

# RUMO A UMA NOVA COMPREENSÃO SOBRE A BIOLOGIA REPRODUTIVA DO MUSGO *Brachymenium consimile* (MITT.) A. JAEGER (BRYACEAE, BRYOPHYTA)

Mateus Fernandes Oliveira<sup>1\*</sup>, Gabriel Felipe Peñaloza-Bojacá<sup>1</sup>, Thamara Arão Feletti<sup>1</sup>, Pablo Oliveira Santos<sup>1</sup> & Adaíses Simone Maciel-Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais; \*deoliveira.mateusfernandes@gmail.com

## INTRODUÇÃO

As briófitas, um grupo de plantas que compartilham uma gama de características semelhantes como gametófito como fase de vida dominante, poiquilohidria e reprodução por esporos e diásporos assexuados (GLIME, 2017), podem ser bons modelos para a investigação da história de vida em plantas (MACIEL-SILVA *et al.*, 2013). Musgos, hepáticas e antóceros podem apresentar diversos sistemas sexuais: (I) monoico, quando os dois sexos estão juntos no mesmo gametófito; (II) dioico, quando os sexos estão em gametófitos distintos; e (III) polioico, quando a mesma espécie apresenta dois diferentes sistemas sexuais (MACIEL-SILVA & PÔRTO, 2014). Em relação aos musgos, o grupo mais diverso dentre as briófitas (COX *et al.*, 2014), mais da metade de todos os táxons conhecidos é dioica (WYATT, 1982). Curiosamente, é possível encontrar todos os sistemas sexuais dentro de uma mesma família, como no caso das espécies pertencentes à Bryaceae (SPENCE, 2014). Muitos gêneros desta família como *Ptychostomum* Hornsch., *Rosulabryum* J.R. Spence e *Brachymenium* Schwägr. possuem espécies descritas como monoicas, dioicas e polioicas (SPENCE, 2014). Contudo, informações precisas sobre a biologia reprodutiva de espécies tropicais, especialmente aquelas presentes em habitats raros e ameaçados, são extremamente escassas. No caso de *Brachymenium consimile* (Mitt.) A. Jaeger, ainda existem mistérios acerca de seu sistema sexual. Esta planta, uma espécie epifítica encontrada em capões de mata em campos rupestres ferruginosos (OLIVEIRA *et al.*, 2021), é descrita de forma inconsistente em diversas literaturas específicas para o gênero *Brachymenium*. Alguns autores descrevem esta espécie unicamente como dioica (OCHI, 1980; SPENCE, 2014; CANESTRARO & PERALTA, 2022), porém existem relatos desta planta como autoica (*i.e.*, um tipo de monoica onde os arquegônios e anterídios estão em ramos distintos do mesmo gametófito; MACIEL-SILVA & PÔRTO, 2014) ou dioica (ALLEN, 2002). Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a biologia reprodutiva do musgo *B. consimile*, buscando determinar seu sistema sexual, observar se existe dimorfismo sexual, determinar a quantidade de esporos por esporângio e observar se existe anisosporia (*i.e.*, presença de esporos com distribuição de tamanho bimodal, onde esporos menores dão origem a gametófitos masculinos; MOGENSEN, 1981).

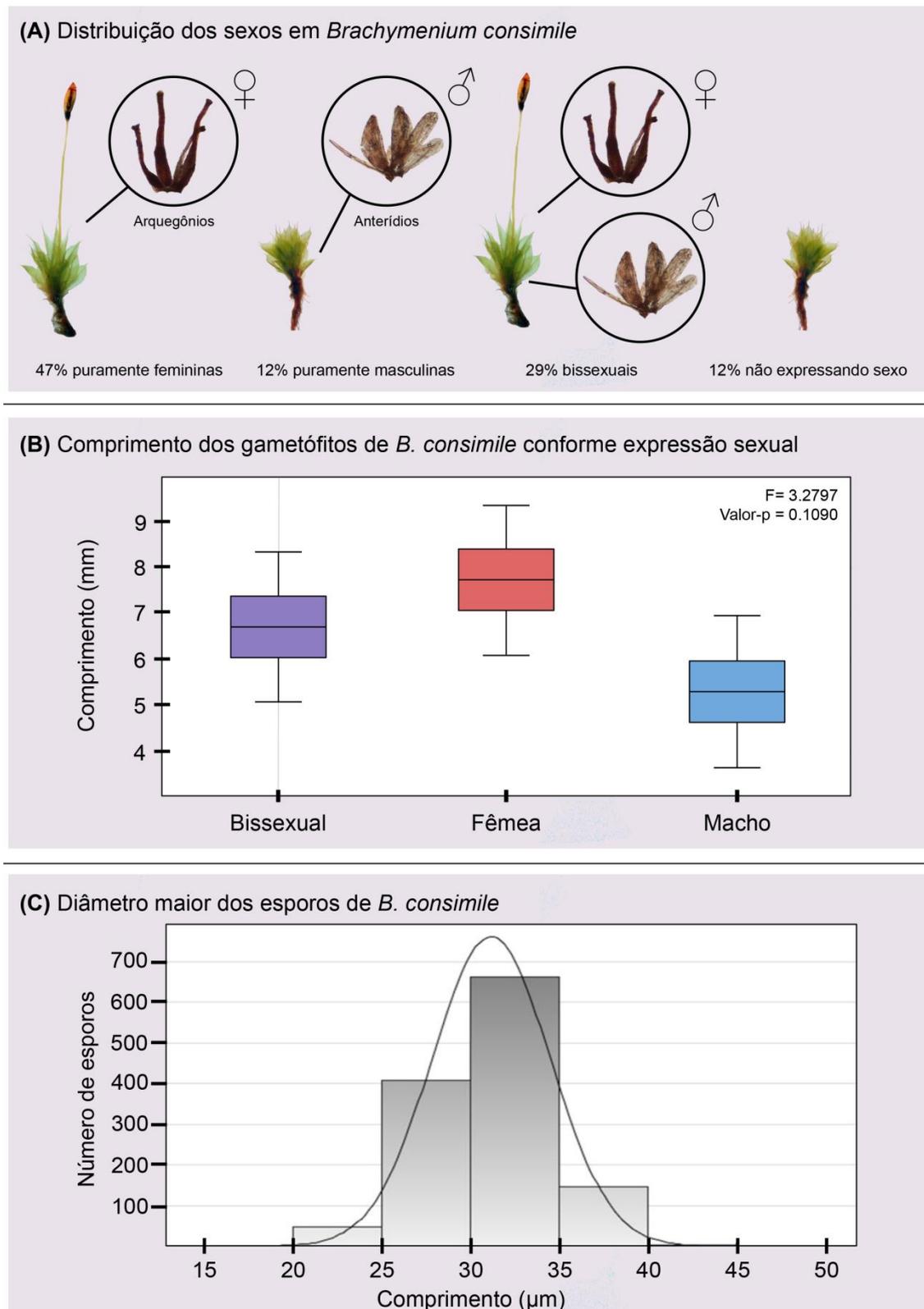
## METODOLOGIA

Três colônias de *B. consimile* foram coletadas em maio de 2018 em afloramentos rochosos ferruginosos do Parque Nacional Serra da Gandarela, Minas Gerais (20°05'13"S e 43°41'11"W). As amostras estavam em distintos forófitos, com cerca de dois metros de distância. Com ajuda de espátula e canivete, as colônias foram retiradas de troncos vivos e armazenadas em sacos de papel. Em laboratório, as plantas foram observadas sob estereomicroscópio e microscópio óptico para confirmação da espécie, seguindo Ochi (1980) e Allen (2002). Uma parte de cada amostra foi depositada no herbário BHCB (vouchers 194777, 194780 e 194781). Para a determinação do sistema sexual, cem gametófitos de cada colônia foram analisados sob estereomicroscópio e microscópio óptico para registro da expressão sexual (presença de arquegônios e/ou esporófitos (♀), anterídios (♂) ou ambos (♀ e ♂)). Ainda, o comprimento de cada planta foi determinado para observar possível dimorfismo sexual. Para estimar o número de esporos produzidos por esporângio, quatro esporófitos maduros de cada amostra foram selecionados e o método por Maciel-Silva *et al.* (2014) foi executado. Desta forma, cada cápsula foi completamente macerada em uma gota de água destilada (0,2 mL) usando um pedaço de bastão de vidro em uma lâmina de vidro. Uma alíquota dessa mistura homogênea de esporos e água foi coletada usando uma pipeta Pasteur e adicionada a uma câmara de contagem Neubauer. Os esporos foram contados em quatro repetições de 0,0001 mL. Em seguida, estimamos o número de esporos em cada cápsula. Por fim, outra alíquota foi observada sob microscópio óptico com micrômetro ocular, onde o maior diâmetro de pelo menos 100 esporos frescos foi registrado. O processamento dos dados foram feitos no *software* Statistica, versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 300 gametófitos observados, encontramos plantas femininas (47%), masculinas (12%), bissexuais (29%) e sem expressão (12%), sugerindo que *B. consimile* possui um sistema sexual polioico (Fig. 1A) e não exatamente dioico ou autoico. Ainda, dentre as plantas com esporófitos (205), 61% eram femininas e 39% bissexuais. De fato, os sistemas sexuais influenciam os parâmetros reprodutivos da história de vida de diferentes espécies de organismos (LONGTON, 1992). Em briófitas, espécies monoicas são conhecidas por terem maior expressão sexual e sucesso reprodutivo do que as dioicas, uma vez que os sexos estão mais próximos um do outro (LONGTON, 1992; MACIEL-SILVA & VÁLIO, 2011). Por outro lado, as espécies dioicas se beneficiam da fertilização cruzada, apesar do baixo sucesso reprodutivo em sua grande maioria (BISANG *et al.*, 2004). No caso de espécies polioicas, existe uma grande lacuna no conhecimento acerca de sua biologia reprodutiva (HOCK *et al.*, 2009), e estudos como este são necessários para uma compreensão maior do funcionamento, da dinâmica e do significado na ecologia deste sistema reprodutivo. Quanto ao dimorfismo sexual, embora plantas femininas e bissexuais tenham apresentado valores médios levemente maiores (7,6mm e 6,7mm, respectivamente) do que plantas masculinas (5,7mm), não houve diferença significativa (Fig. 1B). De acordo com nossos dados, não é possível dizer que existe dimorfismo claro entre as diferentes formas sexuais de *B. consimile*. No entanto, esse padrão pode ser real na natureza, ao exemplo do que já foi evidenciado em outros musgos (*e.g.*; NEWTON, 1971; SANTOS *et al.*, 2018), desde que seja avaliado um número superior de colônias e plantas (> 300). Por fim, os esporos da espécie são considerados grandes (*i.e.*, >25µm; DURING, 1979), visto o tamanho médio de 31µm. Não foram detectadas classes distintas de tamanho entre os esporos (Fig. 1C), que variaram de 18 a 45µm. Em média, os esporângios apresentaram 96.250 esporos (min. = 60.000 e máx. = 235.000). O tamanho e o número de esporos podem formar uma

importante parte das táticas de reprodução das briófitas (JOENJE & DURING, 1977). Mesmo esporos grandes, como os de *B. consimile*, podem ser transportados por grandes distâncias por ventos mais fortes ou presos a animais (FRAHM, 2009).



**Fig. 1** – Aspectos da biologia reprodutiva de *Brachymerium consimile*. A- Expressão sexual nos gametófitos. B- Comprimento dos gametófitos de acordo com a expressão sexual. C- Tamanho dos esporos.

## CONCLUSÕES

As novas informações obtidas neste estudo sobre a biologia reprodutiva de *B. consimile* ajudam a entender melhor o funcionamento do sistema sexual polioico pouco investigado em briófitas. Ainda, com esta confirmação da polioicia nesta espécie, novas perguntas surgiram: (I) qual a importância da coexistência e o papel relativo dos diferentes estados sexuais para a manutenção das populações de *B. consimile*? (II) existe variação da expressão sexual (fêmea, macho e bissexual) ao longo do tempo? Estudos futuros neste ramo da briologia são necessários para esclarecer não só estas perguntas específicas, mas padrões gerais para as briófitas acerca da polioicia.

## Autorização legal

Os autores agradecem ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/SISBIO, 47935-1) pela licença de coleta.

## Fomento

Os autores agradecem à FAPEMIG (00395-14) e ao CNPQ (459764/2014-4) pelo apoio financeiro.

**Palavras-chave:** Sistema sexual; musgo; polioícia.

## Referências

- ALLEN, B.H. Moss flora of Central America: Encalyptaceae-Orthotrichaceae. **Missouri Botanical Garden Press**, 2002.
- BISANG, I. *et al.* Mate limited reproductive success in two dioicous mosses. **Oikos**, v. 104, n. 2, p. 291-298, 2004.
- CANESTRARO, B.K.; PERALTA, D.F. Synopsis of the genus *Brachymenium* Schwägr. (Bryaceae) in Brazil. **Hoehnea**, v. 49, 2022.
- COX, C.J. *et al.* Conflicting phylogenies for early land plants are caused by composition biases among synonymous substitutions. **Systematic Biology**, v. 63, n. 2, p. 272-279, 2014.
- DURING, H. J. Life strategies of bryophytes: a preliminary review. **Lindbergia**, p. 2-18, 1979.
- FRAHM, J.P. Diversity, dispersal and biogeography of bryophytes (mosses). **Protist diversity and geographical distribution**, p. 43-50, 2009.
- GLIME, J. M. **Bryophyte Ecology**. Volume 1. Physiological Ecology. Ebook 2-8-1 sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists, 2017.
- HOCK, Z. *et al.* Population genetic consequences of the reproductive system in the liverwort *Mannia fragrans*. **Plant Ecology**, v. 202, p. 123-134, 2009.
- JOENJE, W.; DURING, H. J. Colonisation of a desalinating Wadden-polder by bryophytes. **Vegetation**, p. 177-185, 1977.
- LONGTON, R. E. Reproduction and rarity in British mosses. **Biological conservation**, v. 59, n. 2-3, p. 89-98, 1992.
- MACIEL-SILVA, A.S. *et al.* Estratégias reprodutivas de briófitas tropicais: estudos de caso com musgos e hepáticas ocorrentes no Brasil. In: **Anais 64 Congresso Nacional de Botânica, XXXIII ERBOT MG, BA e ES**. 2013. p. 80-88.
- MACIEL-SILVA, A.S. *et al.* All green, but equal? Morphological traits and ecological implications on spores of three species of mosses in the Brazilian Atlantic forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, p. 1249-1262, 2014.
- MACIEL-SILVA, A. S.; PÔRTO, K.C. Reproduction in bryophytes. In: **Reproductive biology of plants**, v. 3, p. 57-81, 2014.
- MACIEL-SILVA, A.S.; VÁLIO, I.F.M. Reproductive phenology of bryophytes in tropical rain forests: the sexes never sleep. **The bryologist**, v. 114, n. 4, p. 708-719, 2011.
- MOGENSEN, G.S. The biological significance of morphological characters in bryophytes: the spore. **Bryologist**, p. 187-207, 1981.
- NEWTON, M.E. cytological distinction between male and female *Mnium undulatum* Hedw. **Brit Bryol Soc Trans**, 1971.
- OCHI, H. 1980. A revision of the Neotropical Bryoideae, Musci (first part). **Journal of the Faculty of Education**, Tottori University, Natural Science 29: 49-154.
- OLIVEIRA, B.A. *et al.* What can bryophyte diversity on Cangas (ironstone outcrops) teach us?. **Journal of Vegetation Science**, v. 32, n. 3, p. e13029, 2021.
- SANTOS, W.L. *et al.* Sexual dimorphism, vegetative growth and reproductive investment in the rhizautoicous moss *Fissidens flaccidus* (Fissidentaceae, Bryopsida). **Cryptogamie, Bryologie**, v. 39, n. 2, p. 271-281, 2018.
- SPENCE, J.R. 42. Bryaceae Schwägrichen. In Flora of North America Editorial Committee (Ed.), **Flora of North America north of Mexico**. Vol. 28. Bryophyta, Part 2 (pp. 117–185). Oxford University Press. 2014.
- STATSOFT, I.N.C. STATISTICA (data analysis software system). **Version**, v. 7, p. 1984-2004, 2004.
- WYATT, R. Population ecology of bryophytes. **J. Hattori Bot. Lab.**, v. 52, p. 179-198, 1982.