



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

VALESKA SAMARA DE MIRANDA TAVARES

**DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO PODEM INFLUENCIAR GRUPOS
TRÓFICOS FUNCIONAIS DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM RIOS
INTERMITENTES DO SEMIÁRIDO?**

CAMPINA GRANDE-PB

2022

VALESKA SAMARA DE MIRANDA TAVARES

**DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO PODEM INFLUENCIAR GRUPOS
TRÓFICOS FUNCIONAIS DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM RIOS
INTERMITENTES DO SEMIÁRIDO?**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado a Coordenação do Curso de
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de Graduada
em Licenciatura em Ciências Biológicas

Orientadora: Profa. Dra. Joseline Molozzi
Coorientador(a): Ana Vitória Freire

CAMPINA GRANDE-PB

2022

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

T231d Tavares, Valeska Samara de Miranda.

Diferentes tipos de substrato podem influenciar grupos tróficos funcionais de macroinvertebrados aquáticos em rios intermitentes do semiárido? [manuscrito] / Valeska Samara de Miranda Tavares. - 2022.

19 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2023.

"Orientação : Profa. Dra. Joseline Molozzi , Coordenação de Curso de Biologia - CCBS. "

1. Grupos tróficos. 2. Ecologia de riacho. 3. Fauna bentônica. I. Título

21. ed. CDD 577.6

VALESKA SAMARA DE MIRANDA TAVARES

**DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO PODEM INFLUENCIAR GRUPOS
TRÓFICOS FUNCIONAIS DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM RIOS
INTERMITENTES DO SEMIÁRIDO?**

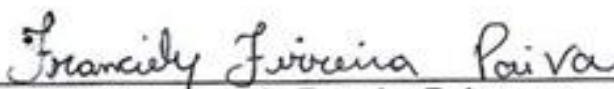
Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado a Coordenação do Curso de
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de Graduada
em Licenciatura em Ciências Biológicas

Aprovada em: 16/11/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Joseline Molozzi (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Franciely Ferreira Paiva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. José Etham Lucena Barbosa
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho a minha mãe que esteve sempre ao meu lado e me deu forças quando eu queria desistir.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	METODOLOGIA.....	9
2.1	Área de estudo.....	9
2.2	Procedimentos de Campo.....	10
2.3	Procedimento laboratorial.....	11
2.4	Grupos tróficos funcionais.....	11
2.5	Análise de dados.....	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4	CONCLUSÃO.....	14
	REFERÊNCIAS	16

DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO PODEM INFLUENCIAR GRUPOS TRÓFICOS FUNCIONAIS DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM RIOS INTERMITENTES DO SEMIÁRIDO?

Valeska Samara de Miranda Tavares¹

RESUMO

Devido sua interação constante com o substrato, os macroinvertebrados podem sofrer influência direta ou indireta das mudanças que ocorrem com este componente do corpo aquático, uma vez que esses organismos precisam se adaptar para sobreviver em tal habitat. Assim o objetivo desse estudo foi verificar como dois diferentes tipos de substrato (folhas e sedimento) podem influenciar a riqueza e abundância de grupos tróficos funcionais. O estudo foi desenvolvido em quatro rios: Rio Paraíba, Rio Boa vista, Rio Gurinhém, o Rio Gurinhenzinho, onde os macroinvertebrados foram coletados em 4 pontos ao longo de cada rio, por meio de dois métodos diferentes: litter bags e surber. No laboratório, as amostras foram lavadas e os organismos contidos nelas foram triados e levados para identificação até o menor nível taxonômico possível e classificados entre os seguintes grupos funcionais: Raspadores, Fragmentadores, Coletores, Filtradores, Predadores. No total, foram coletados 17.163 organismos, sendo eles 3.923 indivíduos por meio dos "litter bags" e 13.240 indivíduos por meio do Surber, dos quais foram identificados 30 espécimes até o nível de Família e 22 espécimes até o nível de Gênero. O grupo funcional dos raspadores foi o que apresentou uma diferença significativa em sua abundância, apenas no método surber, enquanto que não houve diferença significativa entra a riqueza de nenhuma das características funcionais em nenhum dos dois métodos. Tal resultado pôde ser explicado pela configuração do sedimento que possibilita maior recurso alimentar e fixação para os organismos cuja abundancia foi mais representativa, concluindo assim que o grupo dos raspadores se mostrou mais sensível à influência do substrato.

Palavras-chave: Grupos tróficos, Fauna Bentônica, Ecologia de Riacho.

ABSTRACT

Due to their constant interaction with the substrate, macroinvertebrates may be directly or indirectly influenced by the changes that occur with this component of the aquatic body, since these organisms need to adapt to survive in such an habitat. So, the objective of this study was to verify how two different types of substrate (leaves and sediment) can influence the richness and abundance of functional feeding groups. The study was carried out in four rivers: Rio Paraíba, Rio Boa vista, Rio Gurinhém, Rio Gurinhenzinho, where macroinvertebrates were collected at 4 points along each river, using two different methods: litter bags and surber. In the laboratory, the samples were washed and the organisms contained there were sorted and taken for identification to the lowest possible taxonomic level and classified into

¹ Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E-mail: valeskasmt264@gmail.com.

the following functional groups: Scrapers, Shredders, Collectors, Filters, Predators. In total, 17,163 organisms were collected, 3,923 individuals using “litter bags” and 13,240 individuals using Surber, of which 30 specimens were identified to the Family level and 22 specimens to the Genus level. The functional group of scrapers was the one that showed a significant difference in its abundance, only in the surber method, while there was no significant difference between the richness of any of the traits in either of the two methods. This result could be explained by the patterns of land use in the riparian areas of the rivers where the study was carried out, thus concluding that the scrapers group were more sensitive to the influence of the substrate.

Key-words: Trophic groups, benthic fauna, Stream ecology

1. INTRODUÇÃO

Os Macroinvertebrados bentônicos são um grupo de animais encontrados nos substratos dos mais diversos ambientes aquáticos, cuja comunidade é constituída por moluscos, insetos aquáticos, anelídeos, em pelo menos uma fase de vida (Hauer & Resh, 2017). Estes animais representam uma grande importância para o funcionamento do ecossistema aquático, uma vez que possuem grande importância na ciclagem de nutrientes dos corpos aquáticos e como espécies importantes para a cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos (FIGUEIREDO-BARROS, et al 2005).

Diversos fatores podem ser fontes da variação de distribuição dos grupos funcionais em macroinvertebrados, dentre esses fatores estão as condições abióticas próprias do ambiente e as atividades antropogênicas ao longo de um corpo aquático, as quais podem gerar alterações que influenciam direta ou indiretamente sobre os organismos (OLIVEIRA & NESSIMIAN, 2010; REYNAGA et al, 2020). Poluição, assoreamento, retirada da mata ciliar, são algumas das consequências do aumento da atividade humana às margens de corpos aquáticos que provocam modificações nos aspectos físicos e químicos dos mesmos (HEPP & RESTELLO, 2007). Estudos mostram que tais mudanças na paisagem e na estrutura das vegetações ripárias que cercam os corpos aquáticos podem gerar alterações nas taxas de matéria orgânica tanto na água quanto no sedimento, na composição do substrato, dentre outros, que podem gerar resultados como alterações na estrutura funcional das comunidades, e na abundância e riqueza de determinados grupos funcionais (COPATTI et al, 2013; MARTINS et al, 2015; SCOTTI et al, 2019; TOLEDO et al, 2020;).

Os atributos funcionais de uma determinada espécie conferem a esta a capacidade de se adaptar ao ambiente ao qual está inserida, uma vez que tais características são selecionadas para beneficiar sua sobrevivência às determinadas condições ambientais (VIOLLE et al, 2007). Sobretudo em ambientes de características adversas ou até mesmo em habitats que sofrem de algum tipo de “stress” ambiental, estes atributos funcionais tem a capacidade notável de revelar como funciona determinados mecanismos no arranjo das comunidades. (USSEGLIO-POLATERA et al, 2000) Portanto, estes atributos biológicos funcionais em comunidades de macroinvertebrados aquáticos, podem refletir variações do

ambiente, sejam elas provocadas por atividades antropogênicas sobre o corpo aquático ou por fatores próprios de suas condições abióticas, sendo, dessa forma, largamente utilizados para investigar o funcionamento de ecossistemas aquáticos (MERRIT et al, 2016; Z. LI et al, 2019; JOVEM-AZEVEDO et al, 2019; YADAMSUREN et al 2020).

Dentre estes atributos biológicos dos macroinvertebrados, os grupos tróficos funcionais, como o de hábitos alimentares, são bastante utilizados para entender como tais organismos respondem a diferentes condições físicas e químicas do ecossistema, uma vez que com base na presença ou ausência de determinados grupos é possível inferir sobre a estabilidade do corpo aquático e a disponibilidade de recursos que permitam a sobrevivência de tais organismos (CASTRO et al, 2016; MERRIT et al, 2017). Além disso, os grupos tróficos funcionais também têm sido bastante utilizados ao redor do mundo, posto que além de refletir as mudanças ambientais por meio da estrutura de sua comunidade, possibilita com que tal avaliação seja eficaz (OLIVEIRA & NESSIMIAN, 2010; MERRIT et al, 2014).

O substrato é um dos principais componentes de um corpo aquático, um meio físico ao qual os macroinvertebrados se relacionam, que pode mostrar-se de forma heterogênea naturalmente. Sendo assim, este pode ser composto por diversos materiais, sejam eles orgânicos como folhiços e raízes, ou inorgânicos como silte, argila, areia e cascalho (SALLES & FERREIRA-JÚNIOR, 2014). O substrato pode exercer influência sobre diversos aspectos como distribuição, riqueza e abundância, tendo conseqüentemente, um papel de fundamental importância para tais organismos (DE ASSIS et al 2004). Este componente tem a capacidade de fornecer aos organismos recursos benéficos a sua sobrevivência, em determinadas condições do habitat, tais como maior disponibilidades de alimentos, abrigo e refúgio contra predadores (OLIVEIRA & NESSIMIAN, 2010; ZHANG et al, 2018; FERREIRA et al, 2019). Assim, alterações na heterogeneidade de substratos podem provocar também mudanças na composição das guildas tróficas da biota, já que esse fator pode atuar como regulador da estabilidade da comunidade (MILÉSI et al,2016).

É possível classificar os tipos de substratos em substratos naturais e substratos artificiais, os quais provém diferentes tipos de recursos para a sobrevivência de grupos de organismos como macroinvertebrados aquáticos, agindo

como influenciadores sobre a presença de determinados atributos biológicos que compõem os grupos tróficos destes organismos (CHARA et al, 2007). Dentre estes, os substratos artificiais, neste trabalho representados pelos detritos foliares dos litter bags, são bastante utilizados em estudos sobre a relação entre o substrato e os atributos funcionais de macroinvertebrados (IÑIGUES-ARMIJOS et al 2016; PINNA et al 2017).

Sendo assim, nosso objetivo foi verificar como dois diferentes tipos de substrato podem influenciar a riqueza e abundância de grupos tróficos funcionais, caracterizando os atributos funcionais da comunidade bentônica em dois tipos de substrato: sedimento e folhas, e avaliando a abundância e riqueza de grupos funcionais entre estes.

Assim, a questão motriz que buscamos responder com este trabalho é: Diferentes tipos de substratos podem gerar variações entre os grupos tróficos funcionais? A nossa hipótese é de que diferentes substratos podem sim gerar variação nos grupos funcionais de modo que: i) o substrato folhoso aporta uma maior riqueza de grupos tróficos funcionais, onde a categoria "Fragmentador" poderá ser mais significativa nas folhas, devido a importância de tal recurso para esse grupo; e ii) a abundância dos grupos funcionais será maior nas amostras coletadas por meio do Surber.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em quatro rios: Rio Paraíba, Rio Boa vista, Rio Gurinhém, o Rio Gurinhenzinho, cujos cursos d'água são afluentes da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Estado da Paraíba, Brasil (Figura 1). (Entre 06°51'31" e 08°26'21" ao sul e 34°48'35" e 37°02'15" oeste) Estes rios, assim como maioria dos rios da região semiárida são intermitentes, ou seja, são rios que só enchem no período chuvoso e passam boa parte do ano praticamente seco, devido ao seu regime hidrológico e as elevadas temperaturas (FOVET et al 2021).

De acordo com a classificação climática de Köppen-geiger, o clima da região é classificado como sendo do tipo BSh, dessa forma sendo quente e seco, com precipitação anual inferior a 500mm (ALVARES et al 2014).

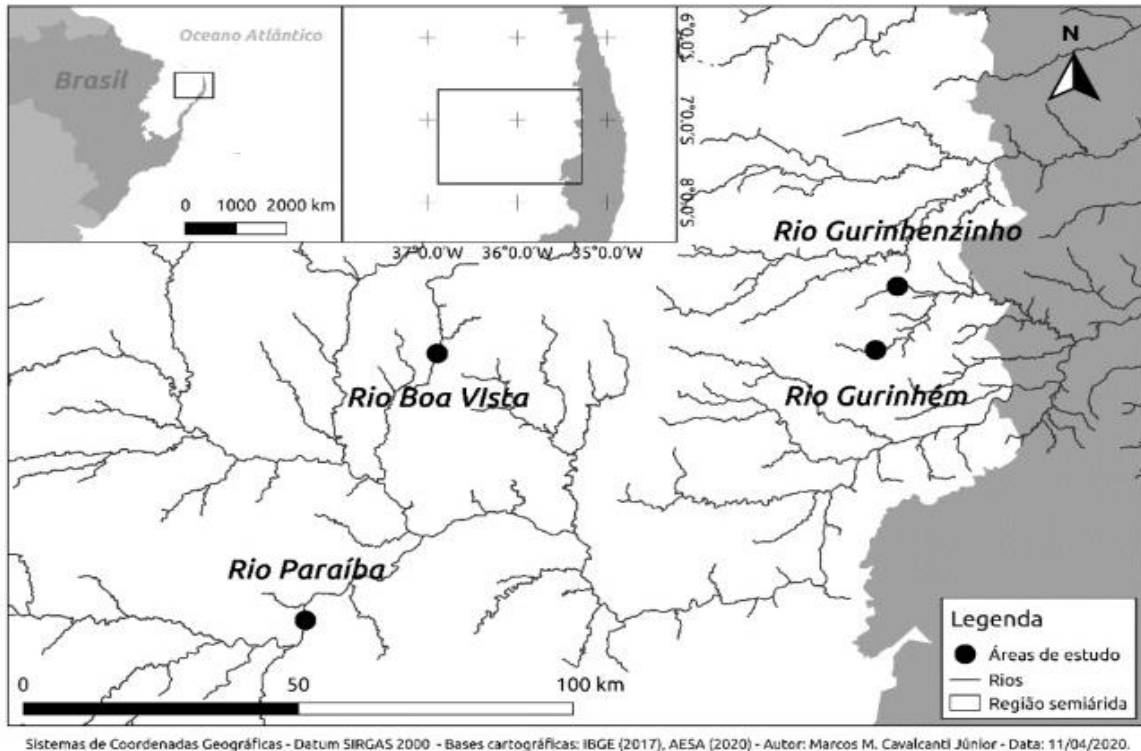


Figura 1. Mapa com a localização dos rios amostrados – Paraíba, Boa Vista, Gurinhém e Gurinhénzinho.

A vegetação ciliar observada nas áreas de estudo foi diversa, houveram espécies nativas como *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro) e *Spondias tuberosa* (Umbuzeiro), e também alta presença de *Prosopis juliflora* (Algaroba), espécie invasora predominante no semi-árido brasileiro. Além disso, foram encontradas várias áreas sem vegetação ciliar ou com plantações agrícolas substituindo a vegetação ciliar original.

2.2 Procedimento de campo

Para os macroinvertebrados a coleta foi realizada por meio de dois métodos: Litter bags e o Surber. Os Litter bags (15x15 cm) com malha de 10 mm com folhas senescentes de *Aspidosperma pyrifolium* foram instalados nos 4 pontos ao longo de cada rio, sendo 3 Litter bags para cada ponto, os quais permaneceram por 30 dias e posteriormente armazenados em sacos para serem transportados para o laboratório.

Com o surber de malha 0.25 μm foram coletadas as amostras nos 4 pontos, sendo realizadas 3 réplicas para cada ponto, as quais foram armazenadas sacolas plásticas etiquetadas e imersas em álcool 70% para serem transportados para o laboratório.

2.3 Procedimento laboratorial

Para os macroinvertebrados bentônicos coletados por meio do surber, em laboratório as amostras foram lavadas em peneiras de 250 μm , posteriormente foram triadas e os organismos identificados de acordo com chaves de identificação específicas (TRIVINHO-STRIXINO, 2011). Os macroinvertebrados coletados por meio dos Litter bags, foram separados das folhas contidas nestes por meio da lavagem e armazenados em potes com álcool 70% para identificação, que também foi feita de acordo com chaves de identificação específicas (TRIVINHO-STRIXINO, 2011).

2.4 Grupos tróficos funcionais

O atributo biológico selecionado para ser utilizado neste trabalho foi o grupo trófico funcional (GTF), do qual foram classificadas as seguintes categorias: Raspadores, Fragmentadores, Catadores, Filtradores, Predadores (CUMMINS, et al 2005).

Tabela 1. Descrição dos atributos funcionais selecionados

Grupos tróficos funcionais	Descrição
Coletor Catador	Caracterizados por alimentar-se de matéria orgânica particulada fina, catando esses depósitos nos sedimentos de rios.
Filtrador	Alimentam-se de matéria orgânica particulada fina ao filtrar as partículas da água corrente dos rios.

Fragmentador	Caracterizados por fragmentar pedaços de matéria orgânica particulada grossa como folhas e gravetos para se alimentar.
Predador	Caracterizam-se por se alimentar a partir da captura de organismos dos outros grupos funcionais.
Raspador	Alimentam-se raspando o perifíton aderido à componentes dos substratos dos rios, como pedras, folhas, troncos, etc.

2.5 Análise de dados

Os parâmetros selecionados para comparação dos grupos tróficos funcionais entre os substratos foram, abundância e riqueza. Realizamos o teste Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos dados e uma vez que os dados não atenderam o pressuposto de normalidade, para verificar a diferença entre os tipos de substratos em relação a riqueza e abundância dos grupos tróficos funcionais foi realizado o teste não paramétrico Wilcoxon- Mann-Whitney, Todas as análises foram realizadas no software R 4.0.3 (R Core Team, 2020) com auxílio do Rstudio (RStudio Team, 2020) e de pacotes especializados (pacote: Vegan).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram coletados 17.163 organismos, sendo 3.923 indivíduos por meio dos “litter bags” e 13.240 indivíduos por meio do “Surber”, dos quais pudemos identificar 30 espécimes até o nível de Família e 22 espécimes até o nível de Gênero, distribuídos entre os grupos funcionais descritos anteriormente neste trabalho.

De acordo com nossos resultados, foi possível observar que para os aspectos de abundância, o grupo trófico funcional raspadores foi o que apresentou uma diferença significativa em relação aos tipos de substrato ($p = 0,0061$). Para a riqueza

dos grupos tróficos funcionais, não foi possível verificar nenhuma diferença significativa ao comparar os tipos de substrato.

A partir dos gráficos, podemos verificar que a abundância dos raspadores foi significativamente maior no substrato representado pelo método Surber, enquanto que para a riqueza, não houve diferença entre os métodos (Fig 1).

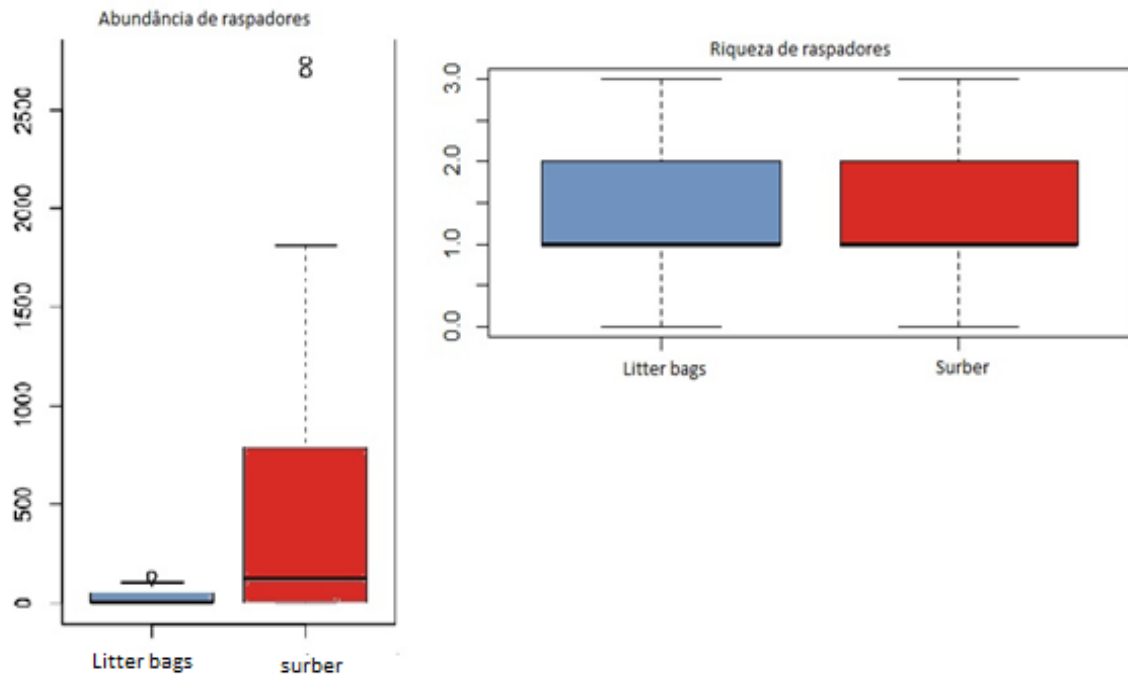


Figura 2: a) Gráfico de abundancia dos raspadores; b) Gráfico de riqueza dos rapadores.

Os corpos aquáticos da região semi-árida fornecem diversos recursos e são utilizados pelas mais diversas atividades, principalmente aquelas que envolvem uso antrópico, como abastecimento, agricultura, pecuária, despejo de esgoto e poluição, que geram consequências como assoreamento, eutrofização, que influenciam diretamente sobre a qualidade da água e do substrato dos corpos aquáticos. (FEITOSA, 2016; LIMA et al, 2017;) Os substratos, como um meio físico ao qual os macroinvertebrados interagem, exercem muitas vezes um papel relevante sobre a estrutura da comunidade desses animais, uma vez que este recurso pode favorecer ou impedir o estabelecimento de um determinado grupo na comunidade bentônica dos riachos (MONÇÃO, 2013).

Partindo desse pressuposto, as características de uso da terra na região adjacente dos rios, ou seja, a estrutura da vegetação ciliar, podem explicar a diferença na abundância dos raspadores no sedimento, uma vez que estudos

apontam que raspadores possuem certa preferência aos substratos encontrados em regiões de degradação associadas à atividade agrícola, já que tais padrões de uso do solo permitem o crescimento do perifíton que serve de alimento para esse grupo de animais (BHAWSAR et al, 2015). Por outro lado, a menor abundância destes no substrato folhoso representado pelo litter, pode ser explicado pela infixidez de sua presença no rio, uma vez que os raspadores precisam de superfícies estáveis para a formação do biofilme que os fornece o recurso nutricional, e o litter representa um habitat de curta duração em relação ao sedimento. (KIKUCHI & UIEDA, 2005; MERRIT et al, 2014) Além disso, as folhas do litter representam uma área menor da qual os raspadores podem retirar recursos, dessa forma comportando uma menor quantidade de indivíduos do que o sedimento.

Apesar da diferença significativa encontrada na abundância dos raspadores entre os dois tipos de substrato, não foi possível verificar o mesmo resultado para a riqueza, que não apresentou diferença, isso pode ser explicado pelo fato de que o processo de decomposição foliar dentro do rio pode influenciar a colonização dos macroinvertebrados nos substratos, e assim, apesar de não mostrar grande abundância, os raspadores ainda representam grande importância no processo de decomposição foliar devido aos seus mecanismos de alimentação, justificando assim, sua presença tanto no substrato sedimentar quanto nos litters (CORREIA & SILVINO-STRIXINO, 2005; ALBERTONI et al, 2020).

Sendo assim, a primeira hipótese de que haveria diferença na riqueza entre os dois substratos foi refutada, uma vez que não houve diferenças significativas para a riqueza entre nenhum dos grupos, o grupo dos fragmentadores apresentou a mesma riqueza tanto para um substrato quanto para o outro. Já a segunda hipótese em relação à abundância foi confirmada em relação a um dos traços, os raspadores citados anteriormente apresentaram uma quantidade de indivíduos muito maior no sedimento do que nas folhas.

4. CONCLUSÃO

O estudo mostrou que o grupo funcional dos raspadores se mostrou mais sensível ao tipo de substrato, cuja abundância no sedimento apresentou uma diferença significativa em relação aos outros traços avaliados. Apesar da disparidade na abundância dos raspadores entre os dois tipos de substrato, o mesmo

não pode ser observado em relação à sua riqueza. Dessa forma, estes resultados contribuíram a compreender melhor sobre como diferentes tipos de substrato podem influenciar na composição trófica dos organismos em rios intermitentes do semiárido. No entanto, fazem-se necessários estudos posteriores para aprofundamento no conhecimento sobre este assunto.

REFERÊNCIAS

- ABÍLIO, F. J. P. ; RUFFO, T. L. M ; SOUZA, A. H. F. F. ; OLIVEIRA JR, E. T. ; MEIRELES, B. N. ; SANTANA, A. C. D. – **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade ambiental em corpos aquáticos da Caatinga** – Oecologia bras, 11 (3) 397-409, 2007.
- ALBERTONI, E. F.; CARNEIRO, T. A.; PALMA-SILVA, C.. **Invertebrados associados a detritos de macrófitas aquáticas em área úmida subtropical do Sul do Brasil**. Revista Perspectiva, v. 44, n. 165, p. 33-46, 2020.
- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728, 2013.
- BASSET, A., SANGIORGIO, F., & PINNA, M. **Monitoring with benthic macroinvertebrates: advantages and disadvantages of body size descriptors**. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14(S1), S43–S58. doi:10.1002/aqc.649, 2004.
- CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. **Caracterização funcional dos macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia central (Brasil)**. *Oecologia Brasiliensis*, v. 5, n. 1, p. 15, 1998.
- CHARA, J., BAIRD, D., TELFER, T., & GIRALDO, L. **A Comparative Study of Leaf Breakdown of Three Native Tree Species in a Slowly-Flowing Headwater Stream in the Colombian Andes**. *International Review of Hydrobiology*, 92(2), 183–198.2007.
- COPATTI, C. E.; ROSS, M.; COPATTI, B. R.; SEIBEL, L. F. **Bioassessment using benthic macroinvertebrates of the water quality in the Tigreiro river, Jacuí Basin**. *Acta Scientiarum*, v. 35, n. 4, p. 521-529, 2013.
- CORREIA, L. C. S.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Chironomidae (Diptera) em substratos artificiais num pequeno reservatório: represa do Monjolinho, São Carlos, São Paulo, Brasil**. *Entomología y Vectores*, v. 12, p. 265-274, 2005.
- CUMMINS K W , MERRITT, R W & ANDRADE. P.N.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*, 40:1, 69-89, 2005.
- CASTRO, D. M. P. , DE CARVALHO, D. R. , POMPEU, P. D. S. , MOREIRA, M. Z. , NARDOTO, G. B. , & CALLISTO, M. **Land use influences niche size and the assimilation of resources by benthic macroinvertebrates in tropical headwater streams**. *PLoS ONE*, 11(3), e0150527, 2016.

FEITOSA, L. S. **Manejo da Mata Ciliar e Eutrofização de Reservatórios do Semiárido Nordestino**. 2016. 191 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S.. **Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil**. Entomologia y Vectores, v. 12, p. 193-231, 2005.

FERREIRA, V. M. B., SOUZA, J. L. D. C., & MORAES, M. **Community structure of benthic macroinvertebrates in different types of habitat in a stream stretch of the Atlantic Rainforest**. Research, Society and Development, 9(1), 149911848. 2020.

FIGUEIREDO-BARROS, M. P., LEAL, J. J. F., DE ASSIS ESTEVES, F., MINELLO, M., BOZELLI, R. L., FARJALLA, V. F., & ENRICH-PRAST, A. **Bioturbação por Macroinvertebrados Bentônicos na Interface Sedimento-Água em Ambientes Lacustres Brasileiros: Uma Abordagem Experimental**. – Lições de Limnologia – 1ª edição, 2005.

FOVET, O. ; BELEMTUGRI, A. ; BOITHIAS, L.; BRAUD, I.; CHARLIER, J.; COTTET, M.; DAUDIN, K.; DRAMAIS, G.; DUCHARNE, A.; FOLTON, N.; MANUELA, G.; HECTOR, B.; KUPPEL, S.; COZ, J.; LEGAL, L.; MARTIN, P. ; MOATAR, F.; MOLÉNAT, J.; PROBST, A.; DATRY, T. **Intermittent rivers and ephemeral streams: Perspectives for critical zone science and research on socio-ecosystems**. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water. 8. 10.1002/wat2.1523. 2021.

HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. - **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do Alto Uruguai Gaúcho / CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA: MÚLTIPLOS OLHARES - Erechim, RS : EdiFapes, 2007.**

HAUER, F. R.; RESH, V. H. **Macroinvertebrates**. In: Methods in Stream Ecology, Volume 1. Academic Press, 2017. p. 297-319.

IÑIGUEZ-ARMIJOS, C., RAUSCHE, S., CUEVA, A., SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, A., ESPINOSA, C., & BREUER, L. **Mudanças na decomposição da serapilheira ao longo de um gradiente floresta-pastagem-urbano em córregos andinos**. Ecology and evolution , 6 (14), 4849-4865. 2016.

JOVEM-AZEVÊDO, D., BEZERRA-NETO, J. F., AZEVÊDO, E. L., GOMES, W. I. A., MOLOZZI, J., & FEIO, M. J. (2019). **Dipteran assemblages as functional indicators of extreme droughts**. Journal of arid environments, 164, 12-22

LOSKOTOVA, B.; STRAKA, M.; PAIL, P. - **Sediment characteristics influence benthic macroinvertebrate vertical migrations and survival under experimental**

water loss conditions - Fundamental and Applied Limnology / Archiv für Hydrobiologie, Volume 193, Number 1, 2019.

LIMA, T. S.; CANDEIAS, A. L. B.; CUNHA, M. C. C.. **Bioindicadores e Sensoriamento Remoto como Subsídios à Gestão dos Recursos Hídricos no Semiárido Brasileiro (Bioindicators and Remote Sensing as Subsidies for the Management of Water Resources in the Brazilian Semi-arid)**. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 10, n. 6, p. 1974-1994, nov. 2017.

LI, Z.; WANG, J.; LIU, Z.; MENG, X.; HEINO, J.; JIANG, X.; XIONG, X., JIANG X., XIE, Z.. **Different responses of taxonomic and functional structure of stream macroinvertebrate communities to local stressors and regional factors in a subtropical biodiversity hotspot**. Science of The Total Environment. 2019.

MARTINS, R. T. ; MELO, A. S. ; GONÇALVES JR, J. F. ; HAMADA, N - **Leaf-litter breakdown in urban streams of Central Amazonia: direct and indirect effects of physical, chemical, and biological factors** - Freshwater Science. 2015.

MERRITT, Richard W.; CUMMINS, Kenneth W.; CAMPBELL, Emily Y. **Uma abordagem funcional para a caracterização de riachos brasileiros**. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia, 2014.

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

MERRITT, R.W., FENOGLIO, S., CUMMINS, K.W. **Promoting a functional macroinvertebrate approach in the biomonitoring of Italian lotic systems**. J. Limnol. 2016.

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, 35(4), 1321–1329; 2016.

MONÇÃO, F. S.. **Composição e estrutura da comunidade de macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas em um córrego da cadeia do espinhaço (mg)**. – Dissertação (Mestrado), 2005.

Oliveira, Ana Lucia Henriques de, and Jorge Luiz Nessimian. **Spatial distribution and functional feeding groups of aquatic insect communities in Serra da Bocaina streams, southeastern Brazil**. Acta Limnologica Brasiliensia 22; p. 424-441, 2010.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P.; O'HARA, RB.; SIMPSON, G.; SOLYMOS, P.; STEVENS, MHH; SZÖCS, E.; WAGNER, H. (2020). **vegan community ecology package** version 2.5-7 November 2020.

POFF, N. L., M. I. PYNE, B. P. BLEDSOE, C. C. CUHACIYAN, AND D. M. CARLISLE. **Developing linkages between species traits and multiscaled environmental variation to explore vulnerability of stream benthic communities to climate change.** Journal of the North American Benthological Society , 2010.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <https://www.R-project.org> (acessado em Outubro de 2020)

RSTUDIO TEAM (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>. (acessado em Outubro de 2020)

TOLEDO, A. E., MENDOZA-CARRANZA, M., CASTILLO, M. M., BARBA-MACÍAS, E., & CAPPS, K. A. **Taxonomic and functional responses of macroinvertebrates to riparian forest conversion in tropical streams.** Science of The Total Environment, 2020.

TRIVINHO-STRIXINO S. **Larvas de Chironomidae: Guia de identificação.** UFSCar, São Carlos: 371p, 2011.

USSEGLIO-POLATERA, P., BOURNAUD, M., RICHOUX, P., & TACHET, H. **Biological and ecological traits of benthic freshwater macroinvertebrates: relationships and definition of groups with similar traits.** Freshwater Biology, 43(2), 2000.

VIOLLE, C., NAVAS, M. L., VILE, D., KAZAKOU, E., FORTUNEL, C., HUMMEL, I., & GARNIER, E.. **Let the concept of trait be functional!** Oikos 116: 882-892. 2007.

YADAMSUREN, O., MORSE, J. C., HAYFORD, B., GELHAUS, J. K., & ADLER, P. H . **Macroinvertebrate community responses to land use: a trait-based approach for freshwater biomonitoring in Mongolia.** Hydrobiologia (2020).