



Universidade Federal do Rio Grande  
Instituto de Ciências Biológicas  
Pós-graduação em Biologia de  
Ambientes Aquáticos Continentais



# **Florística e Ecologia de Briófitas em um Fragmento de Restinga no Extremo sul do Brasil**

**Leandro Pereira Heidtmann**

Orientador: Sônia Marisa Hefler  
Co-orientador: Danilo Giroldo

Rio Grande  
2012



Universidade Federal do Rio Grande  
Instituto de Ciências Biológicas  
Pós-graduação em Biologia de Ambientes  
Aquáticos Continentais



## **Florística e Ecologia de Briófitas em um Fragmento de Restinga no Extremo sul do Brasil**

**Aluno:**Leandro Pereira Heidtmann

**Orientador:**Sônia Marisa Hefler

**Co-orientador:** Danilo Giroldo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

Rio Grande  
2012

## **APRENDAMOS A AGRADECER**

A largueza da vida;

O ar abundante;

A graça da locomoção;

A faculdade do raciocínio;

A fulguração da idéia;

A alegria de ver;

O prazer de ouvir;

O tesouro da palavra;

O privilégio do trabalho;

O dom de aprender;

A mesa que nos serve;

O pão que nos alimenta;

O pano que nos veste;

As mãos desconhecidas que nos entrelaçam no esforço de suprir-nos a refeição e o agasalho;

Os benfeitores anônimos que nos transmitem a riqueza do conhecimento;

A conversação do amigo;

O aconchego do lar;

O doce dever da família;

O contentamento de construir para o futuro;

A renovação das próprias forças...

“Em tudo dai graças.” – Paulo.

(I Tessalonicenses, 5:18.)

**“À minha família.”**

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À Dra. Sônia Hefler pelo aceite em me orientar e pelas correções do manuscrito.

Ao Dr. Danilo Giroldo, pela co-orientação e, por fazer parte desta caminhada, desde a graduação.

Ao Instituto de Botânica São Paulo, nas pessoas do Dr. Denilson Peralta, pela ajuda na identificação das amostras, apoio, sugestões e confiança no trabalho e à Dra. Olga Yano pelas bibliografias e convívio.

À Dra. Luciana Canez pelas palavras de apoio e pelos conselhos.

Ao Dr. Luiz Hepp pelas análises estatísticas e amizade.

Ao Dr. Ubiratã Jacobi, por ter me “apresentado” à Botânica.

Às minhas amigas e colegas, Daiane Kafer e Caroline Igansi, pela ajuda incansável nas saídas de campo, laboratório e conselhos.

À minha família, em especial, minha vó Aglae Heidtmann e meu irmão Ricardo Heidtmann Filho.

À minha namorada, Gabriéla Martins, por ouvir e apoiar todas minhas decisões.

Ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, nas pessoas do coordenador Dr. Leandro Bugoni, Dr. Cléber Palma-Silva e Dra. Edélti Albertoni.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

## RESUMO

A Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde é composta por um mosaico de unidades ambientais. Entre elas, destaca-se um fragmento de mata de restinga que reúne características físicas e microclimáticas para o estudo de ecologia de briófitas. Este estudo teve por objetivo realizar o levantamento das espécies de briófitas; fornecer novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul; avaliar a influência dos gradientes longitudinal e vertical na distribuição de briófitas; quantificar a variação da diversidade de briófitas nos gradientes longitudinal e vertical. Foram identificadas 51 espécies de briófitas como novas ocorrências para o Rio Grande do Sul, sendo 11 musgos e 40 hepáticas. Além do local de estudo foram identificadas espécies que estavam no herbário SP. No estudo dos gradientes longitudinal e vertical foram identificadas 53 espécies de briófitas, sendo 17 musgos e 36 hepáticas. Através da análise dos transectos e da inclusão dos forófitos subdivididos em três zonas de altura, foram coletadas amostras terrícolas e corticícolas. As briófitas respondem aos gradientes, através dos fatores microclimáticos (luminosidade e umidade), em relação ao aumento da riqueza e mudança na composição de espécies. A partição aditiva da diversidade de briófitas quantificou a variação da composição de espécies em cada gradiente. A diversidade entre cada nível dos gradientes longitudinal (umidade) e vertical (luminosidade) variou em torno de 40% e 50%, respectivamente. Em conclusão, o estudo sobre a ecologia de briófitas gerou conhecimento sobre a diversidade e biogeografia das espécies; contribuiu para o entendimento da distribuição das briófitas em função dos gradientes longitudinal e vertical, por influência de fatores microclimáticos e; revelou a variação da composição de espécies em função dos gradientes horizontal (umidade) e vertical (luminosidade).

**Palavras-chave:** brioflora, composição, distribuição, diversidade, Lagoa Verde, região Subtropical

## **ABSTRACT**

The Environmental Protection Area of the Lagoa Verde is composed of a mosaic of environmental units. Among them, there is a fragment of restinga forest that gather the physical characteristics and microclimate for the study of ecology of bryophytes. This study aimed to survey the species of bryophytes, provide new records of bryophytes in Rio Grande do Sul, evaluate the influence of the longitudinal and vertical gradients in the distribution of bryophytes, quantify the variation of the diversity of bryophytes in the longitudinal and vertical gradients. We identified 51 species of bryophytes as new occurrences to Rio Grande do Sul, 11 mosses and 40 liverworts. Beyond the study site, were identified species of the herbarium SP. In the study of longitudinal and vertical gradients were identified 51 species of bryophytes, 15 mosses and 36 liverworts. Through the analysis of transects and the inclusion of phorophytes subdivided into three zones, were collected samples terrestrial and corticolous. Bryophytes respond to gradients through the climatic factors (light and humidity), relative to the increase of wealth and changes in species composition. The additive partitioning of diversity of bryophytes quantified the variation in species composition in each gradient. The diversity between each level of the longitudinal gradients (moisture) and vertical (luminosity) ranged around 40% and 50% respectively. In conclusion, the study of the ecology of bryophytes generated knowledge about the diversity and biogeography of species, contributed to the understanding of the distribution of bryophytes in relation to the longitudinal and vertical gradients, influenced by climatic factors; and revealed the variation in species composition in function of horizontal gradients (moisture) and vertical (luminosity).

**Keywords:** bryoflora, composition, distribution, diversity, Lagoa Verde, Subtropical region

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iv
<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
Lista de figuras.....	viii
Lista de tabelas.....	ix
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
Área de Estudo.....	4
Objetivos Gerais.....	6
Referências.....	7
Anexos.....	58
<b>CAPÍTULO I - Longitudinal and vertical distribution of bryophytes in a Brazilian remnant of subtropical restinga forest</b> .....	11
Resumo.....	12
Introdução.....	13
Materiais e Métodos .....	14
Resultados.....	16
Discussão.....	17
Referências.....	19
Anexos.....	23
<b>CAPÍTULO II - Partição aditiva da diversidade de briófitas em um remanescente de restinga subtropical, Brasil</b> .....	30
Resumo.....	32
Introdução.....	32
Materiais e Métodos.....	34
Resultados.....	36
Discussão.....	37
Referências.....	39
Anexos.....	43
<b>CAPÍTULO III – Novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul, Brasil</b> .....	48
Resumo.....	49
Introdução.....	49
Materiais e Métodos.....	50
Resultados e Discussão.....	50
Referências.....	51
Anexo.....	57

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO GERAL

- Figura 1.** Sistema Lagoa Verde (composto pela própria Lagoa Verde e pelas diferentes unidades ambientais).....4
- Figura 2.** Vista da trilha que corta a mata. **A.** Transição da área seca (sobre dunas) para a área alagada (mata paludosa) [da direita para a esquerda]. **B.** Ponto de coleta no interior da mata. **C.** Ponto de coleta na borda da mata.....5

### CAPITULO I

- Figura 1.** Aumento da riqueza de espécies ao longo do transecto em relação ao gradiente longitudinal (m = metros).....26
- Figura 3.** Aumento da umidade ao longo do transecto em relação ao gradiente longitudinal (m = metros).....27
- Figura 4.** Aumento da riqueza de espécies nos estratos em relação ao gradiente vertical (S = solo, BF = base do fuste, UM = um metro, DM = dois metros).....28
- Figura 5.** Aumento da luminosidade nos estratos em relação ao gradiente vertical. (S = solo, BF = base do fuste, UM = um metro, DM = dois metros).....29

### CAPITULO II

- Figura 1.** Localização da Lagoa Verde, cujo entorno encontra-se o remanescente de restinga, Rio Grande, RS, Brasil.....44



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Riqueza e distribuição das espécies nos quatro estratos estudados. S = solo, BF = base do fuste, UM = um metro, DM = dois metros.....24
- Tabela 2.** Valores de F na comparação da composição de briófitas ao longo do transecto (0m = 0 metro, 10m = 10 metros, 20m = 20 metros, 30m = 30 metros, 40m = 40 metros, 50m = 50 metros) no gradiente longitudinal pela análise de variância multivariada (MANOVA). \*  $p < 0,05$ .....25
- Tabela 3.** Valores de F na comparação da composição de briófitas ao longo dos estratos (S = solo, BF = base do fuste, UM = um metro, DM = dois metros) no gradiente vertical pela análise de variância multivariada (MANOVA). \*  $p < 0,05$ .....25

### CAPITULO II

- Tabela 1.** Riqueza e distribuição das espécies nos quatro estratos estudados. S = solo, BF = base do fuste, UM = um metro, DM = dois metros.....45
- Tabela 2.** Particionamento espacial da diversidade de briófitas em um remanescente de restinga Subtropical, Rio Grande do Sul, Brasil. Resultados em negrito indicam que a diversidade observada é significativamente diferente do que o esperado em uma distribuição aleatória. Para as medidas de diversidade (gradientes) o valor esperado é a média da distribuição nula.....47

### CAPITULO III

- Tabela 1.** Listagem das novas ocorrências de briófitas para o estado do Rio Grande do Sul.....54

## INTRODUÇÃO GERAL

O início da Era Paleozóica foi um período crucial na história da Terra, marcado pela ocupação, colonização e diversificação dos organismos terrestres, incluindo as linhagens ancestrais dos embriófitos atuais. As briófitas, primeiras entre as plantas terrestres, no início da Era Paleozóica (Shaw *et al.* 2011), são consideradas as pioneiras na transição do ambiente aquático para o terrestre (Vanderpoorten & Goffinet 2009). Hoje, estão presentes em praticamente todos os ecossistemas, principalmente os terrestres (Shaw *et al.* 2011). Atualmente constituem o segundo maior grupo de plantas terrestres depois das angiospermas e são classificadas em três divisões: Anthocerotophyta (antóceros), Marchantiophyta (hepáticas) e Bryophyta (musgos) (Buck & Goffinet 2000). As briófitas incluem aproximadamente 18000 espécies, sendo Bryophyta (13000), Marchantiophyta (5000) e Anthocerotophyta (150) (Goffinet & Shaw 2009).

Os antóceros (Filo Anthocerotophyta) formam o grupo mais primitivo entre as briófitas, e conseqüentemente das plantas terrestres, e são caracterizados por um gametófito muito simples, achatado e sem diferenciação entre caulídio e filídio (taloso). Por outro lado, o esporófito tem estômatos e uma anatomia mais complexa com meristema basal, epiderme, tecido assimilativo, tecido esporogênico e columela, embora sem células condutoras especializadas (Renzaglia & Vaughn 2000).

Os musgos (Filo Bryophyta) apresentam os gametófitos mais especializados entre as briófitas, com rizóides multicelulares, caulídio e filídio bem diferenciados. Os gametófitos podem apresentar ainda células especializadas para condução, que se assemelham aos tecidos condutores das plantas vasculares. Quando presentes, estas células consistem nos hidróides, células condutoras de água, e leptóides, células condutoras de fotossintato (Raven *et al.* 2001). O esporófito dos musgos apresenta também estômatos, células condutoras e os esporos são produzidos apenas na cápsula e não em toda a extensão do esporófito como nos antóceros. O esporófito de Bryophyta difere de Anthocerotophyta, pois se apresenta recoberto por restos da parede arquegonial, caracterizando a caliptra, além de outras especializações como o opérculo e o peristômio que auxiliam a dispersão dos esporos (Buck & Goffinet 2000).

As hepáticas (Filo Marchantiophyta) diferem dos musgos e antóceros pela falta de estômatos, que foram perdidos secundariamente (Goffinet 2000) e pela forte redução do esporófito. Os gametófitos podem ser talosos e bastante simples, como os dos antóceros, ou folhosos com diferenciação entre caulídio e filídio como nos musgos, porém nunca apresentam bainha, limbo e costa (nervura). Os gametófitos podem também ser talosos e apresentar especializações como escamas e câmaras aeríferas como adaptação para flutuação.

Os esporófitos são bastante simples e, assim como nos musgos, encontram-se recobertos pela caliptra e concentram o tecido esporogênico na cápsula. Apresentam ainda elatérios para auxiliar na dispersão dos esporos (Crandall-Stotler & Stotler 2000).

As briófitas são plantas criptogâmicas, avasculares, não lignificadas, de tamanho reduzido e, por isso, são consideradas de estrutura simples (Lemos-Michel 2001). Possuem um ciclo de vida com duas fases distintas - o gametófito (perene, autótrofo, haplóide) e o esporófito (efêmero, dependente, diplóide), onde a fase gametofítica é dominante (Vanderpoorten & Goffinet 2009). Apresentam uma ampla distribuição geográfica, mas predominam nas regiões tropicais e subtropicais (Lemos-Michel 2001).

De modo geral, as briófitas são encontradas colonizando diferentes substratos: solos, rochas, bases de árvores, tronco e galhos de árvores, entre outros (Frahm 2003). Estas plantas preferem ambientes úmidos e sombreados. A preferência por estes ambientes deve-se ao fato deste grupo depender da água para se reproduzir (Buck & Goffinet 2000). Porém não se restringem apenas a estes habitats, ocorrem em locais secos e aquáticos, entretanto nunca em ambiente marinho (Costa *et al.* 2010).

As briófitas apresentam um importante papel ecológico (Shepherd 2000), pois juntamente com líquens e cianobactérias são organismos pioneiros no processo de sucessão vegetal. Desta forma, eles auxiliam na preparação do solo e asseguram um meio adequado para a germinação de sementes, possibilitando a colonização de outras comunidades vegetais (Welch 1948). Ainda, controlam a erosão e auxiliam na manutenção do balanço hídrico do solo, são componentes da biomassa e participam do ciclo do carbono e do nitrogênio (Ando & Matsuo 1984, Glime 2007).

Além disso, as briófitas são sensíveis a alterações ambientais, especialmente por serem poiquilohídricas (Gradstein *et al.* 2001), reagem sensivelmente às variações de umidade, temperatura e luminosidade (Hallingbäck & Hodgetts 2000). Devido às suas características morfo-fisiológicas, ou seja, pela falta de epiderme, cutícula e pela ausência de vasos condutores, a água, os nutrientes e os metais são transportados com facilidade entre as células. Dessa forma, as briófitas têm sido usadas na avaliação da qualidade ambiental, da poluição atmosférica e aquática (Lisboa & Ilkiu-Borges 1996, Glime 2007).

O Brasil apresenta uma brioflora com cerca de 1526 espécies (11 Anthocerotophyta, 632 Marchantiophyta, 883 Bryophyta) distribuídas em 400 gêneros (Costa 2012). Em termos de diversidade de briófitas em restingas, são encontrados em literatura os seguintes trabalhos: 29 espécies para a Bahia (Bastos & Yano 2006), 39 espécies para o Espírito Santo (Behar *et al.* 1992, Visnadi & Vital 1995) e 65 espécies para o Rio de Janeiro (Yano & Costa 1994,

Costa & Yano 1998, Costa *et al.* 2006). Para áreas de restinga em São Paulo, 268 espécies foram citadas, dentre as quais 109 para formações florestais inundáveis (Visnadi 2009), 113 especificamente para praias (Visnadi 2004a, Peralta & Yano 2008) e 205 para formações florestais não inundáveis (Visnadi *et al.* 1994, Vital & Visnadi 1994a, 2000, Peralta & Yano 2006, 2008, Yano & Peralta 2006a).

Cabe salientar que, a denominação restinga é normalmente usada para incluir qualquer depósito arenoso litorâneo brasileiro (Falkenberg 1999) que forma um conjunto de ambientes costeiros normalmente agregados às lagoas litorâneas (Rambo 1956). Considerando a definição de restinga para o sul do Brasil, este ecossistema estende-se do sul de Santa Catarina até o extremo sul do Rio Grande do Sul (Waechter 1985).

Entre os estados brasileiros, são conhecidas para o Rio Grande do Sul 556 espécies de briófitas, o que corresponde a 36% do total para o país (Costa 2012). Ao analisar o histórico dos trabalhos sobre briófitas no Rio Grande do Sul percebe-se que parte trata da taxonomia, como Farias (1987), Baptista (1977), Bueno (1986), Lemos-Michel & Bueno (1992) e parte de levantamentos florísticos, como Sehnem (1969, 1970, 1972, 1976, 1978, 1979, 1980), Yano & Bordin (2006), Peralta *et al.* (2008), Yano & Bordin (2011). O único trabalho com enfoque ecológico foi feito por Lemos-Michel (2001) que inventariou as espécies que ocorrem como epífitas sobre *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze e relacionou-as ao gradiente vertical em uma mata de araucária no Planalto Rio Grandense (serra gaúcha). Dessa forma, ao analisar o que foi descrito, não há trabalhos para o Rio Grande do Sul em áreas de restinga que envolva ecologia de briófitas.

Ressalta-se que, a Planície Costeira do Rio Grande do Sul iniciou sua formação há cerca de 400 mil anos com quatro eventos sucessivos de variação do nível do mar (400, 120, 17 e 5.500 anos atrás) através de processos físicos costeiros que formaram as Lagoas dos Patos e Mirim (Villwock 1978). Desde então, nesse constante evoluir dos processos costeiros e oceânicos da Planície, e sob influência do Estuário da Lagoa dos Patos no município de Rio Grande, surgiu o Sistema da Lagoa Verde (Moura *et al.* 2009) (**Fig. 1**).



**Figura 1:** Sistema Lagoa Verde (composto pela própria Lagoa Verde e pelas diferentes unidades ambientais). Fonte: Google Earth

### **Área de Estudo**

Além da própria lagoa, o Sistema Lagoa Verde é formado por um mosaico de ambientes, entre eles, um fragmento de mata de restinga com uma transição entre dunas vegetadas (área seca) e mata paludosa (área alagada), segundo Heidtmann (observação própria) (**Fig. 2**). A Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde é o último local preservado na zona urbana da cidade de Rio Grande (Moura *et al.* 2009).



**Figura 2:** Vista da trilha que corta a mata. **A.** Transição da área seca (sobre dunas) para a área alagada (mata paludosa) [da direita para a esquerda]. **B.** Ponto de coleta no interior da mata. **C.** Ponto de coleta na borda da mata.

Nesse sentido, com o intuito de ampliar o conhecimento sobre a ecologia e a diversidade de briófitas em um remanescente de restinga Subtropical, justifica-se a realização deste trabalho. Além de ser um trabalho incipiente e fornecer dados sobre a brioflora do sul do Brasil, o presente estudo contribui com a preservação de uma APA na zona urbana de Rio Grande.

### **Objetivos Gerais:**

- Listar as espécies inventariadas em um remanescente de restinga localizada na APA da Lagoa Verde, Rio Grande, RS, Brasil;
- Fornecer novos registros de briófitas para o Rio Grande do Sul ampliando a distribuição geográfica das espécies;
- Avaliar a influência dos gradientes longitudinal e vertical na distribuição de briófitas em um remanescente de Restinga Subtropical;
- Quantificar a variação da diversidade de briófitas nos gradientes longitudinal e vertical em um remanescente de Restinga Subtropical

Deste modo, após a realização do presente estudo, os objetivos e os resultados são apresentados, a seguir. Os três capítulos completos podem ser lidos nas seções seguintes, conforme seguem as informações. Os três capítulos estão formatados de acordo com as normas das revistas que foram e/ou serão submetidos para publicação.

O capítulo I, intitulado, “**Longitudinal and vertical distribution of bryophytes in a Brazilian remnant of subtropical restinga forest**” teve como objetivos listar as espécies e avaliar o efeito do gradiente longitudinal (borda-interior da mata) e o efeito do gradiente vertical (solo-forófito) sobre a riqueza de briófitas e sobre a composição da comunidade. Os resultados apresentaram 51 espécies de briófitas (15 musgos e 36 hepáticas). As famílias mais representativas em número de riqueza de espécies foram *Lejeuneaceae* e *Hypnaceae* (20 e 3, respectivamente). A riqueza aumentou e a composição variou, ambos significativamente, em relação aos gradientes longitudinal e vertical.

Artigo submetido para publicação na **The Bryologist**.

O capítulo II, intitulado, “**Partição aditiva da diversidade de briófitas em um remanescente de restinga Subtropical, Brasil**” teve como objetivo quantificar a variação da composição de espécies de briófitas em cada gradiente. Vale salientar que, o resultado mais expressivo do estudo foi que a riqueza nas escalas entre cada nível do gradiente ( $\beta_2$ ), tanto para o longitudinal quanto para o vertical (48,8% e 38,6% da riqueza total, respectivamente) foi significativamente maior que o esperado pelo modelo nulo ( $P = 0.001$ ).

Artigo a ser submetido para publicação na **The Bryologist**.

O capítulo III, intitulado, “**Novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul, Brasil**” teve como objetivo divulgar novas informações, visando contribuir com o conhecimento da diversidade e biogeografia das briófitas do Rio Grande do Sul. O estudo apresentou 51 espécies de briófitas como novas ocorrências para o estado do Rio Grande do

Sul, sendo 11 musgos e 40 hepáticas. A totalidade das espécies encontradas trata-se das ocorrências mais ao sul brasileira.

Artigo submetido para publicação na **Acta Botanica Brasilica**.

Aceito para publicação em (possivelmente, no Volume 27, 2013).

#### **Referências bibliográficas:**

- Ando, H. & Matsuo, A.** 1984. Applied Bryology. *In*: W. Schultze-Motel (ed.). Advances in Bryology, vol. 2, J. Cramer, Vaduz, pp. 133-224.
- Baptista, M.L.L.** 1977. Flora ilustrada do Rio Grande do Sul: Lejeuneaceae. Boletim do Instituto de Biociências, Botânica 36: 1-135.
- Bastos, C.J.P. & Yano, O.** 2006. Briófitas de restinga das regiões Metropolitana de Salvador e Litoral Norte do Estado da Bahia, Brasil. Boletim do Instituto de Botânica 18: 197-205.
- Behar, L., Yano, O. & Vallandro, G.C.** 1992. Briófitas da Restinga de Setiba, Guarapari, Espírito Santo. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão 1: 25-38.
- Buck, W.R. & Goffinet, B.** 2000. Morphology and classification of mosses. Pp. 71-123. *In*: Shaw, A.J. & Goffinet, B. (eds). Bryophyte Biology. Cambridge University Press.
- Bueno, R.M.** 1986. O gênero *Balantiopsis* Mitt (Hepaticopsida) no Brasil. Rickia 13:29-33.
- Costa, D.P.** 2012. Briófitas *in* Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000006>).
- Costa, D.P. & Yano, O.** 1998. Briófitas da restinga de Macaé, Rio de Janeiro, Brasil. Hoehnea 25: 99-119.
- Costa, D.P., Imbassahy, C.A.A., Almeida, J.S.S. Santos, N.D. & Imbassahy, T.F.V.** 2006. Diversidade das briófitas nas restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Boletim do Instituto de Botânica 18: 131-139.
- Costa, D.P., Almeida, J.S.S., Dias, N.S., Gradstein, S.R. & Churchill, S.P.** 2010. Manual de Briologia. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 222p.
- Crandall-Stotler, B. & Stotler, R.** 2000. Morphology and classification of *Marchantiophyta*. *In*: Shaw, A.J. & Goffinet, B. (Eds.). Bryophyte Biology. New York: Cambridge University Press. p.21-70.
- Falkenberg, D.B.** 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. Insula 28: 1-30.
- Farias, H.C.** 1987. A família Polytrichaceae no Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, série Botânica 32: 77-89.
- Frahm, J.P.** 2003. Manual of Tropical Bryology. Tropical Bryology 23: 1-196.



- Glime, J.M.** 2007. Economic and ethnic uses of bryophytes *In: Flora of North America* Editorial Committee. (eds.). *Flora of North America North of Mexico*. Vol. 27. Bryophyta, part 1. Oxford University Press, New York. pp. 14-41.
- Goffinet, B. & Shaw, A.J.** 2009. *Bryophyte biology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gradstein, S.R., Churchill, S.P. & Salazar-Allen, N.** 2001. *Guide to the Bryophytes of Tropical America*. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 86: 1-577.
- Hallingbäck, T. & Hodgetts, N.** 2000. *Mosses, liverworts & hornworts: a status survey and conservation action plan for bryophytes*. - IUCN, Gland.
- Lemos-Michel, E.** 2001. *Hepáticas epifíticas sobre o pinheiro brasileiro no Rio Grande do Sul, Porto Alegre*. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Lemos-Michel, E. & Bueno, R.M.** 1992. O gênero *Bazzania* S.F. Gray (Hepaticae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Hoehnea* 19: 143-149.
- Lisboa, R.C.L. & Ilkiu-Borges, F.** 1996. Briófitas da Serra dos Carajás e sua possível utilização como indicadoras de metais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica* 12(2): 161-181.
- Moura, A.C.O.S., Crivellaro, C.V.L. & Silva, K.G.** 2009. *Descubra a Lagoa Verde: um passeio pelos Arroios Bolaxa, Senandes, Canal São Simão e arredores*. Rio Grande. 28p.
- Peralta, D.F. & Yano, O.** 2006. Novas ocorrências de musgos (Bryophyta) para o Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 49-65.
- Peralta, D.F. & Yano, O.** 2008. Briófitas do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, estado de São Paulo, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, 63: 101-127.
- Rambo, S.J.B.** 1956. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2ed. Selbach, Porto Alegre.
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E.** 2007. *Biologia Vegetal*. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp. 362-385.
- Renzaglia, K.S. & Vaughn, K.C.** 2000. Anatomy, development and classification of hornworts. *In: Shaw, J. & Goffinet, B. (eds.) Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 1-20.
- Sehnem, A.** 1969. Musgos sul-brasileiros. I. *Pesquisas, Botânica* 27: 1-41.
- Sehnem, A.** 1970. Musgos sul-brasileiros. II. *Pesquisas, Botânica* 28: 1-117.
- Sehnem, A.** 1972. Musgos sul-brasileiros. III. *Pesquisas, Botânica* 29: 1-70.
- Sehnem, A.** 1976. Musgos sul-brasileiros. IV. *Pesquisas, Botânica* 30: 1-79.
- Sehnem, A.** 1978. Musgos sul-brasileiros. V. *Pesquisas, Botânica* 32: 1-170.
- Sehnem, A.** 1979. Musgos sul-brasileiros. VI. *Pesquisas, Botânica* 33: 1-149.

- Sehnm, A.**1980. Musgos sul-brasileiros. VII. Pesquisas, Botânica 34: 1-121.
- Shaw, A.J., Szövényi, P. & Shaw, B.**2011. Bryophyte Diversity and Evolution: Windows into the Ecology Evolution of Land Plants. American Journal of Botany 98(3): 1-18.
- Shepherd, G.J.** 2000. Avaliação do Estado do Conhecimento da Diversidade Biológica do Brasil: Plantas Terrestres. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 55p.
- Vanderpoorten, A. & Goffinet, B.** 2009. Introduction of Bryophytes. Cambridge University Press, 294p.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, J.L.**1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas, 8. 45p. UFRGS, RS.
- Visnadi, S.R.**2004b. Briófitas de praias do Estado de São Paulo. Acta Botanica Brasilica 18(1): 91-97.
- Visnadi, S.R.** 2009. Briófitas do caxetal, em Ubatuba, São Paulo, Brasil. Tropical Bryology. 30: 8-14.
- Visnadi, S.R., Matheus, D.R. & Vital, D.M.**1994. Occurrence of bryophytes in areas polluted with organopollutants and on nearby vegetation, preliminary notes. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory 77: 315-323.
- Visnadi, S.R. & Vital, D.M.** 1995. Bryophytes from restinga in Setiba State Park, Espírito Santo State, Brazil. Tropical Bryology 10: 69-74.
- Vital, D.M. & Visnadi, S.R.** 1994. Briófitas de um trecho de restinga da Estação Ecológica da Juréia, Peruíbe, Estado de São Paulo, Brasil. In: S. Watanabe (Ed.). Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. São Paulo: ACIESP, 3:153-157.
- Waechter, J.L.** 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Comun. Museu Ciências. PUCRS, Série Botânica, Porto Alegre 33: 49-68.
- Welch, W.H.** 1948. Mosses and their uses. Proceedings Indiana Academy of Science 58: 31-46.
- Yano, O. & Costa, D.P.** 1994. Briófitas da restinga de Massambaba, Rio de Janeiro. In S. Watanabe (coord.), Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Aciesp, São Paulo 3: 144-152.
- Yano, O. & Bordin, J.** 2006. Novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul, Brasil. Boletim do Instituto de Botânica 18:111-122.
- Yano, O. & Peralta, D.F.** 2006a. Briófitas da restinga de Barra do Ribeira, São Paulo, Brasil. Pp.573- 587. In: Anais do VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros – Patrimônio Ameaçado. Aciesp, São Paulo 2: 110-112.

**Yano, O. & Bordin, J.** 2011. Antóceros e hepáticas do Herbarium Anchienta (PACA), São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 62: 163-197.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28

**Capítulo I**

**Longitudinal and vertical distribution of bryophytes in a Brazilian  
remnant of subtropical restinga forest**

Artigo submetido para publicação na Revista

The Bryologist

29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

Running head: Heidtmann et al. Longitudinal and vertical distribution of bryophytes

## **Longitudinal and vertical distribution of bryophytes in a Brazilian remnant of subtropical restinga forest**

Leandro P. Heidtmann<sup>1,2</sup>, Danilo Giroldo<sup>2</sup>, Sonia M. Hefler<sup>2</sup> and Denilson F. Peralta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Corresponding author's e-mail: [lpheidtmann@yahoo.com.br](mailto:lpheidtmann@yahoo.com.br)*

<sup>2</sup>*Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais /Universidade Federal do Rio Grande. Avenida Itália - Km 8, 96203-900 – Bairro Carreiros – Rio Grande, RS, Brasil*

<sup>3</sup>*Instituto de Botânica. Avenida Miguel Estéfano 3687, 04301-012. São Paulo, SP, Brasil*

**ABSTRACT.** The Lagoa Verde environmental protection area is composed by a mosaic of environmental unit and, among these, a fragment of restinga forest gathering physical and microclimatic characteristics is highlighted. The present study aimed to evaluate the effect of longitudinal and vertical gradients over the specific richness and composition of bryophytes community. Fifty one bryophyte species were registered (15 mosses and 36 hepatics) distributed within 28 genera and 17 families. Lejeuneaceae and Hypnaceae were the most representative regarding the species richness with 20 and 03, respectively. The specific richness increased significantly and the species composition varied in relation to longitudinal gradient. Therefore, the results observed for hepatics are similar to restinga vegetational formations from Brazil, where Lejeuneaceae is the most representative, but differs regarding mosses, although Hypnaceae has been already registered in other surveys from restinga areas. Bryophytes from the remnant are influenced by longitudinal and vertical gradients by means of microclimatic factors (humidity and luminosity).

**KEYWORDS:** bryoflora, corticolous, terricolous, microclimatic factors, Lagoa Verde, Neotropical region.

61

62 Bryophytes occupy distinct substrates from the ground up to height levels of different  
63 phorophyte and, also, the leaves depending on the influence of environmental variables  
64 (Russel 1982). Concerning many studies, the corticolous epiphytes prevails in richness among  
65 other colonized substrates due to the combination of microclimates with a predominantly  
66 arboreal forestall structure (Richards 1984; Ilkiu-Borges & Lisboa 2002; Santos & Costa  
67 2008). Besides, the mentioned type of substrate is more recent in evolution allowing a wider  
68 diversification option to the associated organisms. Considering forested environments, the  
69 accumulation of decomposing organic matter coupled with high temperature and luminosity  
70 variation frequently restrain the occurrence of terricolous bryophytes (Richards 1984;  
71 Gradstein & Pócs 1989). However, in regards to coastal environment, the terricolous species  
72 prevails (Visnadi 2004).

73 Humidity, temperature and luminosity variations are directly related with microenvironments  
74 and microclimates formation in the Neotropical region (Gradstein *et al.* 2001). These factors  
75 provide favorable conditions concerning the bryophytes diversity, presenting more richness of  
76 species in tropical and subtropical regions (Lemos-Michel 2001). The bryophytes are  
77 vulnerable to environmental and climatic changes (Hallingbäck&Hodgetts 2000) due to its  
78 morphophysiological characteristics (Gradstein *et al.* 2001). Therefore, some studies associate  
79 the bryophytes community distribution, by a vertical gradient, with the habitats fragmentation  
80 (Costa 1999; Alvarenga *et al.* 2009) and the edge effect (Silva 2009).

81 Cornelissen & Gradstein (1990), van Leerdam *et al.* (1990) and Wolf (1995) have  
82 analyzed the vertical gradient but prioritized the canopy of arboreal phanerogams to  
83 catalogue, correlate and define the distribution patterns in epiphytic and cryptogrammic flora,  
84 respectively. Under these authors point of view, the canopy priority is the richness of species  
85 found in it when compared to other parts of the tree, which is larger than that encountered in  
86 understory, as also reported by Costa (1999).

87 Germano (2003) has found, in agreement to the aforementioned data, that the greatest  
88 bryophyte richness found in the canopy when compared with the understory, in a remnant of  
89 Atlantic Forest (height 80-150m) from the State of Pernambuco – Brazil, was probably due to  
90 luminosity and water supply variation. Concerning another study realized in the State of  
91 Pernambuco – Brazil, the authors have subdivided the phorophyte into three height levels,  
92 using the modified method of Pócs (1982), and have found the highest value of specific  
93 richness at the highest level, when compared with the other two, attributing this variation to  
94 luminosity (Campelo & Pôrto 2007).

95 On the other hand, while studying hepatics epiphytes from *Araucaria angustifolia*  
96 (Bert.) Kuntze, in araucaria forest (height 1000m) from Rio Grande do Sul (Brazil), Lemos-  
97 Michel (2001) has verified larger richness of species at the phorophytes base than at the  
98 higher levels (0,5-2m). Such may evince that the base of the phorophytes present a favorable  
99 humidity condition and greater amount of nutrients for bryophytes development in this  
100 stratum (Richards 1984).

101 After studying the vertical distribution in conserved and non-conserved forest  
102 fragments, Alvarenga *et al.* (2009) have verified that, in non-conserved areas, bryophytes only  
103 occurs at the base of the trees. The base is the transition zone between the soil and the rest of  
104 the phorophyte's trunk and may present higher similarity with the soil than with the rest of the  
105 tree in terms of bryophytes diversity (Holz *et al.* 2002). The bases of the phorophytes and the  
106 terricolous species should receive more attention than the rest of the tree, once it can be  
107 studied under a relatively easy way and do not need arborist techniques (Ariyanti *et al.* 2008).

108 Concerning tropical as well as subtropical regions (Lemos-Michel 2001), in general, a  
109 great variety of substrates and its different microclimates favors the growing of epiphytic and  
110 terricolous bryophytes (Wolf 1993b). Regarding restinga areas, studies involving bryophytes  
111 distribution related with longitudinal and vertical gradients, besides environmental variables  
112 effects, are still elementary at the south region of Brazil. Hence, the present work is the first  
113 effort aiming to raise information concerning the ecology and non-random diversity from  
114 bryoflora. Besides, the study was developed in a restinga remnant of great ecologic  
115 importance, once it is inserted at a mosaic of environmental unities: sand fields, swamps,  
116 streams, riparian forest, lagoon, vegetated paleodunes, salt marshes, submersed phanerogams  
117 and the estuary comprising the Lagoa Verde System (Moura *et al.* 2009).

118 The goal of the present study was to analyze the effect of longitudinal (interior edge  
119 from the woods) and vertical gradients (phorophyte soil) over bryophyte richness and  
120 community composition.

121

## 122 MATERIAL AND METHODS

123 **Study area.** The study area is placed at Environmental Protection Area of Lagoa Verde  
124 (32°09'S e 52°11'W). Also, it is located between the urban zone from the city of Rio Grande,  
125 in the southern coastal plain from Rio Grande do Sul, and Cassino beach, assembling a  
126 complex system of coastal environments in south Brazil. The region's climate is classified as  
127 Cfa, according to Köppen (1948), and characterized as subtropical-humid. The mean annual  
128 temperature is 17 °C and the pluviometric precipitation varies between 85,3mm and 147,6mm

129 per month, presenting July and January as the months of higher and lower precipitation  
130 respectively (Krusche *et al.* 2002). The studied remnant, which is commonly known as “Mato  
131 da Costa Verde”, is constituted by approximately five hectares characterized by a transition  
132 between restinga forest over the dunes, at west, and paludose, at east, according to Heidtmann  
133 (personal correspondence). The spot is divided by a trail from north to south.

134 **Sampling.** Data sampling was realized from January to October of 2011 within four sampling  
135 points, one for each season of the year. Three transects, of 50 meters each, were delimited  
136 keeping a distance of 110 meters from each other, from west to east, perpendicularly to the  
137 north/south trail, nearer to the west edge of the forest. The earliest sampling points along each  
138 one of the three transects (defined as 0 meter) are closer to the forest’s edge (dry sand area)  
139 and cross the trail up to the interior of the forest (swamp area). The shape and topography  
140 reveal clear modifications along transects.

141 Two categories from the bryophyte community were analyzed and classified in  
142 agreement with Robbins (1952): a) terricolous (plain soil in the forest’s interior and edge) and  
143 b) corticolous (over the living tree trunk). There were delimited sampling units (SU’s), for the  
144 sampling procedures, with gaps of 10 meters along transects. The terricolous bryoflora  
145 consisted in using a cellulose acetate membrane with 300 cm<sup>2</sup>, with 25 cm<sup>2</sup> subsquares,  
146 summing 12 plots. Corticolous bryoflora sampling was adapted from Lemos-Michel (2001) as  
147 it follows: the phorophyte was used as an inclusion criterion from the SU’s of soil, which  
148 trunk presented bryophytes (PAP  $\leq$  40 cm), closer to this point, with no more than 5 m of  
149 distance from that. Three subdivisions of the vertical gradient were determined for each one  
150 of the trees: 1) TB: at the trunk’s base (0-10 cm); 2) OM: one meter of height from the trunk’s  
151 base and 3) TM: two meters of height from the trunk’s base. The corticolous bryoflora  
152 sample collection was also realized by acetate membrane.

153 The method of sample collection, preservation and herborization was based in Frahm (2003).  
154 The identification was realized based on the studies of Frahm (1991), Sharp *et al.* (1994),  
155 Gradstein *et al.* (2001), Gradstein & Costa (2003) and Vaz & Costa (2006a). After  
156 identification and herborization, the testimonial material was included in the Herbarium from  
157 Universidade Federal do Rio Grande (HURG).

158 **Environment variables.** One sample of substrate was collected by a collecting apparatus from  
159 each SU. The samples were taken to the laboratory, stored in plastic flasks (80 mL), then had  
160 its humid weight obtained and was dried in a stove at 70 °C. After seven days in the stove, the  
161 soil humidity was estimated by the difference between humid and dry weight. The data



162 collection concerning light incidence in all SU's (soil and phorophyte) was realized using a  
163 portable light meter (LI-1400 data logger -LICOR).

164 **Data analysis.** The analysis started at a single matrix which was compounded by the union of  
165 species matrixes composition generated by the four sampling points. This procedure was  
166 adopted because the bryoflora composition is similar along the seasons of the year as much  
167 for species richness as for its composition ( $p > 0,05$ ). Therefore, the analyses were born from a  
168 qualitative matrix composed by 53 species and 72 SU's. Aiming to verify the differences in  
169 the vertical and longitudinal gradient for species richness, a *one way* ANOVA test, followed  
170 by Tukey's test, was applied. Intending to evaluate the differences in the composition  
171 between the studied gradients, there was applied the MANOVA test based on distances. The  
172 Bonferroni correction was done *a posteriori*. The analyses were realized using R software  
173 (The R Development Core Team 2012) using "vegan" statistical package (Oksanen *et al.*  
174 2010). Concerning the longitudinal gradient analysis, there was calculated the mean soil  
175 humidity from the SU's along transects in the four sample collections realized. Regarding the  
176 vertical gradient analysis, the luminosity mean was calculated in all SU's (soil and  
177 phorophyte) along transects in the four sample collections realized.

178

## 179 **RESULTS**

180 **Floristic composition and Richness.** Fifty-one species of bryophytes were registered (15  
181 mosses and 36 hepatics) distributed within 28 genera and 17 families (**Tab.1**). There was  
182 observed a predominance of hepatic species (68%) when compared with mosses species  
183 (32%). The most representative families, in regards to species richness amount, were  
184 *Lejeuneaceae* and *Hypnaceae* (20 and 3, respectively).

185 Concerning the frequencies of some species in certain strata, *Aneura pinguis* (L.)  
186 Dumort., *Campylopus sehnemii* Brid. and *Telaranea nematodes* (Gottscheex Austin) M. A.  
187 Howe were exclusively observed in the soil (GR). No species were found at the base of the  
188 trunk (TB). Only *Leucolejeunea uncioloba* (Lindenb.) A. Evans was detected one meter (OM)  
189 away from the phorophyte. On the other hand, *Forsstroemia producta* (Hornsch.) Par.,  
190 *Cololejeunea cardiocarpa* (Mont.) A. Evans and *Fabronia ciliaris* (Brid.) Brid. were  
191 exclusively registered two meters (TM) distant from the phorophyte, according to **Tab.1**.

192 The richness increased in relation to the longitudinal gradient ( $F_{(5;66)} = 2,71$   $p = 0,02$ ) from  
193 the edge (over the dunes) to the inner forest (paludose) (**Fig.1**). Tukey's test, realized *a*  
194 *posteriori*, revealed differences between the points: 10 m and 20 m ( $p = 0,02$ ) and 10 m and

195 40 m ( $p = 0,04$ ). The composition also varied in relation to the longitudinal gradient ( $F_{(5; 62)} =$   
196  $2,22$   $p = 0,001$ ). The differences were observed between the edge (over the dunes) and the points  
197 localized at the interior of the forest (**Tab.2**). While the sample collection proceeded along  
198 transects, from the edge into the inner forest, the humidity content was clearly modified  
199 (**Fig.2**).

200 Concerning the vertical gradient, the species richness significantly increased when  
201 comparing the soil with more elevated strata of the phorophyte ( $F_{(3;68)} = 5,63$   $p = 0,001$ ). The  
202 differences are between the following strata: soil and base ( $p = 0,002$ ) and soil and one meter  
203 ( $p = 0,007$ ). (**Fig.3**). The composition also significantly varied in relation to the vertical  
204 gradient ( $F_{(3;64)} = 4,77$   $p = 0,001$ ) when comparing the soil with the higher strata of the  
205 phorophyte (**Tab.3**). The same occurs considering the vertical gradient, once a clear variation  
206 of luminosity between soil (GR) strata and phorophyte occurs: trunk base (TB), one meter  
207 (OM) and two meters (TM) (**Fig.4**).

## 209 DISCUSSION

210 The hepatics are more numerous (68%), opposing to the findings of Gradstein *et al.*  
211 (2001) who have asserted that, in plain tropical forests, the hepatics are more numerous than  
212 mosses. Despite the studied area regards to a fragment of subtropical restinga forest, in which  
213 there were no studies concerning the bryoflora until then, the results regarding hepatics are  
214 similar to vegetational formation of restinga in Brazil, where Lejeuneaceae is the most  
215 representative but differs in relation to mosses, although Hypnaceae has been already  
216 registered in other surveys realized at restinga areas (Costa & Yano 1993, de Oliveira and  
217 Silva *et al.* 2002, Bastos & Yano 2006, Santos *et al.* 2011).

218 The occupation of certain strata by bryophytes is related with microclimatic factors  
219 (humidity and luminosity). These factors can be generated by longitudinal and vertical  
220 gradients and thus, the species settle in each spot according to its adaptation (Pócs 1982,  
221 Acebey 2003). The reported absence of any exclusive species at the trunk base (TB) supports  
222 the data from Holz *et al.* (2002), who have evinced that this place functions as a transition  
223 area between the soil and the rest of the tree's trunk.

224 The bryophytes from the restinga remnant are affected by a longitudinal gradient in  
225 relation to richness increase and changes in species composition. Depending on the  
226 environmental factor, the bryophytes distribution may be influenced (Russel 1982), in this  
227 case, the humidity factor. The terrain inclination is crucial to the occurrence of gradient and

228 species distribution derived from humidity variation. Thus, at the dry (over the dunes) and  
229 swampy areas (paludose forest), the species are distributed according to their adaptations  
230 under these conditions.

231 Concerning the vertical gradient, a similar situation is observed, once there is also  
232 observed richness increase and variation of species composition in the transition between soil  
233 and phorophyte (base, one and two meters). However, this distribution can be influenced by  
234 other environmental factors or by the cortex characteristics (Cornelissen & ter Steege 1989,  
235 Montfoort & Ek 1990, Rhoades 1995, Lara & Mazimpaka 1998). Therefore, the bryophyte  
236 distribution along the phorophyte strata can be determined by the variation of  
237 microenvironments and microclimates (Costa 2010). In the present study, the analysis was  
238 limited to luminosity factor concerning the vertical gradient. Nonetheless, in accordance with  
239 the studies of Wolf (1993c) and Holz *et al.* (2002), the luminosity factor is strong enough to  
240 affect the vertical distribution of bryophytes community. Besides, it can cause 50% of  
241 variation in the structure of the bryophyte community (Holz *et al.* 2002).

242 Opposing to the data evinced in the present study, in which a marked influence from  
243 the longitudinal and vertical gradients over the bryophyte distribution was observed, Silva  
244 (2009) did not observed the stratification of species while studying the bryophytes from  
245 Estação Ecológica de Murici – Alagoas. The author suggested that the edge distance does not  
246 explain distribution of bryoflora. However, it should be enhanced that the author has  
247 attributed the obtained results to the environmental heterogeneity of the fragment. There were  
248 considered the environmental variables, in EPA from Lagoa Verde, that were relevant to  
249 understanding the bryoflora distribution caused by the longitudinal and vertical gradients,  
250 which were the following: luminosity, humidity and terrain inclination. This fact is supported  
251 by the study of Santos *et al.* (2011), who have compared two phytophysiognomies (restinga  
252 Forest x lowland ombrophilous dense Forest) and attributed the low floristic similarity,  
253 between these formations, specifically to the absence of two environmental variables  
254 measured in the restinga remnant from Lagoa Verde EPA.

255 Therefore, it was possible to verify the influence of gradients over the longitudinal and  
256 vertical distribution of bryophytes by the microclimatic factors (humidity and luminosity).  
257 Considering an ecological approach, in regards to bryophyte distribution, the present study  
258 enabled not only the vertical analysis, but also the longitudinal, differing from the pattern  
259 observed in other works, most part realized in the Tropical region, which remain restrict to the  
260 vertical distribution (Sporn *et al.* 2010). Thus, the present work provided early data  
261 concerning the bryophyte ecology from the Subtropical region and evinced the importance of

262 preserving restinga areas, considering the results involving the richness and composition of  
263 bryophyte species presented here.

264

#### 265 **ACKNOWLEDGEMENTS**

266 The authors would like to thank the Universidade Federal do Rio Grande and the  
267 Instituto de Botânica for the logistic assistance in the sample collection and identification. The  
268 scholarship was provided by CAPES.

269

#### 270 **LITERATURE CITED**

271 Acebey, C., S. R. Gradstein & T. Krömer. 2003. Species richness and habitat diversification  
272 of bryophytes in submontane rain forest and fallows in Bolivia. *Journal of Tropical*  
273 *Ecology* 18: 1–16.

274 Alvarenga, L. D. P. & K. Pôrto. 2007. Patch size and isolation effects on epiphytic and  
275 epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. *Biological*  
276 *Conservation* 134: 415 – 427.

277 Ariyanti, N. S., M. M. Bos, K. Kartawinata, S. S. Tjitrosoedirdjo, E. Guhardja & S. R.  
278 Gradstein, 2008. Bryophytes on tree trunks in natural forests, selectively logged forests  
279 and cacao agroforests in Central Sulawesi, Indonesia. *Biological Conservation* 141:  
280 2516-2527.

281 Bastos, C. J. P & O. Yano. 2006. Briófitas de restinga das regiões Metropolitana de Salvador  
282 e Litoral Norte do Estado da Bahia, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 18: 197–  
283 205.

284 Campelo, M. J. A. & K. C. Pôrto. 2007. Briófitas epífita e epífila da RPPN Frei Caneca,  
285 Jaqueira, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 185–192.

286 Colares, I. G., M. D. B. Schlee, L. C. Santos & U. A. S. Magalhães. 2007. Variação da  
287 biomassa e produtividade de *Potamogeton pectinatus* L. (Potamogetonaceae) na Lagoa  
288 Verde, Rio Grande, RS. *IHERINGIA, Ser. Bot.* 62 (1-2): 131–137

289 Cornellissen, J. H. C. & S. R. Gradstein. 1990. On the occurrence of bryophytes and  
290 macrolichens in different lowland rain forest types at Mabura Hill, Guyana. *Tropical*  
291 *Bryology* 3: 29–35.

292 \_\_\_\_\_ & H. Ter Steege. 1989. Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens  
293 in dry evergreen forest of Guyana. *Journal of Tropical Ecology* 5: 131–150.

294 Costa, D. P. 1999. Epiphytic bryophyte diversity in primary and secondary Lowland Rain  
295 forests in southeastern Brazil. *The Bryologist* 102(2): 320–326.

296 \_\_\_\_\_ & O. Yano. 1993. Briófitas da Restinga de Massambaba, Rio de Janeiro. Anais III  
297 Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, Serra Negra 3: 144–152.

298 de Oliveira e Silva, M. I. M. N., A. I. Milanez & O. Yano. 2002. Aspectos ecológicos de  
299 briófitas em áreas preservadas de mata atlântica, Rio Janeiro, Brasil. 22: 77–102.

300 \_\_\_\_\_, J. S. S. Almeida, N. S. Dias, S. R. Gradstein & S. P. Churchill. 2010. Manual de  
301 Briologia. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 207p.

302 Frahm, J. P. 1991. Dicranaceae: Campylopodioideae, Paraleucobryoideae. Flora Neotropica  
303 Monograph. 54: 1–238.

304 Frahm, J.-P. 2003. Manual of tropical bryology. Tropical Bryology 23: 1-195.

305 Germano, S. R. 2003. Florística e Ecologia das Comunidades de Briófitas em um  
306 Remanescente de Floresta Atlântica (Reserva Ecológica do Grajaú, Pernambuco,  
307 Brasil). (Tese de doutorado) - Recife Universidade Federal de Pernambuco.

308 Gradstein, S. R. & T. Pócs. 1989. Bryophytes. *In*: Lieth, H. & M. J. A. Werger (eds.) Tropical  
309 Rainforest Ecosystems, pp. 311-325. Elsevier, Amsterdam.

310 \_\_\_\_\_, S. P. Churchill & N. Salazar-Allen. 2001. Guide to the bryophytes of tropical  
311 America. Memoirs of the New York Botanical Garden 86: 577p.

312 \_\_\_\_\_, S. R. & D. P. Costa. 2003. Liverworts and Hornworts of Brazil. Memoirs  
313 of the New York Botanical Garden, New York. 318p.

314 Hallingbäck, T. & N. Hodgetts. 2000. Mosses, liverworts & hornworts: a status survey and  
315 conservation action plan for bryophytes IUCN, Gland.

316 Holz, I., S. R. Gradstein, J. Heinrichs & M. Kappelle. 2002. Bryophyte diversity, microhabitat  
317 differentiation and distribution of life forms in Costa Rican upper montane *Quercus*  
318 forest. The Bryologist 105: 334–348.

319 Ilkiu-Borges, A. L. & R. C. L. Lisboa. 2002. Lejeuneaceae (Hepaticae). Pp. 399-419. *In*:  
320 P.L.B. Lisboa (org.). Caxiuana: populações, meio físico e diversidade biológica. Belém,  
321 Museu Paraense Emílio Goeldi.

322 Köppen, W. 1948. Climatologia: conunestudio de los climas de La tierra. Fondo de Cultura  
323 Económica. México.

324 Krusche, N., J. M. B. Saraiva, M. S. Reboita. 2002. Normas climatológicas de 1991 a 2000  
325 para Rio Grande, RS. (1ed). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

326 Lara, F. & V. Mazimpaka. 1998. Sucession of epiphytes bryophytes in a *Quercus pyrenaica*  
327 forest from the Spanish Central Range (Iberian Peninsula). Nova Hedwigia 67(1-2):  
328 125–138.

- 329 Lemos-Michel, E. 2001. Hepáticas Epífitas sobre o pinheiro-brasileiro no Rio Grande do Sul.  
330 Editora da Universidade, Porto Alegre. 191p.
- 331 Monfoort, D. & R.C. Ek. 1990. Vertical distribution and ecology of epiphytic bryophytes and  
332 lichens in a lowland rain forest French Guyana. - Institute of Systematic Botany,  
333 Utrech.
- 334 Moura, A. C. O. S., C. V. L. Crivellaro & K. G. Silva. 2009. Descubra a Lagoa Verde: um  
335 passeio pelos Arroios Bolaxa, Senandes, Canal São Simão e arredores. Rio Grande. 28p.
- 336 Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. G. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos,  
337 M. H. H. Stevens & H. Wagner. 2010. Vegan: Community Ecology Package. R package  
338 version 1.17-0. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- 339 Pócs, T. 1982. Tropical Forest Bryophytes. *In*: Smith, A. J. E. (ed.) Bryophyte Ecology, pp.  
340 59–104. Chapman & Hall, London.
- 341 Rhoades, F.M. 1995. Non vascular epiphytes in forest canopies worldwide distribution,  
342 abundance, and ecological.
- 343 Richards, P.W. 1984. The Ecology of Tropical Forest Bryophytes. Pp. 1233–1270. *In*:  
344 Schuster, R.M. (ed.) New Manual of Bryology. The Hattori Botanical Laboratory 2:  
345 1233–1270.
- 346 Robbins, R. G. 1952. Bryophyta Ecology of a Dune Area in New Zealand. *Vegetation, Acta*  
347 *Geobotanica* 4: 1–131.
- 348 Russel, S. 1982. Humidity Gradients and Bryophyte Zonation in the Afromontane Forests of  
349 the Eastern Cape, South Africa. *Journal Hattori Botanical Laboratory*. 52: 299–302.
- 350 Santos, N. D. & D. P. Costa. 2008. A importância de Reservas Particulares do Patrimônio  
351 Natural para a conservação da brioflora da Mata Atlântica: um estudo em El Nagual,  
352 Magé, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22(2): 359–372.
- 353 \_\_\_\_\_, D. P. Costa, L. S. Kinoshita & G. J. Shepherd. 2011. Bryophytic and  
354 phytogeographical aspects of two types of forest of the Serra do Mar State Park,  
355 Ubatuba/SP, Brazil. *Biota Neotropica*. 11(2): 1–14.
- 356 Sharp, A. J., H. Crum & P. Eckel. 1994. The moss flora of Mexico. *Memoirs of The New*  
357 *York Botanical Garden* 69: 1–1113.
- 358 Silva, M. P. P. 2009. Distribuição espacial e efeito de borda em briófitas epífitas e epífilas em  
359 um remanescente de floresta atlântica nordestina. Dissertação de Mestrado.  
360 Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

- 361 Sporn, S. G., M. M. Bos, M. Kessler & S. R. Gradstein. 2010. Vertical distribution of  
362 epiphytic bryophytes in an Indonesian rainforest. *Biodiversity and Conservation*. 19:  
363 745–760.
- 364 van Leerdam, A., R. J. Zagt & E. J. Veneklaas. 1990. The distribution of epiphyte growth-  
365 forms in the canopy of Colombia cloud-forest. *Vegetatio*. 87: 59–71.
- 366 Vaz, T. F. & D. P. Costa. 2006a. Os gêneros *Brymella*, *Calliscotella*, *Crossomitrium*,  
367 *Cyclodictyon*, *Hookeriopsis*, *Hypnellae*, *Trachyxiphium* (Pilotrichaceae, Bryophyta) no  
368 Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 20: 955–973.
- 369 Visnadi, S.R. 2004. Briófitas de praia do estado de São Paulo, Brasil. *Acta Botanica*  
370 *Brasilica* 18 (1): 91–97.
- 371 Wolf, J. H. D. 1993b. Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens  
372 along an altitudinal gradients in the northern Andes. *Annals Missouri Botanical Garden*  
373 80: 928–960
- 374 \_\_\_\_\_. 1993c. Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in  
375 the northern Andes. *Vegetatio* 112: 15–28.
- 376 \_\_\_\_\_. 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in  
377 the highlands of Chiapas, México. *Forest Ecology and Management* 212 : 376–393.

## ANEXOS

### Capítulo I



Table 1: Species richness and distribution along the four studied strata. GR = Ground, TB = Trunk Base, OM = One Meter, TM = Two Meters.

Species	Stratum			
	GR	TB	OM	TM
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	x			
<i>Aphanolejeunea camilii</i> (Lehm.) R.M. Schust.		x		x
<i>Aphanolejeunea kunertiana</i> Steph.				
<i>Campylopus heterostachys</i> (Hampe) Jaeg.		x	x	x
<i>Campylopus sehnemii</i> Brid.	x			
<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm&Lindenb.) Kachr. & R.M. Schust			x	x
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R.M. Schust.			x	x
<i>Cololejeunea cardiocarpa</i> (Mont.) A. Evans				x
<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze.	x	x		
<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.				x
<i>Fabronia macroblepharis</i> Schwägr.		x		x
<i>Forsstroemia producta</i> (Hornsch.) Par.				x
<i>Frullania caulisequa</i> (Ness) Ness			x	x
<i>Frullania glomerata</i> (Lehm&Lindenb.) Mont.		x	x	
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Ångstr.			x	x
<i>Helicodontium capillare</i> (Hedw.) Jaeg.	x	x	x	x
<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Mönk.		x	x	x
<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Hedw.) Brid.	x	x		
<i>Isopterygium tenerifolium</i> Mitt.	x		x	
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	x	x	x	
<i>Lejeunea caespitosa</i> Lindenb.	x	x	x	x
<i>Lejeunea caulicalyx</i> (Steph.) E. Reiner& Goda	x	x	x	
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Ness	x	x	x	x
<i>Lejeunea laeta</i> (Lehm. &Lindenb.)Gottsche	x	x	x	x
<i>Lejeunea phyllobola</i> Ness& Mont.	x	x	x	x
<i>Lejeunea raddiana</i> Lindenb.	x	x	x	x
<i>Lejeunea setiloba</i> Spruce		x	x	x
<i>Leucolejeunea uncioloba</i> (Lindenb.) A. Evans			x	
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.		x	x	
<i>Lophocolea bidentula</i>		x	x	
<i>Lophocolea mandonii</i> Steph.		x	x	x
<i>Metzgeria albinea</i> Spruce		x	x	x
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.		x	x	x
<i>Metzgeria decipiens</i> (C. Massal.) Schiffn. &Gottsche		x		x
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	x	x	x	x
<i>Microlejeunea bullata</i> (Tayl.) Steph.			x	x
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	x	x	x	x
<i>Microlejeunea globosa</i> (Spruce) Steph		x	x	x
<i>Plagiochila corrugata</i> (Ness) Ness& Mont.		x	x	x
<i>Plagiochila martiana</i> (Ness) Lindenb.		x	x	x
<i>Plagiochila patula</i> (Sw.) Lindenb.	x	x	x	x
<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	x	x		
<i>Rhyncostegium serrulatum</i> (Hedw.) Jaeg.	x	x	x	x
<i>Riccardia chamedryfolia</i> (With.)	x	x		
<i>Riccardia metzgeriiformis</i> (Steph.) R.M. Schust	x		x	
<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) Britt.	x	x	x	x

<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	x	x	x	x
<i>Taxilejeunea obtusângula</i> (Spruce) A. Evans	x	x	x	x
<i>Telaranea nematodes</i> (Gottscheex Austin) M.A. Howe	x			
<i>Trachyiphium guadalupense</i> (Brid.) W.R.Buck	x	x		
<i>Vesicularia vesicularis</i> (Schwägr.) Broth.	x	x		

Table 2: Values of F for bryophyte composition comparison along transect (0m = 0 meter, 10m = 10 meters, 20m = 20 meters, 30m = 30 meters, 40m = 40 meters, 50m = 50 meters), in the longitudinal gradient, by multivariate analysis of variance (MANOVA). \*  $p < 0,05$

	<b>10 m</b>	<b>20 m</b>	<b>30 m</b>	<b>40 m</b>	<b>50 m</b>
<b>0 m</b>	2,03*	3,16*	3,12*	3,05*	3,53*
<b>10 m</b>		1,81*	4,31*	3,50*	1,44
<b>20 m</b>			1,81	1,24	1,14
<b>30 m</b>				0,90	0,54
<b>40 m</b>					0,36

Table 3: Values of F for bryophyte composition comparison along strata (GR = Ground, TB = Trunk Base, OM = One Meter, TM = Two Meters) in the vertical gradient by multivariate analysis of variance (MANOVA). \*  $p < 0,05$

	<b>TB</b>	<b>OM</b>	<b>TM</b>
<b>GR</b>	5,01*	6,67*	6,14*
<b>TB</b>		3,42*	5,07*
<b>OM</b>			1,59

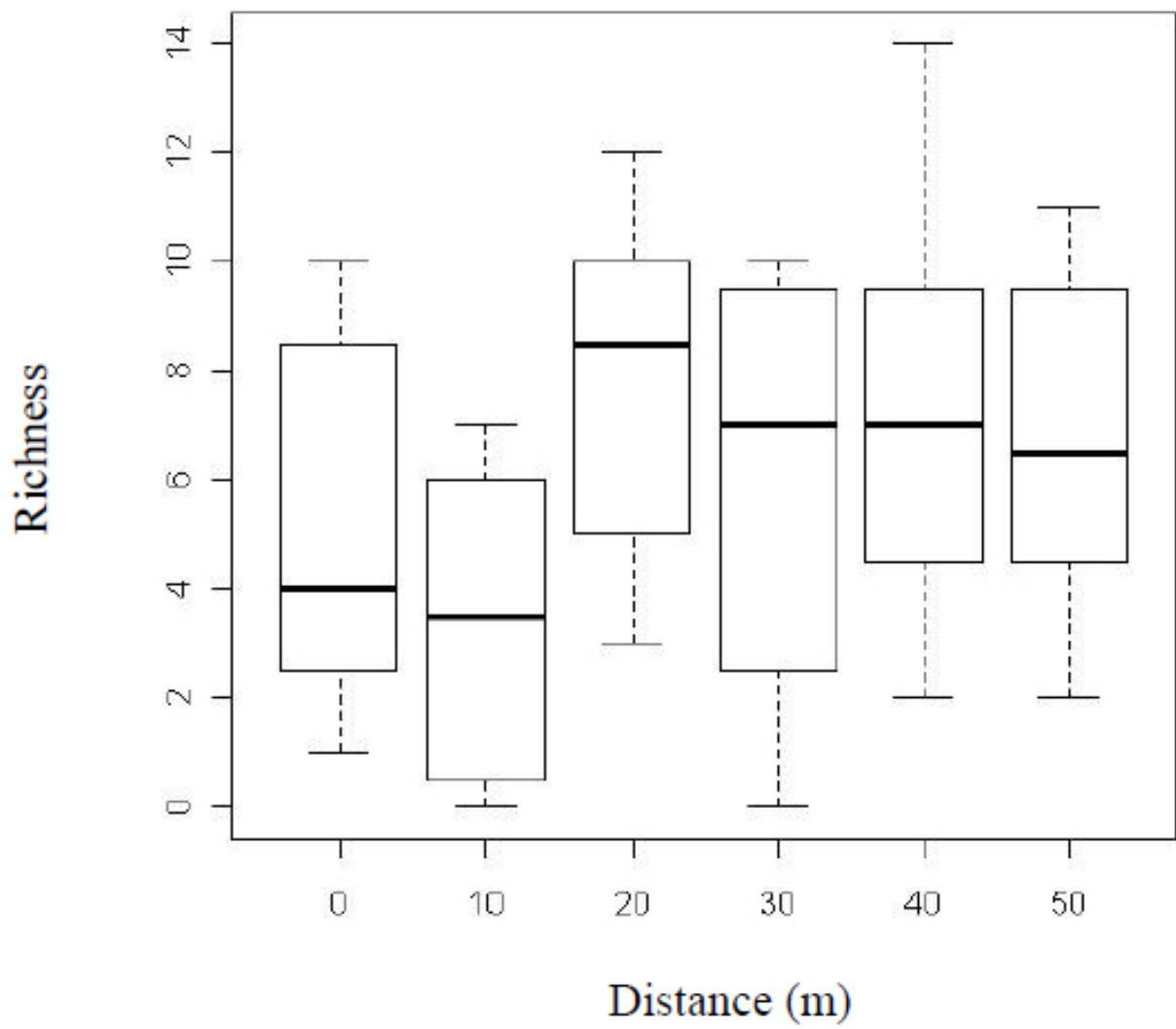


Figure 1: Increase of species richness along transect in relation to longitudinal gradient (m = meters).

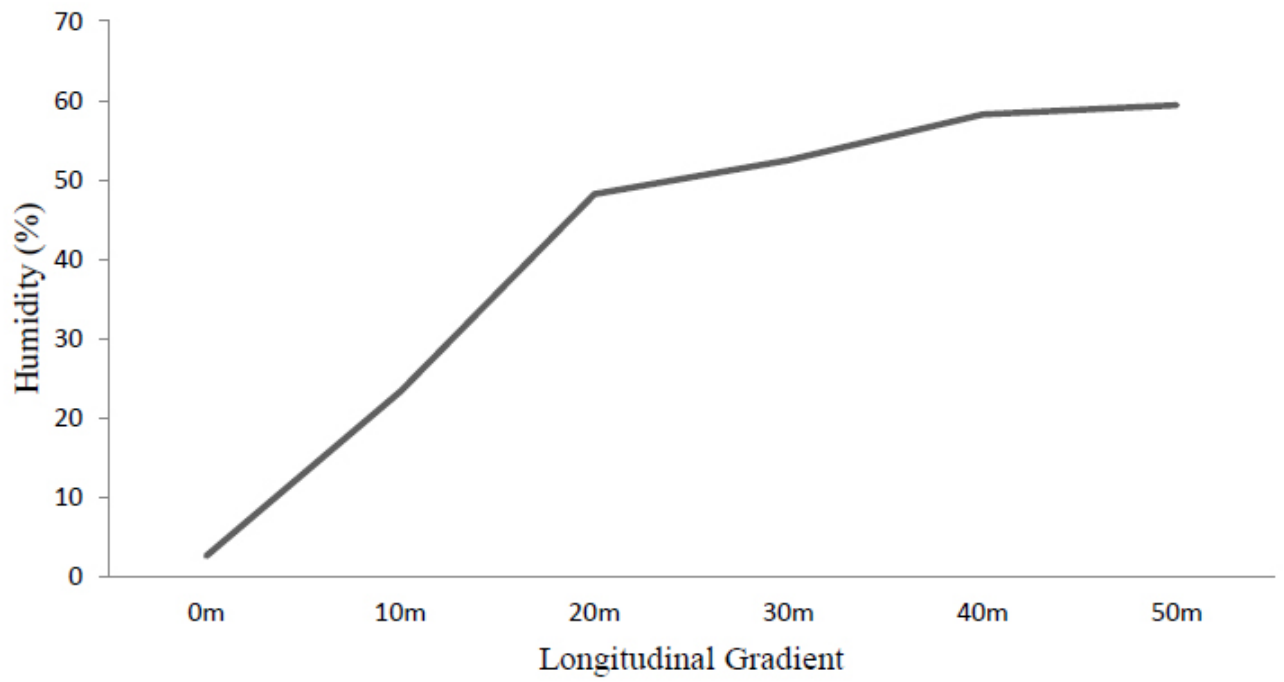


Figure 2: Humidity increase along transect in relation to the longitudinal gradient (m = meters).

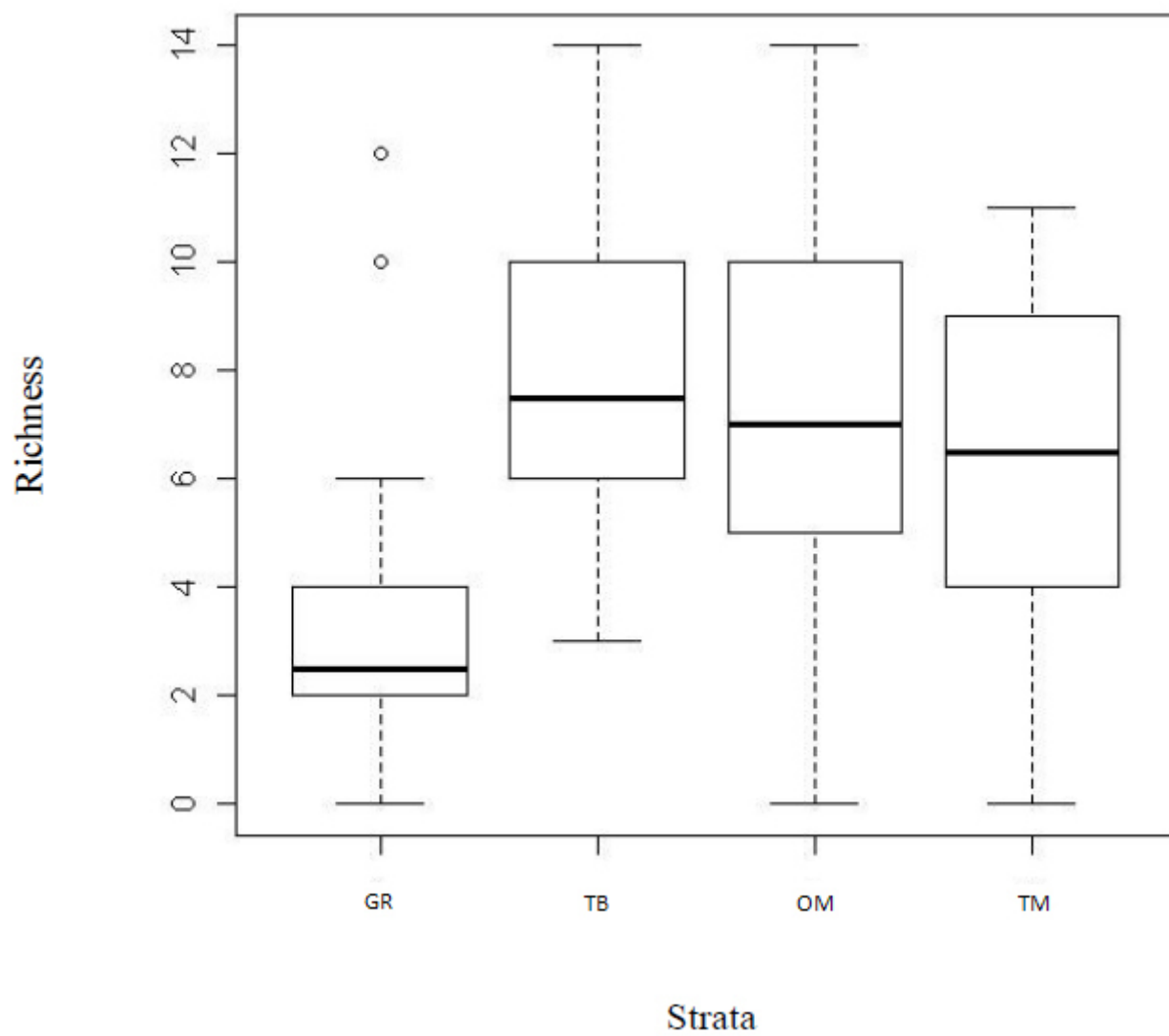


Figure 3: Increase of species richness in the strata in relation to the vertical gradient.

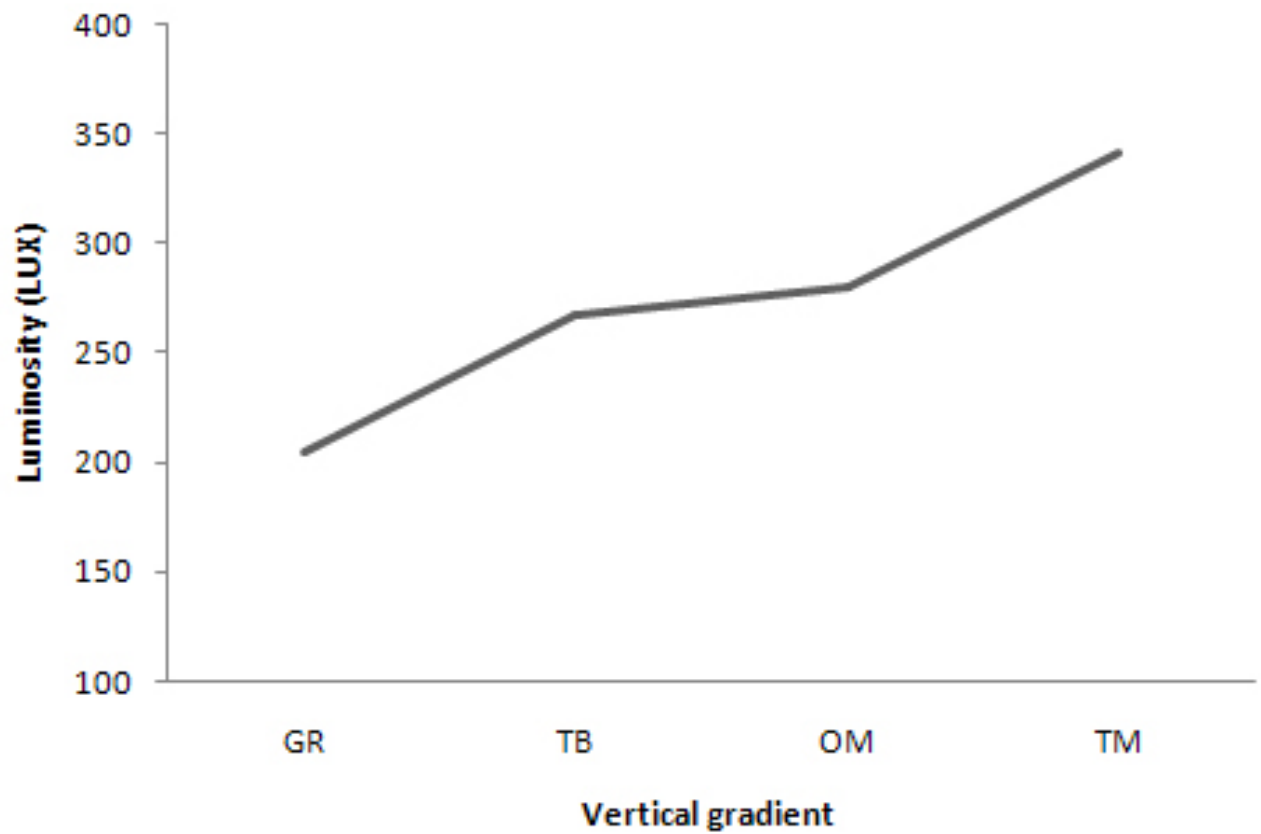


Figure 4: Increase of luminosity in the strata in relation to the vertical gradient (GR = Ground, TB = Trunk Base, OM = One Meter, TM = Two Meters).

## **Capítulo II**

### **PARTIÇÃO ADITIVA DA DIVERSIDADE DE BRIÓFITAS EM UM REMANESCENTE DE RESTINGA SUBTROPICAL, BRASIL**

Artigo a ser submetido para publicação na Revista

The Bryologist

PARTIÇÃO ADITIVA DA DIVERSIDADE DE BRIÓFITAS EM UM REMANESCENTE  
DE RESTINGA SUBTROPICAL, BRASIL

**L. P. HEIDTMANN**

**D. GIROLDO**

**S. M. HEFLER**

Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais  
/Universidade Federal do Rio Grande. Avenida Itália - Km 8, 96203900 – Bairro Carreiros –  
Rio Grande, RS, Brasil

e-mail: [lpheidtmann@yahoo.com.br](mailto:lpheidtmann@yahoo.com.br)

[dmbgirol@furg.br](mailto:dmbgirol@furg.br)

[soniahefler@furg.br](mailto:soniahefler@furg.br)

**L. U. HEPP**

Departamento de Ciências Biológicas /Universidade Regional Integrada do Alto  
Uruguai e das Missões, Campus de Erechim. Avenida Sete de Setembro, 1621, 99700-000.  
Erechim, RS, Brasil

e-mail: [lhepp@uri.com.br](mailto:lhepp@uri.com.br)

**D. F. PERALTA**

Instituto de Botânica. Avenida Miguel Estéfano 3687, 04301012. São Paulo, SP,  
Brasil

e-mail: [denilsonfp@yahoo.com.br](mailto:denilsonfp@yahoo.com.br)



1 **Resumo.** A diversidade total de espécies (diversidade gama) pode ser particionada em dois  
2 componentes aditivos,  $\alpha$  (dentro da comunidade) e  $\beta$  (entre diferentes comunidades). Entre  
3 muitas relações que ocorrem na natureza, a variação espacial na composição de espécies é  
4 uma das mais importantes. O objetivo deste estudo foi particionar a diversidade de briófitas  
5 em componentes alfa e beta, a fim de compreender como ocorre a distribuição da diversidade  
6 ao longo de um gradiente longitudinal (umidade no solo) e um gradiente vertical  
7 (luminosidade no forófito) em um remanescente de restinga no sul do Brasil. O remanescente  
8 estudado caracteriza-se por uma mata de restinga sobre dunas (na porção oeste) e paludosa  
9 (na porção leste). Através de unidades amostrais no solo, no forófito e em três transectos  
10 paralelos foi feita a coleta das briófitas terrícolas e corticícolas. Utilizamos o modelo de  
11 partição aditiva da diversidade para organizar níveis hierárquicos: plots ( $\alpha$ ); entre plots ( $\beta_1$ );  
12 entre cada nível do gradiente ( $\beta_2$ ); entre transectos ( $\beta_3$ ) e aleatorizar todas as unidades  
13 amostrais. Com isso foi possível avaliar o quanto a diversidade observada é maior ou menor  
14 do que o esperado pelo modelo nulo. Os resultados apresentaram 51 espécies de briófitas (15  
15 musgos e 36 hepáticas). As famílias mais representativas em número de riqueza de espécies  
16 foram *Lejeuneaceae* e *Hypnaceae* (20 e 3, respectivamente). A maior variação foi observada  
17 nas escalas entre cada nível do gradiente ( $\beta_2$ ), tanto para o gradiente longitudinal quanto para  
18 o gradiente vertical (48,8% e 38,6% da riqueza total, respectivamente). A partição aditiva da  
19 diversidade contribui para compreender como a diversidade das briófitas é dependente da  
20 rotação espacial, sobretudo em análises de microescalas. Fica evidente a importância do  
21 estudo ecológico da partição e distribuição das briófitas em ambos os gradientes (longitudinal  
22 e vertical).

23

24 Palavras-chave: diversidade alfa, diversidade beta, brioflora, região Neotropical,  
25 rotatividade

26

27

28

29 Os gradientes ambientais e geográficos causam significativas variações na diversidade  
30 ao longo do espaço e do tempo. A partição aditiva da diversidade de espécies contribui para o  
31 entendimento do estudo dos níveis hierárquicos através dos diferentes padrões espaciais da  
32 biodiversidade (Veech et al. 2002, Crist et al. 2003). Diante disso, Whittaker (1960)  
33 categorizou a diversidade em três componentes espaciais: a diversidade dentro da comunidade  
34 (alfa,  $\alpha$ ), a variação entre diferentes comunidades (beta,  $\beta$ ) e a diversidade total de uma região

35 (gama,  $\gamma$ ). No entanto, a abordagem de Lande (1996), na qual o valor médio da diversidade  $\alpha$   
36 é adicionado à diversidade  $\beta$  para produzir a diversidade  $\gamma$ , contrasta com o método de  
37 Whittaker (1972) em que a diversidade  $\alpha$  e a diversidade  $\beta$  são multiplicadas. Em outras  
38 palavras, o modelo proposto por Lande (1996), permite comparar os valores de alfa e beta ao  
39 longo de uma hierarquia de escalas espaciais, desde a mais fina, aumentando à medida que  
40 são incorporados níveis hierárquicos superiores, possibilitando o cálculo da diversidade total.

41 Podemos definir diversidade beta como a extensão com que as diversidades de duas ou  
42 mais escalas espaciais e temporais diferem entre si (Gering & Crist 2002). Se a variação na  
43 composição da comunidade é aleatória e acompanhada de processos bióticos que geram  
44 autocorrelação espacial, um fator na composição de espécies pode aparecer e a diversidade  
45 beta pode ser interpretada como taxa de mudança na composição de espécies ao longo de um  
46 gradiente (Legendre *et al.* 2005). Entre muitas relações que ocorrem na natureza a variação  
47 espacial na composição de espécies é uma das mais importantes. A partição aditiva da  
48 diversidade é uma importante ferramenta para avaliação de determinado local como fonte de  
49 informações para a conservação (Crist *et al.* 2003). Principalmente quando se tratam de áreas  
50 degradadas ou de remanescentes florestais as estratégias de conservação devem considerar os  
51 padrões de distribuição dos organismos (Brown & Freitas 2000, Fahrig 2003). A  
52 preocupação dos biólogos conservacionistas, portanto, não é apenas descrever a variação  
53 espacial na composição das espécies, mas, entender os fatores que causam isto (Jost *et al.*  
54 2011).

55 Existem vários métodos para medir a diversidade beta, porém podemos agrupá-los em  
56 três categorias. O primeiro conjunto de medidas leva em conta a extensão das diferenças entre  
57 duas ou mais áreas de diversidade alfa em relação à diversidade gama (Magurran 2004). O  
58 segundo conjunto foca nas diferenças de composição de espécies entre áreas de diversidade  
59 alfa e, avaliam a distinção biótica das assembléias (Magurran 2011). O conjunto final de  
60 medidas explora a relação espécies/área e mede a rotatividade relacionada ao acúmulo de  
61 espécies com a área (Harte *et al.* 1999b; Lennon *et al.* 2001; Riccota *et al.* 2002).

62 Uma interessante abordagem para o estudo da variação espacial na composição de  
63 espécies é trabalhar com espécies que são sensíveis a alterações ambientais (Zartman 2003).  
64 Dentro deste contexto ecológico, as briófitas, por serem desprovidas de sistema vascular e  
65 cutícula (Gradstein *et al.* 2001), reagem sensivelmente às variações de umidade, temperatura e  
66 luminosidade (Hallingbäck & Hodgetts 2000). Além disso, as briófitas ocupam diferentes  
67 substratos, desde o solo até os diferentes níveis de altura no forófito e ainda as folhas,  
68 dependendo da influência das variáveis ambientais (Russel 1982). A ocupação de

69 determinados substratos pelas briófitas tem relação com os fatores microclimáticos (luz e  
70 umidade). Estes fatores podem ser formados pelos gradientes longitudinal e vertical, e assim,  
71 as espécies se estabelecem em cada local segundo sua adaptação (Pócs 1982, Acebey 2003).  
72 Logo, a ocupação das briófitas em relação aos gradientes favorece o estudo da variação  
73 espacial na composição das espécies.

74 O Brasil apresenta uma brioflora com cerca de 1526 espécies distribuídas em 400  
75 gêneros (Costa 2012). Em termos de diversidade de briófitas em restinga, todos os trabalhos  
76 do Brasil, como os do estado do Rio Grande do Sul, concentram-se em listas de espécies  
77 (Behar *et al.* 1992; Visnadi & Vital 1995; Costa *et al.* 2006; Peralta & Yano 2008; Sehnem  
78 1969, 1970, 1972, 1976, 1978, 1979, 1980; Yano & Bordin 2006; Yano & Bordin 2011).  
79 Considerando uma abordagem ecológica em estudos sobre briófitas, trabalhos que avaliam  
80 padrões de diversidade alfa e beta para estas comunidades são inéditos para ambientes de  
81 restinga no Brasil. Em regiões tropicais, onde o número de trabalhos sobre ecologia de  
82 briófitas é maior, o primeiro trabalho a relacionar a diversidade alfa e beta com a distribuição  
83 dos padrões epifíticos e terrestres das samambaias, das briófitas e dos líquens foi feito por  
84 Mandl *et al.* (2010) . Desta forma, o objetivo do nosso estudo foi particionar a diversidade de  
85 briófitas em componentes alfa e beta, a fim de compreender como ocorre a partição da  
86 diversidade ao longo de um gradiente longitudinal (solo) e vertical (forófito) em um  
87 remanescente de restinga no sul do Brasil. Nós hipotetizamos que a variação da comunidade  
88 será fortemente influenciada pelos componentes espaciais (gradientes longitudinal e vertical),  
89 os quais irão gerar modificações na composição das espécies de briófitas. As modificações  
90 esperadas serão causadas por componentes ambientais relacionadas à umidade do solo e  
91 luminosidade incidente no forófito.

92

## 93 MATERIAL E MÉTODOS

94 **Área de estudo.** A área de estudo está inserida em uma Unidade de Conservação  
95 denominada Lagoa Verde (32°09'S e 52°11'W) (**Fig. 1**). O remanescente situa-se na região  
96 sul da planície costeira do Rio Grande do Sul e faz parte de um complexo sistema de  
97 ambientes costeiros sul-brasileiro. O clima da região é classificado como Cfa segundo Köppen  
98 (1948), sendo caracterizado como subtropical úmido. A temperatura média anual é de 17°C e  
99 a precipitação pluviométrica varia de 85,3 mm a 147,6 mm mensais, sendo julho e janeiro, os  
100 meses de maior e menor precipitação, respectivamente (Krusche *et al.* 2002). O fragmento  
101 estudado tem cinco hectares aproximadamente e caracteriza-se por uma transição entre mata

102 de restinga sobre dunas na porção oeste e paludosa na porção leste. O ambiente é cortado por  
103 uma trilha em seu sentido norte/sul.

104 **Amostragem.** Foram delimitados três transectos de 50 metros, distantes 110 metros  
105 entre si no sentido oeste/leste, perpendiculares a trilha norte/sul, localizada mais perto da  
106 borda oeste da mata. O primeiro ponto de amostragem ao longo do transecto (entitulado 0  
107 metro) está mais próximo à borda e, atravessa a trilha até atingir o interior da mata (área  
108 alagada). Ao longo dos transectos o perfil fisionômico e topográfico do fragmento apresenta  
109 modificação nítida. Foram analisadas duas categorias da comunidade de briófitas  
110 (nomenclatura segundo Robbins 1952): a) terrícolas (solo plano no interior e margens da  
111 mata); e b) corticícolas (sobre tronco de árvore viva). Para a amostragem foram delimitadas  
112 unidades amostrais (UA's) em intervalos de 10 metros ao longo dos transectos. O estudo da  
113 brioflora terrícola consistiu na utilização de uma folha de acetato de celulose de 300 cm<sup>2</sup>,  
114 quadriculada em 25 cm<sup>2</sup>, totalizando 12 plots. Para a amostragem da brioflora corticícola,  
115 utilizou-se a descrita em Lemos-Michel (2001) com adaptações, da seguinte maneira: a partir  
116 das UA's do solo foi estabelecido como critério de inclusão o forófito, cujo fuste contenha  
117 briófitas ( $PAP \leq 40$  cm), mais próximo deste ponto, não ultrapassando 5 m de distância deste.  
118 Em cada uma destas árvores foram determinadas três subdivisões do gradiente vertical: 1) BF:  
119 na base do fuste (0-10 cm); 2) UM: a um metro de altura do fuste e; 3) DM: a dois metros de  
120 altura do fuste. A coleta da brioflora também foi feita por meio de folha de acetato. O método  
121 de coleta, preservação e herborização foi baseado em Yano (1984). Para a identificação foram  
122 utilizados os trabalhos de: Frahm (1991), Sharp *et al.* (1994), Gradstein *et al.* (2001),  
123 Gradstein & Costa (2003) e Vaz & Costa (2006a). Depois de identificado e herborizado, o  
124 material testemunho foi incluído no Herbário da Universidade do Rio Grande (HURG).

125

126 **Variáveis ambientais.** Em cada UA do solo foi retirada uma amostra do substrato  
127 através de um coletor (tubo de PVC). Estas amostras foram conduzidas ao laboratório em  
128 potes plásticos (80 ml), pesadas para obtenção do peso úmido e secas em uma estufa à 70°C.  
129 Após sete dias de secagem a umidade do solo foi estimada através da diferença entre o peso  
130 úmido e o peso seco. A coleta de dados referentes à incidência de luz em todas as UA's (solo  
131 e forófito) foi realizada através de um luxímetro portátil (LI-1400 data logger – LICOR).

132

133 **Análise dos dados.** Nós analisamos a partição da diversidade a partir de duas matrizes  
134 biológicas: uma para o gradiente longitudinal e a outra para o gradiente vertical, organizadas  
135 de acordo com o seguinte esquema hierárquico: plots (componente  $\alpha$ ), entre plots

136 (componente  $\beta_1$ ), entre cada nível do gradiente (componente  $\beta_2$ ) e entre transectos  
137 (componente  $\beta_3$ ). Assim, o modelo de partição da diversidade avaliado foi:  $\gamma$  (diversidade  
138 regional) =  $\alpha + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$ . Como medidas de diversidade, nós consideramos apenas a  
139 riqueza taxonômica, expressa pelo número de espécies identificadas. A significância do teste  
140 foi obtida a partir de 1000 aleatorizações baseadas nas unidades amostrais (Crist et al., 2003).  
141 O teste avalia o quanto a diversidade observada é maior ou menor do que o esperado pelo  
142 modelo nulo. Altas proporções (e. g.  $> 0.975$ ) indicam que os valores observados foram  
143 menores que o esperado ao acaso. Por outro lado, baixas proporções (e. g.  $< 0.025$ ) indicam  
144 que os valores observados foram maiores que os esperados. Nós usamos uma rotina no  
145 software R (R Development Core Team, 2012) escrita por Ribeiro *et al.* (2008) usando o  
146 pacote estatístico “vegan” (Oksanen *et al.* 2012).

147

## 148 RESULTADOS

149 Foram registradas 53 espécies de briófitas (17 musgos e 36 hepáticas), distribuídas em  
150 28 gêneros e 17 famílias (**Tab. 1**). Houve um predomínio de espécies de hepáticas (68%)  
151 sobre as espécies de musgos (32%). As famílias mais representativas em número de riqueza  
152 de espécies foram *Lejeuneaceae* e *Hypnaceae* (20 e 3, respectivamente). Dentre as espécies  
153 registradas, *Aneura pinguis*, *Campylopus sehnemii*, *Symphyogyna brasiliensis* e *Telaranea*  
154 *nematodes* foram encontradas exclusivamente no solo (S). Nenhuma espécie foi encontrada  
155 apenas na base do fuste (BF). Somente *Leucolejeunea unciloba* foi encontrada a um metro  
156 (UM) do forófito. Enquanto, *Forsstroemia producta*, *Cololejeunea cardiocarpa* e *Fabronia*  
157 *ciliaris* foram encontradas exclusivamente a dois metros (DM) do forófito (**Tab. 1**).

158 A partição aditiva da riqueza de espécies para o gradiente longitudinal mostrou que a  
159 riqueza da menor escala ( $\alpha$ = dentro dos plots) apresenta maior diversidade do que o esperado  
160 pelo modelo nulo ( $P < 0,001$ ) representando 11,3% da riqueza total. A riqueza de espécies  
161 observada entre plots ( $\beta_1$ ) foi significativamente menor que o esperado pelo modelo nulo ( $P =$   
162  $0,999$ ) representando 18,8% da riqueza total. Por outro lado, a maior variação da riqueza foi  
163 observada nas escalas entre cada nível do gradiente ( $\beta_2$ ) com 48,8% da riqueza total, sendo  
164 maior que o esperado pelo modelo nulo ( $P = 0,001$ ). Na maior escala analisada ( $\beta_3 =$  a  
165 riqueza entre transectos) a variabilidade da riqueza observada foi semelhante a riqueza  
166 esperada, portanto não foi significativa (**Tab. 2**).

167 Para o gradiente vertical, a partição aditiva da riqueza de espécies mostrou que a  
168 riqueza da menor escala ( $\alpha$ = dentro dos plots) apresenta maior diversidade do que o esperado  
169 pelo modelo nulo ( $P < 0,001$ ) representando 10,9% da riqueza total. A riqueza de espécies

170 observada entre plots ( $\beta_1$ ) foi significativamente menor que o esperado pelo modelo nulo ( $P =$   
171 0,999) representando 29,4% da riqueza total. A maior variação da riqueza foi observada nas  
172 escalas entre cada nível do gradiente ( $\beta_2$ ) com 38,6% da riqueza total, sendo maior que o  
173 esperado pelo modelo nulo ( $P = 0,001$ ). Na maior escala analisada ( $\beta_3 =$  a riqueza entre  
174 transectos) a variabilidade da riqueza observada foi semelhante a riqueza esperada, portanto  
175 não foi significativa (**Tab. 2**).

176  
177

## 178 DISCUSSÃO

179 A diversidade alfa (menor escala) contribuiu pouco para a diversidade regional em ambos os  
180 gradientes estudados. Logo, o método de amostragens (pequenos plots) de briófitas em  
181 poucos locais é insuficiente para estimar a diversidade de uma região (diversidade gama).  
182 Levando em conta que o presente estudo analisou três subdivisões verticais, parece claro que,  
183 um maior esforço amostral seria necessário para avaliar o status da diversidade local no  
184 gradiente vertical. A maior contribuição para esta escala espacial seria aumentar as zonas de  
185 altura (subdivisões) do forófito, incluindo o dossel. A inclusão do dossel com as outras partes  
186 da árvore justifica-se, pois nesta zona foi verificada uma riqueza de espécies maior que o sub-  
187 bosque (Cornelissen & Gradstein 1990, Gradstein *et al.* 1990, van Leerdam *et al.* 1990 e Wolf  
188 1995). Está claro que, algumas espécies de briófitas habitam preferencialmente determinadas  
189 zonas de altura do forófito (Gradstein *et al.* 2001).

190 A variação entre plots ( $\beta_1$ ) ressalta a importância dos fatores ambientais. É evidente a  
191 influência da umidade e luminosidade na distribuição das briófitas. Nesse sentido, a análise da  
192 diversidade beta no componente  $\beta_1$ , revela que a mudança entre plots no gradiente vertical é  
193 maior do que no gradiente longitudinal (29,4% e 18,8%, respectivamente). A luminosidade,  
194 neste caso, torna-se mais relevante do que a umidade à medida que contribui com uma maior  
195 variação da diversidade.

196 Os resultados estão de acordo com os estudos de Wolf (1993c) e Holz *et al.* (2002),  
197 onde a luminosidade é suficientemente um fator que atua na distribuição vertical das briófitas,  
198 capaz de contribuir com 50% na variação da estrutura da comunidade. Outro aspecto a ser  
199 abordado é a formação de nichos como causa da maior variação da diversidade no gradiente  
200 vertical. Logo, a mudança na composição de espécies da base para o topo da árvore é  
201 explicada pela formação dos microhabitats. Em geral, a luz, a temperatura e a velocidade do  
202 vento aumentam ao longo do gradiente vertical, enquanto a rugosidade, a concentração de  
203 nutrientes e a umidade diminuem (Oliveira *et al.* 2009).

204 A maior variação da diversidade observada entre cada nível em ambos os gradientes  
205 ( $\beta_2$ ) mostra que a rotação das espécies é dependente da escala espacial, principalmente do  
206 gradiente longitudinal influenciado pela umidade. Dessa forma, a inclinação do local de  
207 estudo é uma característica que contribui para a mudança na composição longitudinal devido  
208 à transição de um local seco para um local úmido. De modo geral, em ambientes de florestas  
209 há um antagonismo de luminosidade e umidade, ou seja, as espécies de briófitas mais acima  
210 no gradiente vertical estão mais expostas à luz e menos umidade. Enquanto as briófitas no  
211 gradiente longitudinal (solo) estão providas de mais umidade e pouca luminosidade. Ambas  
212 espécies requerem adaptações morfológicas e anatômicas (Frahm 2003).

213 A preferência das briófitas por lugares úmidos e sombreados deve-se ao fato desse  
214 grupo depender da água para se reproduzir (Buck & Goffinet 2000). A alta capacidade de  
215 dispersão e a montagem de nichos em escalas espaciais (Oliveira et al. 2009) também podem  
216 ser responsáveis pela maior variação da diversidade no gradiente longitudinal além dos outros  
217 argumentos discutidos anteriormente.

218 Toda a metodologia de coleta, incluindo os transectos em linhas paralelas, tem o  
219 intuito de gerar informações sobre a ecologia e a diversidade não randômica da brioflora  
220 (Frahm 2003). Diferentemente, dos métodos tradicionais de levantamentos florísticos de  
221 briófitas, onde os locais de coletas são escolhidos ao acaso. Porém, a variação na maior escala  
222  $\beta_3$  é insignificante, ou seja, não há uma grande contribuição para a diversidade regional a  
223 coleta de briófitas feita com diversos transectos.

224 Em conclusão, a partição aditiva da diversidade contribuiu para quantificar e  
225 compreender como a diversidade das briófitas é dependente da rotação espacial, em ambos os  
226 gradientes (longitudinal e vertical). A influência dos componentes espaciais não só gerou  
227 mudanças na composição das espécies como revelou que o fator umidade contribui mais para  
228 a distribuição das briófitas do que o fator luminosidade. Em outras palavras, o presente estudo  
229 leva a crer que as briófitas estão descendo as dunas (longitudinalmente) em busca de  
230 umidade, porém quando encontram um ambiente com excesso de umidade (lâmina d'água),  
231 sobem a árvore (verticalmente) em busca da luminosidade.

232

### 233 AGRADECIMENTOS

234 Os autores agradecem à Universidade Federal do Rio Grande, à Universidade Regional  
235 Integrada - Erechim e o Instituto de Botânica – SP – pelo auxílio logístico para a realização  
236 das coletas e identificação das amostras. E a Capes pela concessão da bolsa de estudos. Luiz

237 Hepp recebe apoio financeiro da FAPERGS (Proc. 12/1354-0) e CNPq (Proc. 471572/2012-  
238 8).

239

240

## 241 REFERENCIAS

242 Acebey, C., S. R. Gradstein & T. Krömer. 2003. Species richness and habitat diversification  
243 of bryophytes in submontane rain forest and fallows in Bolivia. *Journal of Tropical*  
244 *Ecology* 18: 1–16.

245 Behar, L., O. Yano & G. C. Vallandro. 1992. Briófitas da Restinga de Setiba, Guarapari,  
246 Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 1: 25–38.

247 Buck, W.R. & B. Goffinet. 2000. Morphology and classification of mosses. Pp. 71–123. *In*:  
248 Shaw, A.J. & Goffinet, B. (eds). *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press.

249 Colares, I. G., M.D.B. Schlee, L.C. Santos & U.A.S. Magalhães. 2007. Variação da biomassa  
250 e produtividade de *Potamogeton pectinatus* L. (Potamogetonaceae) na Lagoa Verde, Rio  
251 Grande, RS. *IHERINGIA, Serie Botanica*, 62 (1-2): 131–137

252 Cornellissen, J. H. C. & S. R. Gradstein. 1990. On the occurrence of bryophytes and  
253 macrolichens in different lowland rain forest types at Mabura Hill, Guyana. *Tropical*  
254 *Bryology* 3: 29–35.

255 Costa, D. P. 2012. Briófitas *in* Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de  
256 Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000006>).

257 Costa, D.P., C. A. A. Imbassahy, J. S. S. Almeida, N. D. Santos & T. F. V. Imbassahy. 2006.  
258 Diversidade das briófitas nas restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Boletim do*  
259 *Instituto de Botânica* 18: 131-139.

260 \_\_\_\_\_, J. S. S. Almeida, N. S. Dias, S. R. Gradstein & S. P. Churchill. 2010. Manual de  
261 Briologia. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 222p.

262 Crist, T.O., J. A. Veech, J. C. Gering & K. S. Summerville. 2003. Partitioning species  
263 diversity across landscapes and regions: a hierarchical analysis of  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  diversity. *The*  
264 *American Naturalist* 162: 734–743.

265 Frahm, J. P. 1991. Dicranaceae: Campylopodioideae, Paraleucobryoideae. *Flora Neotropica*  
266 *Monograph* 54: 1–238.

267 Frahm, J.P. 2003. Manual of Tropical Bryology. *Tropical Bryology* 23: 1-196.



268 Gering, J.C. & T. Crist. 2002. The alpha-beta-regional relationship: providing new insights  
 269 into local-regional patterns of species richness and scale dependence of diversity  
 270 components. *Ecology Letters* 5: 433–444.

271 Gradstein, S. R., D. Montfoort & J.H.C. Cornelissen. 1990. Species richness  
 272 and phytogeography of the bryophyte flora of the Guianas, with special reference to the  
 273 lowland forest. *Tropical Bryology* 2: 117-126.

274 \_\_\_\_\_, S. P. Churchill & N. Salazar-Allen. 2001. Guide to the bryophytes of tropical  
 275 America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 86: 577p.

276 \_\_\_\_\_, & D. P. Costa. 2003. Liverworts and Hornworts of Brazil. *Memoirs*  
 277 *of the New York Botanical Garden, New York*. 318p.

278 Hallingbäck, T. & N. Hodgetts. 2000. Mosses, liverworts & hornworts: a status survey and  
 279 conservation action plan for bryophytes IUCN, Gland.

280 Harte, J., A. Kinzig & J. Green. 1999. Self-Similarity in the Distribution and Abundance of  
 281 Species. *Science* 284(5412): 334–336.

282 Holz, I., S. R. Gradstein, J. Heinrichs & M. Kappelle. 2002. Bryophyte diversity, microhabitat  
 283 differentiation and distribution of life forms in Costa Rican upper montane *Quercus* forest.  
 284 *The Bryologist* 105: 334–348.

285 Jost, L., A. Chao & R. L. Chazdon. 2011. Compositional similarity and  $\beta$  (beta) diversity. Pp.  
 286 66–84. In: A. E. Magurran & B. J. McGill (eds.), *Biological Diversity: frontiers in*  
 287 *measurement and assessment*. Oxford University Press.

288 Köppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura  
 289 Económica. México.

290 Krusche, N., J. M. B. Saraiva & M. S. Reboita. 2002. Normas climatológicas de 1991 a 2000  
 291 para Rio Grande, RS. (1ed). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 84p.

292 Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple  
 293 communities. *Oikos* 76: 5-13.

294 Legendre, P., D. Borcard & P. R. Peres-Neto. 2005. Analyzing beta diversity: partitioning the  
 295 spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs* 75: 435–450.

296 Lemos-Michel, E. 2001. *Hepáticas Epífitas sobre o pinheiro-brasileiro no Rio Grande do Sul*.  
 297 Editora da Universidade, Porto Alegre. 191p.

298 Lennon, J. J., P. Koleff, J. J. D. Greenwood & K. J. Gaston. 2001. The geographical structure  
 299 of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal*  
 300 *Ecology* 70: 966–979.

301 Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. – Blackwell Science Ltd, Oxford.

302 Magurran, A. E. & B. J. McGill. 2011. Biological Diversity: frontiers in measurement and  
303 assessment. Oxford University Press.

304 Mandl, N., M. Lehnert, M. Kessler & S. R. Gradstein. 2010. A comparison of alpha and beta  
305 diversity patterns of ferns, bryophytes and macrolichens in tropical montane forests of  
306 southern Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 19: 2359–2369.

307 Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, R. G. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos,  
308 M. H. H. Stevens & H. Wagner. 2012. Vegan: Community Ecology Package. R package  
309 version 1.17-0. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>

310 Peralta, D.F. & O. Yano. 2008. Briófitas do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba,  
311 estado de São Paulo, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, 63: 101–127.

312 Pócs, T. 1982. Tropical Forest Bryophytes. In: Smith, A.J.E. (ed.) *Bryophyte Ecology*, pp.  
313 59–104. Chapman & Hall, London.

314 Ribeiro, D. B., P. I. Prado, K. S. Brown Jr. & A. V. L. Freitas, 2008. Additive partitioning  
315 of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for  
316 conservation. *Diversity and Distributions* 14: 961-968.

317 Ricotta, C., M. Ferrari & G. C. Avena. 2002. Using the scaling behaviour of higher taxa for  
318 the assessment of species richness. *Biological Conservation* 107: 131–133.

319 Robbins, R. G. 1952. Bryophyta Ecology of a Dune Area in New Zealand. *Vegetation, Acta*  
320 *Geobotanica* 4: 1–131.

321 Russel, S. 1982. Humidity Gradients and Bryophyte Zonation in the Afromontane Forests of  
322 the Eastern Cape, South Africa. *Journal Hattori Botanical Laboratory*. 52: 299–302.

323 Sehnem, A. 1969. Musgos sul-brasileiros. I. *Pesquisas, Botânica* 27: 1–41.

324 \_\_\_\_\_, .1970. Musgos sul-brasileiros. II. *Pesquisas, Botânica* 28: 1–117.

325 \_\_\_\_\_, .1972. Musgos sul-brasileiros. III. *Pesquisas, Botânica* 29: 1–70.

326 \_\_\_\_\_, .1976. Musgos sul-brasileiros. IV. *Pesquisas, Botânica* 30: 1–79.

327 \_\_\_\_\_, .1978. Musgos sul-brasileiros. V. *Pesquisas, Botânica* 32: 1–170.

328 \_\_\_\_\_, .1979. Musgos sul-brasileiros. VI. *Pesquisas, Botânica* 33: 1–149.

329 \_\_\_\_\_, .1980. Musgos sul-brasileiros. VII. *Pesquisas, Botânica* 34: 1–121.

330 Sharp, A.J., H. Crum & P. Eckel. 1994. The moss flora of Mexico. *Memoirs of The New*  
331 *York Botanical Garden* 69: 1–1113.

332 The R Development Core Team. 2012. R: A Language and Environment for  
333 Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-  
334 900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

- 335 van Leerdam, A., R. J. Zagt & E. J. Veneklaas. 1990. The distribution of epiphyte growth-  
336 forms in the canopy of Colombia cloud-forest. *Vegetatio*. 87: 59–71.
- 337 Vaz, T. F. & D. P. Costa. 2006a. Os gêneros *Brymella*, *Calliscotella*, *Crossomitrium*,  
338 *Cyclodictyon*, *Hookeriopsis*, *Hypnella* e *Trachyxiphium* (Pilotrichaceae, Bryophyta) no  
339 Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica. Brasilica*. 20: 955–973.
- 340 Veech, J.A., Summerville, K.S., Crist, T.O. & Gering, J.C. (2002) The additive  
341 partitioning of species diversity: recent revival of an old idea. *Oikos* 99: 3–9.
- 342 Visnadi, S.R. & D. M. Vital. 1995. Bryophytes from restinga in Setiba State Park, Espírito  
343 Santo State, Brazil. *Tropical Bryology* 10: 69–74.
- 344 Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California.  
345 *Ecological Monographs* 30: 279–338.
- 346 Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213–251.
- 347 Wolf, J. H.D. 1993c. Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular  
348 epiphytes in the northern Andes. *Vegetatio* 112: 15–28.
- 349 \_\_\_\_\_. 1995. Non-vascular epiphyte diversity patterns in the canopy of an upper montane rain  
350 forest (2550–3670), Central Cordillera, Colombia. *Selbyana* 16: 185–195.
- 351 Yano, O. 1984. Briófitas. In *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material*  
352 *botânico* (O. Fidalgo & V.L.R. Bononi, coords.). Instituto de Botânica, São Paulo, p.27-30.
- 353 Yano, O. & J. Bordin. 2011. Antóceros e hepáticas do Herbarium Anchienta (PACA), São  
354 Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, Botânica* 62: 163–197.

ANEXOS  
Capítulo II

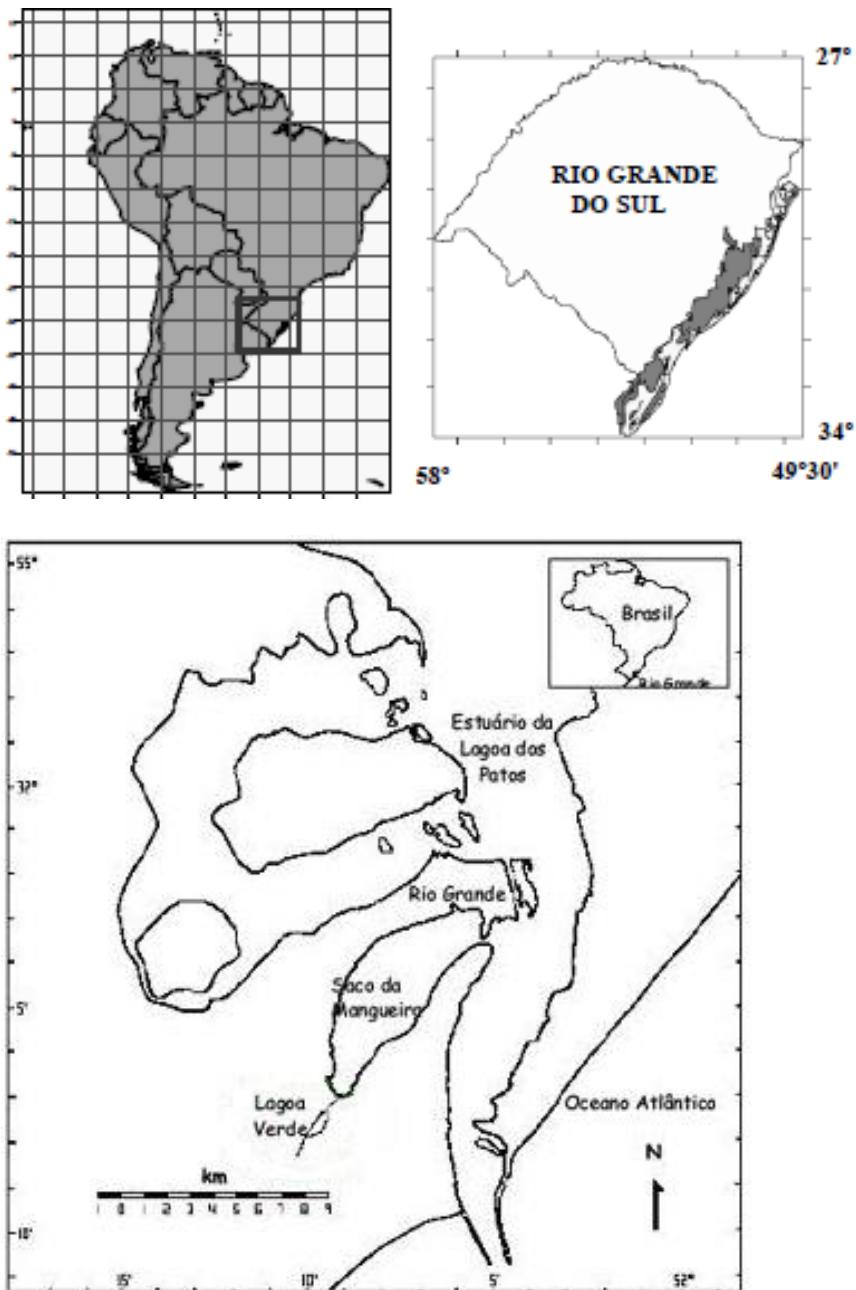


Figura 1: Localização da Lagoa Verde, cujo entorno encontra-se o remanescente de restinga, Rio Grande, RS, Brasil. Fonte: Colares *et al.* (2007)

Tabela 1: Riqueza e distribuição das espécies de briófitas nos quatro estratos estudados (longitudinal e vertical). S=solo, BF=base do fuste, UM=um metro, DM=dois metros.

Família/Espécie	Estrato			
	S	BF	UM	DM
<b>ANEURACEAE</b>				
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	x			
<i>Riccardia chamedryfolia</i> (With.)	x	x		
<i>Riccardia metzgeriiformis</i> (Steph.) R.M. Schust	x		x	
<b>JUBULACEAE</b>				
<i>Frullania caulisequa</i> (Ness) Ness			x	x
<i>Frullania glomerata</i> (Lehm & Lindenb.) Mont.		x	x	
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Ångstr.			x	x
<b>LEJEUNEACEAE</b>				
<i>Aphanolejeunea camilii</i> (Lehm.) R.M. Schust.		x		x
<i>Aphanolejeunea kunertiana</i> Steph.		x	x	
<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm & Lindenb.) Kachr. & R.M. Schust			x	x
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R.M. Schust.			x	x
<i>Cololejeunea cardiocarpa</i> (Mont.) A. Evans				x
<i>Lejeunea caespitosa</i> Lindenb.	x	x	x	x
<i>Lejeunea caulicalyx</i> (Steph.) E. Reiner & Goda	x	x	x	
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Ness	x	x	x	x
<i>Lejeunea laeta</i> (Lehm. & Lindenb.) Gottsche	x	x	x	x
<i>Lejeunea phyllobola</i> Ness & Mont.	x	x	x	x
<i>Lejeunea raddiana</i> Lindenb.	x	x	x	x
<i>Lejeunea setiloba</i> Spruce		x	x	x
<i>Leucolejeunea uncioloba</i> (Lindenb.) A. Evans			x	
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.		x	x	
<i>Lophocolea bidentula</i> (Ness)		x	x	
<i>Lophocolea mandonii</i> Steph.		x	x	x
<i>Microlejeunea bullata</i> (Tayl.) Steph.			x	x
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	x	x	x	x
<i>Microlejeunea globosa</i> (Spruce) Steph		x	x	x
<i>Taxilejeunea obtusangula</i> (Spruce) A. Evans	x	x	x	x
<b>LEPIDOZIACEAE</b>				
<i>Telaranea nematodes</i> (Gottsche ex Austin) M.A. Howe	x			
<b>METZGERIACEAE</b>				
<i>Metzgeria albinea</i> Spruce		x	x	x
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.		x	x	x
<i>Metzgeria decipiens</i> (C. Massal.) Schiffn. & Gottsche		x		x
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	x	x	x	x

Família/Espécie	Estrato			
	S	BF	UM	DM
<b>PLAGIOCHILACEAE</b>				
<i>Plagiochila corrugata</i> (Ness) Ness & Mont.		X	X	X
<i>Plagiochila martiana</i> (Ness) Lindenb.		X	X	X
<i>Plagiochila patula</i> (Sw.) Lindenb.	X	X	X	X
<b>AMBLYSTEGIACEAE</b>				
<i>Hygroamblystegium varium</i> (Hedw.) Mönk.		X	X	X
<b>BRACHYTERIACEAE</b>				
<i>Rhyncostegium serrulatum</i> (Hedw.) Jaeg.	X	X	X	X
<b>DICRANACEAE</b>				
<i>Campylopus heterostachys</i> (Hampe) Jaeg.		X	X	X
<i>Campylopus sehnemii</i> Brid.	X			
<b>FABRONIACEAE</b>				
<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.				X
<i>Fabronia macroblepharis</i> Schwägr.		X		X
<b>HYOPTERIGIACEAE</b>				
<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Hedw.) Brid.	X	X		
<b>HYPNACEAE</b>				
<i>Isopterygium tenerifolium</i> Mitt.	X		X	
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	X	X	X	
<i>Vesicularia vesicularis</i> (Schwägr.) Broth.	X	X		
<b>LEUCODONTACEAE</b>				
<i>Forsstroemia producta</i> (Hornsch.) Par.				X
<b>MYRINIACEAE</b>				
<i>Helicodontium capillare</i> (Hedw.) Jaeg.	X	X	X	X
<b>PILOTRICHACEAE</b>				
<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze.	X	X		
<i>Trachyxiphium guadalupense</i> (Brid.) W.R.Buck	X	X		
<b>RACOPILACEAE</b>				
<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	X	X		
<b>SEMATOPHYLLACEAE</b>				
<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) Britt.	X	X	X	X
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	X	X	X	X

Tabela 2. Particionamento espacial da diversidade de briófitas em um remanescente de restinga Subtropical, Rio Grande do Sul, Brasil. Resultados em negrito indicam que a diversidade observada é significativamente diferente do que o esperado em uma distribuição aleatória. Para as medidas de diversidade (gradientes) o valor esperado é a média da distribuição nula.

Componente Diversidade		Observado	Esperado	<i>P</i>	%
<i>Gradiente longitudinal</i>					
<b>Plots</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>6,0</b>	<b>5,6</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>11,3</b>
<b>Entre plots</b>	<b><math>\beta_1</math></b>	<b>10,0</b>	<b>10,5</b>	<b>0,999</b>	<b>18,8</b>
<b>Entre cada nível gradiente</b>	<b><math>\beta_2</math></b>	<b>25,9</b>	<b>23,9</b>	<b>0,001</b>	<b>48,8</b>
Entre transectos	$\beta_3$	11,0	11,5	0,710	20,7
Total	$\gamma$	53			
<i>Gradiente vertical</i>					
<b>Plots</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>5,8</b>	<b>5,4</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>10,9</b>
<b>Entre plots</b>	<b><math>\beta_1</math></b>	<b>15,6</b>	<b>16,1</b>	<b>0,999</b>	<b>29,4</b>
<b>Entre cada nível gradiente</b>	<b><math>\beta_2</math></b>	<b>20,5</b>	<b>18,6</b>	<b>0,001</b>	<b>38,6</b>
Entre transectos	$\beta_3$	11,0	10,6	0,431	20,7
Total	$\gamma$	53			



### **CAPÍTULO III**

**NOVAS OCORRÊNCIAS DE BRIÓFITAS PARA O RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Artigo aceito para publicação na Revista

Acta Botanica Brasilica

## Novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul, Brasil<sup>1</sup>

Leandro Pereira Heidtmann<sup>2,4</sup>, Denilson Fernandes Peralta<sup>3</sup>, Danilo Giroldo<sup>2</sup>, Sonia Marisa Hefler<sup>2</sup>

**RESUMO** - (Novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul, Brasil). Foram registradas 51 espécies de briófitas como novas ocorrências para o Rio Grande do Sul, sendo 11 musgos e 40 hepáticas, seis destas são a segunda ocorrência no Brasil. Este trabalho visa completar a lista de espécies e divulgar a diversidade de briófitas no Estado do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: hepáticas, musgos, novos registros, taxonomia

**ABSTRACT** - (New records of bryophytes to Rio Grande do Sul State, Brazil). We recorded 51 species of bryophytes as new occurrences to Rio Grande do Sul, of which 11 mosses and 40 liverworts, six of these are the second Brazilian record. This work aims to complete the species list and disseminate the diversity of bryophytes in Rio Grande do Sul State.

Key words: liverworts, mosses, new records, taxonomy

O estudo das briófitas no Rio Grande do Sul iniciou-se com Sehnem (1953) através do grande trabalho “Elementos austral-antárticos na flora briológica do Rio Grande do Sul”. Este autor publicou uma série de trabalhos visando realizar uma Flora de Musgos do Sul do Brasil (Sehnem 1955, 1969, 1970, 1972, 1976, 1978, 1979, 1980).

Existem inúmeros estudos que envolveram amostras provenientes do estado do Rio Grande do Sul e envolveram revisões taxonômicas ou trabalhos que trataram apenas de táxons específicos como em Bryophyta (*Polytrichaceae*) (Farias 1987); *Lejeuneaceae* (Lorscheitter-Baptista 1977); famílias e gêneros de *Jungermanniales*, exceto *Lejeuneaceae* (Bueno 1984, 1986); diversos táxons de hepáticas e alguns musgos (Lemos-Michel 1980, 1983, 1999, 2001); os táxons de *Bazzania* (Lemos-Michel & Bueno 1992); as espécies de *Radula* (Oliveira 1973); as hepáticas folhosas (Lorscheitter 1973, 1977); as hepáticas talosas (Vianna 1970, 1971, 1976, 1981a, 1981b, 1981c, 1985, 1988, 1990), assim como novas ocorrências e ilustrações de tipos nomenclaturais de briófitas, respectivamente (Yano & Bordin 2006; Yano & Peralta 2008a).

Bordin & Yano (2010) compilaram uma lista com informações atualizadas da flora briológica do Estado listando 760 táxons, em 93 famílias e 250 gêneros, estes autores apresentam ainda um histórico

1. Parte da dissertação do primeiro autor

2. Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós Graduação em Biologia de Ambientes

Aquáticos Continentais, Avenida Itália, Km 8 Bairro Carreiros – CEP 96203900 – Rio Grande, RS. Brasil

3. Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687 – CEP 04301012 – São Paulo, SP. Brasil

4. Autor para contato: lpheidtmann@yahoo.com.br

32 completo e comentam o estudo das briófitas no estado. E, recentemente, Yano & Bordin (2011)  
33 estudando a coleção depositada no herbário PACA citaram recentemente 15 novas ocorrências para o Rio  
34 Grande do Sul.

35 Todos estes trabalhos foram utilizados para a realização do “Catálogo de Plantas e Fungos do  
36 Brasil” (Forzza et al. 2010), neste trabalho constam 526 táxons de briófitas para este Estado.

37 A ocorrência de espécies ainda não citadas para o Rio Grande do Sul durante a identificação de  
38 amostras coletadas para o levantamento de espécies de briófitas terrícolas e corticícolas em um fragmento  
39 de mata de restinga no extremo sul do Brasil, no município de Rio Grande, estado do Rio Grande do Sul,  
40 foi o que motivou a realização deste trabalho. E, ainda, a existência de muitas amostras sem identificação  
41 depositadas no Herbário “Maria Eneyda P. Kauffman Fidalgo” (SP), estas amostras foram analisadas e  
42 aqui estão sendo apresentadas as novas ocorrências.

43 Nesse sentido, o presente trabalho vem divulgar novas informações, visando contribuir com o  
44 conhecimento da diversidade e biogeografia das briófitas do Rio Grande do Sul.

45 Foram identificadas 500 amostras entre as coletadas em campo e depositadas no herbário SP. A  
46 identificação das amostras foi baseada nos trabalhos de Gradstein & Costa (2003), Vaz & Costa (2006a) e  
47 Sharp *et al.* (1994). O sistema de classificação utilizado foi Buck & Goffinet (2000) para Bryophyta e  
48 Crandall-Stotler & Stotler (2000) para Marchantiophyta. E as espécies estão listadas na Tabela 1 em  
49 ordem alfabética de Divisão, família e espécies.

50 Foram encontradas 51 espécies de briófitas como ocorrências novas para o estado do Rio Grande do  
51 Sul, sendo 11 musgos e 40 hepáticas. Estes táxons correspondem a ca. de 10% de adição a brioflora deste  
52 em relação aos 526 táxons citados por Forzza et al. (2010) para o Estado (Tabela 1).

53 A totalidade das espécies encontradas aqui se trata da ocorrência mais ao sul do Brasil, 46 delas  
54 apresentavam distribuição ampla no Brasil e dessa maneira eram esperadas principalmente porque o  
55 ambiente de amostragem foi a Mata Atlântica. E as outras cinco merecem destaque por se tratarem da  
56 segunda ocorrência em território brasileiro, todas marcadamente relacionadas a ambientes de altitude e  
57 com temperaturas amenas: *Anomobryum perimbricatum*, *Bryum muehlenbeckii*, *Schizymenium*  
58 *campylocarpum*, *Jensenia spinosa* e *Plagiochila boryana*.

59 Estas novas ocorrências são uma importante contribuição para o conhecimento e entendimento da  
60 fitogeografia das espécies de briófitas uma vez que o estado do Rio Grande do Sul, mesmo sendo  
61 relativamente bem coletado é o estado mais ao Sul do Brasil, e mesmo espécies comuns não haviam sido  
62 ainda registradas como ocorrentes neste estado.

63 O maior número de novas ocorrências, 51, quando comparado com o trabalho de Yano & Bordin  
64 (2011), 15, se deve provavelmente ao maior número de diversidade de ambientes e de amostras  
65 analisadas, 500 neste e 288 em Yano & Bordin (2011).

Inferências atuais sobre a composição e biogeografia das briófitas sul brasileiras provavelmente se tornam pouco consistentes, uma vez que um trabalho não sistemático de levantamento acrescenta 10% na brioflora do Rio Grande do Sul. Assim, levantamentos nos Biomas do Sul do Brasil devem ser realizados para ter-mos condições de avaliar a comunidade de briófitas deste estado.

## Agradecimentos

À CAPES pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor.

## Referências bibliográficas

- Bordin, J. & Yano, O. 2010. Lista das briófitas (*Athocerotophyta*, *Bryophyta*, *Marchantiophyta*) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica** nº 61:39170 São Leopoldo: Instituto Anchietao de Pesquisas, 2010.
- Bueno, R.M. 1984. Gêneros de *Jungermanniales* (exc. *Lejeuneaceae*) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Bueno, R.M. 1986. O gênero *Balantiopsis* Mitt (*Hepaticopsida*) no Brasil. **Rickia** 13:29-33.
- Buck, W.R. & Goffinet, B., 2000. Morphology and classification of mosses. In: Shaw, A.J. & Goffinet, B. (Eds.) **Bryophyte Biology**. New York: Cambridge University Press. p.71-123.
- Crandall-Stotler, B. & Stotler, R., 2000. Morphology and classification of *Marchantiophyta*. In: Shaw, A.J. & Goffinet, B. (Eds.). **Bryophyte Biology**. New York: Cambridge University Press. p.21-70.
- Farias, H.C. 1987. A família *Polytrichaceae* no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**. Série Botânica 32: 77-89.
- Forzza, R.C., Leitman, P.M., Costa, A.F., Carvalho Jr., A.A., Peixoto, A.L., Walter, B.M.T., Bicudo, C., Zappi, D., Costa, D.P., Lleras, E., Martinelli, G., Lima, H.C., Prado, J., Stehmann, J.R., Baumgratz, J.F.A., Pirani, J.R., Sylvestre, L., Maia, L.C., Lohmann, L.G., Queiroz, L.P., Silveira, M., Coelho, M.N., Mamede, M.C., Bastos, M.N.C., Morim, M.P., Barbosa, M.R., Menezes, M., Hopkins, M., Secco, R., Cavalcanti, T.B. & Souza, V.C. 2010. Introdução. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Vol. 1. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 875 p.
- Gradstein, S.R. & Costa, D.P. 2003. **The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil**. Memoirs of the New York Botanical Garden 87: 1-318.
- Lemos-Michel, E. 1980. **O gênero *Frullania* (*Hepaticopsida*) no Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- 99 Lemos-Michel, E. 1983. Frullania (Jungermanniales, Hepaticopsida) no Rio Grande do Sul. **Revista**  
100 **Brasileira de Botânica** 6(2): 115-123.
- 101 Lemos-Michel, E. 1999. **Briófitas Epífitas sobre *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze no Rio**  
102 **Grande do Sul, Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 103 Lemos-Michel, E. 2001. **Hepáticas Epífitas sobre o pinheiro-brasileiro no Rio Grande do Sul**. Editora  
104 da Universidade, Porto Alegre, 191 p.
- 105 Lemos-Michel, E. & Bueno, R.M. 1992. O gênero *Bazzania* S.F. Gray (*Hepaticae*) no Rio Grande do Sul,  
106 Brasil. **Hoehnea** 19 (1-2): 143-149.
- 107 Lorscheitter, M.L. 1973. Hepáticas folhosas primitivas, novas para o Rio Grande do Sul. **Iheringia**. Série  
108 Botânica 17: 3-17.
- 109 Lorscheitter-Baptista, M.L. 1977. Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul: *Lejeuneaceae*. **Boletim do**  
110 **Instituto Central de Biociências, Botânica** 36: 1-135.
- 111 Oliveira, P. L. 1973. Espécies do gênero *Radula* Dumortier ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil  
112 (Hepáticas). **Iheringia, série Botânica** 18: 48-53.
- 113 Robbins, R.G. 1952. Bryophyta Ecology of a Dune Area in New Zealand. Vegetation, **Acta Geobotanica**  
114 4: 1-131.
- 115 Sehnem, A. 1953. Bryologia riograndensis. I. Elementos austral-antárticos da flora briológica do Rio  
116 Grande do Sul. In: **Anais Botânicos do Herbário “Barbosa Rodrigues”**. Itajaí 5: 95-106.
- 117 Sehnem, A. 1955. Vegetationsbild der Laubmoose von Rio Grande do Sul, Brasilien. **Mitteilungen der**  
118 **Thüringischen Botanischen Gesellschaft** 1(2-3): 208-221.
- 119 Sehnem, A. 1969. Musgos Sul-Brasileiros. I. **Pesquisas, Botânica** 27: 1-36.
- 120 Sehnem, A. 1970 Musgos Sul-brasileiros II. **Pesquisas, Botânica** 28: 1- 106.
- 121 Sehnem, A. 1972. Musgos Sul-Brasileiros III. **Pesquisas, Botânica** 29: 1-70.
- 122 Sehnem, A. 1976. Musgos Sul-Brasileiros IV. **Pesquisas, Botânica** 30: 1-79.
- 123 Sehnem, A. 1978. Musgos Sul-Brasileiros V. **Pesquisas, Botânica** 32: 1-170.
- 124 Sehnem, A. 1979. Musgos Sul-Brasileiros VI. **Pesquisas, Botânica** 33: 1-149.
- 125 Sehnem, A. 1980. Musgos Sul-Brasileiros VII. **Pesquisas, Botânica** 34: 1-121.
- 126 Sharp, A.J.; Crum, H.A. & Eckel, P.M. 1994. **The Moss Flora of Mexico**. Memoirs of the New York  
127 Botanical Garden 69: 1-1113.
- 128 Stotler, R.E. & Crandall-Stotler, B. 2005. A revised classification of the Anthocerotophyta and a checklist  
129 of the hornworts of north America, north of Mexico. **The Bryologist**, Illinois, v. 108, n. 1, p. 16-26.
- 130 Vaz, T.F. & Costa, D.P. 2006a. Os gêneros *Brymela*, *Callicostella*, *Crossomitrium*, *Cyclodictyon*,  
131 *Hookeriopsis*, *Hypnella* e *Trachyxiphium* (*Pilotrichaceae*, *Bryophyta*) no Estado do Rio de Janeiro,  
132 Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 20: 955-973.

- 133 Yano, O. & Bordin, J. 2006. Novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do**  
134 **Instituto de Botânica** 18: 111-122.
- 135 Yano, O. & Bordin, J. 2011. Antóceros e hepáticas do Herbarium Anchieta (PACA), São Leopoldo, Rio  
136 Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica** 62: 163-197.
- 137 Yano, O. & Peralta, D.F. 2008a. Tipos Nomenclaturais de Briófitas do Herbarium Anchieta (Paca), Rio  
138 Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica** 59: 7-70.

139 Tabela 1. Listagem das novas ocorrências de Briófitas para o estado do Rio Grande do Sul.

Família	Táxon	Município	Voucher
<b>BRYOPHYTA</b>			
Anomodontaceae	<i>Herpetineuron toccoae</i> (Sull. & Lesq.) Ackerman	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10464</i> (SP)
Bryaceae	<i>Anomobryum perimbricatum</i> (Broth.) Broth.	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10452</i> (SP)
	<i>Brachymenium klotzschii</i> (Schwägr.) Paris	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10696</i> (SP)
	<i>Bryum muehlenbeckii</i> B.S.G.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10875</i> (SP)
	<i>Rosulabryum billardierei</i> (Schwägr.) J.R. Spence	Sapiranga	<i>Peralta et al. 3300</i> (SP)
	<i>Schizymenium campylocarpum</i> (J.D. Hook.) Broth.	Sapiranga	<i>Peralta et al. 3297</i> (SP)
Fabroniaceae	<i>Fabronia macroblepharis</i> Schwägr.	Rio Grande	<i>Heidtmann et al. 152 p.p.</i> (HURG)
Hypnaceae	<i>Phyllodon truncatulus</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10556</i> (SP)
Meteoriaceae	<i>Toloxis imponderosa</i> (Taylor) W.R. Buck	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10619</i> (SP)
Neckeraceae	<i>Homaliiodendron piniforme</i> (Brid.) Enroth	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10554</i> (SP)
Pilotrichaceae	<i>Lepidopilidium caudicaule</i> (Müll. Hal.) Broth.	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10486</i> (SP)
<b>MARCHANTIOPHYTA</b>			
Aneuraceae	<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	Rio Grande	<i>Heidtmann et al. 113 p.p.</i> (HURG)
	<i>Riccardia digitiloba</i> (Spruce ex Steph.) Pagá	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10760</i> (SP)
	<i>Riccardia metzgeriiformis</i> (Steph.) R.M. Schust.	Rio Grande	<i>Heidtmann et al. 158 p.p.</i> (HURG)
	<i>Riccardia fucoidea</i> (Sw.) Schiffn.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10725</i> (SP)
Balantiopsidaceae	<i>Neesioscyphus carneus</i> (Nees) Grolle	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10743</i> (SP)
Calypogeiaceae	<i>Calypogeia grandistipula</i> (Steph.) Steph.	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10628</i> (SP)
	<i>Calypogeia peruviana</i> Nees & Mont.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10886</i> (SP)

Cephaloziellaceae	<i>Cephaloziella divaricata</i> (G.L. Smith) Schiffn.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10892</i> (SP)
Geocalycaceae	<i>Leptoscyphus spectabilis</i> (Steph.) Grolle	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10898</i> (SP)
	<i>Lophocolea perissodonta</i> (Spruce) Steph.	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10651</i> (SP)
Jungermanniaceae	<i>Jungermannia amoena</i> Lindb. & Gottsche	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10671</i> (SP)
	<i>Jungermannia hyalina</i> Lyell	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10666</i> (SP)
	<i>Syzygiella perfoliata</i> (Sw.) Spruce	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 3325</i> (SP)
	<i>Cololejeunea camillii</i> (Lehm.) A. Evans	Rio Grande	<i>Heidtmann et al. 073 p.p.</i> (HURG)
	<i>Cololejeunea cardiocarpa</i> (Mont.) A. Evans	Rio Grande	<i>Heidtmann et al. 149 p.p.</i> (HURG)
	<i>Cololejeunea microscopica</i> (Taylor) Schiffn. var. <i>africana</i> (Pócs) Pócs & Bernecker	Sapiranga	<i>Peralta et al. 3278</i> (SP)
	<i>Cololejeunea minutissima</i> (Smith) Schiffn.	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10487</i> (SP)
	<i>Cyrtolejeunea holostipa</i> (Spruce) A. Evans	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10646</i> (SP)
	<i>Diplasiolejeunea unidentata</i> (Lehm. & Lindb.) Schiffn.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10737</i> (SP)
	<i>Drepanolejeunea granatensis</i> (J.B. Jack & Steph.) Bischl.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10866</i> (SP)
	<i>Frullanoides tristis</i> van Slageren	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10818</i> (SP)
	<i>Harpalejeunea subacuta</i> A. Evans	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10867</i> (SP)
	<i>Lejeunea caespitosa</i> Lindenb.	Rio Grande	<i>Heidtmann et al. 069 p.p.</i> (HURG)
	<i>Lejeunea cerina</i> (Lehm. & Lindb.) Gottsche & et al.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10849</i> (SP)
	<i>Lejeunea grossitexta</i> (Steph.) E. Reiner & Goda	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10450</i> (SP)
	<i>Lejeunea laeta</i> (Lehm. & Lindb.) Lehm. & Lindb. & Nees	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10495</i> (SP)
	<i>Leptolejeunea exocellata</i> (Spruce) A. Evans	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10515</i> (SP)
<i>Leucolejeunea caducifolia</i> Gradst. & Schäf.-Verw.	Sapiranga	<i>Peralta et al. 3279</i> (SP)	



	<i>Myriocoleopsis gymnocolea</i> (Spruce) E. Reiner & Gradst.	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10546</i> (SP)
	<i>Pluvianthus squarrosus</i> (Steph.) R.M. Schuster & Schäf.- Verw.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10712</i> (SP)
	<i>Taxilejeunea isocalycina</i> (Nees) Steph.	Nova Roma do Sul	<i>Peralta et al. 10475</i> (SP)
	<i>Taxilejeunea lusoria</i> (Lindenb. & Gottsche) Schiffn.	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10708</i> (SP)
Lepidoziaceae	<i>Paracromastigum pachyrhizum</i> (Nees) Fulford	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10858</i> (SP)
	<i>Telaranea diacantha</i> (Mont.) J.J. Engel & G.L. Merrill	Sapiranga	<i>Peralta et al. 3290</i> (SP)
Pallaviciniaceae	<i>Jensenia spinosa</i> (Lindenb. & Gottsche) Grolle	Caxias do Sul	<i>Peralta et al. 10685</i> (SP)
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila boryana</i> Gottsche ex Steph.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10897</i> (SP)
	<i>Plagiochila gymnocalyciana</i> (Lehm. & Lindb.) Mont.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10799</i> (SP)
Radulaceae	<i>Radula angulata</i> Steph.	Sapiranga	<i>Peralta et al. 3272</i> (SP)
	<i>Radula cubensis</i> Yamada	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10750</i> (SP)
Trichocoleaceae	<i>Trichocolea flaccida</i> (Spruce) J.B. Jack & Steph.	Cambará do Sul	<i>Peralta et al. 10864</i> (SP)

---

## ANEXO

# ACTA BOTANICA BRASILICA



Feira de Santana, 15 de maio de 2013

Prezado(a) autor(a)

Venho, por intermédio desta, informá-lo de que o artigo:

**“Novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul, Brasil”**

de autoria de

**Leandro Pereira Heidtmann, Denilson Peralta, Danilo Giroldo e Sonia Marisa Hefler**

submetido à publicação na revista *Acta Botanica Brasilica*, após análise por nosso Editor de Área e Assessores, recebeu o seguinte parecer:

**ACEITO PARA PUBLICAÇÃO (possivelmente, no Volume 27, 2013).**

Considerando que a Diretoria da SBB decidiu pela publicação dos artigos apenas em inglês a partir de 2013, seu manuscrito será enviado para tradução, e tão logo isso seja feito lhe enviaremos para verificação e aprovação. Talvez seja necessária a alteração de algumas imagens caso estas tenham textos em português no seu corpo.

De acordo com as normas para publicação na *Acta Botanica Brasilica*, os artigos terão publicação gratuita, se pelo menos **um dos autores for sócio quite com o ano da publicação do artigo**, desde que o artigo a ser publicado não exceda a 14 páginas impressas no programa de editoração gráfica. Pedimos, encarecidamente, que seja efetuado o pagamento da anuidade junto à Sociedade Botânica do Brasil (SBB). Para valores e forma de pagamento, favor consultar o site da SBB ([www.botanica.org.br](http://www.botanica.org.br)). O(s) autor(es) deverá(ão) arcar com os **custos de publicação das páginas que excederem a 14**. Para pagamento entrar em contato com o Editor-Chefe da Revista *Acta Botanica Brasilica*.

A Editoria da *Acta Botanica Brasilica* agradece a sua escolha e terá satisfação em receber novas contribuições.

Atenciosamente

**Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos**

*Editor Chefe da Acta Botanica Brasilica*

**ACTA BOTANICA BRASILICA**  
[www.botanica.org.br](http://www.botanica.org.br) - ISSN 1677-941X (on-line) / 0102-3306 (print)  
 Departamento de Ciências Biológicas – UEFS  
 Av. Transnordestina s.n., Novo Horizonte  
 44036-900 Feira de Santana - BA, Brasil

## **ANEXOS**

Normas editoriais dos periódicos

## Normas gerais para publicação de artigos na *Acta Botanica Brasilica*

A *Acta Botanica Brasilica* (**Acta bot. bras.**) publica artigos originais, comunicações curtas e artigos de revisão, estes últimos apenas a convite do Corpo Editorial. Os artigos são publicados em Português, Espanhol e Inglês e devem ser motivados por uma pergunta central que mostre a originalidade e o potencial interesse dos mesmos aos leitores nacionais e internacionais da Revista. A Revista possui um espectro amplo, abrangendo todas as áreas da Botânica. Os artigos submetidos à *Acta bot.bras.* devem ser inéditos, sendo vedada a apresentação simultânea em outro periódico.

**Sumário do Processo de Submissão.** Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores, em português, inglês ou espanhol. Para facilitar a rápida publicação e minimizar os custos administrativos, a *Acta Botanica Brasilica* aceita somente Submissões On-line. **Não envie documentos impressos pelo correio.** O processo de submissão on-line é compatível com os navegadores Internet Explorer versão 3.0 ou superior, Netscape Navigator e Mozilla Firefox. Outros navegadores não foram testados.

**O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e por todo o acompanhamento do processo de avaliação.**

Figuras e tabelas deverão ser organizadas em arquivos que serão submetidos separadamente, como documentos suplementares. Documentos suplementares de qualquer outro tipo, como filmes, animações, ou arquivos de dados originais, poderão ser submetidos como parte da publicação.

Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de ['Cadastro'](#) e registre-se, criando um 'login' e 'senha'. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em ['Esqueceu sua senha'](#).

O processo de submissão on-line é fácil e auto-explicativo. São apenas 5 (cinco) passos. Tutorial do processo de submissão pode ser obtido em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/tutorialautores.pdf>. Se você tiver problemas de acesso ao sistema, cadastro ou envio de manuscrito (documentos principal e suplementares), por favor, entre em contato com o nosso [Suporte Técnico](#).

**Custos de publicação.** O artigo terá publicação gratuita, se pelo menos um dos autores do manuscrito for **associado da SBB, quite com o exercício correspondente ao ano de publicação**, e desde que o número de páginas impressas (editadas em programa de editoração eletrônica) não ultrapasse o limite máximo de 14 páginas (incluindo figuras e tabelas). Para cada página excedente assim impressa, será cobrado o valor de R\$ 35,00. A critério do Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos que o limite poderão ser aceitos, **sendo o excedente de páginas impressas custeado pelo(s) autor(es)**. Aos autores não-associados ou associados em atraso com as anuidades, serão cobrados os custos da publicação por página impressa (R\$ 35,00 por página), a serem pagos quando da solicitação de leitura de prova editorada, para correção dos autores. No

caso de submissão de figuras coloridas, **as despesas de impressão a cores serão repassadas aos autores (associados ou não-associados)**, a um custo de R\$ 600,00 reais a página impressa.

Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe® PDF (Portable Document Format). Os autores não mais receberão cópias impressas do seu manuscrito publicado.

**Publicação e processo de avaliação.** Durante o processo de submissão, os autores deverão enviar uma carta de submissão (como um documento suplementar), explicando o motivo de publicar na Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo. Os manuscritos submetidos serão enviados para assessores, a menos que não se enquadrem no escopo da Revista. Os manuscritos serão sempre avaliados por dois especialistas que terão a tarefa de fornecer um parecer, tão logo quanto possível. Um terceiro assessor será consultado caso seja necessário. Os assessores não serão obrigados a assinar os seus relatórios de avaliação, mas serão convidados a fazê-lo. O autor responsável pela submissão poderá acompanhar o progresso de avaliação do seu manuscrito, a qualquer tempo, **desde que esteja logado no sistema da Revista.**

**Preparando os arquivos.** Os textos do manuscrito deverão ser formatados usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5 e **numeração contínua de linhas**, desde a primeira página. Todas as margens deverão ser ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. Todas as páginas deverão ser numeradas seqüencialmente.

O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC (versão 2 ou superior). Arquivos em formato RTF também serão aceitos. Arquivos em formato Adobe® PDF não serão aceitos. **O documento principal não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela. Estas deverão ser submetidas como documentos suplementares**, separadamente.

**O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos suplementares, como figuras e tabelas)**, poderá conter até 25 páginas (equivalentes a 14 páginas impressas, editadas em programa de editoração eletrônica). Assim, antes de submeter um manuscrito com mais de 25 páginas, entre em contato com o [Editor-Chefe](#). Todos os manuscritos submetidos deverão ser subdivididos nas seguintes seções: 1. DOCUMENTO PRINCIPAL 1.1. Primeira página. Deverá conter as seguintes informações: a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo. b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações. c) Autor para contato e respectivo e-mail. O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito. 1.2. Segunda página. Deverá conter as seguintes informações: a) RESUMO: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo.

Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título.b) **ABSTRACT**: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Inglês, entre parênteses. Ao final do abstract, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem de alfabética. Resumo e abstract deverão conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões.1.3. Terceira página e subseqüentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas, seguidos de uma lista completa das legendas das figuras e tabelas (se houver), lista das figuras e tabelas (se houver) e descrição dos documentos suplementares (se houver).1.3.1. **Introdução**. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter:a) abordagem e contextualização do problema;b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho;c) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado;d) objetivos.1.3.2. **Material e métodos**. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em Resultados deverá, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e métodos.1.3.3. **Resultados e discussão**. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. Não insira figuras ou tabelas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares. Dependendo da estrutura do trabalho, Resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.1.3.4. **Agradecimentos**. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos.1.3.5. **Referências bibliográficas**. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es).

Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito.Exemplos:Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae*. *Hoehnea* 33(2): 38-45.Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em *Juncaceae*. Pp. 5-22. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.Silva, A. & Santos, J. 1997. *Rubiaceae*. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). *Flora Brasílica*. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.Endress, P.K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Oxford. Pergamon Press.Furness, C.A.;

Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002. Evolution of microsporogenesis in Angiosperms.

<http://www.journals.uchicago.edu/IJPS/journal/issues/v163n2/020022/020022.html>

(acesso em 03/01/2006). Não serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e semelhantes. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao máximo e serão aceitas com justificativas consistentes. 1.3.6. Legendas das figuras e tabelas. As legendas deverão estar incluídas no fim do documento principal, imediatamente após as Referências bibliográficas. Para cada figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações, em ordem numérica crescente: número da figura, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie); legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços). Legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico.

Itens da tabela, que estejam abreviados, deverão ser escritos por extenso na legenda. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas legendas das tabelas.

**Normas gerais para todo o texto.** Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* deverão estar grafadas em *itálico*. Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em *itálico*. Citar nomes das espécies por extenso, na primeira menção do parágrafo, acompanhados de autor, na primeira menção no texto. Se houver uma tabela geral das espécies citadas, o nome dos autores deverá aparecer somente na tabela. Evitar notas de rodapé.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo 11 cm, 2,4 µm). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de percentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90%, 17°46'17" S, por exemplo).

Para unidades compostas, usar o símbolo de cada unidade individualmente, separado por um espaço apenas. Ex.: mg kg<sup>-1</sup>, µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, mg L<sup>-1</sup>. Litro e suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, µL. Quando vários números forem citados em seqüência, grafar a unidade da medida apenas no último (Ex.: 20, 25, 30 e 35 °C). Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsiccatas.

Para normatização do uso de **notações matemáticas**, obtenha o arquivo contendo as instruções específicas em

<http://www.botanica.org.br/ojs/public/matematica.pdf>. O Equation, um acessório do Word, está programado para obedecer as demais convenções matemáticas, como espaçamentos entre sinais e elementos das expressões, alinhamento das frações e outros. Assim, o uso desse acessório é recomendado. Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se

apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e obedecendo o tipo de fonte das letras: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário).

Exemplo:

**BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP).

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.*

Chaves de identificação deverão ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética.

Exemplo:

1. 1. Plantas terrestres
  2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.  
..... 2. *S. orbicularis*
  2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.  
..... 4. *S. sagittalis*
  
1. 1. Plantas aquáticas
  3. Flores brancas ..... 1. *S. albicans*
  3. Flores vermelhas ..... 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deverá reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecerão apenas em itálico. Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas).

Exemplo:

1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753.

Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.

Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha.

Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

## 2. DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

**2.1. Carta de submissão.** Deverá ser enviada como um arquivo separado. Use a carta de submissão para explicitar o motivo da escolha da Acta Botanica Brasilica, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica



do mesmo.

**2.2. Figuras.** Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Todas as imagens (ilustrações, fotografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas como 'figuras'. **Figuras coloridas poderão ser aceitas, a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultado. O(s) autor(es) deverão se responsabilizar pelos custos de impressão.**

Não envie figuras com legendas na base das mesmas. **As legendas deverão ser enviadas no final do documento principal.**

As figuras deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Fig.1, por exemplo).

As figuras deverão ser numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no canto inferior direito. Na editoração final, a largura máxima das figuras será de: 175 mm, para duas colunas, e de 82 mm, para uma coluna.

Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas com espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração.

Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores apropriados e deverão fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe® Photoshop, por exemplo), sendo posicionadas no canto inferior esquerdo, sempre que possível. Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIF. Ilustrações mais detalhadas, como ilustrações botânicas ou zoológicas, deverão ser fornecidas com resoluções de, pelo menos, 600 dpi, em formato TIF. Para fotografias (em preto e branco ou coloridas) e eletromicrografias, forneça imagens em formato TIF, com pelo menos, 300 dpi (ou 600 dpi se as imagens forem uma mistura de fotografias e ilustrações em preto e branco). Contudo, atenção! Como na editoração final dos trabalhos, **o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura das figuras não deverá exceder os 2000 pixels. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura máxima das figuras (para 300 dpi), não deverá exceder 970 pixels.** Não fornecer imagens em arquivos Microsoft® PowerPoint, geralmente geradas com baixa resolução, nem inseridas em arquivos DOC. Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF não serão aceitos. Figuras deverão ser fornecidas como arquivos separados (documentos suplementares), não incluídas no texto do trabalho. As imagens que não contiverem cor deverão ser salvas como 'grayscale', sem qualquer tipo de camada ('layer'), como as geradas no Adobe® Photoshop, por exemplo. Estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIF e JPG. A *Acta Botanica Brasílica* não aceitará figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo RAR ou ZIP. Se as figuras no formato TIF forem um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, estas poderão ser convertidas para o formato JPG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a compressão no formato JPG poderá causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPG sejam salvos nas qualidades 'Máxima' (Maximum). O tipo de fonte nos textos das figuras deverá ser o Times

New Roman. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) deverão ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas com o uso de um editor de imagens (Adobe® Photoshop, por exemplo). Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como "caixas de texto" do Microsoft® Word. **Recomenda-se a criação de uma única estampa**, contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 175 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 235 mm (página inteira). No caso de estampa, a letra indicadora de cada figura deverá estar posicionada no canto inferior direito. Inclua "A" e "B" para distingui-las, colocando na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B e assim por diante. Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras. É responsabilidade dos autores obter permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente publicadas. **2.3. Tabelas.** As tabelas deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Tab. 1, por exemplo). **Todas as tabelas apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto.** As tabelas deverão ser sequencialmente numeradas, em arábico (Tabela 1, 2, 3, etc; não abrevie), com numeração independente das figuras. O título das tabelas deverá estar acima das mesmas. Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas ('Tabela') do Microsoft® Word. Colunas e linhas da tabela deverão ser visíveis, optando-se por usar linhas pretas que serão removidas no processo de edição final. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cor nas tabelas. Dados mais extensos poderão ser enviados como documentos suplementares, os quais estarão disponíveis como links para consulta pelo público. Mais detalhes poderão ser consultados nos últimos números da Revista.

## The Bryologist

Published by: [The American Bryological and Lichenological Society, Inc.](#)

---

### Author Guidelines

Manuscripts on all aspects of bryology and lichenology will be considered; however, floristic notes reporting minor range extensions, or regional inventories should be submitted to *Evansia*. Authors are invited to consult with the Editor in advance about unique or difficult problems of presentation. We acknowledge every manuscript that is received. If you do not receive within one week a notice from the editor that your manuscript arrived, you should consider that your submission failed. Each manuscript will be sent to two reviewers, and in case of incongruent recommendations, to a third referee.

Before submitting manuscripts, please read the following material carefully. Adherence to requested formats expedites editorial processing of manuscripts. Below is a general guide to The Bryologist style. For details not specifically mentioned, please see the most recent issue of The Bryologist. Correspondence should be sent to the Editor at the following address:

**Dr. Bernard Goffinet**  
**Ecology and Evolutionary Biology**  
**75 NorthEagleville Rd**  
**University of Connecticut**  
**Storrs CT**  
**06269-3043, USA**  
**E-mail: bryologist[at]uconn.edu**

Authors are encouraged to submit a high quality/resolution color photographs for the cover of the journal.

New requirements:

- Treebase accession numbers must be provided for all matrices analyzed
- MycoBank registration numbers must be included for all new fungal names proposed

### General Manuscript Format

We encourage authors to submit manuscripts via e-mail attachments.

- The manuscript should preferably written in Microsoft Word, and submitted as a word document (if a pdf is send, you must also include a word document)
- Document should have a one inch margin (i.e., 2.5 cm) all around.
- Fonts such as Arial, Times, or Garamond are recommended
- Font size should be no less than 12 point type *throughout* the manuscript, including tables.
- Text should be double-spaced throughout, including footnotes, figure legends, literature lists and tables.
- The text should be aligned on the left (not justified, i.e., aligned on both sides).
- Do not apply any styles (as defined in Microsoft Word) to titles, header, subtitles, etc
- Lines should be numbered to facilitate comments by reviewers on specific items.
- Literature cited and figure legends should be at the end of the manuscript.
- Tables should be included at the end of the manuscript.
- Figures should each be in a separate file.

For files exceeding 10 MB in size contact the editor if you wish to send them electronically or send them on a CD. Refer to the sections below for the format of citations, and figures.

Please note:

- The separation of two numbers, indicating a continuum, should be marked with an en dash (–) and not a hyphen (-).
- When setting off a phrase use em dashes (e.g., The man—dressed in white—ran down the street.).

- In descriptions, the multiplication sign ( $\times$ ) should be used rather than the letter x.
- When abbreviating micrometer use the micron sign m and not the Greek letter mu ( $\mu$ ).
- When using the sign for the word beta, use the symbol b and not the German letter  $\beta$ .
- Personal communications should be referred to as “pers. comm.” Followed by the date of the communication.

### Title Page

**The Title** should be in Roman bold font and centered at the top of the first page. It should be concise but informative. Except for homonyms, author names should not be in the title. If the title contains a generic name, then the family of that genus should be given in parentheses, immediately following the name. However, do not include higher taxonomic categories, such as Bryophyta, Marchantiophyta, Ascomycetes, etc.

**Author(s)** names should be listed below the title, written in full and formatted in the new style adopted for *The Bryologist* starting with volume 113 (2010): author(s) names should be in Roman font (not bold and not in capitals), in consecutive order and centered.

**Addresses** should follow as a single paragraph below the author name line, in the consecutive order of authors, be in italics, and centered. Superscripts should link authors to their address(es). Each address should be preceded by a (or more) superscript(s) as needed in case of multiple authors with multiple affiliations. Current addresses should follow the first address and not be given in a footnote. Superscripts should follow author names and precede address. Lastly identify corresponding author by name and include his/her e-mail address.

**Abstract** must be in English; if an abstract in Spanish is included, an English version must follow. The abstract should clearly state the hypothesis being addressed, mention the methodology that is followed, summarize the main results and the conclusions drawn from them. Except for Latin names, the entire abstract is in Roman type.

**Keywords** should immediately follow the abstract, and include taxonomic categories, field of research (lichen systematics, bryophyte evolution, ...), geographic focus, ... as judged appropriate for insuring recovery of the publication in specific literature searches.

### Figures

**Size.** Design your figures with the size in the publication in mind. Phylogenetic trees should include italicized names when possible, unless it jeopardizes clarity. When multiple trees are presented, retain the same font between figures. When composing a plate with multiple figures, keep edges flush: the margins of the plate should be continuous. The individuals figures should be fitted together into composite blocks and must be mounted with all interior edges flush with one another. Do not combine

photographs and line drawings in the same block. The engraver at Allen Press will add fine white lines to separate the components of such blocks.

Scale bars must be applied directly onto the illustrations to indicate magnification.

**Numbering figures.** Figures are numbered (1, 2, 3,...) sequentially (see next for figures assembled into plates) as they are mentioned throughout the article. Figures assembled into plates, should be numbered Fig. 1A, 1B,... Letters, numbers, or arrows may be used to indicate features of special interest within figures.

**Electronic versions of figures** should be sent as individual files in TIF, PDF, or JPG formats. The original submission may be made at a lower dpi, but the accepted version of line drawings should be at 1200 dpi for line art (including cladograms) and grayscale figures at least 350 dpi. Color graphics should be at 300 dpi and in CMYK mode (RGB mode is NOT accepted). Figures should always be presented at size of publication or larger, in case smaller. Files should be compressed as needed for submission. Figures submitted in Powerpoint format are not accepted.

**Hard copy version of figures.** All line drawings and/or sharp, glossy photographs send as hard copies must be mounted on stiff white mounting board with ample margins on all sides. Instead of sending large original illustrations that may be difficult to handle and mail, photographic (or other processed) copies suitable for engraving should be submitted.

Illustrations for manuscripts accepted for publication will not be returned unless prior arrangements are made. For the review process, the Editorial Office will scan the illustrations. However, for publication, the original art will be sent to the printer.

ABLS is currently offering free color for authors on the online version of *The Bryologist*. The printed version will have black and white images (unless the author has paid for color), but if an author sends a separate set of color images to the editor, they will be part of the online version of *The Bryologist*. Authors should only do this if color enhances the value of the images. It does cost the Society \$75/plate but ABLS is willing to cover this for the time being. Therefore, please do not ask for this if color does little or nothing to enhance the image.

**TABLES** should be in a tabbed format (this includes word processing tables). In other words, to get from cell to cell, the tab should be used, not repeated use of the space bar. Table should be free of the internal grid. They should be submitted in a separate file. The tables should be numbered sequentially as they occur in the manuscript. They should follow the figure legends at the end of the manuscript. Table legends should explain the content of the table fully, and should be placed above the table. All explanatory material must be in the legend, and not placed in footnotes.

**ABBREVIATIONS** in the text are followed by periods except for metric measurements and compass directions.

**FOOTNOTES** should be avoided except in Tables. Such information should be incorporated into the text.

### Scientific Names

The first time a scientific name is mentioned in a taxonomic/systematic article (not including the abstract), it should include an author citation. Subsequent use of the name (except possibly in tables) should not re-cite the author. Authority names should NOT be included in ecological, physiological, and other non-systematic articles. However, it may be appropriate to cite a reference indicating what nomenclature is being followed. Authors should be abbreviated following Brummitt and Powell's *Authors of Plant Names* (Brummitt, R. K. & C. E. Powell (eds). 1992. *Authors of Plant Names*. Royal Botanic Gardens, Kew). This information is available online at <http://www.ipni.org/ipni/authorsearchpage.do>.

In taxonomic citations in the text, literature should be abbreviated following BPH and TL-II (the exception being that all words are capitalized) (*Botanico-Periodicum-Huntianum*. G. H. M. Lawrence and others, eds. Pittsburgh, The Library, 1968. *Periodicals with botanical content : comprising a second edition of Botanico-Periodicum-Huntianum*. G. D. R. Bridson, S. T. Townsend, E. A. Polen, & E. R. Smith. Pittsburgh: Hunt Institute for Botanical Documentation, Carnegie Mellon University, 2004. Stafleu, Frans Antonie. *Taxonomic literature: a selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types*. 2nd ed. Utrecht : Bohn, Scheltema & Holkema, 1976-1988). Only in the Literature Cited are citations written out in full. Most of these reference works are available online.

### Specimen Citations

Citation of specimens must be very concise. Instead of long detailed lists of specimens, briefly state representative specimens or distribution maps, or both. Geographic names are arranged in strict order of decreasing political magnitude; collectors are cited by family name only. Cite only a single specimen per smallest political or geographical unit. Habitat data are summarized in the text and are not included in lists of specimens. The date of collection is given only if a collection number is lacking. Herbarium designations are those of *Index Herbariorum*. For studies relying on large number of specimens, and if these are database include a reference of the database.

The country should be in all capitals, the state in all small capitals (even the first letter), the date in roman print (if given), the collector and collection number italicized, and the herbarium abbreviations in small capitals, in alphabetical order. Examples of specimen citations:

MEXICO. COAHUILA: 1901, Pringle s.n. (US).

U.S.A. TEXAS: Brewster Co., Smith 22793 (MO, NY).

Authors of manuscripts based upon author-collected specimens must have legally collected the specimens. Evidence of collections made without proper authorization or

where the collector has violated conditions upon which the permission was given will result in manuscripts being rejected prior to review. The editor reserves the right to request proof of authorization.

### Gene Sequences and Character Matrices

All sequences used in analyses must be identified by a GenBank accession number. Newly generated DNA sequences must also be linked to specimen voucher and the herbarium where the voucher is deposited. Matrices of characters used for phylogenetic inference must be deposited on Treebase (<http://www.treebase.org>), and the accession number must be provided before acceptance of the manuscript.

### Newly Proposed Fungal Names

Description of new taxa and proposals of new names of lichenized and lichenicolous fungi at all ranks must be complemented by the MycoBank registration number, obtained when registering the name at <http://www.mycobank.org/>. Registration of a new name should be done only after a manuscript has been accepted for publication.

### Literature Cited

In the text, citations must be presented in a strict alphabetic order, with each reference separated by semi-colons, and each different reference by the same author separated by a comma, e.g., (Allen 1980; Rowe 1970, 1979; Wyatt 1910).

In the Literature Cited section of manuscripts, names of authors and titles of articles must be given exactly as in the original publication, except that initials are always used for the given names of authors. Journal titles are given in full (i.e, never in abbreviated form), except that an initial "The" may be omitted (except "The Bryologist" that is written in full).

Authors are listed alphabetically by family name, then chronologically. The author(s) last names should be in Roman font with any further references by the same author(s) denoted by a long dash. Leave a space between the author(s) initials. For example:

Adams, C. D. 1990. Title of article. Name of Journal 103: 1–10.

Adams, W. L. 1920. Title of article. Name of Journal 13: 33–77.

Adams, C. D. & F. R. Baker. 1982. Title of chapter. Pages 000–000. In J. D. Baker (ed.), Title of Book. Publisher, Place of Publication.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ & G. A. Abner. 1980. Title of Book. Publisher, Place of Publication.

### Editing and Printing

Proofs will be sent directly to the corresponding author as an e-mail attachment from the printer. The proofs must be printed out and corrected immediately and returned to the Editor by fax or priority mail or can be marked electronically and returned that way.

If the proofs are not returned promptly, the Editor will make corrections. Resetting due to corrections other than printer's error is chargeable to the author.

Page charges will be assessed according to the following policy: Each author (and co-author) who is a member of the American Bryological and Lichenological Society (ABLS) and subscribes to *The Bryologist* receives, as a benefit of membership, 15 free pages in the journal annually with additional pages charged at the rate of \$50.00/page. To estimate journal pages, divide total manuscript pages including figures and tables by three. Membership should be for the year in which the article is published. The Editorial Office will confirm authors' ABLS Society membership status with the Secretary/Treasurer when the manuscript is submitted. If an author is not a subscribing member of ABLS the manuscript will not be reviewed or otherwise processed until we receive assurance that the author intends to join ABLS. The manuscript will then be reviewed. However, if membership has not been realized by the time the reviews are back, the manuscript will wait until such time.