4, p.379-391, 2001.

HAMADA N.; NESSIMIAN J.L. & QUERINO R.B. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Editora do INPA. Manaus. 2014.

HEINO, J., MELO, A.S., & BINI, L.M. Reconceptualising the beta diversity-environmental heterogeneity relationship in running water systems. *Freshwater Biology*, v. 60, n.1, p.223-235. 2015.

HEPP, L.U. & SANTOS, S. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 157, p.305-318. 2009.

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.; 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, p.157-167, 2012.

HEPP, L.U. & MELO, A.S. Dissimilarity of stream insect assemblages: effects of multiple scales and spatial distances. *Hydrobiologia*, v. 703, p.239-246, 2013.

HUIÑOCANA, J.C.S.; ALBERTONI, E.F.; PICOLOTTO, R.C.; MILESI, S.V. & HEPP, L.U. Nestedness of insect assemblages in agriculture-impacted Atlantic Forest streams. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, v. 56, p.3. 2020.

LEGENDRE, P.; BORCARD, D. & PERES-NETO, P.R. Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs*, v. 75, p.435-450. 2005.

MANTOVANI, J.R.A.; FERREIRA, C.C. & BACANI, V.M. 2015. Uso de sistemas de informação geográfica na avaliação do estado de conservação da bacia hidrográfica do rio sucuriú/ms. In: BENINI, S. M., (org.). Uso de Sistemas de Informação Geográfica na Análise Ambiental em Bacias Hidrográficas. Tupã/Sp: Anap, p.17-34.

MENECOZI, A.R. 2023. Sucuriú, o rio da sucuri. Instituto Histórico e Geográfico do Mato Grosso do Sul. Disponível em: <https://ihgms.org.br/artigos/sucuriu-o-rio-da-sucuri-71> . Acesso em: 29 set. 2024.

MERRITT R.W.; CUMMINS, K.W. & BERG, M.B. 2017. Trophic Relationships of Macroinvertebrates. *Methods in Stream Ecology*, v.1, p.413–433.

MEGAN, M.H.; NASH, M.S.; NEALE, A.C. & PITCHFORD, A.M. 2007. Biological integrity in Mid-Atlantic Coastal plains headwater streams. *Environmental Monitoring and Assessment*, v.124, p.141–156.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L. & BAPTISTA, D.F. 2010. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books, p.176.

NAZLI, S.; SIDDIQUI, S. & REHMAN, N. U. 2020. Assessing the Impact of Eucalyptus Plantation on Groundwater Availability in Pakistan. *International Journal of Economic and Environmental Geology*, v.11, n.1, p.59-64.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA, R.G.; SIMPSON, G.L.; WAGNER, H. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.6-2. Retrieved from <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>. 2022

PEREIRA, R.; RODRIGUES, G.G.; CALOR, R.A. & VASCONCELOS, S.D. 2024. Diversity and Flight Patterns of Caddisflies (Trichoptera) in an Atlantic Forest Fragment: Implications for Species Conservation in Threatened Ecosystems. *Neotropical Entomology Springer*.

PES, A.M.O.; HAMADA, N. & NESSIMIAN, J. L. 2005. Chaves de identificação de

larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.49, p.181-204.

PRINCIPE, R.E.; JAVIER, A. M. & CIBILS-MARTINA, L. 2018. Distribution and habitat preference of Ephemeroptera and Trichoptera in subtropical mountain streams: implications for monitoring and conservation. *An Acad Bras Cienc*. v.91, n.3.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Retrieved from <http://www.R-project.org>. 2021.

RODRIGUES, G.S.S.C.; TEIXEIRA, G. & LOPES, O.R.P. 2021. Silvicultura e impactos socioambientais. In: RODRIGUES, G.S.S.C. EUCALIPTO NO BRASIL: expansão geográfica e impactos ambientais. Uberlândia: Composer, p. 66-117.

SANTANA, H.S.; SILVA, L.C.F.; PEREIRA, C.L.; SIMIÃO-FERREIRA, J. & ANGELINI, R. 2015. The rainy season increases the abundance and richness of the aquatic insect community in a Neotropical reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, v.75, n.1, p.144-151.

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

SMITH, R.F. & LAMP, W.O. 2008. Comparison of insect communities between adjacent headwater and mainstem stream in urban and rural watersheds. *Journal of the North American Benthological Society*, v.27, p.161– 175.

VINSON, M.R. & HAWKINS, C.P. 1998. Biodiversity of stream insects: variation at local, basin and regional scales. *Annuals Review of Entomology*, v. 43, p.271-293.

WHITTAKER, R.H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, v. 30, p.279-3