

# OS GÊNEROS *CALYMPERES* E *SYRRHOPODON* (*CALYMPERACEAE*, *BRYOPHYTA*) EM FLORESTA ATLÂNTICA DO NORDESTE BRASILEIRO: ASPECTOS REPRODUTIVOS E DISTRIBUIÇÃO

Adaises Simone Maciel-Silva<sup>1</sup>  
Renata Silva Farias<sup>2</sup>  
Kátia Cavalcanti Pôrto<sup>2</sup>

Recebido em 24.03.2015, Aceito em 13.05.2015

## Abstract

Bryophytes are usually distributed in small colonies, separated from each other in the same environment. Each colony can propagate clonally through the fragmentation of plants, or production of asexual structures, which are successful in short-distance colonization. Sexual reproduction, after fertilization event, produces sporangia that will release spores able to long distance dispersal. Dioicous bryophytes have low frequency of sporophytes, but usually have different ways of vegetative propagation. The goal of this study was to investigate the distribution patterns of the genera *Calymperes* and *Syrrhopodon* in the Atlantic forest of northeast Brazil (states of Rio Grande do Norte to Sergipe), quantifying the main way of reproduction of the species in the study area. The following question was raised: do frequency of colonies producing spores and gemmae, as well as the size of these structures, explain distribution patterns in the species studied of *Calymperes* and *Syrrhopodon*? Thirteen species, five of *Calymperes* and eight of *Syrrhopodon*, were selected from 27 sites, and 1153 vouchers were analyzed for the presence of sporophytes and gemmae. Size of the spores was compiled from literature, and gemmae were measured from herbarium samples. Species were classified according to categories of distribution in common, sparse, restricted and rare, using the geographical distribution (minimum convex polygon, calculated from the occurrence sites of the species) and the mean value of records per site. *Calymperes afzelii*, *C. palisotii*, *Syrrhopodon incompletus*, *S. prolifer* and *S. parasiticus* were considered common, with high mean values for local abundance and large geographical distribution; *C. erosum* was classified as sparse; *S. ligulatus* as restricted, and *C. lonchophyllum*, *C. tenerum*, *Syrrhopodon africanus* ssp. *graminicola*, *S. brasiliensis*, *S. cryptocarpus* and *S. gaudichaudii* as rare. Sporophytes were not observed and gemmae were found in eight of thirteen species. Isolated variables as frequency of gemmae, as well as the size of gemmae and spores, did not help to explain all patterns of distribution obtained in the species studied. This

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Laboratório de Sistemática Vegetal, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG, 31270-901, Brasil. Autor para correspondência: adaisesmaciel@ufmg.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Laboratório Biologia de Briófitas, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, 50670-901, Brasil.

information can be useful when associated with studies on reproductive biology in temporal and spatial scale; or investigating physiological constraints for establishment and dispersal of diaspores; or still on the differential response of gender related to sexual and asexual reproduction.

**Key-words:** bryophyte, dispersal, gemmae.

## Resumo

Briófitas geralmente se distribuem em pequenas colônias, separadas umas das outras no mesmo ambiente. Cada colônia pode se propagar clonalmente por meio da fragmentação de indivíduos, ou produção de estruturas de propagação vegetativa, que têm sucesso na colonização a curtas distâncias. Por sua vez, a reprodução sexuada, após evento de fecundação, produz esporângios, que liberarão esporos capazes de se dispersar a distâncias maiores. Espécies dioicas de briófitas apresentam menor frequência de esporófitos, mas comumente possuem diferentes meios de propagação vegetativa. O principal objetivo desse trabalho foi investigar os padrões de distribuição dos gêneros de musgos *Calymperes* e *Syrrhopodon* na Floresta Atlântica nordestina (Rio Grande do Norte a Sergipe), quantificando como as espécies se reproduzem predominantemente na área de estudo. A seguinte questão foi levantada: a frequência de colônias produzindo esporos e gemas, assim como o tamanho dessas estruturas, explica o padrão de distribuição das espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* estudadas? Treze espécies, cinco de *Calymperes* e oito de *Syrrhopodon*, foram selecionadas a partir de 27 localidades, e 1153 exsiccatas foram analisadas quanto à presença de esporófitos e gemas. O tamanho dos esporos foi compilado de literatura especializada e o das gemas foi mensurado a partir de amostras de herbário. As espécies foram classificadas segundo categorias de distribuição em comum, esparsa, restrita e rara, utilizando-se a distribuição geográfica (mínimo polígono convexo calculado a partir das localidades de ocorrência) e a média de registros por localidade. *Calymperes afzelii*, *C. palisotii*, *Syrrhopodon incompletus*, *S. prolifer* e *S. parasiticus* foram consideradas comuns, com altos valores médios de abundância local e larga distribuição geográfica; *C. erosum* foi classificada como esparsa; *S. ligulatus* como restrita, e *C. lonchophyllum*, *C. tenerum*, *Syrrhopodon africanus* ssp. *graminicola*, *S. brasiliensis*, *S. cryptocarpus* e *S. gaudichaudii* como raras. Esporófitos não foram observados e gemas foram encontradas em oito de treze espécies. Variáveis isoladas como a frequência de gemas, assim como o tamanho de gemas e esporos, por si só, não ajudaram a explicar todos os padrões de distribuição obtidos nas espécies estudadas. Essas informações podem ser úteis quando associadas a estudos de biologia reprodutiva em escala temporal e espacial; ou que investiguem requerimento e restrição fisiológica durante a dispersão e o estabelecimento de diásporos; ou ainda, sobre a resposta diferencial dos sexos quanto à reprodução sexuada e assexuada.

**Palavras-chave:** briófitas, dispersão, gemas.

## Introdução

Briófitas geralmente se distribuem em pequenas colônias separadas umas das outras no mesmo ambiente (Söderström & Herben, 1997; Söderström & During, 2005). Cada colônia pode se propagar clonalmente por meio da fragmentação de indivíduos, ou produção de estruturas de propagação assexuada (*i.e.*, gemas e propágulos; Frey & Kürschner, 2011). Ou ainda, após evento de fecundação (geralmente intensificado durante a estação chuvosa), essas colônias produzem esporângios que liberam esporos facilmente carregados por correntes de ar (Glime, 2014). Esporos, comparados à maioria das estruturas de propagação vegetativa das briófitas, apresentam uma maior capacidade de dispersão, ampliando assim a distribuição das espécies em escala regional (Hedderson, 1992).

Entre espécies dioicas de briófitas ocorre uma importante limitação à propagação por esporos. Isso se dá devido a um efeito aleatório durante o estabelecimento de colônias de sexos distintos no mesmo habitat (Söderström & Herben, 1997; Snäll *et al.*, 2003). Em geral, a consequência da separação espacial de colônias puramente masculinas e femininas é que o gameta masculino fica limitado a curtas distâncias e obrigatoriedade de um filme de água para alcançar e fecundar o gameta feminino (Longton & Schuster, 1983; Bisang *et al.*, 2005; Stark *et al.*, 2005; Maciel-Silva *et al.*, 2012; Maciel-Silva & Pôrto, 2014). Logo, esporófitos (e conseqüentemente esporos) são formados com menor frequência entre essas espécies. Por outro lado, muitas espécies dioicas propagam-se vegetativamente por fragmentação ou produção de estruturas especializadas, tais como gemas, bulbilhos, tubers, produzidas continuamente durante o ano (Laaka-Lindberg, 1999; Pohjamo & Laaka-Lindberg, 2003; Frey & Kürschner, 2011). Apesar da propagação vegetativa não gerar variabilidade genética, esse é um mecanismo de reprodução importante em muitas espécies de briófitas, pois garante a manutenção e a ampliação local das colônias, persistência sob condições sub ótimas, dispersão para microhabitats próximos e estabelecimento mais rápido do que via esporos (Longton & Schuster, 1983; Kimmerer 1991a, 1994; Pohjamo & Laaka-Lindberg, 2003; Pohjamo *et al.*, 2006).

A família de musgos Calymperaceae apresenta muitas espécies dioicas e que produzem gemas em grande ou pequeno número. Os gêneros *Calymperes* e *Syrrhopodon* são os mais representativos em espécies dentro da família, com maioria dioica, caracterizadas por rara produção de esporófito e frequente produção de gemas (Reese 1984, 1993, 2001).

Considerando a importância das características reprodutivas relacionadas à dispersão e à amplitude de distribuição de espécies, o objetivo desse trabalho foi investigar os padrões de distribuição dos gêneros *Calymperes* e *Syrrhopodon* na Floresta Atlântica nordestina (Rio Grande do Norte a Sergipe); e quantificar como essas espécies se reproduzem predominantemente na área de estudo. A seguinte questão é levantada: A frequência de colônias produzindo esporos e gemas, assim como o tamanho

dessas estruturas, explica o padrão de distribuição das espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* estudadas?

### Material e métodos

Vinte e sete localidades de Floresta Atlântica, situadas desde o estado do Rio Grande do Norte a Sergipe (Tabela 1), foram utilizadas para mapeamento da distribuição de espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon*. Para fins de simplificação, o termo “Floresta Atlântica nordestina” utilizado no texto daqui em diante refere-se a esta delimitação de área de estudo.

Inicialmente, foi realizada consulta a trabalhos sobre os gêneros (Reese 1961, 1977, 1978, 1993), ao checklist atual de musgos brasileiros (Costa *et al.*, 2011), ao banco de dados do SpeciesLink (<http://splink.cria.org.br>), e a coleções dos herbários JPB-PB, UFP-PE, IBT-SP, com o objetivo de compilar as espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* registradas para o domínio da Floresta Atlântica nordestina. Coleta de material também foi realizada em áreas dos Estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe, reconhecidas com lacunas de amostragem e consideradas prioritárias à conservação (Brasil-MMA, 2002). Para esse estudo, foram analisadas 1153 exsicatas dos dois gêneros. Na ocasião, foram feitas confirmações das identificações, atualizações nomenclaturais, identificações de material indeterminado e verificação de estruturas reprodutivas com o auxílio de literatura especializada (Florschütz, 1964; Reese, 1983a, 1993; Buck, 2003).

Treze espécies foram selecionadas para este estudo: *Calymperes afzelii* Sw., *C. erosum* Müll. Hal., *C. lonchophyllum* Schwägr., *C. palisotii* Schwägr., *C. tenerum* Müll. Hal., *Syrrhopodon africanus* subsp. *graminicola* (R.S. Williams) W.D. Reese, *S. brasiliensis* W.D. Reese, *S. cryptocarpus* Dozy & Molk., *S. gaudichaudii* Mont., *S. incompletus* Schwägr., *S. ligulatus* Mont., *S. parasiticus* (Sw. ex Brid.) Besch. e *S. prolifer* Schwägr. Cada exsicata foi analisada em laboratório, sob estereomicroscópio, para registro da presença de esporófitos e gemas nas plantas (para número de localidades de coleta e total de exsicatas examinadas, ver Tabela 2). Uma vez que não foram encontrados esporófitos em número suficiente, informações sobre o tamanho de esporos foram obtidas de literatura especializada (Williams, 1920; Reese 1983a, 1983b, 1993; Reese & Stone, 2012).

Para o estudo das gemas, de uma até cinco exsicatas de diferentes localidades por espécie foram selecionadas. Para as espécies, cujas amostras da área de estudo não apresentaram gemas (*S. prolifer*, *S. brasiliensis*, *S. gaudichaudii*, *S. cryptocarpus* e *C. tenerum*), exsicatas de outras localidades depositadas nos herbários UFP e IBT foram adicionalmente analisadas. Cinco a quinze filídios gemíferos foram destacados de diferentes plantas em cada exsicata, montados em lâmina e observados sob microscópio óptico. Fotomicrografias das gemas foram tiradas e analisadas com o programa *Image Tool* (Wilcox *et al.*, 2002). Onze a setenta e cinco gemas por espécie foram selecionadas para medição do maior comprimento e largura. Para o comprimento, as medições foram feitas da célula basal até a célula apical da gema, excluindo-se o apêndice hialino. Como nem sempre todas as gemas

retêm esse apêndice (especialmente em material de herbário), a medição do mesmo foi excluída da análise.

Para classificar as espécies quanto ao padrão de distribuição na área de estudo, foram utilizadas as variáveis “abundância local média” (média de registros das espécies por localidade) e “distribuição geográfica” (calculada como o mínimo polígono convexo – MPC, a partir dos pontos de ocorrência de cada espécie). As espécies foram enquadradas em quatro categorias (Rabinowitz, 1981, adaptado por Cleavitt, (2005)), assim delimitadas: comum - com abundância local média > 8 registros, MPC < 30.000 km<sup>2</sup>, esparsa - abundância local média > 8 registros, MPC < 30.000 km<sup>2</sup>; restrita - abundância local média < 8 registros, MPC < 30.000 km<sup>2</sup> e rara - abundância local média < 8 registros, MPC > 30.000 km<sup>2</sup>. Mapas de distribuição das espécies, assim como o cálculo de MPC foram gerados utilizando-se os programas Diva Gis (Hijmans *et al.*, 2012) e Quantum Gis 2.6.1 (2012).

Medianas de comprimento e largura das gemas foram comparadas entre as espécies com o teste de Kruskal-Wallis e comparações múltiplas *a posteriori* ( $P \leq 0,05$ ). A fim de detectar possíveis relações entre distribuição geográfica e abundância local com características reprodutivas (frequência de amostras com gemas; mediana do comprimento e largura de gemas; e tamanho médio de esporos) das espécies, foram empregadas correlações de Spearman ( $P \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa Statistica 8.0 (StatSoft, 2007).

## Resultados e discussão

Entre as treze espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* estudadas, cinco delas, *Calymperes afzelii*, *C. palisotii*, *Syrrhopodon incompletus*, *S. prolifer* e *S. parasiticus*, apresentaram altos valores médios de abundância local e distribuição ampla nas áreas de Floresta Atlântica nordestina, tendo sido classificadas, portanto, como comuns (Figura 1). *Calymperes erosum* foi classificada como esparsa, por apresentar valores elevados de abundância local média, embora tenha sido assinalada apenas em três localidades; e *Syrrhopodon ligulatus* foi enquadrada como restrita por apresentar abundância local média baixa e regional ampla. Seis espécies, *C. lonchophyllum*, *C. tenerum*, *S. africanus* ssp. *graminicola*, *S. brasiliensis*, *S. cryptocarpus* e *S. gaudichaudii* foram classificadas como raras por ocorrerem com abundância local média baixa e distribuição regional reduzida.

Todas as espécies assinaladas neste estudo têm distribuição ampla no Brasil, ocorrendo em vários estados de duas ou mais regiões, à exceção de *Syrrhopodon brasiliensis* cuja distribuição estava concentrada no Sudeste do Brasil (Reese 1983a, 1993; Costa *et al.*, 2011; [www.splink.org.br/](http://www.splink.org.br/), [www.floradobrasil.jbrj.gov.br/](http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/)).

Entre as espécies estudadas não foram observados esporófitos. Embora, de um modo geral, a ocorrência de esporófito seja rara na grande maioria das espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon*, sobretudo naquelas dioicas, apenas *Calymperes tenerum* tem esporófito desconhecido nas Américas (Reese, 2001).

Gemas foram observadas na maioria das espécies, com exceção de *S. prolifer*, *C. tenerum*, *S. brasiliensis*, *S. cryptocarpus* e *S. gaudichaudii* (Tabela 2). Como as três últimas espécies foram representadas por uma única ou duas amostras, é difícil afirmar se a frequência de produção de gemas na área estudada é rara entre elas. Contudo, no que concerne às cinco espécies acima citadas, apenas para *Calymperes tenerum* há relatos de produção frequente e abundante de gemas (Reese, 1993, 2001). Esse padrão de raridade de esporófito e constância de gemas não é incomum entre espécies dioicas de Calymperaceae. Pereira (2012), estudando a biologia reprodutiva de seis espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* na Amazônia brasileira, observou que todas as espécies produziram gemas (cerca de 5 a 85% de filídios com gemas entre as espécies estudadas); ao passo que esporófitos só foram observados em quatro das seis espécies (cerca de 5 a 20% de esporófitos). Entre as espécies estudadas por Pereira (2012), *Calymperes mitrafugax* Florsch. foi a única monoica, apresentando a maior frequência de esporófitos e também um número razoável de filídios gemíferos. Por sua vez, Reese (2001) tentou relacionar a raridade de gemas na espécie monoica *Syrrhopodon cymbifolius* Müll. Hal. com a sua constante produção de esporófitos. Em nosso trabalho ficou evidente que a frequência de gemas varia dentro dos gêneros estudados, e que mesmo espécies com muitas amostras sem gemas não apresentaram esporófitos.

Um balanço entre a reprodução sexuada (e.g., produção de gametângios; esporófitos) e assexuada (e.g., produção de gemas) é comumente relatada na literatura de briófitas (Longton & Schuster, 1983; Fisher, 2011; Pereira, 2012). Colônias com menor densidade de indivíduos tendem a se propagar assexuadamente, enquanto colônias com alta densidade investem especialmente na reprodução sexuada (During, 1979; Kimmerer, 1991b). Fisher (2011) observou que espécies do complexo *Syrrhopodon involutus* Schwägr. variaram em sua expressão sexual no centro e na margem de sua distribuição geográfica. A autora percebeu que embora plantas masculinas geralmente expressassem sexo ao longo de toda sua distribuição, a expressão do sexo feminino foi reduzida na periferia de distribuição das espécies, sugerindo estabelecimento ou expressão sexual diferenciada entre os sexos. Uma vez que, no nosso estudo, as plantas não foram dissecadas à procura de gametângios, não há dados sobre expressão sexual. No entanto, visto que todas as espécies são dioicas, é muito provável que as amostras analisadas falharam temporalmente em produzir esporófitos devido à separação espacial das colônias de sexos distintos no campo, ou devido à expressão sexual reduzida em um dos sexos (Stark, 2005; Fisher, 2011). Este foi o caso assinalado por Reese (1984) para *Syrrhopodon texanus* Sull., uma espécie dioica e endêmica da América do Norte. Este autor verificou uma produção de gemas em 19% dos 509 espécimes examinados, enquanto esporófitos foram observados em apenas 5,5% destes. A baixa fertilidade das populações pôde ser atribuída à escassez de indivíduos masculinos, comparativamente aos femininos.

A produção de esporófitos em muitas dessas colônias deve ser casual e bastante espaçada ao longo do tempo, enquanto as gemas podem ocorrer continuamente durante o ano, ainda que com picos de produção em determinada estação do ano (Reese, 1984; Laaka-Lindberg, 1999; Pohjamo & Laaka-Lindberg, 2003).

A frequência de gemas e a distribuição geográfica das espécies foram positivamente correlacionadas ( $r = 0,81$ ;  $P = 0,0008$ ); mas nenhuma relação foi observada entre frequência de gemas e abundância local média das espécies. Desta forma, espécies com maior área de distribuição geográfica também apresentaram muitas amostras com gemas. Todavia, embora esse resultado seja interessante, é importante avaliá-lo com ressalva, visto que o número amostral desproporcional entre as espécies pode ter influenciado a relação. Entre as espécies classificadas como “comuns”, *Calymperes afzelli*, *C. palisotii*, *Syrrhopodon incompletus*, *S. parasiticus* e *S. prolifer*, todas exceto a última, apresentaram frequência razoável de exsiccatas possuindo plantas gemíferas (10 a 36%). *Syrrhopodon prolifer*, apesar de raramente produzir gemas, apresenta os menores esporos entre as espécies estudadas (Tabela 2), e essa característica pode ter relação com o seu sucesso de colonização, ainda que produzindo esporófitos esporadicamente. Comparado às espécies citadas acima, *Calymperes erosum* (classificada como esparsa neste estudo), apresentou produção de gemas um pouco menor (8%). Já em *Syrrhopodon ligulatus* 11% de amostras produziram gemas. Essa espécie, apesar de bem distribuída em sete localidades, apresentou número baixo de registros por localidade.

Quanto à morfologia (Figura 2), as gemas das espécies estudadas não só variam quanto ao tamanho e forma, mas também quanto a características da parede celular, como espessura, ornamentação e coloração. *Calymperes lonchophyllum* apresentou gemas bastante rugosas e com parede alaranjada; gemas com parede castanha a alaranjada também foram visualizadas em *C. afzelli*, *C. erosum*, *C. palisotii*, *S. cryptocarpus*, *S. africanus* ssp. *graminicola*, *S. parasiticus* e *S. gaudichaudii*. Gemas verdes e com parede mais delicada foram encontradas em *S. incompletus*, *S. brasiliensis*, *S. ligulatus*, *S. prolifer* e *C. tenerum*. De forma geral, a morfologia das gemas não diverge dos padrões relatados por Reese (2001). Os valores de comprimento e largura das gemas de *Calymperes* e *Syrrhopodon* estudadas diferiram significativamente entre as espécies (Figura 3). As gemas mais compridas foram encontradas em *S. parasiticus* e *S. africanus* ssp. *graminicola*, e as mais curtas entre *S. brasiliensis*, *S. prolifer*, *S. ligulatus*. Já quanto à largura, gemas mais largas foram observadas em *S. cryptocarpus*, *S. gaudichaudii* e *S. palisotii*, e as mais estreitas entre *S. africanus* ssp. *graminicola*, *S. parasiticus* e *S. prolifer* (Figura 3 e Tabela 2).

A similaridade entre os tamanhos das gemas de *Syrrhopodon africanus* ssp. *graminicola* e *S. parasiticus* coincide com a semelhança morfológica do gametófito e do nicho compartilhado entre essas duas espécies (Reese, 1993). Uma provável relação entre a ocorrência de gemas filiformes e um padrão de

distribuição restrita em *Syrrhopodon helicophyllus* Mitt. é sugerida por Reese (2001). Porém, pelo menos na escala regional usada em nosso estudo, *S. africanus* ssp. *graminicola* e *S. parasiticus* foram classificadas como rara e comum, respectivamente, não sustentando a hipótese de que a presença de gemas filiformes grandes explicaria uma distribuição restrita de uma espécie. Ainda segundo Reese (2001), com exceção da espécie *S. helicophyllus*, não parece haver correlação entre tamanho da gema e distribuição geográfica das espécies por ele estudadas.

O tamanho de esporos e gemas (comprimento e largura) não foi correlacionado à distribuição geográfica ou à abundância local média das espécies em nosso estudo. Apesar de *S. africanus* ssp. *graminicola* possuir esporos em média grandes (até 47  $\mu\text{m}$ ), comparados aos esporos de *S. parasiticus* (até 36  $\mu\text{m}$ ), o uso dessa variável não ajudou a explicar o padrão de distribuição de todas as espécies estudadas. O conjunto de características como frequência e tamanho de gemas, e tamanho de esporos, além da tolerância dos diásporos durante dispersão, e preferência de microhabitats durante o estabelecimento devem influenciar os padrões de distribuição das espécies que verificamos na natureza. Porém, quando analisados separadamente não ajudam a constatar essas relações diretas.

Sobretudo para as espécies raras na área de estudo, pesquisas que enfoquem os requerimentos referentes ao estabelecimento de novos indivíduos no campo são bem vindos e devem lançar luz sobre a ecologia de espécies raras de briófitas (Cleavitt, 2002, 2005). Além disso, os poucos fragmentos de Floresta Atlântica que restam no Nordeste brasileiro, sobretudo acima do rio São Francisco (Silva & Tabarelli, 2001), podem abrigar um número cada vez menor de habitats ótimos para a manutenção e a reprodução sexuada dessas espécies (Cleavitt, 2002; Alvarenga *et al.*, 2009). Além disso, é esperado que o distanciamento entre os fragmentos de floresta resulte na seleção das espécies com maior habilidade de dispersão de seus diásporos (Söderström & During, 2005).

Portanto, com base nos resultados desse estudo, conclui-se que o uso isolado de características pontuais como a frequência na produção de estruturas reprodutivas (e.g., esporos e gemas) e o tamanho/morfologia dessas estruturas, por si só, não ajudam a explicar todos os padrões de distribuição observados nas espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* estudadas na Floresta Atlântica nordestina. Por outro lado, essas informações podem contribuir, sobremaneira, quando associadas a estudos de biologia reprodutiva, em escala temporal e espacial, que investiguem requerimento e restrição fisiológica durante a dispersão e o estabelecimento de diásporos, e, mesmo sobre a resposta diferencial dos sexos quanto à reprodução sexuada e assexuada.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado à primeira autora no Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco. À bióloga Edna Patrícia Bandeira de Souza pelo auxílio na



medição de gemas das espécies estudadas; a Dra. Kirsten M. Fisher por informações e literatura sobre Calymperaceae; e à Dra. Olga Yano pela valiosa ajuda ao enviar amostras essenciais ao fechamento do estudo.

### Referências bibliográficas

- ALVARENGA, L.D.P.; PÔRTO, K.C. & SILVA, M.P.P. 2009. Relations between regional-local habitat loss and metapopulation properties of epiphyllous bryophytes in the Brazilian Atlantic forest. *Biotropica* 41: 682-691.
- BISANG, I.; EHRLÉN, J. & HEDENÅS, L. 2004. Mate limited reproductive success in two dioicous mosses. *Oikos* 104: 291-298.
- BRASIL-MMA. 2002. *Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de Áreas e Ações prioritárias para, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade nos biomas brasileiros*. Brasília: MMA/SBF. Ministério do Meio Ambiente.
- BUCK, W.R. 2003. Guide to the plants of Central French Guiana. Part 3. Mosses. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 76: 1-167.
- CLEAVITT, N.L. 2002. Stress tolerance of rare and common moss species in relation to their occupied environments and asexual dispersal potential. *Journal of Ecology* 90: 785-795.
- CLEAVITT, N.L. 2005. Patterns, hypotheses and processes in the biology of rare bryophytes. *The Bryologist* 108: 554-566.
- COSTA, D.P.D.; PÔRTO, K.C.; LUIZI-PONZO, A.P.; ILKIU-BORGES, A.L.; BASTOS, C.J.P.; CÂMARA, P.E.A.S.; PERALTA, D.F.; BÔAS-BASTOS, S.B.V.; IMBASSAHY, C.A.A.; HENRIQUES, D.K.; GOMES, H.C.S.; ROCHA, L.M.; SANTOS, N.D.; SIVIERO, T.S.; VAZ-IMBASSAHY, T.F. & CHURCHILL, S.P. 2011. Synopsis of the Brazilian moss flora: checklist, distribution and conservation. *Nova Hedwigia* 93: 277-334.
- DURING, H.J. 1979. Life strategies of bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia* 5: 2-18.
- FISHER, K.M. 2011. Sex on the edge: reproductive patterns across the geographic range of the *Syrrophodon involutus* (Calymperaceae) complex. *The Bryologist* 114: 674-685.
- FLORSCHÜTZ, P.A. 1964. The Mosses of Suriname. In: LANJOUW, J. (Ed.). *Flora of Suriname*. Leiden: E.J. Brill.
- FREY, W. & KÜRSCHNER, H. 2011. Asexual reproduction, habitat colonization and habitat maintenance in bryophytes. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 206: 173-184.
- GLIME, J.M. 2014. *Adaptive Strategies: Spore Dispersal Vectors*. Chapt. 4-9. In: GLIME, J.M. (Ed.) *Bryophyte Ecology*. Volume 1. 4-9-1 Physiological Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Disponível em [www.bryoecol.mtu.edu](http://www.bryoecol.mtu.edu). Acesso em 15 jan 2015.
- HEDDERSON, T.A. 1992. Rarity at range limits; dispersal capacity and habitat relationships of extraneous moss species in a boreal Canadian National Park. *Biological Conservation* 59: 113-120.
- HIJMANS, R.J.; GUARINO, L. & MATHUR, P. 2012. DIVA-GIS, version 7.5. A geographic information system for the analysis of species distribution data. Disponível em <http://www.diva-gis.org>.
- KIMMERER, R.W. 1991a. Reproductive ecology of *Tetraphis pellucida* II. Differential success of sexual and asexual propagules. *The Bryologist* 94: 284-288.

- KIMMERER, R.W. 1991b. Reproductive ecology of *Tetraphis pellucida* I. Population density and reproductive mode. *The Bryologist* 94: 255-260.
- KIMMERER, R.W. 1994. Ecological consequences of sexual versus asexual reproduction in *Dicranum flagellare* and *Tetraphis pellucida*. *Bryologist* 97: 20-25.
- LAACA-LINDBERG, S. 1999. Asexual reproduction in a population of a leafy hepatic species *Lophozia silvicola* Buch in central Norway. *Plant Ecology* 141: 137-144.
- LONGTON, R.E. & SCHUSTER, R.M. 1983. Reproductive biology. In: SCHUSTER, R.M. (Ed.). *New Manual of Bryology*. Vol. 1. Hattori Botanical Laboratories, Nichinan.
- MACIEL-SILVA, A.S. & PÔRTO, K.C. 2014. Reproduction in Bryophytes. In: RAMAWAT K.G., MÉRILLON, J-M, SHIVANNA, K.R. *Reproductive Biology of Plants*: 57-84.
- MACIEL-SILVA, A.S.; VÁLIO, I.F.M. & RYDIN, H. 2012. Altitude affects the reproductive performance in monoicous and dioicous bryophytes: examples from a Brazilian Atlantic rainforest. *AoB plants*, pls016.
- PEREIRA, M.R.S. 2012. *Estudo biossistemático de seis espécies de Calymperaceae (Bryophyta) na Amazônia*. Dissertação de mestrado. INPA, Manaus.
- POHJAMO, M. & LAACA-LINDBERG, S. 2003. Reproductive modes in the epixylic hepatic *Anastrophyllum hellerianum*. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics* 6: 159-168.
- POHJAMO, M.; LAACA-LINDBERG, S.; OVASKAINEN, O. & KORPELAINEN, H. 2006. Dispersal potential of spores and asexual propagules in the epixylic hepatic *Anastrophyllum hellerianum*. *Evolutionary Ecology* 20: 415-430.
- QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM. 2012. *Quantum GIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project.
- REESE, W.D. 1961. The genus *Calymperes* in the Americas. *The Bryologist* 64: 89-140.
- REESE, W.D. 1977. The genus *Syrrhopodon* in the Americas. I. The elimbate species. *The Bryologist* 80: 2-31.
- REESE, W.D. 1978. The genus *Syrrhopodon* in the Americas. II. The limbate species. *The Bryologist* 81: 189-225.
- REESE, W.D. 1983a. American *Calymperes* and *Syrrhopodon*: Identification key and summary of recent nomenclatural changes. *The Bryologist* 86: 23-30.
- REESE, W.D. 1983b. *Syrrhopodon brasiliensis*, a previously undescribed species from Southern Brazil. *The Bryologist* 86: 354-356.
- REESE, W.D. 1984. Reproductivity, Fertility and Range of *Syrrhopodon texanus* Sull. (Musci; Calymperaceae), a North American Endemic. *The Bryologist* 87: 217-222.
- REESE, W.D. 1993. *Calymperaceae. Flora Neotropica*. Monograph 58. New York: The New York Botanical Garden. p. 1-101.
- RESSE, W.D. 2001. The Gemmae of the Calymperaceae. *The Bryologist* 104: 282-289.
- REESE, W.D. & STONE, I.G. 2012. *Australian Mosses Online*. 13. *Calymperaceae: Calymperes*. Disponível em [http://www.anbg.gov.au/abrs/Mosses\\_Online/Calymperaceae.pdf](http://www.anbg.gov.au/abrs/Mosses_Online/Calymperaceae.pdf). Acesso em 01 de jan. 2015.
- SILVA, J.M.C. & TABARELLI, M. 2001. The future of the Atlantic forest in northeastern Brazil. *Conservation Biology* 15: 819-820.
- SNÄLL, T.; RIBEIRO Jr, P.J. & RYDIN, H. 2003. Spatial occurrence and colonisations in patch-tracking metapopulations: local conditions versus dispersal. *Oikos* 103: 566-578.

SÖDERSTRÖM, L. & DURING, H.J. 2005. Bryophyte rarity viewed from the perspectives of life history strategy and metapopulation dynamics. *Journal of Bryology* 27: 261-268.

SÖDERSTRÖM, L. & HERBEN, T. 1997. Dynamics of bryophyte metapopulations. *Advances in Bryology* 6: 205-240.

STATSOFT. 2007. *STATISTICA* (data analysis software system), version 8.0.

STARK, L.R.; MCLETCHE, D.N. & MISHLER, B.D. 2005. Sex expression, plant size, and spatial segregation of the sexes across a stress gradient in the desert moss *Syntrichia caninervis*. *The Bryologist* 108: 183-193.

WILCOX, C.D.; DOVE, S.B.; McDAVID, W.D. & GREER, D.B. 2002. *UTHSCSA ImageTool*, Version 3.0 Final.

WILLIAMS, R.S. 1920. Calymperaceae of North America. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 47: 367-396.

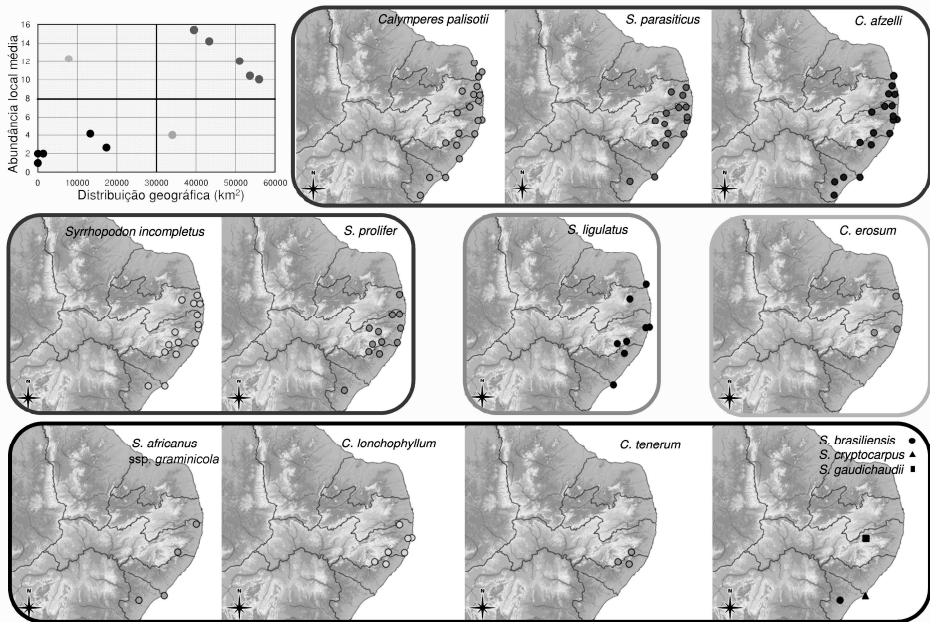
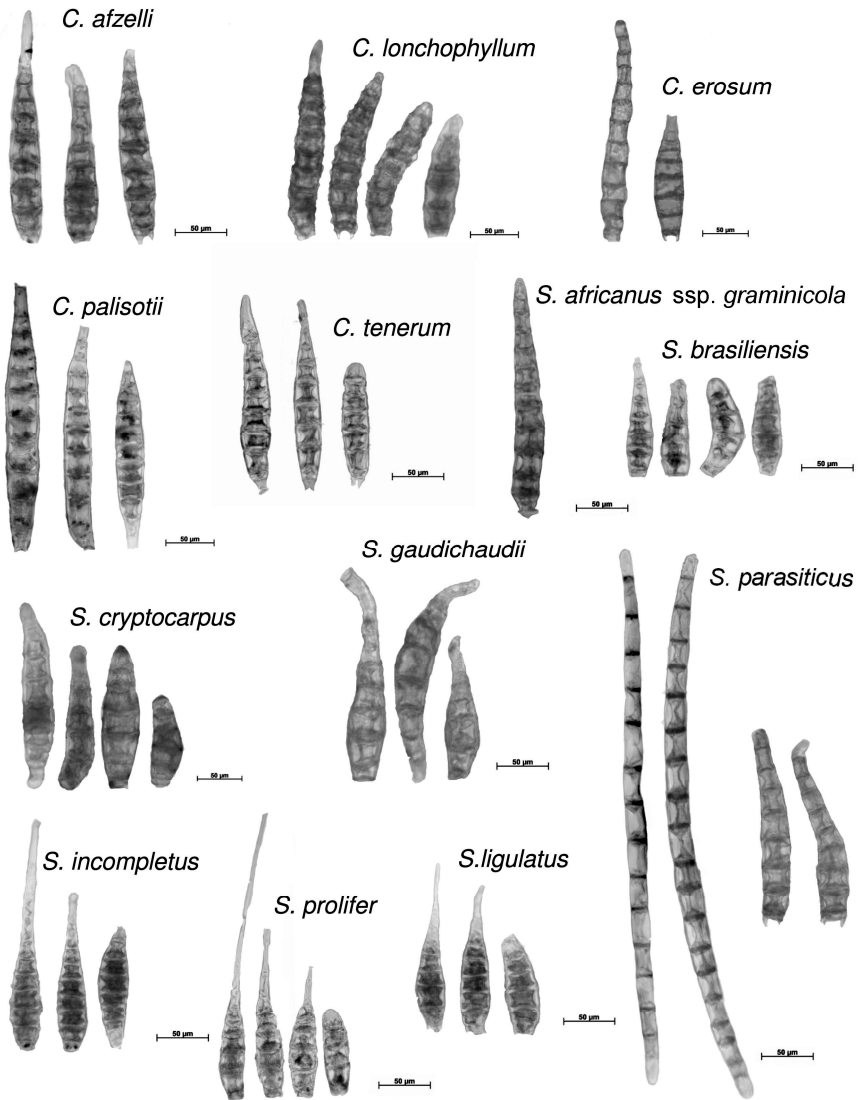
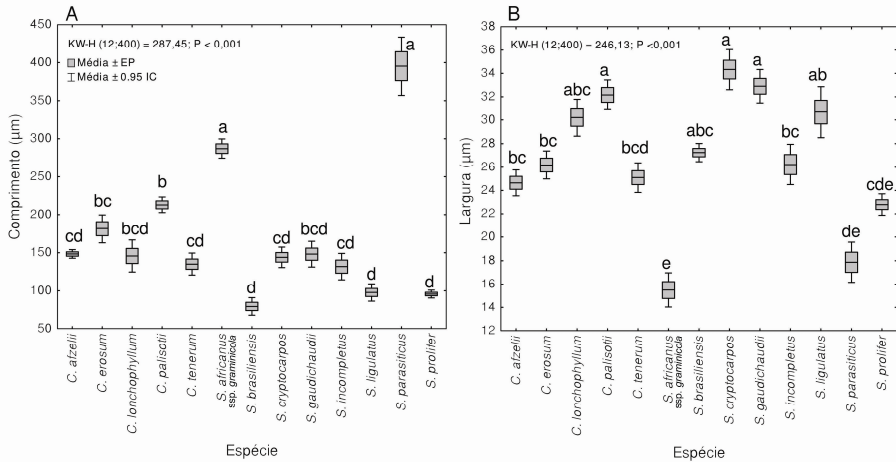


Figura 1. Distribuição de espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* em remanescentes de Floresta Atlântica nordestina do Rio Grande do Norte a Sergipe.



**Figura 2.** Vista geral de gemas em Calymperes e Syrrhopodon (Calymperaceae). Escala = 50 µm.



**Figura 3.** Tamanho médio de gemas em espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon*. A. Comprimento médio de gemas ( $\mu\text{m}$ ); B. Largura média de gemas ( $\mu\text{m}$ ). Letras diferentes indicam significância estatística (teste de Kruskal-Wallis seguido de comparações múltiplas,  $P = 0,05$ ). Média  $\pm$  erro padrão e intervalo de confiança (95%) são apresentados para cada espécie.

**Tabela 1.** Localidades de ocorrência das espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* em remanescentes de Floresta Atlântica nordestina do Rio Grande do Norte a Sergipe.

Localidade/estado	Coordenadas geográficas	Altitude (m)
1 - Parque Estadual Dunas de Natal/RN	05°48'45" S; 35°11'35" W	45
2 - RPPN Mata Bela/RN	06°22'10" S; 35°00'28" W	51
3 - RPPN Mata Estrela/RN	06°22'27" S; 35°00'38" W	65
4 - REBIO Guaribas/PB	06°80'59" S; 35°07'57" W	2 04
5 - APA Mamanguape/PB	06°47'06" S; 35°04'48" W	55
6 - Reserva Ecológica da Mata do Pau-Ferro/PB	06°58'12" S; 35°42'15" W	600
7 - RPPN Pacatuba/PB	07°05'41" S; 35°13'29" W	147
8 - RPPN Gargaú/PB	07°06'48" S; 34°57'41" W	80
9 - Jardim Botânico B. Maranhão/PB	06°10'02" S; 34°52'48" W	50
10 - Engenho Água Azul/PE	07°36'50" S; 35°22'39" W	300
11 - Mata do Estado/PE	07°35'26" S; 35°07'03" W	700
12 - Refúgio Ecológico Charles Darwin/PE	07°50'04" S; 35°54'22" W	11
13 - Reserva Ecológica de Dois irmãos/PE	08°07'30" S; 34°52'30" W	10
14 - Reserva Ecológica de Gurjaú/PE	08°10'06" S; 35°02'30" W	150
15 - Estação Ecológica de Tapacurá/PE	08°00'13" S; 35°01'17" W	58
16 - REBIO Saltinho/PE	08°44'13" S; 35°10'11" W	644
17 - RPPN Frei Caneca/PE	08°42'37" S; 35°50'01" W	600
18 - Reserva Municipal de Bonito/PE	08°47'38" S; 35°72'65" W	720
19 - Parque Ecológico Municipal João Vasconcelos Sobrinho/PE	08°16'58" S; 35°58'33" W	600
20 - RPPN Fazenda Bituri/PE	08°08'45" S; 36°22'16" W	900
21 - REBIO Pedra Talhada/AL	10°29'32" S; 36°23'00" W	990
22 - Usina Serra Grande/AL	09°06'36" S; 36°03'28" W	256
23 - Estação Ecológica de Murici/AL	09°11'05" S; 35°55'12" W	82
24 - APA Massangueira/AL	09°44'47" S; 35°49'29" W	5
25 - Refúgio da Vida Silvestre Mata do Junco/SE	10°30'35" S; 37°03'17" W	173
26 - Parque Nacional Itabaiana/SE	10°41'06" S; 37°25'31" W	659
27 - APA Litoral Sul/SE	11°16'07" S; 37°26'17" W	53

**Tabela 2.** Número de localidades de ocorrência (total de exsiccatas analisadas) e frequência de exsiccatas apresentando gemas em espécies de *Calymperes* e *Syrrhopodon* estudadas em remanescentes de Floresta Atlântica nordestina do Rio Grande do Norte a Sergipe. Valores mínimo e máximo do diâmetro maior de esporos foram obtidos de Reese (1993). Valores mínimo e máximo de comprimento e largura de gemas foram calculados de plantas depositadas nos herbários. CR (categoria de distribuição das espécies para a referida área de estudo) = C (comum); Rt (restrita); E (esparso); R (rara).

Espécie (CD)	Localidades de ocorrência (exsiccatas analisadas)	Frequência de exsiccatas com gemas (%)	Diâmetro do esporo (µm)	Min – Máx Comprimento da gema (µm)	Min – Máx Largura da gema (µm)
<i>Calymperes afzelii</i> (C)	19 (229)	28	19 – 23	118,0 – 194,0	16,8 – 31,6
<i>Calymperes palisotii</i> (C)	21 (221)	36	28 – 35	130,5 – 312,2	17,7 – 43,7
<i>Syrrhopodon incompletus</i> (C)	14 (199)	10	14 – 19	44,0 – 209,1	15,8 – 38,7
<i>Syrrhopodon parasiticus</i> (C)	16 (167)	24	24 – 36	214,4 – 639,3	9,9 – 34,2
<i>Syrrhopodon prolifer</i> (C)	12 (185)	0	9 – 12	82,4 – 105,8	20,9 – 25,4
<i>Syrrhopodon ligulatus</i> (Rt)	3 (37)	11	17 – 19	54,1 – 131,9	24,6 – 38,4
<i>Calymperes. erosum</i> (E)	7 (28)	8	20 – 26	68,4 – 277,1	17,5 – 32,8
<i>Calymperes. lonchophyllum</i> (R)	7 (29)	7	17 – 24	74,5 – 204,0	25,7 – 34,1
<i>Calymperes. tenerum</i> (R)	3 (6)	0	30 – 52	82,1 – 171,7	20,1 – 28,1
<i>Syrrhopodon ssp. graminicola</i> (R)	3 (8)	0	21 – 47	195,6 – 369,4	6,4 – 25,8
<i>Syrrhopodon cryptocarpus</i> (R)	1 (2)	0	19 – 24	89,8 – 174,4	27,9 – 40,2
<i>Syrrhopodon brasiliensis</i> (R)	1 (1)	0	12 – 14	47,1 – 113,4	25,6 – 31,0
<i>Syrrhopodon gaudichaudii</i> (R)	1 (1)	0	16*	110,7 – 205,1	28,3 – 37,6

\* valor referente à média.