DOI: 10.51189/ii-bioesb/10134

II Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas On-line

DIVERSIDADE FUNCIONAL DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS: Uma breve revisão

RAQUEL DE BRITO; RAFAEL TERRAS;

RESUMO

A diversidade funcional é uma métrica de diversidade que avalia a função dos organismos presentes em um habitat considerando seus atributos (PETCHEY; GASTON, 2006). Neste sentido um atributo funcional refere-se a quaisquer diferenças morfológicas, ecológicas e comportamentais entre os organismos (CALAÇA e GRELLE, 2016). As respostas aos estímulos ambientais podem variar nos organismos, como é o caso dos invertebrados aquáticos constantemente utilizados em trabalhos de biomonitoramento devido a alta variação de sensibilidade entre as espécies (HENTGES, 2019). Buscando facilitar o entendimento desta métrica, o objetivo do estudo foi descrever os conceitos introdutórios à diversidade funcional de comunidades de invertebrados aquáticos. Esta pesquisa utilizou como método a revisão bibliográfica integrativa. A coleta de trabalhos científicos ocorreu através de busca ativa no repositório Google Acadêmico entre fevereiro de 2021 e junho de 2022, utilizando as seguintes palavras chave: “functional diversity of aquatic invertebrates”, “riparian zone invertebrates”, “aquatic invertebrates” e “functional diversity in riparian zone”. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: trabalhos científicos, artigos completos, monografias, teses para mestrado e doutorado, que datam de 1991 a 2021; trabalhos científicos disponibilizados gratuitamente ou privados e preferencialmente em inglês. Neste sentido foram coletados um total de 35 trabalhos científicos que foram lidos na íntegra e tiveram seus métodos e métricas avaliados. Os conceitos introdutórios à diversidade funcional de comunidades de macroinvertebrados bentônicos, foram separados em: i) A composição funcional das comunidades; ii) As interações entre as espécies; iii) Os habitats como filtros; iv) Os atributos funcionais são indicadores da influência das condições ecossistêmicas; v) Diferentes espécies desempenham funções semelhantes; vi) A vegetação como o principal filtro de invertebrados aquáticos.

Palavras-chave: Diversidade funcional. Métricas de diversidade. Atributos funcionais. Invertebrados aquáticos. Filtros ambientais.

INTRODUÇÃO

Envolvendo a compreensão de comunidades e ecossistemas baseada no que os organismos fazem, a diversidade funcional é o componente da biodiversidade que corresponde às funções que os organismos realizam nos ecossistemas (PETCHEY e GASTON, 2006). Assim, a diversidade funcional é um importante indicador da qualidade ambiental, pois reflete a capacidade de uma comunidade em suportar mudanças e adaptar-se a novas condições (DÍAZ e CABIDO, 2001). As interações entre as espécies são moldadas pelo meio que elas habitam. Do mesmo modo, a distribuição e a frequência das características destes organismos moldam as funções deste meio (MCGILL *et al*., 2006). Assim a diversidade de atributos refere-se à diferença de características funcionais, por exemplo, a

DOI: 10.51189/ii-bioesb/10134

diversidade de tipos de aparelho bucal, ou o formato do corpo de diferentes organismos em um ecossistema (DÍAZ e CABIDO, 2001). Os invertebrados aquáticos estão envolvidos em importantes processos nos ecossistemas aquáticos, atuando como conectores entre diferentes diferentes níveis tróficos (COSTA e MELO, 2007), formando um elo essencial entre produtores primários e outros organismos (GOULART e CALLISTO, 2003; ALBERTONI e PALMA -SILVA, 2010). A diversidade e densidade desses organismos podem ser indicativas da integridade ecológica (MERRITT *et al*., 2002). Neste contexto, como os macroinvertebrados aquáticos são organismos muito sensíveis as variações ao longo de gradientes ambientais (HENTGES, 2019), a intensidade e o tipo de uso do solo ao londo da are riparia podem atuar como um filtro para o aumento na riqueza ou a extinção de espécies de macroinvertebrados aquaticos (DÍAZ e CABIDO, 2001). Este filtro ambiental pode então alterar drasticamente processos ecossistêmicos, incluindo a dinâmica de nutrientes e transferências tróficas (DÍAZ e CABIDO, 2001). Para compreender melhor essa métrica de diversidade, o objetivo do estudo foi descrever os conceitos introdutórios à diversidade funcional de comunidades de invertebrados aquáticos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa utilizou como método a revisão bibliográfica integrativa que buscou sistematizar e avaliar os métodos para mensurar os conceitos envolvidos na diversidade funcional de invertebrados aquáticos bentônicos em zona ripária. A coleta de trabalhos científicos ocorreu através de busca ativa no repositório Google Acadêmico em fevereiro de 2021, utilizando as seguintes palavras chave: “diversidade funcional de invertebrados aquáticos”, “invertebrados de zona ripária”, “invertebrados aquáticos bentônicos” e “diversidade funcional em zona ripária. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: trabalhos científicos, artigos completos, monografias, teses para mestrado e doutorado, que datam de 1991 a 2021; trabalhos artigos preferencialmente em inglês e trabalhos científicos que buscam mensurar a diversidade funcional de invertebrados. Foram excluídos capítulos de livros e trabalhos científicos com pelo menos seis duas páginas. Neste sentido foram coletados um total de 37 trabalhos científicos que foram lidos na íntegra, analisados e discutidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Envolvendo a compreensão de comunidades e ecossistemas baseada no que os organismos fazem, a diversidade funcional é o componente da biodiversidade que corresponde às funções que os organismos realizam nos ecossistemas (PETCHEY; GASTON, 2006). Ela é uma uma métrica de diversidade que mede a função e a diversidade de atributos funcionais dos organismos presentes em um determinado habitat. (DÍAZ, CABIDO, 2001). A diversidade funcional permite medir a diversidade de características que correspondem aos atributos de organismos, que são influenciados por processos ecológicos em diferentes níveis (PETCHEY; GASTON, 2006). Podendo então ser medida por meio de métodos quantitativos ou qualitativos (MCGILL *et al.*, 2006).

Os métodos quantitativos são baseados em atributos físicos dos organismos e seus processos biológicos, já os métodos qualitativos baseados em atributos morfológicos e comportamentais dos organismos (MCGILL *et al*., 2006). A riqueza de espécies e a função do ecossistema são correlacionadas a diversidade funcional, a primeira é uma métrica que deve aumentar conforme a diversidade do habitat aumenta, seja por uma redução de exclusão competitiva ou por refletir mais nichos disponíveis deste habitat (TOWNSEND e HILDREW, 1994; MAYFIELD *et al*., 2010). A diferenciação entre as características dos organismos, também afeta a diversidade funcional do ambiente. Avaliar a diversidade funcional é uma forma de medir a diversidade de características que correspondem aos atributos de um

DOI: 10.51189/ii-bioesb/10134

organismo influenciando e sendo influenciados por processos em níveis ecossistêmicos (PETCHEY e GASTON, 2006).

Podem ser medidas também as variações nos índices de três categorias onde cada uma delas corresponde a um aspecto da diversidade funcional: riqueza, equitabilidade e divergência funcional. Estes atributos refletem a diversidade, distribuição e abundância dos atributos das espécies em um ecossistema (MOUCHET *et al*., 2010). A riqueza funcional, corresponde ao espaço funcional ocupado por uma assembleia de espécies, não é ponderada pela abundância de espécies, mas sim baseada na variabilidade de características dos organismos. A equitabilidade funcional das espécies distribuídas no espaço indica a existência de nuvens separadas de espécies e/ou a sua extensão no espaço, por fim a divergência funcional determina entre as abundâncias de espécies do espaço funcional, o grau de competição entre elas (MOUCHET *et al*., 2010).

Qualquer diferença morfológica, ecológica e comportamental entre os organismos é considerada um atributo funcional, bem como um indicador da influência que as espécies exercem nos processos ecológicos (CALAÇA e GRELLE, 2016). Contudo, diferentes espécies desempenham funções semelhantes em termos de dinâmica e recursos, mas têm respostas diferentes aos fatores climáticos e ambientais (DÍAZ e CABIDO, 2001). Desse modo também medem-se características funcionais para avaliar variações entre os organismos da mesma espécie (morfotipagem) (KEDDY, 1992). Atributos de aptidão individual, quando expostos a gradientes físicos, interagem com o ecossistema e definem o nicho fundamental da espécie dentro da comunidade (MCGILL *et al*., 2006). Contudo os fatores que influenciam o número de indivíduos são diferentes daqueles que influenciam suas características (VIOLLE *et al*., 2007). A riqueza e a composição das comunidades variam dependendo dos filtros ambientais aos quais os organismos estão expostos, de modo que, as espécies que compõem a comunidade são aquelas que sobrevivem ao filtro (KEDDY, 1992; MAYFIELD *et al*., 2010). Essa diversidade de respostas a distúrbios é importante para a estabilidade do ecossistema (DÍAZ e CABIDO, 2001). Estes são padrões que sugerem que os estressores atuam como filtros ambientais não agem de forma independente em características únicas, mas sim, selecionando conjuntos de características biológicas que facilitem a sobrevivência e persistência dos táxons nas condições ambientais locais (FIRMIANO, 2021). Embora, as respostas ao meio ambiente e os efeitos sobre os processos dos ecossistemas possam variar entre organismos, alguns organismos podem ser mais afetados do que outros (DÍAZ e CABIDO, 2001), como é o caso dos macroinvertebrados aquáticos (RIO e BAILEY, 2006; HENTGES, 2019). A diversidade funcional destes organismos pode afetar a curto prazo a dinâmica de recursos do ecossistema e a longo prazo a sua estabilidade (DÍAZ, CABIDO, 2001). As espécies podem ser identificadas com base na forma de partes do corpo, espinhas, cerdas, brânquias, arquitetura da casa, e ornamento (COSTA e MELO, 2007). Os invertebrados aquáticos também diferem entre si, dependendo da tolerância das espécies às condições ambientais, podendo ser organismos: sensíveis ou intolerantes, organismos tolerantes e organismos resistentes (CALLISTO *et al*., 2001; GOULART e CALLISTO, 2003). Os invertebrados são comumente utilizados na avaliação de impactos ambientais e monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos (GOULART e CALLISTO, 2003). Isso porque os padrões de distribuição destes invertebrados estão relacionados à tolerância das condições ambientais a qual estão expostos (RIOS e BAILEY, 2006; HENTGES, 2019).

A vegetação ripária está relacionada ao funcionamento do ecossistema, principalmente dos recursos hídricos (BRUNETTO *et al*., 2004). Os rios refletem o uso e ocupação do solo de seu entorno (GOULART e CALLISTO, 2003), logo a integridade da vegetação ripária está relacionada ao funcionamento de todo o ecossistema aquático (BRUNETTO *et al*., 2004), o que, por sua vez, afeta processos como a regulação do microclima, a entrada de matéria orgânica e a retenção de substrato fino (FIRMIANO, *et al*. 2021). A zona ripária atua como

DOI: 10.51189/ii-bioesb/10134

um filtro ambiental formando obstáculos naturais e corredores ecológicos, que promovem a dispersão da fauna e da flora (BRUNETTO *et al*., 2004). Uma vez que, o ciclo de nutrientes dos ecossistemas aquáticos é essencialmente auxiliado pela entrada de matéria orgânica alóctone no curso de água, a proporção de matéria orgânica particulada, derivada da vegetação ripária, deve ser capaz de manter populações (HENTGES, 2019). De modo que, as circunstâncias do habitat quando combinadas com as características dos organismos, formam uma correspondência direta entre atributos e ambiente conectando as espécies ao funcionamento do ecossistema (TOWNSEND e HILDREW, 1994)

CONCLUSÃO

Conclui-se que os conceitos introdutórios à diversidade funcional de comunidades de macroinvertebrados bentônicos, podem ser separados em: i) A composição da estrutura funcional de comunidades de invertebrados aquáticos é um indicativo importante da qualidade ambiental, uma vez que reflete as complexidades e condições do ambiente à sua volta ii) As interações entre as espécies podem ser moldadas pelo meio em que vivem, podendo estabelecer relações de competição. A riqueza dos ecossistemas aumenta conforme a variedade da diversidade do ambiente, e isso faz parte da redução competitiva ou também devido a mais nichos disponíveis do habitat propiciando estas condições para os indivíduos; iii)

Os habitats servem como filtros que operam moldando e eliminando atributos funcionais das comunidades. A riqueza e composição das comunidades variam de acordo com os filtros ambientais que os organismos estão expostos e as espécies que sobrevivem ao filtro, possuem os atributos mais adaptados ao ambiente. Dessa forma, a cobertura vegetal da zona ripa é tanto uma parte integrante do funcionamento de todo ecossistema aquático quanto um agente chave afetando processos como a regulação do microclima, aninhamento da matéria orgânica e captura do substrato fino; iv) Os atributos funcionais referem-se a qualquer característica que influencia diretamente a aptidão do organismo, sendo ao mesmo tempo um indicador da influência dos seres vivos sobre os ecossistemas; v) Dentro de cada grupo funcional, diferentes espécies desempenham funções semelhantes em termos de dinâmica e recursos. Como resultado, a riqueza de espécies relacionadas à abundância não descreve o funcionamento da comunidade, pois cada espécie ocupa o habitat de uma forma diferente, podendo ser muito rara, extremamente comum ou então uma boa competidora; vi) A integridade da vegetação ripária atua sobre estes organismos fazendo com que as espécies ali presentes se adaptem e/ou sejam extintas provisória ou definitivamente naquele local. Assim, a estrutura funcional retrata os organismos sendo desenvolvidos de acordo com as condições existentes no local onde se encontram.

REFERÊNCIAS

ALBERTONI, E.; PALMA-SILVA, C. 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.

BRUNETTO, S. Roberto et al. Estrutura florística e fitossociológica de remanescentes da mata ciliar do lajeado São José- Chapecó (SC). Ciências biológicas e da saúde. UNOPAR Científica, v. 5/6. p. 69-76, 2004.

CALAÇA, M. A.; GRELLE, V. E. C. Diversidade funcional de comunidades: discussões conceituais e importantes avanços metodológicos. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p 401-

DOI: 10.51189/ii-bioesb/10134

416, 2016.

CALLISTO, M. *et al*. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001.

COSTA, S. S.; MELO, S. A. Beta diversity in stream macroinvertebrate assemblages: among-site and among-microhabitat components. **Hydrobiologia**, v. 593, p. 131–138. 2007.

DÍAZ, S.; CABIDO, M. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, n. 11, p. 646–655, 2001.

FIRMIANO, R.K. *et al*. Functional responses of aquatic invertebrates to anthropogenic stressors in riparian zones of Neotropical savanna streams. **Science of The Total Environment**, v. 753, p. 141865, 2021.

GOULART, C. D. M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v.1, n. 1, p. 9, 2003.

HENTGES, Sirlei. Maria. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos e avaliação da qualidade da água em riachos da sub-bacia hidrográfica do rio Piratinim, médio rio Uruguai, RS, Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis) do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo. 2019.

KEDDY, A. P. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology**.** **Journal of Vegetation Science**, v. 3, p. 157– 164, 1992.

MAYFIELD, M. M. *et al*. What does species richness tell us about functional trait diversity? Predictions and evidence for responses of species and functional trait diversity to land-use change. **Global Ecology and Biogeography**, v. 10, p 421-431, 2010.

MCGILL, J.B. *et al*. Rebuilding community ecology from functional traits. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 21, n. 4, p. 178-185, 2006.

MERRIT, R.W. *et al*. Procedures for the functional analysis of invertebrate communities of the kissimmee river-floodplain ecosystem. **Florida Scientist**, v. 59, n. 4, p. 216-274.

MOUCHET, A. M. *et al*., Functional diversity measures: An overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. **Functional Ecology**, v. 24, p. 867–876, 2010.

PETCHEY, L. O.; GASTON, J. K. Functional diversity: back to basics and looking forward. **Ecology Letters**, v. 9, p. 741-758, 2006.

RIO, L. S.; BAILEY, C. R. Relationship between Riparian Vegetation and Stream Benthic Communities at Three Spatial Scales. **Hydrobiologia**, v. 553, p. 153–160, 2006.

TOWNSEND, R.C., HILDREW, G.A. Species traits in relation to a habitat templet for river

DOI: 10.51189/ii-bioesb/10134

systems. **Freshwater Biology**, v. 5, p. 265–27, 1994.

VIOLLE, C. *et al*. Let the concept of trait be functional. **Oikos**, p. 882-892, 2001