



# Variabilidade morfológica dos esporos em espécies de *Serpocaulon* A. R. (Polypodiaceae J. Presl) em função de variáveis ambientais

**Carolina Brandão Coelho**<sup>(1,2)</sup> & Luciano Mauricio Esteves<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo, SP, carolbcoelho@yahoo.com.br; <sup>(2)</sup>Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Instituto de Botânica

**Resumo:** Os esporos de samambaias apresentam características estruturais que permitem a distinção de famílias, gêneros e muitas vezes de espécies. Porém, é notável a existência de certa variabilidade morfológica dentro de uma mesma espécie quando se analisam vários espécimes em conjunto. Foram analisados esporos de diferentes espécimes das 16 espécies brasileiras de *Serpocaulon* A.R. Sm. (Polypodiaceae), procedentes de diversas localidades e tipos fitofisionômicos: *S. adnatum*, *S. attenuatum*, *S. caceresii*, *S. catharinae*, *S. fraxinifolium*, *S. giganteum*, *S. glandulosissimum*, *S. latipes*, *S. levigatum*, *S. meniscifolium*, *S. mexiae*, *S. panorense*, *S. richardii*, *S. sehnemii*, *S. triseriale* e *S. vacillans*. Os esporos foram analisados sob Microscopia óptica (M.O.) e Microscopia eletrônica de varredura (M.E.V.). Foram realizadas medidas dos diâmetros equatoriais maior e menor, do diâmetro polar e do comprimento da lesão e, também, da altura e da largura das verrugas. Os esporos não apresentaram variação quanto à forma, simetria e lesão, sendo sempre monoletes de simetria bilateral, com lesão linear. O exosporo é recoberto por verrugas que variam em altura, largura e agrupamento, e apresenta duas ou três camadas; o perisporo tem uma única camada, variando de psilado a microreticulado. A análise de diferentes espécimes para cada uma das espécies estudadas demonstrou que houve grande variabilidade entre as médias dos diâmetros polar e equatorial. As análises de PCAs não revelaram ordenações significativas entre a variabilidade morfológica observada entre os espécimes de cada espécie e as condições dos locais de coleta. Os fatores bióticos dos domínios fitogeográficos onde foram coletados os espécimes estudados não influenciaram na variabilidade morfológica dos esporos de *Serpocaulon*. A diversidade de tamanho entre os espécimes pode estar relacionada a vários outros fatores, como problemas de hibridização, poliploidia, identificação taxonômica, herborização ou coleta, ou ainda interferências durante os procedimentos

metodológicos para preparação do material palinológico.

**Palavras-Chave:** morfologia, palinologia, samambaia

## INTRODUÇÃO

Embora os esporos de samambaias sejam bastante distintos, apresentando características peculiares que permitem a distinção de famílias, gêneros e muitas vezes de espécies, é notável a existência de certa variabilidade morfológica dentro de uma mesma espécie quando se analisam vários espécimes em conjunto. Essa variabilidade está associada principalmente ao tamanho dos diâmetros e da ornamentação encontrada nos esporos de uma mesma espécie, e não há nenhuma investigação sobre os motivos que levam ou influenciam essa diversidade. Índícios referentes aos fatores bióticos e abióticos, tais como incidência de luz (sombra/sol) e umidade (seca/úmido), diferenças altitudinais, clima e pH do solo, provavelmente podem ser fatores ambientais que causam certa variabilidade fenotípica nas espécies do grupo (Page, 1979). Samambaias em diferentes habitats podem produzir diferentes morfologias de esporófitos, já que muitas das diversas adaptações estruturais são associadas com o seu papel ecológico em ambientes particulares (Page 1979). Dessa forma, é plausível que esporos de uma mesma espécie possam sofrer influências das diversas condições ambientais onde a planta-mãe está estabelecida, acarretando consequências não somente nos processos e funções fisiológicas da célula, mas também no tamanho, forma e ornamentação desses esporos (Dyer 1979).

O gênero *Serpocaulon* A.R. Sm. foi recentemente segregado de *Polypodium* L. por Smith *et al.* (2006) e está distribuído exclusivamente nas regiões do neotrópico. Pertence à família Polypodiaceae J. Presl, altamente poliplóide, fator importante para tentar elucidar se a variabilidade morfológica encontrada em diferentes espécimes de uma mesma espécie está sendo induzido pelos processos genéticos e/ou pelas condições ambientais onde a espécie está estabelecida (Tryon & Tryon 1982; Tryon & Lugardon 1990).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo da morfologia dos esporos do gênero *Serpocaulon* A.R. Sm. foi realizado utilizando-se material obtido de plantas herborizadas procedentes de exsicatas dos herbários ESA, HRCB, INPA, MBM, RB, RBR, SP, SPF, UEC, UPGB (acrônimos seguem o *Index Herbariorum*, Holmgren & Holmgren 1998), levando-se em consideração a localidade, procedência geográfica e tipos fitofisionômicos indicados e registrados nas etiquetas das exsicatas. Os dados das áreas de coleta dos materiais foram sintetizados dentro dos domínios fitogeográficos, padronizados conforme Veloso *et al.* (1991) e Rizzini (1997).

Foram estudadas as 16 espécies de *Serpocaulon* ocorrentes no Brasil: *S. adnatum* (Kunze ex Klotzsch) A.R. Sm., *S. attenuatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) A.R. Sm., *S. caceresii* (Sodirol) A.R. Sm., *S. catharinae* (Langsd. & Fisch.) A.R. Sm., *S. fraxinifolium* (Jacq.) A.R. Sm., *S. giganteum* (Desv.) A.R. Sm., *S. glandulosissimum* (Brade) Labiak & J. Prado, *S. latipes* (Langsd. & Fisch.) A.R. Sm., *S. levigatum* (Cav.) A.R. Sm., *S. meniscifolium* (Langsd. & Fisch.) A.R. Sm., *S. mexiae* (Copel.) A.R. Sm., *S. panorense* (C. Chr.) A.R. Sm., *S. richardii* (Klotzsch) A.R. Sm., *S. sehnemii* (Pic. Serm.) Labiak & J. Prado, *S. triseriale* (Sw.) A.R. Sm. e *S. vacillans* (Link) A.R. Sm.

Os esporos foram preparados pelo método da acetólise, conforme Erdtman (1960) e observados em microscopia óptica, a fim de analisar a superfície dos esporos, reconhecendo padrões de ornamentação e estratificação da esporoderme. Foram realizadas medidas, em até 25 esporos, dos diâmetros equatoriais maior (EM) e menor (Em), do diâmetro polar (P) e do comprimento da lesão (L); em até 10 esporos foram medidos a altura (Valt) e largura (Vlar) das verrugas. Detalhes mais minuciosos da ornamentação foram obtidos através de microscopia eletrônica de varredura.

Todas as medidas foram tratadas estatisticamente, determinando-se a média, o intervalo de confiança a 95% e o coeficiente de variabilidade da amostra. A análise dos componentes principais (PCA) foi utilizada nas medidas tomadas nos esporos, assim como suas características de ornamentação, para ordenar as espécies entre si. Foram correlacionados os dados quantitativos (medidas) e qualitativos (em função dos dados fitogeográficos) dos esporos, procedendo da seguinte maneira: (i) tratando todo o conjunto de espécimes estudados a partir das variáveis métricas dos diâmetros e associados aos dados das áreas coletadas, indicadas pelos

domínios fitogeográficos brasileiros; e (ii) tratando somente alguns materiais (espécimes) levando em consideração as variáveis métricas da altura e largura das verrugas, em conjunto com as informações das áreas coletadas, indicadas pelos domínios fitogeográficos brasileiros. Ambas as etapas foram vinculadas em uma matriz no programa PC-Ord na tentativa de estabelecer as relações ambientais e a variabilidade do tamanho dos esporos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Morfologia dos esporos de *Serpocaulon* A.R. Sm.

Esporos de tamanho grande, com exceção dos esporos de *S. richardii* que apresenta esporos de tamanho médio (25-50  $\mu\text{m}$ ); monoletes elipsoidais, com simetria bilateral, plano-convexo a côncavo-convexo em vista equatorial. Lesão linear não ramificada, medindo aproximadamente  $\frac{1}{2}$  do diâmetro equatorial maior, sem margem ou espessamento aparente. A superfície é recoberta por verrugas que variam em altura, largura da base e distribuição sobre a parede. Verrugas mais protuberantes foram encontradas em *S. richardii*, seguidas de *S. adnatum* e *S. levigatum*, enquanto em *S. vacillans* as verrugas podem ser denominadas como baixas em relação às protuberantes das espécies acima mencionadas. A esporoderme é estratificada em exosporo e perisporo. O exosporo de duas camadas foi observado apenas nas espécies *S. adnatum*, *S. caceresii*, *S. fraxinifolium*, *S. sehnemii* e *S. vacillans* e de três camadas na grande maioria das espécies aqui estudadas para o gênero. Esta camada mede aproximadamente 4,40  $\mu\text{m}$  de espessura e possui faixa de variação entre 2,25-5,00  $\mu\text{m}$ . O perisporo é tênue, de difícil visualização e facilmente removido pela acetólise.

A análise do tamanho dos diâmetros equatorial maior (EM) e polar (P) demonstrou que a grande maioria das espécies brasileiras do gênero encontra-se entre a faixa de 55,00-60,00  $\mu\text{m}$  e 35,00-40,00  $\mu\text{m}$ . O diâmetro equatorial menor (Em) varia de 25,00-83,30  $\mu\text{m}$ , enquanto a lesão (L) apresenta faixa de variação entre 16,00-52,08  $\mu\text{m}$ . A espécie *S. richardii* apresentou os menores tamanhos de eixo equatorial maior e polar, enquanto *S. glandulosissimum* e *S. levigatum* têm diâmetros maiores em relação ao restante das espécies.

Existem poucos estudos sobre a morfologia dos esporos do gênero, e mesmo considerando aqueles com representantes ainda classificados como *Polypodium*, os dados palinológicos são escassos. Entre os autores que estudaram as espécies de *Serpocaulon*, apenas os estudos de Tryon & Tryon (1982), Tryon & Lugardon (1990) e Hense (1990) foram os que apresentaram dados morfológicos mais

detalhados e consistentes em relação à morfologia dos esporos do gênero.

Nayar & Devi (1964), Lloyd (1981), Tryon & Tryon (1982), Tryon & Lugardon (1990), Hense (1990) e Simabukuro (1995) observaram algumas poucas espécies de *Serpocaulon* e constataram também que não há variação quanto à forma, simetria e lesão. A baixa variabilidade morfológica nos esporos, principalmente na ornamentação, também é descrita por Lloyd (1981), Tryon & Tryon (1982), Tryon & Lugardon (1990) e Hense (1990).

#### Dados fisionômicos das espécies de *Serpocaulon*

A maioria das espécies de *Serpocaulon* está presente nos domínios da Floresta Atlântica (Mata Atlântica), incluindo ainda áreas de restinga do litoral da costa atlântica e interiores do Estado de São Paulo, onde estão presentes as vegetações de florestas estacionais semidecíduas. Este dado corrobora os estudos de Labiak & Hirai (2010) para o gênero.

A espécie *S. sehnemii* restringiu-se a área de Mata Atlântica, não sendo encontradas exsicatas de outras regiões fitogeográficas para o presente estudo. As espécies *S. adnatum* e *S. caceresii* foram somente registradas para áreas da Floresta Amazônica de Terra-Firme, que apresentam características de uma Floresta Ombrófila Densa, semelhante à Mata Atlântica, porém de clima equatorial, apresentando, portanto, uma flora peculiar a esta região.

Grande parte dos espécimes coletados para análise palinológica de *S. vacillans* foi registrada para os domínios fitogeográficos do Cerrado, principalmente nas áreas de campo limpo dos Estados de São Paulo e Paraná. Poucos espécimes de *S. catharinae*, *S. glandulosissimum*, *S. latipes*, *S. meniscifolium* e *S. triseriale* foram coletados nos domínios do Cerrado.

#### Variabilidade morfológica em função dos locais de coleta

Foi realizada a análise de PCA (Figura 1) envolvendo a associação entre as medidas dos diâmetros e o comprimento da lesão de todos os espécimes estudados, em conjunto com as informações dos domínios fitogeográficos.

A variabilidade morfológica, principalmente a diversidade de tamanho dos esporos do conjunto dos espécimes de cada espécie de *Serpocaulon*, não está relacionada às condições ambientais das áreas onde as espécies foram coletadas. Salgado-Labouriau (1973) e Barth & Melhem (1988) descreveram que tamanho e forma de grãos de pólen e esporos são caracteres, relativamente,

pouco significativos, devido principalmente à instabilidade dessa estrutura celular em relação a diversos fatores ambientais, laboratoriais e de coleta.

Provavelmente fatores bióticos e abióticos podem estar relacionados tanto com a variabilidade fenotípica dos indivíduos, assim como também à morfologia dos esporos (Page 1979).

Em relação aos dados de altura (Valt) e largura (Vlarg) das verrugas, associados aos dados das áreas coletadas (Figura 2), observa-se que não houve ordenação significativa entre as variáveis métricas e os ambientes no qual os espécimes estavam inseridos.

#### CONCLUSÕES

Os esporos de *Serpocaulon* não apresentaram variação quanto à forma, simetria e lesão. A superfície é recoberta por verrugas, que variam em altura e largura, e na organização (adensamento) sobre a parede. O exosporo varia de duas a três camadas enquanto o perisporo tem uma única camada.

O tamanho dos esporos é uma característica instável e de pouco valor diagnóstico. Houve grande variabilidade entre as médias dos diâmetros polar e equatorial.

Os fatores bióticos dos domínios fitogeográficos onde foram coletados os espécimes estudados, tais como as condições climáticas, intensidade luminosa e teor de umidade, não influenciaram na variabilidade morfológica dos esporos de *Serpocaulon*.

A diversidade de tamanho entre os espécimes pode supostamente estar relacionada a vários outros fatores, como problemas de hibridização, poliploidia, identificação taxonômica, herborização ou coleta, ou ainda interferências durante os procedimentos metodológicos para preparação do material palinológico.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barth, O.M. & Melhem, T.S. 1988. Glossário ilustrado de palinologia. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Dyer, A.F. 1979. The culture of fern gametophytes for experimental investigation. In: A.F. Dyer (ed.). The experimental biology of ferns. Academic Press, London, 8: 254-291.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift 39: 561- 564.
- Hense, R.V. 1990. Revision of the *Polypodium loriceum* Complex (Polypodiaceae). Nova Hedwigia 50: 279-336.
- Holmgren, P.K. & Holmgren N.H. 1998. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium.

<http://sciweb.nybg.org/science2/indexherbariorum.asp> (acesso em 20.01.2011).

Labiak, P.H. & Hirai, R.Y. 2010. Polypodiaceae. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB091538> (acesso em 14.12.2010).

Lloyd, R.M. 1981. The perispore of *Polypodium* and related genera (Polypodiaceae). *Canadian Journal of Botany* 59: 175-189.

Nayar, B.K. & Devi, S. 1964. Spore morphology of Indian ferns III. Polypodiaceae. *Grana Palynologica* 5: 342-395.

Page, C.N. Experimental aspects of fern ecology. *In*: A.F. Dyer (ed). *The experimental biology of ferns*. Academic Press, London, 15: 552-581.

Rizzini, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2 ed. Âmbito Cultural Edições, Rio de Janeiro.

Salgado-Labouriau, M.L. 1973. *Contribuição à palinologia dos cerrados*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.

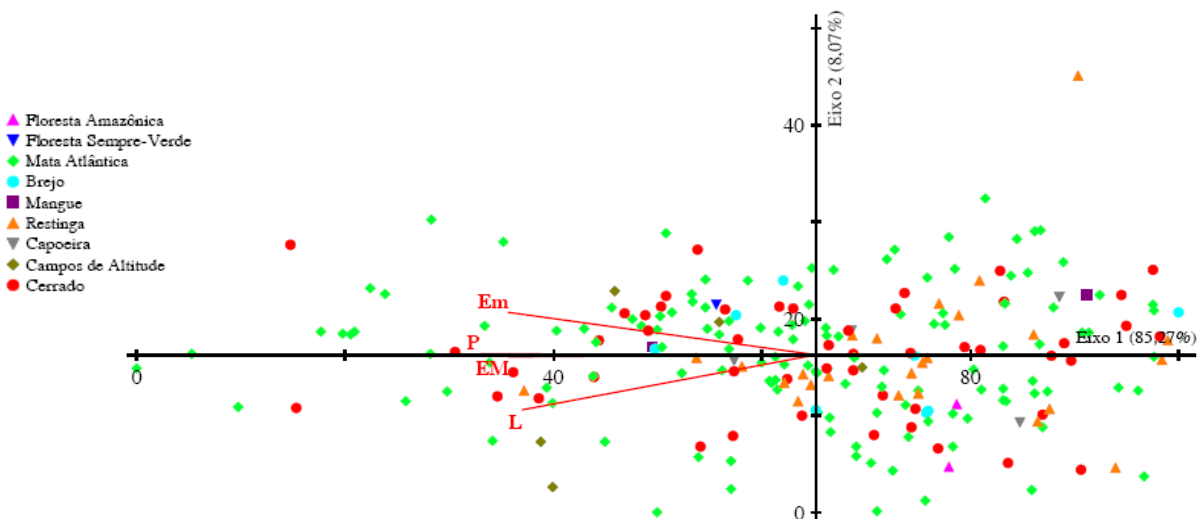
Simabukuro, E.A. 1995. Pteridófitas da Estação Experimental e Reserva Biológica de Mogi Guaçu (SP): morfologia de esporos, chuva polínica, banco de solo e variabilidade de *Cyathea delgadii* Sternb. Dissertação de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Smith, A.R., Kreier H, Haufler C.H., Ranker T.A. & Schneider, H. 2006. *Serpocaulon* (Polypodiaceae), a new genus segregated from *Polypodium*. *Taxon* 55: 919-930.

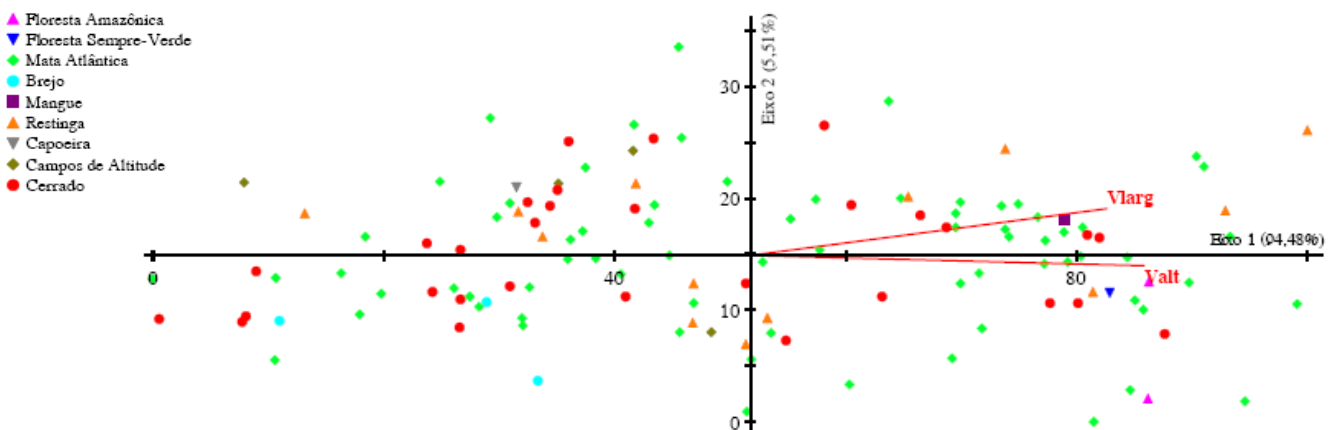
Tryon, A.F. & Lugardon, B. 1990. Spores of the Pteridophyta. Surface, wall structure, and diversity based on electron microscope studies. Springer-Verlag, New York.

Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to tropical America*. Springer-Verlag, New York.

Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L. & Lima, J.C.A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.



**Figura 1.** Ordenação pela PCA dos espécimes de *Serpocaulon* A.R. Sm., em função das variáveis métricas dos diâmetros dos esporos e fitofisionomias. EM = diâmetro equatorial maior; Em = diâmetro equatorial menor; L = comprimento da lesão; P = diâmetro polar.



**Figura 2.** Ordenação pela PCA, dos espécimes de *Serpocaulon*, em função das variáveis métricas da largura (Vlarg) e altura (Valt) das verrugas e fitofisionomias.