

# Hifomicetes aquáticos

## CITAÇÃO

Gonçalves, AL (2017) Hifomicetes aquáticos, *Rev. Ciência Elem.*, V5(02):016.

[doi.org/10.24927/rce2017.016](https://doi.org/10.24927/rce2017.016)

## EDITOR

José Ferreira Gomes,  
Universidade do Porto

## RECEBIDO EM

19 de maio de 2017

## ACEITE EM

22 de maio de 2017

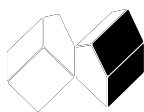
## PUBLICADO EM

30 de junho de 2017

## COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2017.  
Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](http://rce.casadasciencias.org)



Ana Lúcia Gonçalves,

CEF-DCV/ Universidade de Coimbra

**Hifomicetes aquáticos (HA), fungos microscópicos imperfeitos pertencentes essencialmente aos filos Basidiomycota e Ascomycota, também conhecidos por hifomicetes de água doce ou fungos Ingoldianos, graças ao taxonomista que os isolou, identificou e descreveu, pela primeira vez (Ingold, 1942; trata-se de um grupo polifilético de fungos aquáticos, reconhecidos por terem a capacidade de esporular e de se desenvolver em folhas imersas em decomposição (Bärlocher, 2005). São típicos de cursos de água turbulenta e bem oxigenada, preferencialmente não poluída, como os ribeiros de montanha.**

Os ecossistemas ribeirinhos são *hotspots* de biodiversidade e desempenham um papel fundamental na manutenção do bom estado ecológico de toda a rede fluvial. Em zonas temperadas, estes sistemas são frequentemente ladeados por árvores que, pela sombra das suas copas, inibem a fotossíntese e, portanto, a produção primária. Estes pequenos cursos de água doce tornam-se assim ecossistemas com características heterotróficas, onde a maior parte dos organismos aquáticos dependem direta ou indiretamente da matéria orgânica, sobretudo folhas, fornecidas pelo ambiente terrestre que os ladeia. Os hifomicetes aquáticos são, por excelência, a chave de incorporação da folhada nestas cadeias alimentares “castanhas” (Zou et al, 2016); são os principais organismos decompositores que, pela sua presença e atividade, garantem o funcionamento destes ecossistemas.

Os hifomicetes aquáticos decompõem rapidamente as folhas assim que estas entram na água. Graças às suas enzimas extracelulares são capazes de degradar o tecido foliar, nomeadamente os componentes das paredes celulares (e.g., substâncias pécicas, hemicelulose, celulose, lenhina), convertendo-o em substâncias mais simples e passíveis de ser mais facilmente digeridas e assimiladas pelos consumidores primários, nomeadamente pelos detritívoros trituradores (Wipfli et al, 2007). Este grupo funcional de invertebrados integra uma elevada diversidade de organismos, como larvas de insetos e também crustáceos, que servirão de alimento a predadores (também eles macroinvertebrados, peixes, anfíbios ou mesmo aves).

A identificação e taxonomia dos HA é feita normalmente com base na morfologia e desenvolvimento dos seus esporos. Recorre-se, para isso, a métodos tradicionais de recolha, i.e. filtragem da água, recolha de espumas ou folhas em decomposição, e posterior observação microscópica (Bärlocher, 2005). Até 2007, mais de 600 espécies de HA foram

identificadas, descritas e documentadas, reconhecendo-se a ubiquidade destes fungos e a sua preferência por ribeiros de águas bem oxigenadas e turbulentas (Shearer et al, 2007). Recentemente, técnicas moleculares baseadas no DNA extraído das diferentes espécies de HA têm vindo a ser aplicadas, contribuindo para uma caracterização genética destes organismos e desvendando uma biogeografia ecológica até agora desconhecida (Duarte et al, 2016).

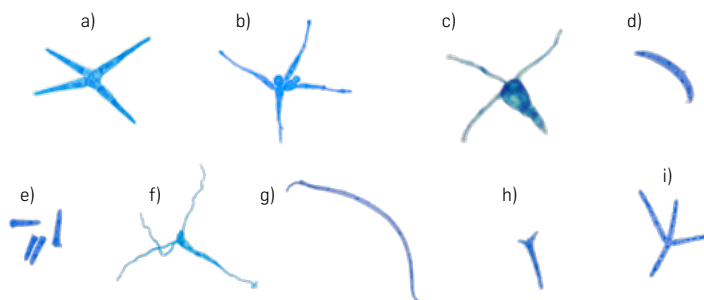


FIGURA 1. Esporos de hifomicetes aquáticos observados ao microscópio óptico usando a ampliação de 250x: a) *Lemoniera terrestris*, b) *Tetracladium marchalianum* de Wild., c) *Clavariopsis aquatica* de Wild., d) *Flagellospora curta* Webster, e) *Heliscus lugdunensis* Sacc. and Thérý, f) *Culicidospora aquatica* R.H. Petersen, g) *Anguillospora filiformis* Greath., h) *Heliscus submersus* H.J. Huds., i) *Articulospora tetracladia* Ingold.

A história dos HA inicia-se com os esporos (também designados por conídios); estes têm a sua origem em estruturas presentes nas extremidades de hifas fúngicas, os conidióforos, e garantem a reprodução assexuada destes fungos. Os esporos (Figura 1) apresentam diferentes formas e tamanhos – multirradiados (frequentemente tetrarradiados), sigmóides ou globulosos – e são libertados para a coluna de água (Ingold, 1975; Gulis et al, 2005; Shearer et al, 2007). Durante o outono, época em que existe uma maior quantidade de folhas no leito dos ribeiros, podemos encontrar até um máximo de 30 000 esporos/L num curso de água (Bärlocher, 2000, 2009). A “ancoragem” dos esporos nos diferentes substratos orgânicos, principalmente as folhas submersas, é facilitada pela produção de uma mucilagem e a sua germinação ocorre através do crescimento de hifas que avançam na superfície e invadem o mesófilo foliar. Podemos encontrar até 23 espécies de fungos a colonizar uma mesma folha, ao mesmo tempo (Shearer & Webster, 1985).

O crescimento do micélio (Figura 2) das diferentes espécies de HA que atingem a folha dá início a um processo designado por condicionamento foliar; este consiste essencialmente no aumento da palatabilidade e qualidade nutricional da folhada que ficará disponível para consumo pelos trituradores. Este incremento do valor nutritivo do substrato pode dever-se ao (1) aumento da biomassa fúngica, à (2) imobilização de nutrientes (sobretudo azoto) pelo micélio a partir da água, à (3) degradação enzimática (e.g., pectinases, hemicelulases, celulases, lenhinasas, fenoloxidasas) e maceração do tecido foliar e ao (4) enriquecimento da folha com enzimas que os consumidores não possuem no seu sistema digestivo (Canhoto & Graça, 2008). Estas transformações são determinantes para a incorporação da matéria orgânica nas cadeias alimentares. Sabe-se que os invertebrados detritívoros consomem preferencialmente material foliar completamente condicionado pelos fungos em comparação com material não condicionado, bem como possuem a capacidade de discriminar e dar primazia à ingestão de folhas colonizadas por micélio de certas espécies de HA em detrimento de outras. Esse comportamento alimentar diferenciado pode vir

a ter repercussões no ciclo de vida desses animais, em particular na sua capacidade reprodutiva, crescimento e sobrevivência (Canhoto & Graça, 2008). Logo, atividades humanas (e.g. poluição, alteração da cobertura vegetal) que impliquem alterações na diversidade, biomassa e atividade das comunidades fúngicas associadas às folhas são suscetíveis de afetar o fluxo de energia nos ribeiros e a qualidade da sua água (Krauss et al, 2011).

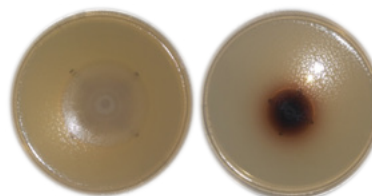


FIGURA 2. Micélio de hifomicetes aquáticos: a) *Articulospora tetracladia* e b) *Heliscus lugdunensis*, a crescer em meio sólido de agar dentro de caixas de Petri.

A decomposição das folhas (promovida por fungos e invertebrados) é um o processo-chave nestes ribeiros florestados, e é indicadora do seu estado de “saúde” (Gessner et al, 2007) e da qualidade dos serviços que nos prestam. Apesar de desconhecidos da comunidade em geral, o olhar atento da comunidade científica tem vindo a identificar e a descrever uma aparente capacidade que os HA possuem de garantir o funcionamento dos ecossistemas ribeirinhos em situações de stress, frequentemente atenuando e mitigando o efeito das diferentes ameaças antropogénicas. Alguns estudos apontam mesmo um elevado potencial biotecnológico destes microrganismos, indicando-os como candidatos a biorremediadores ambientais dos sistemas aquáticos (Krauss et al, 2011).

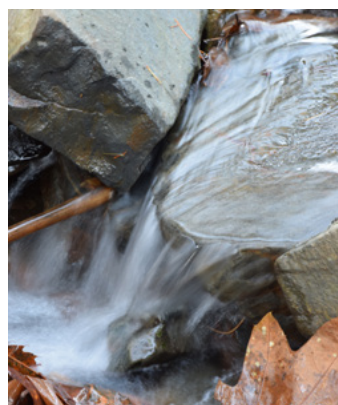


FIGURA 3. Ribeira da Fórnea, Serra da Lousã, Portugal (imagem de Joana Alves).

## REFERÊNCIAS

- BÄRLOCHER F, 2000. Waterborne conidia of aquatic hyphomycetes: seasonal and yearly patterns in Catamaran Brook, New Brunswick, Canada. *Canadian Journal of Botany* 78: 157-167.
- BÄRLOCHER F, 2005. Freshwater fungal communities. In: Deighton J, White Jr JF, Oudemans P (Eds.), *The fungal community: its organization and role in the ecosystem*. Taylor & Francis, CRC Press, pp. 39- 60.
- BÄRLOCHER F, 2009. Reproduction and dispersal in aquatic hyphomycetes. *Mycoscience* 50: 3-8.
- CANHOTO C, GRAÇA MAS, 2008. Interactions between fungi (aquatic Hyphomycetes) and invertebrates. In: Sridhar KR, Bärlocher F, Hyde KD (Eds.), *Novel techniques and ideas in mycology*. Fungal Diversity Research Series 20. Fungal Diversity Press, Chiang Rai, Thailand, pp. 305-325.

- DUARTE S, BÄRLOCHER F, PASCOAL C, CÁSSIO F, 2016. Biogeography of aquatic hyphomycetes: current knowledge and future perspectives. *Fungal Ecology* 19: 169-181.
- GESSNER MO, GULIS V, KUEHN KA, CHAUVET E, SUBERKROPP K, 2007. Fungal decomposers of plant litter in aquatic ecosystems. In: Kubicek CP, Druzhinina IS (Eds.), *The Mycota: a comprehensive treatise on fungi as experimental systems for basic and applied research, Vol. IV: Environmental and microbial relationships*, 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 301-324.
- GULIS V, MARVANOVÁ L, DESCALS E, 2005. An illustrated key to the common temperate species of aquatic hyphomycetes. In: Graça, M.A.S., Bärlocher, F., Gessner, M.O. (Eds.), *Methods to Study Litter Decomposition: a Practical Guide*. Springer, Dordrecht, pp. 153-168.
- INGOLD CT, 1942. Aquatic hyphomycetes of decaying alder leaves. *Transactions of the British Mycological Society* 25: 339-417.
- INGOLD CT, 1975. An illustrated guide to aquatic and water-borne hyphomycetes (fungi imperfecti): With notes on their biology. *Freshwater Biological Association* 3: 1-96.
- KRAUSS GJ, SOLÉ M, KRAUSS G, SCHLOSSER D, WESENBERG D, BÄRLOCHER F, 2011. Fungi in freshwaters: ecology, physiology and biochemical potential. *FEMS Microbiology Reviews* 35: 620-651.
- SHEARER CA, DESCALS E, KOHLMAYER B, KOHLMAYER J, MARVANOVÁ L, PADGETT D, PORTER D, RAJA HA, SCHMIT JP, THORTON HA, VOGLYMAYR H, 2007. Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity and Conservation* 16: 49-67.
- SHEARER CA, WEBSTER J, 1985. Aquatic hyphomycete communities in the River Teign. III. Comparison of sampling techniques. *Transactions of the British Mycological Society* 84: 509-518.
- WIPFLI MS, RICHARDSON JS, NAIMAN RJ, 2007. Ecological linkages between headwaters and downstream ecosystems: transport of organic matter, invertebrates, and wood down headwater channels. *Journal of the American Water Resources Association* 43: 72-85.
- ZOU K, THÉBAULT E, LACROIX G, BAROT S, 2016. Interactions between the green and brown food web determine ecosystem functioning. *Functional Ecology* 30: 1454-1465.