

RESUMO

Identificar os fatores que aceleram as mudanças na biodiversidade tem sido um tema central nos debates ecológicos, desde os séculos XVIII e XIX, e continua a ser uma questão chave até os dias atuais. Essas alterações na biodiversidade referem-se a qualquer mudança na abundância, riqueza, e identidade dos organismos, o que reflete na alteração da estrutura da comunidade ao longo do tempo. Embora essas mudanças possam ser aceleradas pelas atividades humanas ou ocorrer devido a eventos extremos de temperatura e precipitação, os mecanismos subjacentes à determinação destas mudanças ainda permanecem amplamente debatidos. Ecossistemas de água doce são particularmente sensíveis às alterações climáticas, especialmente em ambientes modificados pelo homem. Nesses sistemas, fatores climáticos e antropogênicos têm alterado fortemente a biodiversidade das comunidades aquáticas, influenciando de maneira direta a sobrevivência de algumas espécies e indireta ao interferir nas interações entre as diferentes espécies. Porém, distintos grupos biológicos e distantes filogeneticamente, ou até relações antagônicas, podem responder de maneira particular a esses impactos ambientais. A presente tese de doutorado investiga a dinâmica da diversidade e distribuição de organismos em ecossistemas aquáticos continentais, elucidando como diferentes fatores ecológicos e geográficos influenciam padrões espaciais e temporais. Exploramos essas questões integrando métodos empíricos e meta-analíticos, em três capítulos que abrangem estruturas ecológicas distintas: **Capítulo I** – Realizamos uma revisão sistemática e meta-análise para entender como a elevação, em escala global, influencia a estrutura das comunidades bióticas, avaliando a riqueza de espécies de zooplâncton e macrófitas aquáticas ao longo de gradientes altitudinais e identificando possíveis impulsionadores ecogeográficos subjacentes a essas relações. Compilamos dados de 84 estudos, abrangendo 48 países e estendendo-se até 4.200 m acima do nível do mar em seis ecossistemas distintos de água doce. Identificamos padrões dependentes do contexto, variando entre diferentes grupos taxonômicos e categorias de habitat. Em nosso estudo, elevação, geralmente, mas não consistentemente, se correlacionou inversamente com a riqueza de espécies. A riqueza do zooplâncton, particularmente entre os Cladocera, apresentou um efeito geral negativo com o aumento da elevação, enquanto as macrófitas mostram tal tendência principalmente em águas correntes. Além disso, para ambos os grupos as influências elevacionais negativas são mais pronunciadas em latitudes mais altas, especialmente no Hemisfério Norte. **Capítulo II** – Investigamos os efeitos da sazonalidade na comunidade de zooplâncton em cinco poças temporárias, representando, portanto, uma escala local. A questão principal desse capítulo foi explorar como condições sazonais de chuva e seca impulsionam abundância, riqueza e equitabilidade em três diferentes grupos do zooplâncton límnic (Cladocera, Copepoda e Rotifera). Destacamos a sazonalidade como principal fator das mudanças

observadas, com efeitos diferenciados entre os grupos taxonômicos. **Capítulo III** – Exploramos como clima e tamanho do habitat moldam a diversidade de populações naturais de um gênero de Cladocera, *Daphnia*, seus parasitas assim como os riscos de doenças em escala regional. Fizemos isso utilizando um banco de dados de sete anos de estudo em 15 lagos de Michigan (EUA). Encontramos interdependências entre hospedeiro e parasita, revelando que riqueza e equitabilidade dos hospedeiros flutuam com o tamanho do habitat, mas não consistente com parasitas. Não encontramos correlação entre diversidade do hospedeiro e do parasita, mas a equitabilidade do hospedeiro é um fator chave na modulação da transmissão do parasita, destacando uma relação negativa entre uma maior diversidade de hospedeiro e reduzindo a prevalência. Este estudo reforça a compreensão de como as variáveis temporais, climáticas e altitudinais impactam a biodiversidade das espécies aquáticas. Em todos os capítulos, há uma linha comum de extensão das teorias ecológicas existentes, destacando a importância da especificidade taxonômica, da complexidade do habitat e dos papéis dos fatores abióticos e bióticos na biodiversidade

Palavras-chave: Biodiversidade, Zooplâncton, Gradientes altitudinais, Clima, Interações hospedeiro-parasita

ABSTRACT

Identifying the factors that accelerate changes in biodiversity has been a central theme in ecological debates since the 18th and 19th centuries and continues to be a fundamental issue to this day. Changes in biodiversity refer to any modification on species richness, abundance, and identity, which determine changes on community structure over time. Although these biodiversity changes can be accelerated by human activities or occur due to extreme temperature and precipitation events, the underlying mechanisms determining these changes remain ambiguous. Freshwater ecosystems are particularly sensitive to climate change due to their irregular features surrounded by terrestrial landscapes, and because they are generally located in environments modified by human activities. In these systems, climatic and anthropogenic factors have strongly altered the biodiversity of aquatic communities, affecting them directly or indirectly. However, biotic groups that are phylogenetically distinct or even have antagonistic relationships may respond in specific ways to these environmental impacts. This thesis investigates the dynamics of diversity and distribution of organisms in aquatic ecosystems, elucidating how different ecological and geographical factors influence spatial and temporal patterns. We explore these issues by integrating empirical and meta-analytic methods, in three chapters that cover distinct ecological structures: **Chapter I** – We conducted a systematic review and meta-analysis to understand how elevation, at the global scale, influences the structure of biotic communities, assessing the species richness of zooplankton and aquatic macrophytes along altitudinal gradients, and identifying possible ecogeographic drivers underlying these relationships. We compiled data from 84 studies covering 48 countries and extending to 4,200 meters above sea level in six distinct freshwater ecosystems. We identified context-dependent patterns varying among different taxonomic groups and habitat categories. In our study, elevation generally, but not consistently, inversely correlated with species richness. Zooplankton richness, particularly among Cladocera, showed a general negative effect with increasing elevation, while macrophytes show such a trend mainly in flowing waters. Additionally, for both groups, the negative elevational influences are more pronounced at higher latitudes, especially in the Northern Hemisphere. **Chapter II** – We investigate the effects of seasonality on the zooplankton community in five temporary rock pools, thus at the local scale. The main question of this chapter was to explore how local seasonal conditions of rain and drought, drive abundance, richness, and evenness in the three different groups, Cladocera, Copepoda, and Rotifera. We highlight seasonality as the main driver of the changes observed, with differentiated effects among the taxonomic groups. **Chapter III** – We explored how climate and habitat size shape the diversity of natural populations of *Daphnia*, their parasites, and disease risks at the regional scale. We did this using a seven-year study database from 15 Michigan lakes. We found

interdependencies between host and parasite, revealing that host richness and evenness fluctuate with habitat size, but not consistently with parasites. We found no correlation between host and parasite diversity, but host evenness is a key factor in modulating parasite transmission, highlighting a negative relationship between host diversity and disease prevalence. This study reinforces the understanding of how temporal, climatic, and altitudinal variables impact the biodiversity of aquatic species. In all chapters, there is a common thread of extension of existing ecological theories, highlighting the importance of taxonomic specificity, habitat complexity and the roles of abiotic and biotic factors in biodiversity.

Keywords: Biodiversity, Zooplankton, Altitudinal gradients, Climate, Host-parasite interactions