

EFEITO DO SUBSTRATO SOBRE A ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DOS INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM UM RIACHO DE CERRADO

Substrate effect on aquatic invertebrates structure and composition in a Brazilian Savanna stream

Isadora Gobbi Magossi; Lucas Borges Landim da Silva; Silvia Vendruscolo Milesi;
Luiz Ubiratan Hepp

Laboratório de Indicadores Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Três Lagoas. Três Lagoas – MS.

Data do recebimento: 04/05/2023 - Data do aceite: 11/05/2023

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do substrato sobre a estrutura e composição dos invertebrados aquáticos, em um riacho localizado na região do Cerrado. Foram utilizados 24 sacos contendo três tipos de substratos ($n=8$ para cada substrato): (1) orgânico (bucha vegetal), (2) inorgânico (seixo) e (3) misto (seixo e bucha vegetal). Os amostradores foram incubados em um trecho de 50m do riacho, em blocos com os três tipos de substratos. Após cerca de 30 dias, os amostradores foram removidos para triagem e identificação dos invertebrados associados. Foram coletados 795 organismos, distribuídos em 37 táxons associados aos substratos. A abundância e a riqueza de organismos variaram entre os substratos, sendo maior no substrato orgânico (394 organismos e 30 *taxa*, respectivamente) e menor no inorgânico (155 organismos e 16 *taxa*, $F_{2,7} = 4,2$, $p = 0,03$). A composição da comunidade não variou entre os substratos. Conclui-se que o tipo de substrato afetou apenas a estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos. O tipo de substrato afetou a estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos, mas não a composição taxonômica. Os resultados demonstraram que as características do substrato apresentaram um papel determinante na colonização dos organismos, refletindo na abundância e riqueza de invertebrados.

Palavras-chave: Macroinvertebrados. Substrato orgânico e inorgânico. Ambientes aquáticos.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of the substrate on the structure and composition of aquatic invertebrates in a stream located in the Cerrado region. A total of 24 bags containing three types of substrates were used (n=8 for each substrate): (1) organic (vegetal loofah), (2) inorganic (stone) and (3) mixed (loofah and stone). The samples were incubated in a 50m stretch of the stream in blocks with the three types of substrates. After about 30 days, the samples were removed for screening and identification of associated aquatic invertebrates. A total of 795 organisms distributed in 37 taxa associated to the substrates were collected. The abundance and richness of organisms varied between substrates, being higher in the organic substrate (394 organisms and 30 taxa, respectively) and lower in the inorganic substrate (155 organisms and 16 taxa, respectively). Community composition did not vary between substrates. Substrate type affected aquatic invertebrate community structure, but not taxonomic composition. The results showed that the characteristics of the substrate had a decisive role in the colonization of organisms, reflecting on the abundance and richness of invertebrates.

Keywords: Macroinvertebrates. Organic and inorganic substrate. Aquatic environments.

Introdução

Os ecossistemas aquáticos de água doce são estruturas complexas que abrangem rios, riachos e lagoas. Esses ecossistemas são heterogêneos e apresentam uma diversificada fauna, assim como vários tipos de substratos (folha, seixo, areia, lama entre outros) (MILESI; DOLEDEC; MELO, 2016). Esses fatores ambientais, em conjunto com o curso d'água e características físico-químicas, formam a complexidade de bacias hidrográficas que favorece o estabelecimento de uma alta diversidade de organismos nestes locais (SUÁREZ et al., 2022). No entanto, atividades humanas, como agricultura, urbanização ou monoculturas, podem afetar essas

características, refletindo na qualidade da água e disponibilidade de substrato (HEPP; SANTOS, 2009).

O substrato é um componente físico importante em ambientes aquáticos, pois atua como refúgio e alimento para inúmeros organismos (COSTA; MELO, 2008). Por exemplo, os insetos aquáticos, dependem das folhas, galhos, raízes, seixos, como fonte de alimentação e abrigo (SANTIAGO et al., 2014). Em ambientes íntegros, com ausência ou níveis baixos de distúrbios antrópicos, o substrato pode ser constituído por materiais orgânicos e inorgânicos (GUEDES, 2016). Nesse sentido, os substratos heterogêneos, ou seja, substratos incluindo diferentes tipos de sedimentos, tamanhos ou texturas, abrangem maior riqueza de organismos, especialmente,

os invertebrados aquáticos (MILESI; DOLEDEC; MELO, 2016).

A ocorrência e distribuição de insetos aquáticos em riachos depende de inúmeros fatores: tipo de substrato, características físico-químicas, interações biológicas, tipo de vegetação, entre outros (HEPP; SANTOS, 2009). Esses organismos apresentam uma grande biodiversidade que reúne animais de várias categorias taxonômicas, sendo essenciais na manutenção da estrutura trófica dos sistemas aquáticos. Deste modo, os invertebrados aquáticos constituem um grupo de extrema importância ecossistêmica (ALBERTONI; SILVA, 2010).

Em trabalhos utilizando substrato artificial, Milesi; Doledec; Melo (2016) verificaram um aumento da riqueza de insetos aquáticos em substratos mais heterogêneos. Os mesmos autores apontam que a matéria orgânica aderida ao substrato também contribuiu para a maior riqueza de espécies. Segundo Hepp; Landeiro; Melo (2012), o tipo de substrato e heterogeneidade são fatores-chave na determinação da biota de riachos. Por exemplo, a heterogeneidade do substrato permite a coexistência de um número maior de espécies, proporcionando micro-habitats ou refúgios distintos. Nessa perspectiva, o tipo de substrato e a disponibilidade de matéria orgânica no leito dos riachos também apresentam efeitos significativos sobre a abundância (HEPP; LANDEIRO; MELO, 2012).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos tipos de substrato sobre a estrutura e composição dos invertebrados aquáticos em riachos tropicais. Assim, foram testadas duas hipóteses: (1) substratos com maior heterogeneidade apresentarão maior abundância, riqueza e diversidade de organismos; (2) a composição da comunidade de invertebrados aquáticos será agrupada por tipo de substrato. Espera-se que a maior

heterogeneidade observada nos tipos de substratos estudados, reflita em maior número organismos e táxons.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em um trecho de 2ª ordem do riacho Tapera (POM-3; -20,3369°S; -52,5809°O; ~400 m a.n.m.), situado na bacia hidrográfica do Rio do Pombo, dentro do Parque Natural Municipal do Pombo (PNMP), localizado no município de Três Lagoas/MS (Figura 1). A região apresenta clima tropical, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, pluviosidade média anual de 1340 mm e temperatura oscilando entre 14 e 33°C (ZAVATTINI, 1992). Além disso, a região possui vegetação característica do bioma Cerrado com fitofisionomia de mata ciliar, mata de galeria, cerrado sentido restrito, cerradão, campo sujo e campo limpo.

O riacho Tapera possui água rápida e afloramentos de substrato rochoso alternados a trechos arenosos. Em locais mais protegidos, o riacho apresenta fundo composto por areia, pedras e folhiço, além de mata ripária bem conservada (Plano de Manejo do Parque Natural Municipal do Pombo, 2019). Adicionalmente, para a caracterização do riacho Tapera, foram mensuradas as variáveis limnológicas temperatura (20,5°C), pH (5,6), condutividade elétrica (0,056 mS cm⁻¹), turbidez (0,13 UNT), oxigênio dissolvido (9,3 mg L⁻¹), saturação de oxigênio (106,9%) e sólidos dissolvidos totais (0,04 g L⁻¹). Estas variáveis foram mensuradas através de uma sonda multiparâmetro Horiba U51.

No riacho Tapera foi escolhido um trecho de cerca de 50m, associado ao PNMP e com ausência de perturbação antrópica para a realização do experimento. No riacho, foram incubados 24 amostradores (20x20 cm; malha 10 mm), contendo diferentes tipos de substratos: bucha vegetal, seixo e

Figura 1 - Localização do riacho Tapera, analisado no município de Três Lagoas-MS

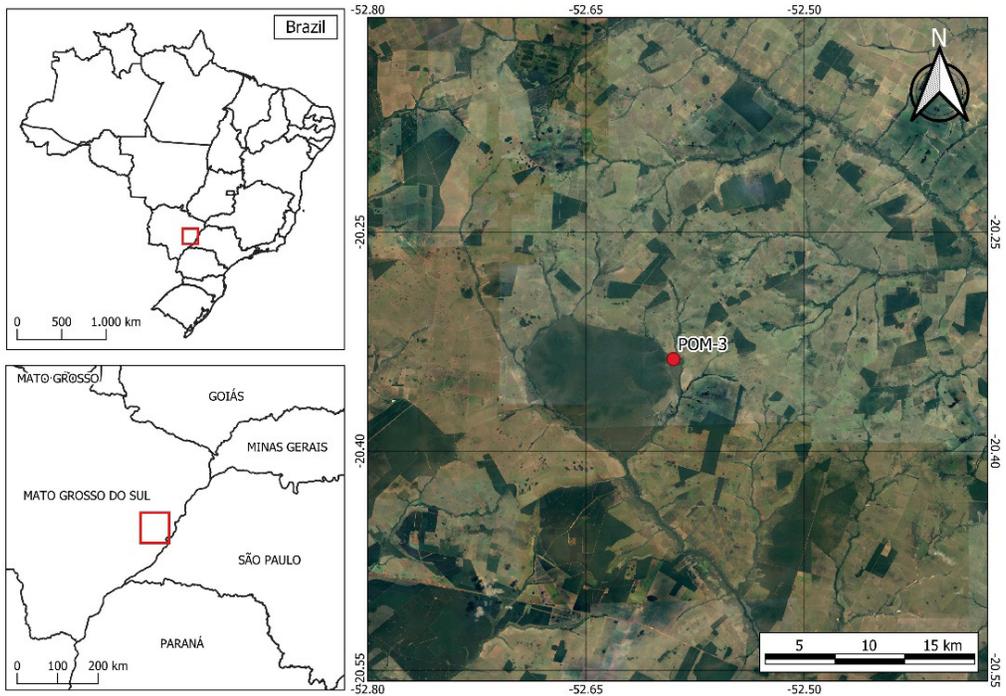


figura 2 - Sacos (20 x 20 cm; malha 10 mm) contendo os três tipos de substrato (bucha vegetal, seixo e misto - bucha vegetal e seixo) utilizados no experimento no riacho Tapera, Três Lagoas-MS



misto (bucha vegetal e seixo). Os seixos são roliços e foram coletados em arredores da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Nesse sentido, em cada amostrador foram inseridos os três tipos de substratos: (1) bucha vegetal (10 x 7 cm), que consiste em um substrato orgânico, mas com alta heterogeneidade, devido às reentrâncias existentes na estrutura do material; (2) seixos de aproximadamente 10 x 7 cm, com superfície relativamente lisa, a qual atribui a este substrato baixa heterogeneidade; (3) misto, composto por uma bucha vegetal (10 x 7 cm) e um seixo (10 x 7 cm) (Figura 2). Por fim, os amostradores foram incubados em blocos contendo os três tipos de substratos para evitar eventuais efeitos locais sobre a colonização dos invertebrados aquáticos.

Após cerca de 30 dias, os amostradores foram removidos do riacho para lavagem dos substratos em laboratório. O material

foi lavado na peneira com malha de 500mm e fixado em álcool 70%. Posteriormente, foi realizada a triagem e identificação dos invertebrados aquáticos até menor nível taxonômico possível, utilizando as chaves taxonômicas de identificação Mugnai et al. (2010), Passos et al. (2007), Pes et al. (2005) e Merritt et al. (2009).

Para analisar os dados estatisticamente, inicialmente a normalidade das variáveis abundância, riqueza e índice de diversidade de Shannon utilizando um teste Shapiro-Wilk. Para as variáveis que não apresentaram normalidade, foi realizada uma transformação em $\log(x+1)$. Após este procedimento, a diferença entre estas variáveis e os tipos de substratos foi avaliada a partir da aplicação de uma Análise de Variância em blocos, com teste Tukey *a posteriori*. A variável preditora foram os tipos de substrato com três níveis categóricos (i.e. seixo, bucha vegetal e misto), enquanto que o desenho em bloco foi adotado para diminuir os possíveis efeitos dos locais de instalação dos amostradores no riacho. Para avaliação da composição da

comunidade em relação ao substrato, utilizamos uma análise de classificação com medida de distância Bray-Curtis, com método de agrupamento UPGMA. Testamos a existência de grupos, utilizando uma PerMANOVA. As análises foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2020).

Resultados

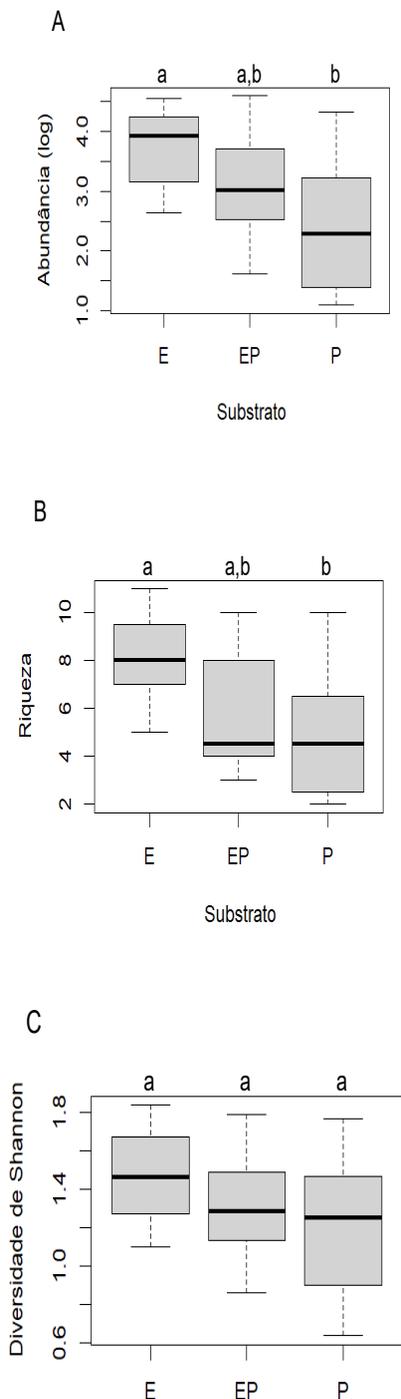
A abundância total de invertebrados aquáticos associados aos substratos foi de 795, sendo 394 (49,6%) na bucha vegetal, 246 (30,9%) no misto e 155 no seixo (19,5%) (Tabela 1). A abundância de organismos variou entre os substratos ($F_{2,7} = 4,2$, $p = 0,03$), sendo maior na bucha vegetal e menor nos seixos (Figura 3A). Foram identificados um total de 37 taxa nos três substratos. A bucha vegetal apresentou maior riqueza (30 taxa; $F_{2,7} = 3,8$, $p = 0,04$), seguido do misto (20 taxa) e seixo (16 taxa) (Figura 3B). O índice de diversidade de Shannon foi similar entre os substratos ($F_{2,7} = 1,40$, $p = 0,27$; Tabela I; Figura 3C).

Tabela I - Abundância dos taxa coletados no riacho Tapera nos diferentes tipos de substratos (bucha vegetal, seixo e misto - bucha vegetal e seixo)

Ordem/Família	Gênero	Bucha Vegetal	Misto	Seixo	
Diptera					
Chironomidae larva		184	89	72	
Simuliidae	<i>Simulium</i> Latreille, 1802	2	5	4	
Empididae	<i>Hemerodromia</i> Fallén, 1816	1	1	0	
Chaoboridae		1	2	5	
Coleoptera					
		<i>Macrelmis</i> Motschulsky, 1859	73	44	7
		<i>Heterelmis</i> Sharp, 1882	23	20	12
		<i>Neelmis</i> Musgrave, 1935	47	50	15
Elmidae larva		<i>Hexanchorus</i> Sharp, 1882	10	7	2
		<i>Hexacylloepus</i> Hinton, 1937	1	0	0
		<i>Phanocerus</i> Sharp, 1882	1	0	0

Ordem/Família	Gênero	Bucha Vegetal	Misto	Seixo	
Elmidae adulto	Gênero 1	5	10	1	
	Gênero 2	1	1	0	
Trichoptera					
Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> Curtis, 1935	4	0	0	
Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> Bancks, 1995	1	0	0	
Hydropsychidae	<i>Smicridae</i> McLachlan, 1871	9	7	24	
	Gênero 1	1	0	0	
Plecoptera					
Perlidae	<i>Anacroneuria</i> Klapalek, 1909	1	0	1	
	<i>Macrogynoplax</i> Enderlein 1909	1	1	5	
Ephemeroptera					
Euthyplociidae	<i>Campilocia</i>	0	2	0	
Caenidae	<i>Caenis</i> Froelich, 1969	5	0	0	
	<i>Askola</i> Peters, 1969	0	1	0	
Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i> Traver, 1943	11	1	3	
	<i>Thraulodes</i> Ulmer, 1920	0	1	0	
	<i>Hagenulopsis</i> Ulmer, 1920	2	1	0	
Baetidae	<i>Americabaetis</i> Kluge, 1992	1	0	0	
Leptohyphidae	<i>Leptohyphodes</i> Ulmer, 1919	1	0	0	
Odonata					
Gomphidae	<i>Archaeogomphus</i> Williamson, 1919	1	0	0	
	<i>Gomphoides</i> Hagen in Selys, 1854	0	0	1	
	<i>Phyllogomphoides</i> Belle, 1970	1	0	0	
Libellulidae	<i>Perithemis</i> Selys in Sagra, 1857	1	0	2	
Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> Hagen in Selys, 1853	1	0	0	
Corduliidae	<i>Navicordulia</i> Machado & Costa, 1995	0	1	0	
Coenagrionidae		2	0	0	
Megaloptera					
Corydalidae	<i>Corydalus</i> Latreille, 1802	0	1	0	
Hemiptera					
Notonectidae		0	1	0	
Decapoda		2	0	0	
		Riqueza	30	20	16
		Abundância	394	246	155
		Índice de Diversidade de Shannon	0,83	0,83	0,81

Figura 3 – A) Abundância de organismos, B) Riqueza, C) Diversidade de Shannon em relação ao substrato (E = bucha vegetal, EP = bucha vegetal e seixo e P = seixo). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os substratos



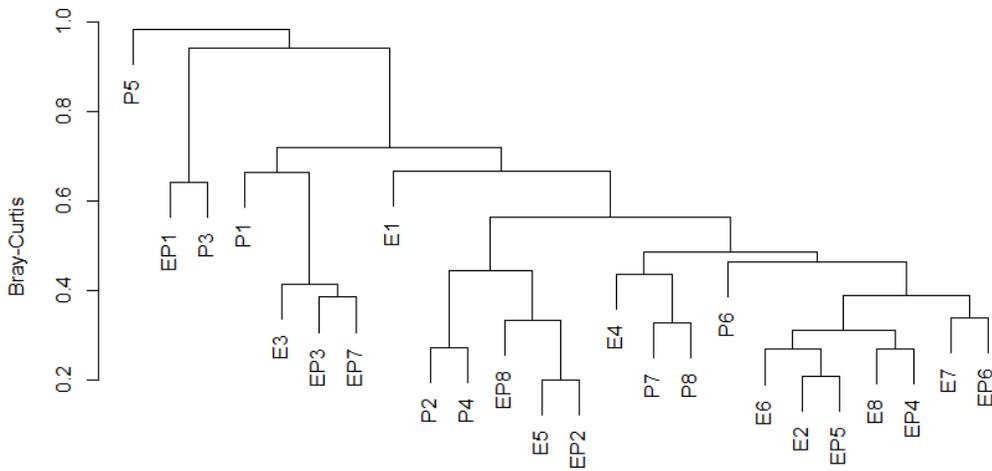
Em relação à composição, não foi observada formação de grupos distintos a partir dos tipos de substratos ($p=0,48$; Figuras 4A e 4B). Chironomidae foi a família mais representativa em todos os substratos, sendo mais abundante no substrato bucha vegetal. Seguido dos coleópteros, que também foram representativos em todos os substratos, sendo o gênero *Macrelmis* mais abundante na bucha vegetal e o *Neoelmis* no misto e no seixo, ambos da família Elmidae. Por fim, o gênero *Smicridea* (Hydropsychidae) foi representativo, sendo mais abundante no seixo.

Discussão

A maior abundância e riqueza na bucha vegetal e menor no seixo corroborou, parcialmente, nossa primeira hipótese. A bucha vegetal, considerada como o tipo de substrato com maior complexidade e heterogeneidade em relação ao substrato seixo, demonstrou melhores condições para abrigar maior número de organismos e, conseqüentemente, de gêneros. Segundo Milesi; Doledec; Melo (2016), *habitats* heterogêneos suportam maior abundância de espécies porque permitem maior proteção contra predação, microhabitats ou refúgios, e maiores quantidades de alimentos do que os homogêneos. Embora o substrato misto tenha sido composto pela junção dos outros dois substratos testados (i.e. seixo e bucha vegetal) não apresentou incremento de organismos. Logo, um eventual efeito aditivo proporcionado pelos dois substratos não foi eficaz para gerar melhores condições de colonização aos invertebrados aquáticos.

Assim, microhabitats heterogêneos criam condições que podem facilitar a colonização de invertebrados aquáticos (ALLAN; CASTILLO, 2007). De acordo com Principe et al. (2019), há diferenças na riqueza e abundância entre *habitats* de diferentes tipos de

Figura 4 - Dendrograma com a composição taxonômica dos invertebrados aquáticos associados aos substratos bucha vegetal (E), misto (EP) e seixo (P) amostrados do córrego Tapera, Três Lagoas-MS



substrato. Ou seja, a riqueza pode aumentar quanto maior a disponibilidade de recursos fornecidos pelo substrato (MILESI; DOLEDEC; MELO, 2016). Como demonstrado nos resultados, a bucha vegetal apresentou a maior abundância e riqueza de taxa, isso porque fornece condições ideais para invertebrados aquáticos, como a disponibilização de refúgio contra fatores do meio.

Em contrapartida, substratos homogêneos expõem os organismos a condições de microhabitat mais severas. Adicionalmente, superfícies lisas e homogêneas apresentam uma maior exposição a distúrbios físicos e, conseqüentemente, fornecem uma menor proteção contra predadores, como observado nos seixos, onde a disponibilidade de refúgio foi baixa. Com isso, esses organismos precisam resistir a altos fluxos de velocidade em substrato homogêneo (MILESI; MELO; DOLEDEC, 2019). Por conseguinte, o substrato seixo apresentou menor riqueza e abundância ao compará-lo com a bucha vegetal.

Em vista disso, o substrato seixo demonstrou que em trechos de riachos mais homogê-

neos, há a tendência que haja forte redução da riqueza taxonômica. Neste sentido, fica claro, a partir dos resultados deste estudo, que a heterogeneidade e complexidade ambiental dos riachos é um fator preponderante para o incremento da diversidade aquática (COSTA; MELO, 2008; HEPP; LANDEIRO; MELO, 2012). Nesse sentido, observa-se que a alta heterogeneidade permite, não apenas o aumento da abundância, mas também a colonização por espécies que não são capazes de persistir em substratos homogêneos (HEPP; LANDEIRO; MELO, 2012).

O substrato misto (bucha vegetal e seixo) mostrou quantidades intermediárias de organismos associados. Isso ocorreu porque a bucha vegetal e seixo estavam associados ao mesmo amostrador. Ou seja, o misto apresenta dois tipos de substratos. Porém, a bucha vegetal e seixo se encontravam em uma parcela menor ao comparar com o substrato orgânico e inorgânico. Dessa maneira, o substrato misto apresenta uma parcela de heterogeneidade da bucha vegetal. Ou seja, fornece proteção, refúgio e alimento. Por ou-

tro lado, o substrato misto também apresenta a homogeneidade da seixo que, ao contrário da bucha vegetal, expõe os organismos a condições mais severas. Por exemplo, os invertebrados que estavam associados aos seixos também precisavam se adaptar à predação e distúrbios físicos do meio (MILESI; MELO; DOLEDEC, 2019). Nesse sentido, o substrato misto atuou de maneira semelhante ao substrato bucha vegetal e seixo. Por esse motivo, não apresentou diferença significativa de riqueza e abundância com a bucha vegetal e o seixo.

Em relação à composição, os resultados demonstrados não corroboraram com a hipótese. Os substratos estudados não foram diferentes o suficiente para demonstrar variabilidade na composição taxonômica. Os organismos que apresentam alta plasticidade alimentar e ambiental foram encontrados em abundância em todos os tipos de substrato e, provavelmente, por isso não houve um padrão na composição. Foi observada uma grande quantidade de organismos da família Chironomidae, a qual é considerada cosmopolita e tolerante. Essa família contém espécies adaptadas a colonizar grande variedade de tipos de *habitats*, sendo generalista em relação ao tipo de substrato (CORREIA, 2004; ROSIN, 2011; REIS, 2007). Além desses organismos, os coleópteros, dentro dos insetos, são os mais diversificados e extremamente abundantes. Consequentemente, podem ser encontrados em quase todos os ambientes (SILVEIRA, 2020).

Como observado nos resultados, os quironomídeos e os coleópteros foram os dois

grupos mais abundantes encontrados. Isso ocorreu por conta da alta tolerância e pela ampla distribuição, respectivamente. Esses fatores mostram que esses organismos podem ocupar uma variedade de nichos e podem colonizar diferentes *habitats*, artificiais ou naturais de sistemas lóticos (ROSIN, 2011; SILVEIRA, 2020; REIS, 2007). Assim, a composição não apresentou padrões claros de agrupamento por substrato.

Considerações Finais

Os resultados deste trabalho demonstram que o tipo de substrato afetou a estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos, mas não a composição taxonômica. Como observado, a riqueza e a abundância de taxa foram maiores na bucha vegetal e menores no seixo. Por sua vez, não foi observada formação de grupos distintos a partir dos tipos de substratos. Neste contexto, a bucha vegetal foi o substrato mais eficiente devido à sua complexidade, isso porque fornece condições ideais para invertebrados aquáticos, como a disponibilização de refúgio contra fatores do meio. Numa perspectiva voltada à restauração de pequenos riachos, faz-se necessário práticas de manejo da conservação da biodiversidade em ecossistemas de riachos. Especificamente, é necessária a manutenção ou restauração de heterogeneidade física do canal de fluxo. Portanto, conclui-se que a complexidade de substratos é importante para manutenção da diversidade dos organismos aquáticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas do Laboratório de Indicadores Ambientais – UFMS/CPTL. SVM agradece ao CNPq pela bolsa PDJ (150477/2021-0) e ao Programa de Pós-Doutorado da UFMS (PROPP/PROGEP/UFMS #41/2021). LUH agradece a bolsa CNPq (307212/2020-3).

REFERÊNCIAS

- ALBERTONI, E. F., SILVA, C. P. Caracterização e importância dos invertebrados de águas continentais com ênfase nos ambientes de Rio Grande. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 5, n. 1, p. 9-27, 2010.
- ALLAN, J. D., CASTILHO, M. M. **Stream ecology**: structure and function of running waters. New York: Chapman and Hall. 2007.
- CORREIA, L. C. S. **Contribuição para o conhecimento do gênero *Chironomus* Meigen, 1803 na região neotropical**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2004.
- COSTA, S. S., MELO, A. S. Beta diversity in stream macroinvertebrate assemblages: Among-site and among-microhabitat components. **Hydrobiologia**, v. 598, n. 1, p. 131-138, 2008.
- 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., SANTOS, S. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 157, n. 1-4, p. 305-318. 2009.
- MERRITT, R. W., CUMMINS, K. W., BERG, M. B. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. Dubuque: Kendall Hunt Pub Co. 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.
- MILESI, S. V., MELO, A. S., DOLÉDEC, S. Assessing community functional attributes during substrate colonization: a field experiment using stream insects. **Hydrobiologia**, v. 838, n. 1, p. 183-192, 2019.
- MUGNAI, R., NESSIMIAN, J. L., BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Books. 2010.
- PASSOS, M. I. S., NESSIMIAN, J. L. & FERREIRA-JUNIOR, N. Chaves para identificação dos gêneros de Elmidae (Coleoptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 1, p. 42-53, 2007.
- 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.
- Prefeitura Municipal de Três Lagoas. Plano de manejo Parque Natural Municipal do Pombo, 2019.
- PRINCIPE, R. E., MÁRQUEZ, J. A. & CIBILS-MARTINA, L. Distribution and habitat preference of Ephemeroptera and Trichoptera in subtropical mountain streams: implications for monitoring and conservation. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 3, 2019.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Retrieved in 2022, October 21, from <https://www.R-project.org>. 2020.

REIS, P. R. Estrutura da comunidade de Chironomidae na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central, e associação de larvas e adultos de gênero *Polypedilum* Kieffer (Diptera: Nematocera). **Dissertação** (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais). Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2007.

ROSIN, G. C. Complexidade e heterogeneidade de habitats em diferentes escalas: efeitos e influências sobre a comunidade de Chironomidae da planície de inundação do alto rio Paraná. **Tese** (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2011.

SANTIAGO, I. V., COSTA, W. L. S. & GOUVEIA, F. B. P. Colonização de insetos aquáticos em diferentes tipos de substratos naturais em um igarapé da Amazônia. **III Congresso de Iniciação Científica do INPA – CONIC**, Manaus. 2014.

SUÁREZ, B., BARRIOS, M., DE MELLO, F.T. Macroinvertebrates' response to different land use in lowland streams from Uruguay: use of artificial substrates for biomonitoring. **Neotropical Biodiversity**, v. 1, n. 8, p. 136-146, 2022.

ZAVATTINI, J. A. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. **Geografia** (Rio Claro), v. 17, n. 2, p. 65-91, 1992.

