

## HIPÓTESE DO TAMANHO DO ECOSISTEMA: FUNGOS AQUÁTICOS EM RIACHOS NEOTROPICAIS

Mariana Alice dos Reis Lucio (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Vinícius da Silva Rasvailer (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Matheus Maximilian Ratz Scoarize (Coorientador), Evanilde Benedito (Orientador), e-mail: marir22042002@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Biológicas/Maringá, PR.

### Biodiversidade / Ecologia de Ecossistemas

**Palavras-chave:** uso da terra, hifomicetos aquáticos, bioma Mata Atlântica.

#### Resumo:

Os riachos apresentam dinâmica energética singular, muitas vezes, praticamente únicas, a qual se apropria da matéria orgânica alóctone como base para seu funcionamento. Dentro de sua cadeia trófica é possível observar a presença de hifomicetos aquáticos, que se aderem a variados detritos vegetais, intermediam relações tróficas e, através da decomposição, disponibilizam nutrientes ao ambiente aquático. Na literatura científica há poucos exemplos que abordam ao mesmo tempo microrganismos aquáticos relacionados às folhas em decomposição e a hipótese do tamanho do ecossistema. Neste estudo, foram observados os fungos e sua atividade sobre a biodiversidade dos riachos selecionados considerando o aumento das atividades antrópicas. A riqueza de espécies foi maior nos riachos urbanos devido à presença de espécies de fungos tolerantes e dominantes. O tamanho do ecossistema não influenciou no aumento da riqueza, o que indica que a distribuição espacial desses microrganismos pode estar relacionada com condições abióticas e competição com demais decompositores. Este estudo sugere novas abordagens para hifomicetos aquáticos, como uso de DNA *barcoding* e teor de nutrientes.

#### Introdução

Dentre os ecossistemas aquáticos, os riachos têm dinâmica energética única porque além de fornecer organismos aquáticos fundamentalmente maiores, também depende de matéria orgânica proveniente da vegetação ripária. Ademais, estes ambientes são apropriados para serem estudados devido a sua biodiversidade, incluindo fungos aquáticos. Estes fungos, também chamados de hifomicetos anfíbios ou de água doce, habitam e se desenvolvem em detritos vegetais alóctones que caem em remansos de corpos aquáticos. Oferecem, ainda, múltiplos serviços ecossistêmicos, sendo o principal a decomposição dos detritos vegetais (galhos, folhas, componentes em geral e polímeros vegetais), o que disponibiliza nutrientes e outros componentes para a cadeia trófica. Há poucos estudos que relacionam

microrganismos aquáticos à hipótese do tamanho do ecossistema (ou tamanho do *habitat*), mas associação positiva foi encontrada entre riqueza bacteriana e área em lagos de altitude (Reche et al., 2005). Porém, não há estudos que testem esta hipótese para os hifomicetos aquáticos. Portanto, este estudo endereça diretamente uma lacuna científica.

Entretanto, a atividade antrópica impacta a comunidade fungíca por meio da poluição, mudanças climáticas, eutrofização e uso desregulado do solo, que afetam principalmente suas funções ecológicas e sua teia trófica, além de diminuir a riqueza de espécies. Ademais, estas alterações nos tamanhos dos habitats da biota aquática têm sido associadas às deturpações nas relações tróficas, influenciando na biomassa total e na energia disponível em riachos (McKinney, 2006). Tal investigação ocorreu mediante a seguinte hipótese: a riqueza de espécies de fungos aquáticos é diretamente proporcional ao tamanho do ecossistema (volume do trecho amostral do riacho). Os estudos em ecossistemas neotropicais de Mata Atlântica ainda são incipientes o que impossibilita elucidar questões sobre o papel destes organismos no *microbial loop* e nos mecanismos *bottom up* em cadeias alimentares de ecossistemas de riachos. Desta forma, os resultados obtidos com este projeto podem contribuir para o entendimento da riqueza de fungos aquáticos na Mata Atlântica, e fornecimento de dados para estudos de integridade ecológica.

## Materiais e Métodos

### Área de estudo

A coleta de dados foi realizada em novembro e dezembro de 2022, em riachos de 1ª e 2ª ordens no Noroeste do Paraná. Os ecossistemas amostrados estão no bioma Mata Atlântica. Clima Cfa (Alvares et al, 2013) - Zona Subtropical Úmida, com clima oceânico, sem estação seca e com verões quentes, conforme classificação climática de Köppen-Geiger, apresentam a temperatura média anual em torno de 20-21°C e a precipitação média anual por volta de 1.500 a 1.600 mm. Os riachos foram selecionados em: região rural, com nascente e toda sua extensão até o ponto de amostragem nessa matriz; região urbana, com nascente e toda extensão até o ponto de amostragem em área urbana. Doze riachos foram selecionados para o estudo, quatro na bacia do rio Pirapó, quatro na bacia do rio Ivaí e quatro na bacia do rio Tibagi, todas sub-bacias do alto rio Paraná. Desses 12, seis são urbanos e seis são rurais. Para cada riacho foi definido um trecho de amostragem com comprimento de 50 metros.

### Amostragem de dados abióticos

O volume dos riachos (tamanho do ecossistema) foi definido como o produto da multiplicação da média de profundidade (cinco valores por transecção, sendo cinco transecções, uma a cada 10 m), média de largura (cinco valores, sendo um por transecção, uma a cada 10 m) pelo comprimento (50 m). Os valores para cálculo das médias foram obtidos por régua graduada. Foram selecionados cinco pontos de coleta em remansos, com uma distância aproximada de dez metros entre os pontos (10, 20, 30, 40 e 50 m no trecho de amostragem em cada riacho, o ponto 0 foi a jusante e o 50 a montante). De cada ponto de coleta (remansos às margens dos

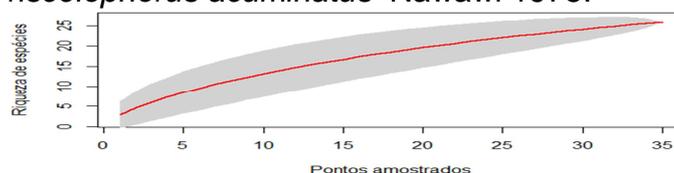
riachos) foram retiradas cinco folhas negras (para evitar que fossem folhas de recentes quedas e garantir que as folhas já se encontrarem em estágios avançados de decomposição) aleatórias, de espécies vegetais arbitrárias, predominantes nas margens dos riachos amostrados. Os discos foram transferidos para erlenmeyers com 50 mL de água destilada e deionizada, e então, mantidos por dois dias (48 h) em um agitador orbital (90 rpm ou 1.5 Hz). Em seguida, a porção residual foi transferida para tubos Falcon, em que momentaneamente foram adicionados 2 mL de formalina (4%) e 2 mL de Triton X-100 (5%), para a fixação dos esporos. Para a identificação das espécies dos esporos, foram filtrados 10 mL da suspensão com esporos em filtros de nitrato celulose (porosidade: 5 µm) com auxílio de bomba a vácuo. Os esporos foram identificados e contados sob microscópio óptico (aumento de 400×), para 60 campos, com intuito de padronizar a abundância de esporos (conídios) e a riqueza de espécies.

### Análise de dados

Para a análise dos dados de diversidade de fungos aquáticos foi elaborada a curva de acumulação, conforme a função Specaccum no ambiente R (R Core Team, 2018), do pacote vegan (Oksanen et al, 2017). Para testar as hipóteses foram utilizadas análises de regressão linear. Foi realizada uma regressão linear simples com i) a matriz de riqueza e ii) a matriz de volume de cada riacho. Para a segunda hipótese, as categorias foram analisadas separadamente, evitando que fatores, como condições de conservação, interfiram nos resultados. O coeficiente angular da reta gerada pela regressão linear será utilizado como medida para a força da relação (entre o tamanho do ecossistema e a riqueza de espécies). A regressão linear foi realizada conforme a função Linear Models no ambiente R (R Core Team, 2018).

### Resultados e Discussão

As médias de volume dos riachos amostrados foram: 44,97 m<sup>3</sup> considerando o grupo total de riachos; 44,20 m<sup>3</sup> para o grupo dos urbanos; 45,74 m<sup>3</sup> para o grupo dos rurais. A curva de acumulação (**Figura 1**) não atingiu o padrão assintótico esperado, no entanto esteve próximo à assíntota, o que indica que a quantidade de pontos amostrados neste estudo possibilitou uma coleta da maior parte de espécies da área estudada. Ao total foram identificadas 26 espécies em 3.211 conídios, sendo as mais abundantes: *Anguillospora longissima* (Sacc. & P. Syd.) Ingold 1942 (79,4% dos conídios), *Bactrodesmium linderi* (J.L. Crane & Shearer) M.E. Palm & E.L. Stewart 1982 e *Triscelophorus acuminatus* Nawawi 1975.

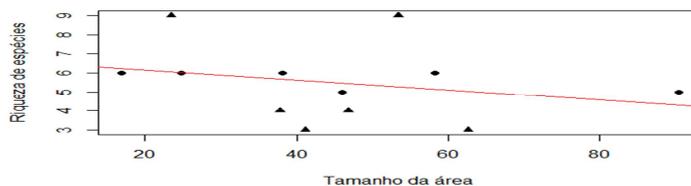


**Figura 1.** Curva de acumulação da riqueza de espécies conforme os pontos amostrados.

A regressão linear não foi significativa ( $p = 0,399$ ), contrária a nossa hipótese. Portanto, não houve correlação entre a riqueza de espécies de fungos aquáticos e o tamanho do ecossistema (volume) dos trechos amostrados para o grupo total de riachos, considerando tanto os urbanos quanto os rurais. Assim, a relação taxa-área

não foi encontrada, o que refuta a hipótese do estudo (**Figura 2**). Da mesma forma que a regressão linear para o grupo total de riachos não foi significativa, as regressões lineares para os grupos urbano ( $p = 0,462$ ) e rural ( $p = 0,153$ ) não foram. Então, as figuras da regressão não foram exibidas.

Possivelmente, riachos urbanos apresentem condições em que ocorra uma elevada abundância de espécies tolerantes em seu corpo aquático. Este é o caso de *Anguillospora longissima*, que é tida como espécie tolerante e com elevado teor de dominância nos locais em que ocorre. Estas condições poderiam ser melhor elucidadas caso tivesse sido testado nutrientes, cobertura vegetal ou análises de DNA/RNA.



**Figura 2.** Regressão linear da riqueza de espécies conforme o tamanho do ecossistema (volume) amostrado em cada riacho. Triângulos = riachos urbanos; Esferas = riachos rurais.

De acordo com Graça et al. (2016), áreas subtropicais possuem uma menor diversidade de hifomicetos aquáticos, devido a alguns fatores como a baixa turbulência dos riachos, baixo teor de nutrientes, e competição entre os decompositores presentes na área, além de elevado grau de sazonalidade. Sendo assim, a relação *taxa-área* para este grupo de fungos possui adversidades para ser favorecida em ambientes tropicais, o que leva a outros fatores terem maior relevância do que o próprio tamanho do ecossistema, como a área foliar (Duarte et al., 2017). Diante destas adversidades, sugere-se que futuros estudos contemplem abordagens como teor de nutrientes, sazonalidade e cobertura vegetal para maior compreensão da biogeografia e relação *taxa-área* dos hifomicetos aquáticos para a manutenção do ciclo hidrológico e também a preservação do solo.

## Agradecimentos

A Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento e ao Laboratório de Ecologia Energética do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUPELIA) por todo o suporte técnico.

## Referências

- ÁLVARES et al. "Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*", Vol. 22, No. 6, Gebru"der Borntraeger, janeiro de 2014.
- Reche I; Pulido-Villena; Morales-Baquero R; Casamayor EO. "Does ecosystem size determine aquatic bacterial richness?" Vol. 86, Ecological Society of America, julho de 2005. Link: <https://doi.org/10.1890/04-1587>
- Duarte S; Cássio F; Pascoal; Barlocher F. "Taxa-area relationship of aquatic fungi on deciduous leaves", 2017. Link: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181545>.
- Wilkinson, G. N. and Rogers, C. E. "Symbolic descriptions of factorial models for analysis of variance. *Applied Statistics*", Vol. 22, 1973. Link: 10.2307/2346786.

31º Encontro Anual de Iniciação Científica  
11º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



10 e 11 de novembro de  
**2022**

MCKINNEY, M. L. *“Urbanization as a major cause of biotic homogenization. Biological conservation”*, Vol. 127, n. 3, 2006.