



# DISTRIBUIÇÃO E COBERTURA RELATIVA DE MUSGOS (BRYOPHYTA) DE SOLO EM DIFERENTES AMBIENTES

Clarissa Barbosa-Oliveira

## INTRODUÇÃO

Uma comunidade pode ser definida como um grupo de organismos que ocorrem juntos no tempo e espaço (Begon *et al.* 2006). Os padrões observados de distribuição de espécies nas comunidades podem resultar de interações bióticas, de respostas individuais dos organismos (às interações ou à disponibilidade de recursos), da ocorrência de distúrbios, de razões históricas (que colonizadores chegaram primeiro) ou do acaso (Wiens 1992). Entretanto, usualmente os padrões exibidos por uma comunidade resultam da combinação de vários fatores.

Comunidades compostas somente por briófitas são encontradas em vários dos substratos disponíveis na natureza. Elas também podem ser componentes conspicuos de ecossistemas dominados por plantas fanerógamas, principalmente em florestas úmidas, ou podem tornar-se dominantes por breves períodos em comunidades efêmeras ou em sucessão (Bates 2000). A sobrevivência de briófitas é controlada pelas condições em que o esporo germina (incidência luminosa e umidade) e o substrato onde se fixa (longevidade da superfície e características químicas) (Bates 1998, Schofield 2001).

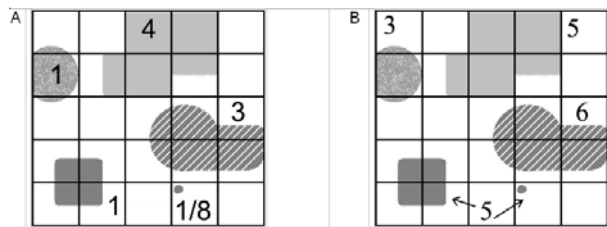
Água e temperatura são importantes determinantes da distribuição da cobertura vegetal na superfície do planeta (Grace 1997). A competição por água em plantas pode limitar a extensão do desenvolvimento de área foliar dos indivíduos da comunidade (Ehleringer 1984). A maioria das briófitas possui adaptações para tolerar a dessecação e pode se dispersar vegetativamente por fragmentação ou por diásporos, mesmo quando desseccadas (Schofield 2001). Na prática, todas as briófitas estocam água suficiente para manutenção da umidade por vários dias antes de sofrer desidratação, porém a duração desse período e a tolerância a dessecação variam em diferentes

espécies (Proctor 2000). Considerando que a disponibilidade de água afete a riqueza, a abundância de espécies e a composição da comunidade de musgos, é esperado que ambientes mais úmidos tenham maior riqueza de espécies, que a abundância das espécies seja maior no ambiente úmido e que a composição de espécies seja diferente entre ambientes úmidos e secos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Realizei o estudo no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, que faz parte do complexo lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá, no litoral sul do estado de São Paulo. Ao longo da Trans-Cardoso, estrada localizada a nordeste da ilha que corta uma área de Floresta Alta sobre restinga, há duas depressões marginais, de onde o solo foi retirado para a construção do leito da estrada ('áreas de empréstimo'). Essas áreas mais baixas no terreno, que representam o limite entre a estrada e o início da floresta, são sistematicamente alagadas com as chuvas. Nas margens da estrada e nas valas há predomínio de vegetação herbáceo-arbustiva, incluindo musgos e líquens.

Ao longo da estrada, amostréi 30 pontos a cada 30 passos (aproximadamente 23 m), alternando os lados da estrada (direito e esquerdo). Em cada ponto, amostréi a camada de vegetação rasteira do solo ao lado da estrada, ambiente seco, e a camada de vegetação rasteira na depressão marginal, ambiente úmido, que estava seca há cerca de uma semana. Utilizei um quadrado amostrador com 50 cm de lado, dividido em 25 sub-quadrados de 100 cm<sup>2</sup>. Registrei as espécies de musgos que ocorriam em cada ponto, a cobertura relativa (a soma da área dos sub-quadrados cobertos pela espécie em relação à área total, correspondente a abundância da espécie) e a frequência relativa (porcentagem de sub-quadrados ocupados) de cada espécie de musgo (Figura 1).



**Figura 1.** A) Método de estimativa de cobertura relativa para quatro espécies hipotéticas. Os números representam a soma de sub-quadrados ocupados por cada espécie. Indivíduos solitários foram registrados ocupando 1/8 de área de um sub-quadrado. B) Método de estimativa de frequência. Os números representam o número de quadrados ocupados por cada espécie. As manchas cinza de diferentes padrões representam espécies diferentes de musgos.

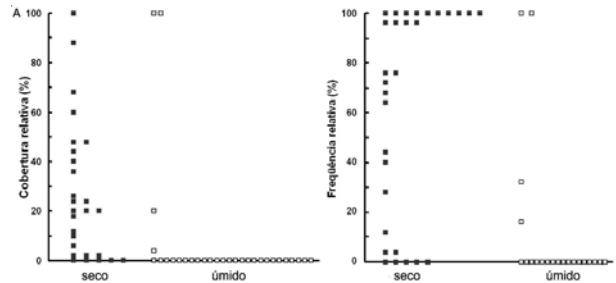
Para testar se a cobertura relativa e a frequência relativa das espécies diferiam entre os ambientes, fiz 1000 aleatorizações para cada variável (cobertura relativa e frequência relativa) por espécie com o programa Resampling Stats. Permutei cada variável entre os dois ambientes (seco e úmido), simulando que não havia diferenças entre os ambientes. Em seguida, calculei a diferença entre as médias dos valores aleatorizados para cada ambiente. Por fim, comparei a diferença das médias dos valores observados em cada ambiente com a distribuição das diferenças entre as médias obtidas nas 1000 aleatorizações e obtive a probabilidade de valores iguais ou mais extremos que os observados serem encontrados por acaso. Foi adotado como nível de significância um valor de probabilidade de 0,05. Para saber se havia dominância de uma espécie em cada um dos ambientes, repeti o procedimento de aleatorização para testar se as coberturas relativas das espécies diferiam em cada ambiente.

## RESULTADOS

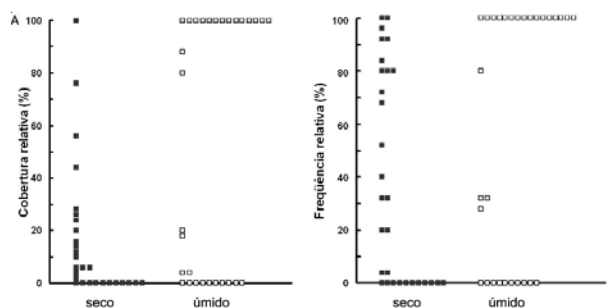
Encontrei apenas duas espécies de musgos crescendo sobre o solo às margens da estrada: *Campylopus* sp. (Dicranaceae) e *Sphagnum* sp. (Sphagnaceae). Ambas ocorrem nos dois ambientes, o que leva à rejeição das hipóteses de que a riqueza e a composição das espécies de musgos seriam diferentes nos ambientes seco e úmido.

*Campylopus* sp. foi mais freqüente ( $p < 0,001$ ) e apresentou maior cobertura relativa ( $p < 0,001$ ) no ambiente seco (Figura 2), enquanto *Sphagnum* sp. foi mais freqüente ( $p = 0,02$ ) e apresentou maior cobertura relativa ( $p < 0,001$ ) no ambiente úmido ( $p < 0,001$ ) (Figura 3). As coberturas relativas das espécies não diferiram no ambiente seco ( $p = 0,14$ ), mas diferiram no ambiente úmido ( $p < 0,001$ ). As

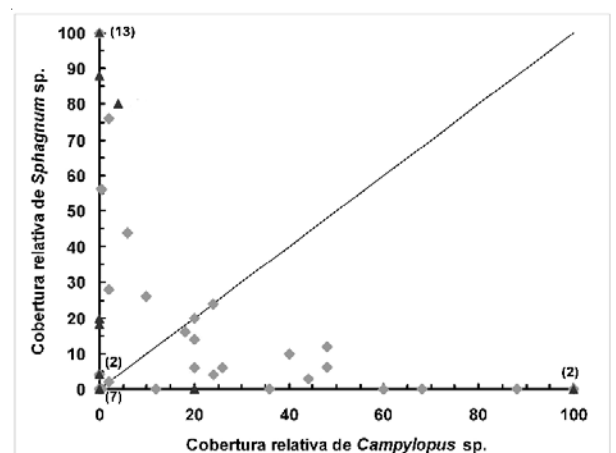
espécies co-ocorrem mais comumente no ambiente seco, enquanto no ambiente úmido, em geral, há dominância de *Sphagnum* sp. (13 ocorrências, Figura 4). Em sete locais amostrados no ambiente úmido havia espaços não colonizados por musgos, plantas ou líquens, caracterizados por possuírem uma densa camada de serrapilheira.



**Figura 2.** Cobertura relativa (A) e frequência relativa (B) de *Campylopus* sp. nos ambientes seco e úmido.



**Figura 3.** Cobertura relativa (A) e frequência relativa (B) de *Sphagnum* sp. nos ambientes seco e úmido.



**Figura 4.** Coberturas relativas de duas espécies de musgos nos diferentes pontos amostrados. Os losangos representam o ambiente seco e os triângulos, o ambiente úmido (entre parênteses estão representados o número de pontos correspondentes a cada triângulo quando houve valores coincidentes). A reta representa a ocorrência hipotética de co-dominância total entre as espécies.

## DISCUSSÃO

A riqueza e a composição de espécies da comunidade de musgos foram iguais nos dois ambientes, porém as coberturas relativas das espécies foram

diferentes. Isso indica que essas espécies de musgos possuem limites de tolerância que coincidem em certa extensão. A hipótese de que a abundância das espécies seria maior no ambiente úmido não foi corroborada, uma vez que apenas uma espécie ocorreu em maior abundância nesse ambiente.

É possível que a diferença nas coberturas relativas das espécies entre os ambientes seja resultado de preferências de habitats distintas, e não do efeito de competição interespecífica. A maior cobertura relativa de *Campylopus* sp. no ambiente seco e a maior cobertura relativa de *Sphagnum* sp. no ambiente úmido sugerem que essas espécies se desenvolvem melhor em ambientes diferentes. Assim, as duas ocorrências de dominância de *Campylopus* sp. no ambiente úmido podem estar relacionadas a diferenças na distribuição de água nesse ambiente, que podem tornar apenas alguns sítios mais adequados para a colonização por essa espécie. Da mesma forma, a recorrente dominância de *Sphagnum* sp. no ambiente úmido pode estar relacionada apenas a condições não propícias para a outra espécie e, portanto, não ser resultado de exclusão competitiva.

As duas espécies podem ocorrer em máxima abundância (100% de cobertura relativa) nos dois ambientes, o que indica que ambas são capazes de colonizar esses locais de forma adequada. Em função dessa informação, o padrão de ocorrência das espécies não pode ser explicado apenas por preferência de habitat. No ambiente úmido observa-se um padrão de distribuição mutuamente excludente, com recorrente dominância de *Sphagnum* sp. associada a ausência de *Campylopus* sp. em 13 pontos, o que poderia indicar que *Sphagnum* sp. é melhor competidor sob condições de abundância de água, e dominância *Campylopus* sp. com ausência de *Sphagnum* sp. em dois pontos, o que indicaria que sob determinadas condições, possivelmente na ausência de *Sphagnum* sp., *Campylopus* sp. é capaz de ocupar o ambiente e dominar a comunidade. A exceção de exclusão nesse ambiente foi em um único ponto, onde *Sphagnum* sp. teve cobertura relativa de 80% e *Campylopus* sp., de 4%, porém, nesse ponto a frequência relativa de *Campylopus* sp. foi baixa (16%), principalmente quando comparada à frequência relativa de *Sphagnum* sp. (100%).

Musgos do gênero *Sphagnum* possuem estruturas bem desenvolvidas (morfológica e fisiologicamente adaptadas) para a retenção de água e manutenção da condição de hidratação por um tempo mais longo, o que os permite aumentar os períodos fotossinteticamente ativos e de crescimento (Vitt

2000). Tais características resultam no aumento da habilidade competitiva de espécies de *Sphagnum* mesmo em condições secas (Robroek 2007). Não encontrei evidências de que *Sphagnum* sp. estivesse em vantagem competitiva no ambiente seco, porém pode ser que essa característica permita que essa espécie colonize e persista em ambientes com menor disponibilidade de água ou onde haja estresse hídrico periódico por desigualdade na distribuição de chuvas.

Por fim, no ambiente seco havia outras espécies co-ocorrendo com os musgos, as quais podem ser vistas como competidoras em potencial, como gramíneas, plântulas, arbustos e a pteridófita *Lycopodium*. A presença de tantos organismos fotossintetizantes coabitando com os musgos deve alterar a relação deles com o ambiente e funcionar como mais uma pressão seletiva sobre a permanência dos musgos nesses locais.

Neste trabalho encontrei que as espécies de musgos se distribuem de forma diferente em relação à disponibilidade do recurso água no ambiente. O padrão de distribuição mutuamente excludente em condições de abundância de água e a co-ocorrência quando esse recurso é menos abundante tanto pode indicar que as espécies competem entre si, quanto que a disponibilidade do recurso influencia a habilidade competitiva das espécies, por causa de preferência de habitat. É necessária a realização de experimentos controlados para avaliação do desempenho das espécies na presença e na ausência de outras e sob diferentes níveis de recursos, para testar se a competição é o fator mais importante influenciando o padrão de distribuição dessas duas espécies de musgos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Paulo Inácio, pela paciência e pelo grande auxílio na discussão do desenho amostral e da análise de dados; a Camila pela discussão dos resultados, auxílio na estatística e sugestões; ao Billy, pelas conversas sobre modelos e pelos artigos cedidos; a Adriana, pelos esclarecimentos ao longo da revisão deste trabalho; a Marcela e Thais, pela ajuda na confecção do 'quadrado amostrador' e, principalmente, por serem amigas para todos os momentos; aos professores do Curso de Campo Ecologia da Mata Atlântica, que pacientemente discutiram os nossos vários trabalhos (além de muita estatística!), tiraram nossas dúvidas, revisaram os nossos textos inúmeras vezes e, ainda, se divertiram conosco; a todos com quem convivi neste mês, por dividirem tantos momentos, cuidados uns dos outros, palavras amigas, risadas

e brincadeiras, cafés frios à noite, escapadas a praia em horários improváveis, o entusiasmo pela vida e as “dúvidas existenciais” a respeito de qual análise utilizar nos trabalhos; às meninas, especialmente, por serem companheiras, cativantes e por terem todas me ensinado algo novo, cada uma com seus TOC’s e manias, tornando a experiência no curso muito mais interessante; aos meninos por tornarem os momentos mais engraçados; às pessoas com quem trabalhei, pela dedicação e paciência durante a redação dos textos; a Paula e Mari, pela consultoria estatística gratuita; ao Fernando e Pedro pelas músicas; aos meus anjos, pela atenção e gentilezas, e especialmente ao Daniel, que desmontou o meu ‘quadrado amostrador’. Sou grata a todos que mantiveram o bom humor apesar do cansaço, aos monitores Billy e Camila pela boa vontade em ‘trazer itens da civilização para nós’, aos funcionários do Parque Estadual da Ilha do Cardoso que nos receberam e trataram tão bem e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de São Paulo pelo financiamento. Por fim, agradeço ao Glauco por acreditar no curso, se dedicar a ele e se dispor a passar 25 dias conosco nos estimulando a fazer perguntas respondíveis.

## REFERÊNCIAS

- Bates J.W. 1998. Is ‘life-form’ a useful concept in bryophyte ecology? *Oikos* 82: 223-237.
- Bates J.W. 2000. Mineral nutrition, substratum ecology, and pollution, pp. 248-311. Em: *Bryophyte Biology* (Shaw A.J. & Goffinet B. eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Begon M., Townsend C.R. & Harper J.L. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Science, Oxford.
- Ehrelinger J.R. 1984. Intraspecific competitive effects on water relations, growth and reproduction in *Encelia farinosa*. *Oecologia* 76: 153-158.
- Grace J. 1997. Plant Water Relations, pp. 28-50. Em: *Plant Ecology* (Crawley M.J. ed.). Blackwell Science, Oxford.
- Proctor M.C.F. 2000. Physiological ecology, pp. 225-247. Em: *Bryophyte Biology* (Shaw A.J. & Goffinet B. eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Robroek B.J.M. 2007. *Competition between Sphagnum mosses in European raised bogs: the effects of a changing climate*. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen.
- Schofield W.B. 2001. *Introduction to Bryology*. The Blackburn Press: Caldwell.
- Vitt D.H. 2000. Peatlands: ecosystems dominated by bryophytes, 312-343. Em: *Bryophyte Biology* (Shaw A.J. & Goffinet B. eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Wiens J.A. 1992. *The ecology of Bird Communities*. Vol. 2. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.