

Morfologia dos esporos de Sematophyllaceae Broth. ocorrentes em três fragmentos de Mata Atlântica, no Rio de Janeiro, Brasil¹

ISABELA CRESPO CALDEIRA^{2,4}, VANIA GONÇALVES LOURENÇO ESTEVES² e ANDRÉA PEREIRA LUIZI-PONZO³

(recebido: 24 de abril de 2008; aceito: 05 de março de 2009)

ABSTRACT – (Spores morphology from Sematophyllaceae Broth. from three fragments of *Mata Atlântica*, in Rio de Janeiro, Brazil). In the present work the spores of seven species of the family Sematophyllaceae Broth. (Bryophyta) from three areas of *Mata Atlântica* were analyzed. For the spores' external morphology analysis, the direct method in glycerined gelatin was used and for the measurements the method of acetolysis was used. The largest and smaller diameters (in polar view) and the thickness of the wall were measured. The analysis was carried under optical microscope and scanning electronic microscope. The spores are isomorphic, from small to medium size, heteropolars, of subcircular amb, with proximal apertural region and granulated surface. The apertural region is irregular. The variations found between the spores of the different species are related to the size of the spores and the distribution of the trimming elements.

Key words - Bryophyta, *Mata Atlântica*, Sematophyllaceae, spores

RESUMO – (Morfologia dos esporos de Sematophyllaceae Broth. ocorrentes em três fragmentos de Mata Atlântica, no Rio de Janeiro, Brasil). No presente trabalho foram analisados os esporos de sete espécies da família Sematophyllaceae Broth. (Bryophyta) ocorrentes em três áreas de Mata Atlântica. Para análise da morfologia externa dos esporos, utilizou-se o método direto em gelatina glicerinada e para as medidas foi utilizado o método de acetólise. Foram medidos os diâmetros maior e menor (em vista polar) e a espessura da parede. As análises foram realizadas sob microscópio de luz e microscópio eletrônico de varredura. Após a realização das medidas, realizou-se a análise estatística e estas foram apresentadas em tabelas. Os esporos são isomórficos, de tamanho pequeno a médio, heteropolares, de amb subcircular, com região apertural proximal e superfície granulada. A região apertural é irregular. As variações encontradas entre os esporos das diferentes espécies estão relacionadas ao tamanho dos esporos e à distribuição dos elementos de ornamentação.

Palavras-chave - Bryophyta, esporos, *Mata Atlântica*, Sematophyllaceae

Introdução

Sematophyllaceae Broth. é uma família de musgos encontrada predominantemente no hemisfério sul, com a maioria dos seus representantes, 20 gêneros e 90 espécies, nos trópicos (Buck 1982, Visnadi 2006). No Brasil existem 22 gêneros e 127 espécies. Na região de estudo, é registrada a ocorrência de três gêneros e sete espécies (Yano 1996, Oliveira-e-Silva 1998).

A família Sematophyllaceae Broth. é caracterizada por apresentar filídios verde-dourados, com costa curta e dupla ou ecostados, com células geralmente lineares, lisas ou papilosas e células dos ângulos da base dos filídios diferenciadas, opérculo com rostro, em geral

oblíquo, dentes do exostômio comumente sulcados e estriados transversalmente (Visnadi 2006).

A primeira diagnose de Sematophyllaceae Broth. foi feita por Brotherus (1925) que descreve como a principal característica da família a organização das células alares. Outras características empregadas para sua delimitação incluem: a presença de gemas filamentosas nas axilas dos filídios, opérculo longo-rostrado e células exoteciais colenquimatosas (Tan *et al.* 2007).

Atualmente, os estudos taxonômicos de revisão dos gêneros e subgêneros nesta família baseiam-se nos caracteres do esporófito, morfologia do peristômio e características moleculares (Tan *et al.* 2007, Hedeñas & Buck 1999). Segundo Tan *et al.* (2007), muitas descobertas têm sido feitas com relação aos caracteres que definem os gêneros dentro da família Sematophyllaceae Broth., mas há, ainda, uma falta de consenso entre os especialistas na circunscrição desta família.

Diante desta incerteza quanto à circunscrição da família, pretende-se, neste trabalho, caracterizar morfológicamente os esporos de sete espécies de Sematophyllaceae Broth. ocorrentes em três áreas de

1. Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica) do Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro.
2. Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Botânica, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão 20940-040 Rio de Janeiro, RJ.
3. Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Botânica, 36036-330 Juiz de Fora, MG.
4. Autora para correspondência: isabela.crsp@gmail.com

Mata Atlântica. Os dados encontrados nestas análises poderão auxiliar na resolução dos problemas taxonômicos existentes na família, pois a palinologia tem demonstrado ser uma ferramenta importante para auxiliar na definição e caracterização taxonômica das Briófitas.

Material e métodos

Foram estudadas sete espécies da família Sematophyllaceae Broth. Os critérios para a seleção dos exemplares foram a presença do esporófito e o material ser procedente da Reserva Ecológica de Rio das Pedras, município de Mangaratiba, Parque Estadual da Ilha Grande e Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Angra dos Reis. As exsiccatas estudadas foram cedidas pelo Herbário da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (HRJ).

Para cada espécie foram estudados, sempre que possível, os esporos de quatro espécimes para a confirmação dos dados, sendo um destes espécimes utilizado como material padrão para as descrições e ilustrações e os demais, como material de comparação. Na listagem de material examinado, os espécimes “padrão” estão assinalados com um asterisco.

Para a análise morfológica externa da parede, análise do conteúdo celular, determinação da heteropolaridade dos esporos, variação do tamanho, bem como determinar o estado de maturação dos esporos foi utilizado o método de Wodehouse (1935), incluindo as modificações apresentadas por Luiz-Ponzo & Melhem (2006). Para a avaliação da estrutura e ornamentação da exina e espessura da parede foi utilizado o método de acetólise de Erdtman (1952).

Durante o tratamento de Wodehouse (1935) e a acetólise de Erdtman (1952) utilizou-se esporos de uma mesma cápsula para evitar grandes variações no estado de maturação dos esporos, além disso, procurou-se medir uma maior quantidade de esporos (50). No processo de acetólise foram retirados esporos de quatro cápsulas.

Para a análise quantitativa, foram medidos 50 esporos em cada lâmina de material padrão, em um mínimo de quatro lâminas. Para os espécimes denominados de comparação, foram medidos 10 esporos contidos, em um mínimo de três lâminas. Foram medidos o diâmetro maior e menor em vista polar. Para a análise dos estratos do esporoderma (perina e exina), foram realizadas 10 medidas.

Em todos os materiais selecionados para mensuração, utilizou-se o diâmetro maior como referência para determinação do tamanho do esporo, uma vez que houve dificuldade em determinar as posições polar e equatorial.

Após a tomada das medidas, realizou-se a análise estatística dos resultados onde foram calculadas a média aritmética (\bar{x}), dos limites da sua amplitude ($X_{\min}-X_{\max}$), do desvio padrão da média (s_x), do desvio padrão (s), do coeficiente de variação (CV) e do intervalo de confiança a 95% (IC) que estão expressos na tabela 1.

Para os espécimes denominados “comparação”, foram medidos 30 esporos contidos em um mínimo de três lâminas,

Tabela 1. Dados morfométricos dos esporos acetolisados do material padrão, em μm (diâmetros maior e menor, $n = 50$ e estratos do esporoderma, $n = 10$; \bar{X} = média aritmética; S_x = desvio padrão da média; s = desvio padrão; $CV\%$ = coeficiente de variação; IC = intervalo de confiança a 95%; E = espessura do esporoderma).

Table 1. Morphometric data of acetolyzed spores from the reference specimen, in μm (largest and smallest diameter, $n = 50$ and sporoderm strata, $n = 10$; \bar{X} = arithmetic mean; S_x = average standard deviation; s = standard deviation; $CV\%$ = variability; IC = 95% confidence interval; E = sporoderm thickness).

Táxons / Medidas	Diâmetro maior					Diâmetro menor					E
	$(X_{\min}-X_{\max})$	$\bar{X} \pm S_x$	s	IC	$CV\%$	$(X_{\min}-X_{\max})$	$\bar{X} \pm S_x$	s	IC	$CV\%$	
<i>Acroporium longirostre</i>	15,0-20,0	17,5 \pm 0,2	1,5	17,1-17,9	8,6	12,5-17,5	15,1 \pm 0,2	1,6	14,7-15,5	10,5	1,1
<i>Sematophyllum adnatum</i>	10,0-17,5	14,4 \pm 0,3	2,2	13,8-14,9	15,7	7,5-15,0	10,6 \pm 0,3	2,1	10,0-11,2	19,9	1,2
<i>S. demissum</i>	15,0-20,0	18,0 \pm 0,3	1,9	17,4-18,6	10,5	10,0-15,0	12,8 \pm 0,3	1,9	12,2-13,4	10,5	1,2
<i>S. subpinnatum</i>	15,0-22,5	19,7 \pm 0,3	2,3	19,1-20,3	11,8	15,0-20,0	17,6 \pm 0,3	2,0	17,0-18,2	9,6	1,0
<i>S. subsimplex</i>	20,0-25,0	21,2 \pm 0,2	1,4	20,9-21,6	6,6	15,0-20,0	17,9 \pm 0,2	1,8	17,5-18,3	9,9	1,2
<i>Taxithelium planum</i>	10,0-12,5	14,1 \pm 0,2	1,4	13,7-14,5	9,9	10,0-12,5	11,2 \pm 0,2	1,3	10,8-11,6	11,2	1,0
<i>Trichosteleum fluviale</i>	7,50-12,5	10,3 \pm 0,2	1,3	9,9-10,7	12,6	7,5-10,0	8,4 \pm 0,2	1,2	8,0- 8,8	14,4	1,2

apresentando-se a média de tamanho (x) e os limites da sua amplitude ($X_{min}-X_{max}$), expressos na tabela 2. As médias de tamanho da espessura do esporoderma (E) foram obtidas a partir de 10 esporos, considerando-se perina e exina em conjunto.

Os esporos foram descritos segundo Erdtman (1952); Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007). Utilizou-se ainda a terminologia apresentada por Olesen & Mogensen (1978), Mogensen (1981, 1983) e Brown & Lemmon (1988).

Material examinado: *Acroporium longirostre* (Brid.) W. R. Buck. BRASIL. RIO DE JANEIRO: Mangaratiba, 18-VIII-1995, *O Yano & M.I.M.N. Oliveira e Silva 611** (HRJ); idem, 12-VII-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1901* (HRJ); Angra dos Reis, 13-VIII-1994, *O Yano & M.I.M.N. Oliveira e Silva 1926* (HRJ); idem, 29-XI-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2551* (HRJ); idem, 30-XI-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2572* (HRJ). *Sematophyllum adnatum* (Michx.) E. Britton BRASIL. RIO DE JANEIRO: Mangaratiba, 15-IX-1993, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 689*

(HRJ); Angra dos Reis, 15-VI-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1670** (HRJ); idem, 15-VI-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1671* (HRJ); idem, 15-VI-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1684* (HRJ); idem, 12-VII-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1902*, (HRJ). *Sematophyllum demissum* (Wilson) Mitt. BRASIL: RIO DE JANEIRO: Angra dos Reis, 21-III-1995, *O. Yano & M.I.M.N. Oliveira e Silva 23703** (HRJ). *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton. BRASIL. RIO DE JANEIRO: Mangaratiba, 19-X-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 4* (HRJ); idem, 19-X-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 10* (HRJ); idem, 19-X-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 14* (HRJ); idem, 19-X-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 16* (HRJ); 19-X-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 31* (HRJ); idem, 19-X-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 33* (HRJ); idem, 12-XI-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 53* (HRJ); idem, 19-XI-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 79* (HRJ); idem, 10-XII-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 87** (HRJ); idem, 10-XII-1992,

Tabela 2. Dados morfométricos dos esporos acetolisados do material de comparação, em μm (diâmetros maior e menor, $n = 30$ e estratos do esporoderma, $n = 10$; X = média aritmética, E = espessura do esporoderma).

Table 2. Morphometric data of acetolyzed spores from the comparison specimen, in μm (largest and smallest diameter, $n = 30$ and sporoderm thickness, X = arithmetic mean, E = sporoderm thickness).

Material	Diâmetro maior		Diâmetro menor		E
	$(X_{min}-X_{max})$	X	$(X_{min}-X_{max})$	X	
<i>Acroporium longirostre</i>					
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 1901</i>	(16,2-17,5)	17,1	(10,0-15,0)	14,9	1,2
<i>O Yano et al 1926</i>	(12,5-18,8)	17,6	(12,5-16,2)	15,1	1,2
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 2551</i>	(15,0-17,5)	17,2	(12,5-16,2)	14,9	1,4
<i>Sematophyllum adnatum</i>					
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 689</i>	(12,5-17,5)	14,5	(10,0-12,5)	10,2	1,3
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 1671</i>	(12,5-16,2)	14,6	(10,0-13,8)	11,2	1,2
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 1684</i>	(10,0-15,0)	14,2	(8,8-10,0)	10,4	1,0
<i>Sematophyllum subpinnatum</i>					
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 4</i>	(15,0-22,50)	19,0	(15,0-20,0)	18,2	1,0
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 10</i>	(16,2-20,0)	19,0	(15,0-17,5)	17,8	1,2
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 14</i>	(17,5-20,0)	19,0	(15,0-18,8)	17,0	1,2
<i>Sematophyllum subsimplex</i>					
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 35</i>	(20,0-22,5)	21,5	(17,5-18,8)	18,1	1,2
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 72</i>	(20,0-22,5)	21,0	(17,5-20,0)	17,7	1,3
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 2757</i>	(20,0-22,5)	20,9	(17,5-18,8)	17,8	1,2
<i>Taxithelium planum</i>					
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 1197</i>	(12,5-15,0)	13,8	(11,2-12,5)	11,5	1,3
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 1355</i>	(10,0-12,50)	10,0	(7,5-8,8)	7,8	1,3
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 2252</i>	(10,0-12,5)	10,6	(8,8-10,0)	8,8	1,1
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 2252</i>	(10,0-12,5)	10,6	(8,8-10,0)	8,8	1,1
<i>M.I.M.N Oliveira e Silva 2254</i>	(8,8-12,5)	10,5	(7,5-10,0)	8,5	1,2

M.I.M.N. Oliveira e Silva 90 (HRJ); idem, 4-VIII-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2031* (HRJ); idem, 26-V-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1580* (HRJ); idem, 13-VII-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1977* (HRJ); idem, 20-XII-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2618* (HRJ); idem, 20-XII-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2632* (HRJ); idem, 18-IV-1995, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 4482* (HRJ); idem, 18-IV-1995, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 4483* (HRJ); idem, 16-V-1995, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 4122* (HRJ). *Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt. BRASIL. RIO DE JANEIRO: Mangaratiba, 19-X-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 21** (HRJ); idem, 12-XI-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 35* (HRJ); idem, 19-XI-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 65* (HRJ); idem, 19-XI-1992, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 72* (HRJ); idem, 15-IX-1993, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 720* (HRJ); idem, 18-XI-1993, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1034* (HRJ); Angra dos Reis, 10-I-1995, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2757* (HRJ); idem, 10-I-1995, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2735* (HRJ); idem, 10-I-1995, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2726* (HRJ). *Taxithelium planum* (Brid.) Mitt. BRASIL. RIO DE JANEIRO: Mangaratiba, 11-III-1993, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 166** (HRJ); idem, 15-XII-1993, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1197* (HRJ); idem, 15-XII-1993, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1195* (HRJ); Angra dos Reis, 13-IX-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2217* (HRJ). *Trichosteleum fluviale* (Mitt.) A. Jaegger BRASIL. RIO DE JANEIRO: Mangaratiba, 25-III-1993, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 243-A** (HRJ); idem, 09-III-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 1355* (HRJ); Angra dos Reis, 13-IX-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2214* (HRJ); idem, 13-IV-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2252* (HRJ); idem, 13-IX-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2264* (HRJ); idem, 13-IX-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2246* (HRJ); idem, 13-IX-1994, *M.I.M.N. Oliveira e Silva 2254* (HRJ).

Resultados

De um modo geral, os esporos das espécies de Sematophyllaceae analisados são isomórficos de tamanho pequeno a médio (*Sematophyllum subsimplex*) (tabela 1), heteropolares, circulares a subcirculares, com região apertural evidente em vista proximal, superfície granulada (figuras 1-22). Os esporos analisados apresentaram região apertural no pólo proximal confirmando a heteropolaridade dos mesmos. Este resultado só pôde ser comprovado após o exame dos esporos no MEV. Esta região apresentou-se com contorno irregular, podendo apresentar-se na forma subcircular (figuras 4-10) (*Acroporium longirostre*, *Sematophyllum adnatum*, *Sematophyllum subpinnatum*, *Sematophyllum subsimplex*, *Trichosteleum fluviale*) e alongada (*Taxithelium planum*)

(figura 17). O esporoderma apresenta-se espesso (tabela 1), a perina possui grânulos de tamanho variável, (figura 13). Os grânulos apresentam-se dispersos irregularmente na superfície do esporo. Podem estar unidos (*Sematophyllum subpinnatum*) (figura 7), isolados (*Sematophyllum demissum*) ou podem ser resultado da associação de nanogrânulos formando um padrão regular (*Taxithelium planum*) (figura 17). A exina é psilada (figuras 7, 10).

Descrição dos esporos – *Acroporium longirostre* (Brid.) W. R. Buck – esporos de tamanho pequeno (tabela 1), superfície ornamentada por grânulos, estes podem estar isolados ou unidos (figuras 9, 10). Em algumas regiões do esporo observa-se a fusão da perina deixando-a com aspecto liso. Região apertural proximal de contorno subcircular (figura 10). A exina é psilada.

Medidas: diâmetro maior: 17,5 µm; diâmetro menor: 15,1 µm; espessura do esporoderma: 1,1 µm.

Sematophyllum adnatum (Michx.) E. Britton – esporos de tamanho pequeno (tabela 1), perina formada por grânulos de tamanho variado, dispersos irregularmente pelo esporoderma (figuras 2, 3). A região apertural, em vista proximal, apresentou-se subcircular e a exina é psilada.

Medidas: diâmetro maior: 14,4 µm; diâmetro menor: 10,6 µm; espessura do esporoderma: 1,2 µm.

Sematophyllum demissum (Wilson) Mitt. – esporos de tamanho pequeno (tabela 1), perina formada por grânulos e nanogrânulos isolados. A exina apresentou-se psilada.

Medidas: diâmetro maior: 18,0 µm; diâmetro menor: 12,8 µm; espessura do esporoderma: 1,2 µm.

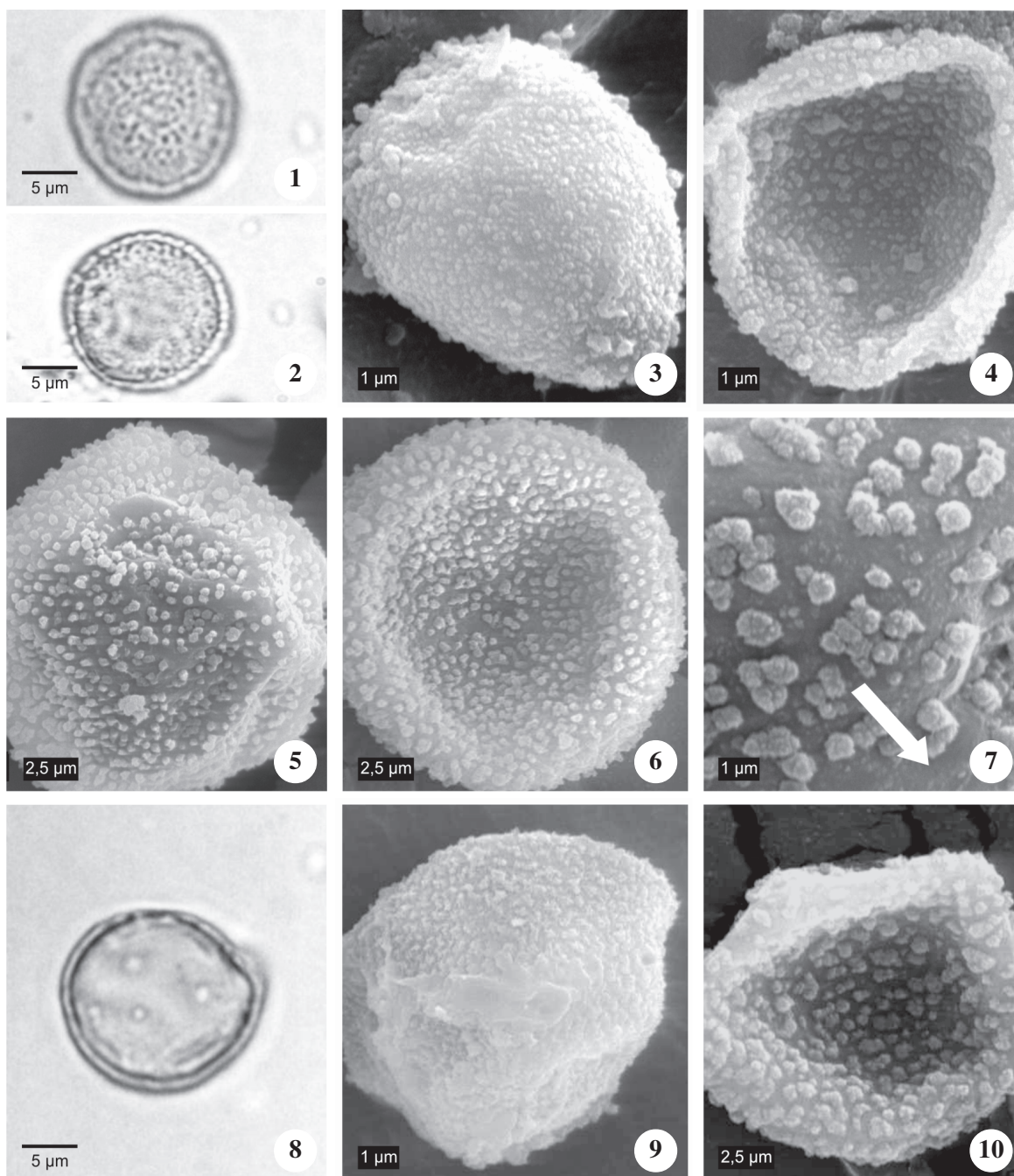
Sematophyllum subpinnatum (Brid.) E. Britton – esporos de tamanho pequeno (tabela 1), perina formada por grânulos unidos ou resultado da associação de nanogrânulos (figura 7). A região apertural em vista proximal é subcircular e observa-se a presença dos grânulos associados e nanogrânulos dispersos sobre região apertural e a exina é psilada.

Medidas: diâmetro maior: 19,7 µm; diâmetro menor: 17,6 µm; espessura do esporoderma: 1,0 µm.

Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt. – esporos de tamanho médio (tabela 1), perina densamente granulada (figuras 13 e 14). Este padrão de ornamentação se repete na região apertural subcircular proximal.

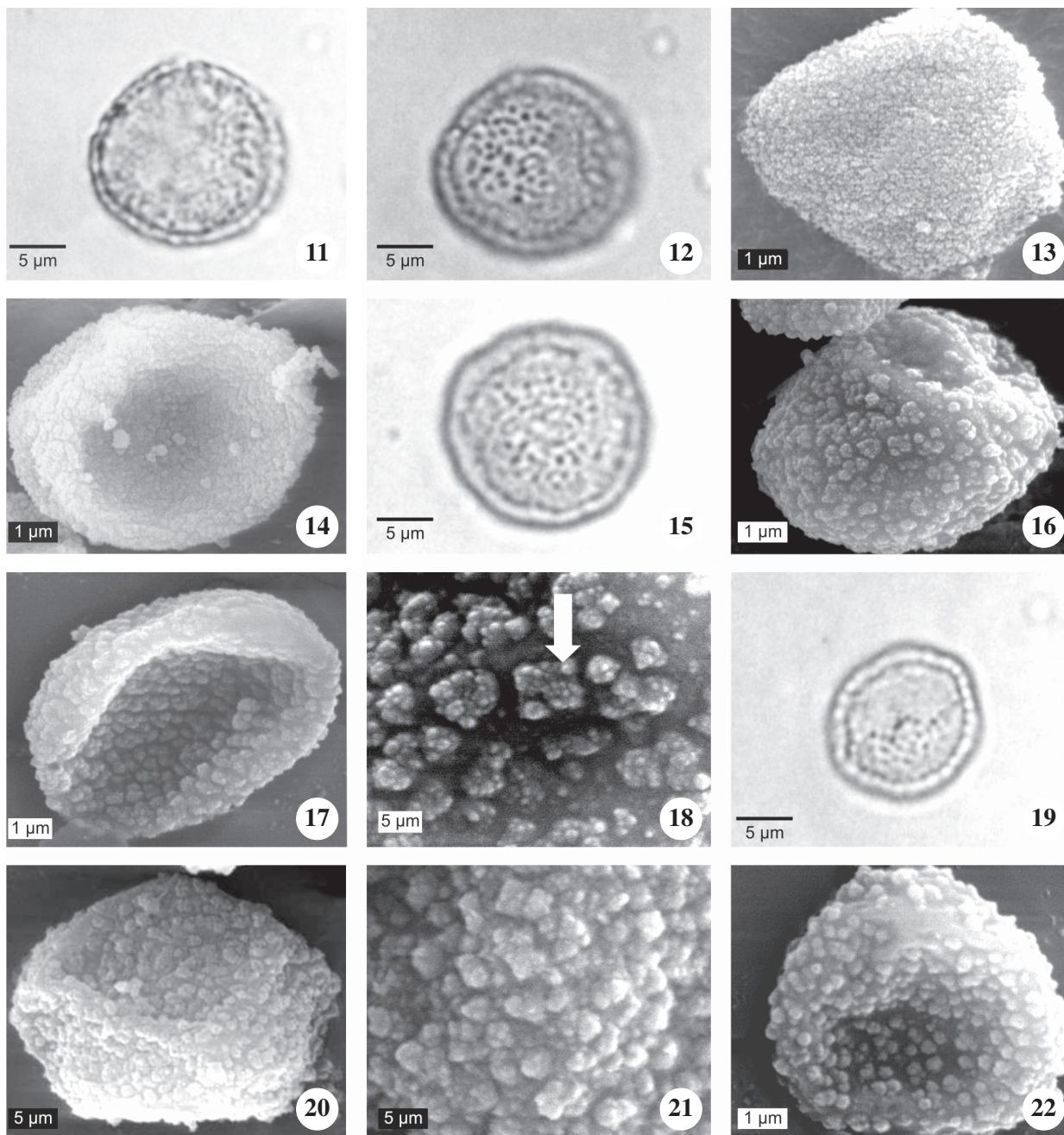
Medidas: diâmetro maior: 21,2 µm; diâmetro menor: 17,9 µm; espessura do esporoderma: 1,2 µm.

Taxithelium planum (Brid.) Mitt. – esporos de tamanho pequeno (tabela 1), a superfície do esporo é formada pela associação de grânulos e nanogrânulos formando rosetas



Figuras 1-10. Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de Sematophyllaceae. 1-4. *Sematophyllum adnatum* 1-3. Vista polar distal: 1. Superfície (ML). 2. Corte óptico (ML). 3. Detalhe da superfície (MEV). 4. Vista polar proximal (MEV). 5-7. *Sematophyllum subpinnatum*. 5. Vista polar distal (MEV). 6. Vista polar proximal, detalhe da região apertural. 7. Detalhe da superfície granulada, presença de nanogrânulos, exina psilada (seta, MEV). 8-10. *Acroporium longirostre*. 8. Vista polar distal, corte óptico (ML). 9. Vista polar distal (MEV). 10. Vista polar proximal, detalhe da região apertural de contorno irregular (MEV).

Figures 1-10. Photomicrographs and electromicrographs of Sematophyllaceae species. 1-4. *Sematophyllum adnatum* 1-3. Distal polar view: 1. Surface (LM). 2. Optical section (LM). 3. Surface detail (SEM). 4. Proximal polar view (SEM). 5-7 *Sematophyllum subpinnatum*. 5. Distal polar view. 6. Proximal polar view, apertural region. 7. Surface granulated detail, psilate exine (arrow, SEM). 8-10. *Acroporium longirostre*. 8. Optical section. (LM). 9. Distal polar view (SEM). 10. Proximal polar view, apertural region irregular (SEM).



Figuras 11-22. Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de Sematophyllaceae 11-14. *S. subsimplex*. 11. Vista polar distal, corte óptico (ML). 12. Vista polar distal, superfície (ML). 13. Vista polar distal (MEV). 14. Vista polar proximal, região apertural subcircular (MEV). 15-18. *Taxithelium planum*. 15. Vista polar distal, corte óptico (ML). 16. Superfície granulada (MEV). 17. Vista polar proximal, detalhe da região apertural (MEV). 18. Detalhe da superfície granulada (seta) (MEV). 19-22. *Trichosteleum fluviatile*. 19. Vista polar distal, corte óptico (ML). 20. Vista equatorial (MEV). 21. Detalhe da perina granulada (MEV). 22. Vista polar proximal, região apertural subcircular (MEV).

Figures 11- 22. Photomicrographs and electromicrographs of Sematophyllaceae species. 11-14. *S. subsimplex*: 11. Distal polar view, optical section (LM). 12. Distal polar view, surface (LM). 13. Distal polar view (SEM). 14. Proximal polar view, apertural region subcircular (SEM). 15-18. *Taxithelium planum*. 15. Distal polar view, optical section (LM). 16. Surface granulated (SEM). 17. Proximal polar view, detail apertural region (SEM). 18. Surface granulated detail (arrow) (MEV). 19-22. *Trichosteleum fluviatile*. 19. Distal polar view, optical section (LM). 20. Equatorial view (SEM). 21. Surface granulated detail (MEV). 22. Proximal polar view, apertural region subcircular.

distribuídas sobre a superfície (figuras 16, 18). Região apertural proximal alongada formada pelo mesmo padrão de ornamentação do restante do esporo. Exina psilada.

Medidas: diâmetro maior: 14,1 µm; diâmetro menor: 11,2 µm; espessura do esporoderma: 1,0 µm.

Trichosteleum fluviale (Mitt.) A. Jaegger – esporos de tamanho pequeno (tabela 1), perina formada por grânulos e nanogrânulos. Os elementos de ornamentação podem estar unidos ou isolados (figura 21). Região apertural proximal subcircular. Exina psilada.

Medidas: diâmetro maior: 10,3 µm; diâmetro menor: 8,4 µm; espessura do esporoderma: 1,2 µm.

Discussão

A análise morfológica dos esporos de Sematophyllaceae Broth. demonstrou que a perina apresentou-se ornamentada por grânulos em todas as espécies estudadas. As variações encontradas estão relacionadas ao tamanho dos esporos (tabela 1), à espessura do esporoderma (tabela 1) e à distribuição dos elementos de ornamentação.

Com relação ao tamanho dos esporos, verificou-se que os coeficientes de variação estão acima de 10% em *Sematophyllum adnatum* (15,7%), *Sematophyllum subpinnatum* (11,8%), *Sematophyllum demissum* (10,5%) e *Trichosteleum fluviale* (12,6%) (tabela 1). Estes valores podem ser explicados através da grande variação nas médias de tamanho dos esporos, 10,3 µm para *Trichosteleum fluviale* a 19,7 µm para *Sematophyllum subpinnatum* (tabela 1). As variações nos tamanhos dos esporos não foram utilizadas neste trabalho como um caráter diagnóstico, pois podem estar relacionadas ao período de desenvolvimento do esporo e coeficientes de variação superiores a 10% são comuns para briófitas (Luizi-Ponzo & Barth 1998; Luizi-Ponzo & Melhem, 2006).

O esporoderma apresentou os três estratos mais freqüentes em musgos: perina, exina e intina e esta última camada foi perdida durante o processo de acetólise. Estes resultados comprovam as descrições de outros autores como Mueller (1974), Olsen & Mogensen (1978), Mogensen (1978, 1981), Neidhart (1979), Brown & Lemmon (1984a, 1984b) que analisaram a esporogênese de diferentes espécies de musgos e concluíram a presença dos três estratos acima citados na parede dos esporos.

Nos esporos analisados, a perina é a responsável pela ornamentação da superfície dos esporos. Os elementos de ornamentação são representados por grânulos distribuídos de diferentes formas. As variações na distribuição dos elementos de ornamentação nem sempre foram suficientes para diferenciar as espécies em

microscopia de luz (ML) necessitando, assim, de confirmações através da microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Em *Trichosteleum fluviale* observou-se a presença de grânulos unidos, não permitindo a observação da exina, exceto na região apertural onde se tornam mais esparsos. *Taxithelium planum* apresenta poucos nanogrânulos isolados, os grânulos de perina presentes estão unidos formando rosetas. O padrão de ornamentação encontrado no presente estudo diverge daquele descrito por Visnadi (2006), onde a autora descreveu os esporos de Sematophyllaceae ocorrentes na região Nordeste de São Paulo, considerando os esporos de *Taxithelium planum* como papilosos.

Em *Sematophyllum subpinnatum* e *Sematophyllum demissum*, as diferenças existentes na distribuição dos grânulos não são suficientes para separar as espécies. Ambas apresentaram grânulos e nanogrânulos distribuídos de maneira irregular na superfície do esporo.

Em *Sematophyllum adnatum*, os grânulos são menores e mais esparsos que nas demais espécies analisadas. Em *Acroporium longirostre*, os grânulos podem estar unidos ou isolados e na região apertural observa-se a diminuição no número de grânulos.

Os esporos de *Sematophyllum subsimplex* apresentaram o mais diferenciado padrão de distribuição dos grânulos, bem como os maiores valores de diâmetros. Estes recobriram densamente a superfície do esporo não permitindo a observação da exina. Resultado semelhante a este foi encontrado por Luizi-Ponzo & Barth (1998) quando as autoras analisaram a morfologia dos esporos de diferentes famílias de musgos da subclasse Bryidae coletados na Estação Científica Ferreira Penna, em Caxiuana (PA). Dentre as espécies estudadas, as autoras analisaram os esporos de *Sematophyllum subsimplex* e descreveram a superfície como granulóide. Visnadi (2006) descreveu para *Sematophyllum subsimplex* padrão de ornamentação papilosa, terminologia diferente da empregada neste trabalho, no entanto, não parece representar uma diferença consistente entre as ornamentações observadas.

O padrão de ornamentação apresentado nas espécies *Sematophyllum subpinnatum* e *Sematophyllum demissum*, aliados às dimensões dos esporos não permitem a separação das mesmas.

Agradecimentos – As autoras são gratas a todos aqueles que colaboraram na execução do presente trabalho, especialmente, à Dra. Olga Yano pelas sugestões, à Dra. Maria Isabel de Oliveira e Silva pelo empréstimo do material botânico e auxílio com a bibliografia, ao Departamento de Metalurgia da PUC-Rio, na pessoa da técnica Maria de Fátima Silva Lopes (*in*

memorian) pelo uso do microscópio eletrônico de varredura, à Fapemig pelo apoio financeiro concedido à terceira autora, à Capes pela bolsa concedida à primeira autora e à Coordenação da Pós-Graduação do Museu Nacional, representada pela Dra. Lygia Dolores Fernandes Ribeiro pelo apoio.

Referências bibliográficas

- BARTH, O.M. & MELHEM, T.S. 1988. Glossário ilustrado de palinologia. Editora Unicamp, Campinas.
- BROTHERUS, V.F. 1925. Musci (Laubmoose). 2 Hälfte. In Engler A. and Prantl K. (eds.). Die Natürlichen Pflanzenfamilien 1:1908-1124.
- BROWN, R.C. & LEMMON, B.E. 1984a. Ultrastructure of sporogenesis in moss *Amblystegium riparium* II. Spore wall development. Journal of the Hattori Laboratory 57:139-152.
- BROWN, R.C. & LEMMON, B.E. 1984b. Spore wall development in *Andreaea* (Musci: Bryopsida). American Journal of Botany 71:412-420.
- BROWN, R.C. & LEMMON, B.E. 1988. Sporogenesis in Bryophytes. Advances in Bryology 3:159-223.
- BUCK, W.R. 1982. On *Meiothecium* (Sematophyllaceae) Contributions from the University of Michigan Herbarium 15:137-140.
- ERDTMAN, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. An introduction to palynology I. Stockholm, Almqvist & Wiksells.
- HEDEÑAS, L. & BUCK, W.R. 1999. A phylogenetic analysis of the Sematophyllaceae. Lindbergia 24:103-132.
- LUIZI-PONZO, A.P. & BARTH, O.M. 1998. Spore morphology of some Bruchiaceae species (Bryophyta) from Brazil. Grana 37:222-227.
- LUIZI-PONZO, A.P. & MELHEM, T.S. 2006. Palinotaxonomia de Rhachitheciaceae (Bryophyta) do Brasil. Boletim do Instituto de Botânica 18:91-100.
- MOGENSEN, G.S. 1978. Spore development and germination in *Cinclidium* (Mniaceae, Bryophyta), with special reference to spore mortality, and false anisospory. Canadian Journal of Botany 56:1032-1060.
- MOGENSEN, G.S. 1981. The biological significance of morphological characters in Bryophytes: the spore. The Bryologist 84:187-207.
- MOGENSEN, G.S. 1983. The spore. In New manual of Bryology (R. M. Schuster, ed.) Nichinan, Miyazaki, The Hattori Botanical of Laboratory 1:326-341.
- MUELLER, C. 1974. Spore wall formation and chloroplast development during sporogenesis in the moss *Fissidens limbatu*s. American Journal of Botany 61:525-534.
- NEIDHART, H.B. 1979. Comparative studies of sporogenesis in Bryophytes. In Bryophyte Systematics (G.C.S. Clarke, & J.G. Duckett, eds). London, Academic Press. Systematics Association N.14:251-280.
- OLENSEN, P. & MOGENSEN, G.S. 1978. Ultrastructure, histochemistry and notes of germination stages of spores in selected mosses. The Bryologist 81:493-516.
- OLIVEIRA-E-SILVA, M.I.N. 1998. Briófitas da Reserva Ecológica de Rio das Pedras, Município de Mangaratiba, do Parque Estadual da Ilha Grande e da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Município de Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro. Tese de doutorado. Instituto de Botânica, São Paulo.
- PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S. & LE THOMAS, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. Review of Paleobotany and Palynology 143:1-81.
- TAN, B.C., KOPONEM, T., NORRIS, D.H. 2007. Bryophyte flora of the Huan Peninsula, Papua New Guinea. LXX. Sematophyllaceae (Musci) 1. *Acanthorrhynchium*, *Acroporium*, *Clastobryophyllum*, *Pseudopiloecium*, *Radulina* and *Trichosteleum*. Annales Botanici Fennici 44:35-78.
- VISNADI, S.R. 2006. Sematophyllaceae da Mata Atlântica do Nordeste do Estado de São Paulo. Hoehnea 33:455-484.
- WODEHOUSE, R.P. 1935. Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine. Mc.Graw-Hill Book Co., New York.
- YANO, O. 1996. A checklist of Brazilian bryophytes. Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo 10:47-232.