



# RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE MONILOPHYTA EM GRADIENTE VERTICAL NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO CONDURU, BAHIA, BRASIL

Isabella Moreira de Oliveira (1)

Sara Mortara Ribeiro (2); Diogo Loretto (3); Carlos Eduardo P. Nunes (4); André M. Amorim (5)

1 - Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia - Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Brasília - DF. Autor para correspondência: oliveiraisabella@gmail.com . 2 - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus Itabuna km 16 CEP 45650 - 000. 3 - Laboratório de Vertebrados, Depto. Ecologia - IB - UFRJ, Av. Brigadeiro Trompovsky, s/número, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. 4 - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Vegetal, Caixa Postal 6109 - 13.083 - 970 - Campinas, SP, Brasil. 5 - Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz.

## INTRODUÇÃO

As epífitas vasculares compõem pelo menos um terço, podendo chegar a mais de 50%, da flora vascular das florestas tropicais. São um dos principais componentes dessa flora e a primeira comunidade a declinar quando ocorrem danos à floresta (Barthlott *et al.*, 2001).

Dentro da comunidade de epífitas vasculares, as samambaias ou Monilophyta (sensu Smith *et al.*, 2006) representam um importante componente desta flora, contribuindo significativamente na diversidade das florestas. De acordo com Benzing (1990, 1995), representam aproximadamente 35% da riqueza de espécies do componente epifítico, visto que o hábito epifítico evoluiu em várias famílias do grupo (Dubuisson *et al.*, 2009). Além disso, as samambaias formam um grupo heterogêneo, e possuem diversidade morfológica acentuada que correspondem a adaptações aos mais variados habitats (Osmond *et al.*, 1986; Windisch, 1992 apud Pietrobom & Barros, 2001).

Dubuisson *et al.*, (2009) e Schuettpelz (2007) colocam as adaptações para o epifitismo como sendo o principal motor da diversificação de determinadas famílias de Monilophyta, como em Hymenophyllaceae e Polypodiaceae. Ao longo do tempo evolutivo, as adaptações ao hábito de vida epifítico permitiram às samambaias não apenas sobreviver como também se diversificar em ambientes cada vez mais complexos e dominados pelas angiospermas. Isso se deve a uma resposta oportunista do grupo das samambaias leptosporangiatas à formação desses ecossistemas com o aparecimento de uma gama de novos nichos a serem ocupados (Schuettpelz, 2007). Atualmente, essa diversificação se reflete no fato de que as samambaias são o segundo grupo de plantas vasculares com a maior proporção de epífitas, possuindo 29% das espécies com esse hábito. Ocupando o primeiro lugar, estão as monocotiledôneas, com 31%, a maioria representada por Orchidaceae (Dubuisson, 2009).

O Brasil abriga um dos principais centros de diversidade e endemismo de samambaias da região neotropical (Tryon, 1972). Entretanto, no estado da Bahia, a flora de samambaias é pobremente documentada até o momento, à exceção do estudo de Matos (2009) que descreveu a composição florística de samambaias e licófitas da RPPN Serra Bonita, município de Camacan, sul da Bahia, com mais de 40 espécies citadas pela primeira vez para o estado e outras inúmeras descritas como novas.

Visto que há marcado aumento de complexidade estrutural do solo em direção ao dossel das florestas tropicais, é esperado que haja um aumento na diversidade de formas de vida e na riqueza de espécies à medida em que são disponibilizados mais habitats, especialmente para lianas e epífitas (Benzing, 1990; Crawley, 1989; Richard, 1998). Essas, por exemplo, influenciam diversos processos ecológicos como os ciclos gasosos e minerais, interagem com grande número de organismos e estão presentes em todos os estratos das matas tropicais (Benzing, 1990; Barthlott *et al.*, 2001).

Dessa forma, considerar o componente epifítico das florestas é parte importante para o melhor e maior entendimento da ecologia das florestas tropicais (Benzing, 1990). Entretanto, Carlsen (2000) aponta como principal causa da falta de conhecimento sobre a flora de epífitas as limitações nos trabalhos de campo, principalmente no que diz respeito ao acesso coerente e eficiente dos padrões de distribuição e de riqueza ao amostrar não somente o solo e o sub - bosque, mas também o dossel (Gradstein *et al.*, 2003).

De acordo com os trabalhos de Dittrich *et al.*, (2005) e Junior *et al.*, (2006), observam - se diferenças entre a abundância e riqueza de pteridófitas de hábitos ou formas de vida diferentes e entre os diferentes estratos de florestas tropicais, havendo uma maior riqueza de formas de vida epifíticas.

## OBJETIVOS

O presente estudo objetiva descrever e avaliar a variação na composição, riqueza, abundância e diversidade das espécies de samambaias florestais da área de entorno da sede do Parque Estadual do Conduru, Bahia, Brasil, nos diferentes estratos: solo (S), sub - bosque (SB) e dossel (D).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no Parque Estadual da Serra do Conduru (PESC), localizado entre os municípios de Ilhéus, Itacaré e Uruçuca, no sul do Estado da Bahia (14°20'-14°30' S; 39°02'-39°08' W). O clima da região é classificado como Af (*sensu* Köppen), sendo quente e úmido, sem uma estação seca bem definida. A temperatura média mensal é de 24°C, sendo os meses quentes de novembro a março e os mais frios de julho a agosto. A umidade relativa é frequentemente maior que 80% e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. A precipitação pluviométrica média anual no PESC vai de 1800 mm a 2200 mm. A geologia local é dominada por rochas cristalinas do Pré - Cambriano, cobertas, em algumas áreas por sedimentos do Terciário - Quaternário. Há diferentes tipos de solo, incluindo latossolos e podzólicos, assim como áreas aluviais e arenosas. A altitude do PESC varia de 60 m a 500 m acima do nível do mar e a vegetação predominante é floresta ombrófila densa submontana. Essas florestas têm um dossel uniforme com mais de 25 m de altura em média, com poucos indivíduos emergentes, muitas epífitas, grandes lianas e um denso sub - bosque (Martini *et al.*, 2007).

### Amostragem

Foram estabelecidas quatro parcelas de 20 x 20 m, totalizando uma área de 0,16 ha onde todas as espécies de samambaias encontradas durante a busca no solo, sub - bosque e dossel foram contadas e coletadas para identificação em laboratório. A parcela foi estabelecida a partir de uma árvore emergente próxima a trilhas já existentes. A amostragem de sub - bosque e de dossel foi realizada por meio de técnicas de ascensão vertical ao dossel em quatro árvores na parcela: a emergente e três árvores escolhidas pela facilidade de acesso (modificado de Gradstein *et al.*, 2003). Na árvore emergente, a técnica de ascensão e descenso foi feita por meio de cordas para escalada. Nas árvores de sub - bosque usamos técnicas de ascensão pelo tronco da árvore (técnica conhecida como “proussikar a árvore”) e descenso por cordas.

No solo todos os indivíduos foram contados e todas as espécies coletadas através de um escaneamento em sub - parcelas de 2 x 20 m. Da mesma forma, fizemos um escaneamento visual do sub - bosque até 5 m de altura em busca de samambaias, que foram coletada manualmente usando as técnicas de escalada artificial. Os indivíduos de sub - bosque de 5 a 15 m foram também coletados manualmente somente nas três árvores de maior altura e facilidade de acesso, como descrito acima.

Ficou definido como sub - bosque todo o estrato acima do solo até 15 m, a máxima altura em que foi possível acessar os epífitos dos galhos mais finos das árvores não emer-

gentes com segurança. Foi considerado dossel tudo que estava acima dessa cota.

Os indivíduos coletados foram separados em morfotipos e posteriormente identificados e depositados no herbário do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC). Todas as amostras foram categorizadas em relação ao hábito (A = arborescente, E = epífita, HE = hemiepífita, HEO = hemiepífita ocasional, T = terrestre, TO = terrestre ocasional). No sub - bosque, a altura dos indivíduos hemiepífíticos e epífíticos foi estimada.

### Análise dos dados

Os dados de espécies/morfoespécies, hábito e número de indivíduos foram tabelados e foi calculado o coeficiente de similaridade de Sørensen a fim de comparar a similaridade das espécies entre os diferentes estratos verticais da floresta. Comparamos a abundância e riqueza de espécies entre os estratos de altura nas diferentes parcelas. Para comparar os dois parâmetros usamos a Análise de Variância. Para a análise de abundância o conjunto de dados do sub - bosque usado foi apenas dos indivíduos registrados até cinco metros de altura. Consideramos que nessa faixa de altura a amostragem foi precisa e exaustiva, como a feita no solo, onde possivelmente todos os indivíduos e espécies foram contabilizados através do escaneamento. Acima desta altura, os dados coletados não o foram em todas as árvores, por impossibilidade de acesso ou de tempo em campo e, por isso, não foram considerados.

Usamos o software Ecosim 7.0 (Gotelli & Entsminger, 2009) para produzir a curva de acúmulo de espécies em função da abundância de indivíduos registrados a partir do default do programa com 1000 aleatorizações e baseado no índice de diversidade de Shannon. Foram calculados o número mínimo e máximo de espécies que podem ocorrer na área de estudo e o percentual estimado de quanto foi registrado utilizando - se o estimador de riqueza Chao2, com 95% de confiança e o pacote estatístico Estimate S 8.0 (Colwell, 2006).

## RESULTADOS

Foram registrados 682 indivíduos pertencentes a 55 morfoespécies. Destas, 38 foram identificadas até gênero e 17 permanecem ainda aguardando identificação. A minoria das espécies foi abundante e a maioria possui poucos registros dentro da parcela, para todos os estratos amostrados. Foram encontradas 17 morfoespécies que obtiveram apenas um registro enquanto 7 das coletadas possuem uma abundância maior que 20. A espécie mais abundante foi *Cyclodium meniscioides*. Somadas a ela, *Anemia phyllitidis*, *Lomariopsis marginata* e *Cyclodium heterodon* são responsáveis por ca. 50% de toda a amostra. A curva de espécies acumuladas não estabilizou com o número de parcelas amostradas e o número estimado de espécies é de 74.

As espécies presentes no solo foram as mais abundantes, e representaram 81% de toda a amostra. As espécies presentes no sub - bosque e dossel representaram apenas 19% da abundância total. Dentre as três espécies mais abundantes, somente *Lomariopsis marginata* possui hábito de vida hemiepífítico; as outras duas espécies são de hábito de vida terrestre.

Poucas foram as espécies em comum entre as parcelas (similaridade Sørensen variando entre 0,164 e 0,303) e entre os estratos de uma mesma parcela (Sørensen 0 entre S e D de todas as parcelas; variando de 0,09 a 0,375 entre S e SB; variando de 0 a 0,193 entre SB e D), sendo a similaridade, no geral, baixa para todos os casos. Apesar disso a riqueza não diferiu entre os estratos estudados ( $F = 3,21$ ;  $p = 0,089$ ). No entanto, a abundância foi diferente entre chão e sub - bosque ( $F = 7,31$ ;  $p = 0,035$ ).

O número de espécies coletadas neste estudo pode ser considerado elevado em relação às presentes na área, pois de acordo com a estimativa fornecida pelo índice utilizado registramos aproximadamente 75% da comunidade de samambaias. Tanto este índice, nos dado pelo estimador Chao 2, quanto a curva de acúmulo de espécies indicam para um maior número de espécies se o esforço de amostragem aumentar.

Outro resultado importante que aponta para este mesmo argumento é a similaridade entre estratos e parcelas estudadas. Em todas as comparações feitas a similaridade poucas vezes atingiu 30%. Em nenhum dos casos houve semelhança na composição de espécies entre dossel e solo. Mesmo entre sub - bosque e dossel a similaridade foi baixa: em duas parcelas não houve nenhuma espécie em comum nesses estratos, e nas outras duas a similaridade foi menor que 20%. Mesmo entre solo e sub - bosque, onde há maior proximidade e onde não são incomuns os casos de espécies terrestres como hemiepífitas de sub - bosque e espécies de epífitas habitando o solo da floresta a composição de espécies foi divergente.

Todos esses fatores apontam para uma riqueza de espécies ainda sub - amostrada, mas também dizem respeito ao ambiente e ao estrato particular amostrado. Essas diferenças e argumentos a favor de uma maior número de espécies também estão relacionados à particularidades e adaptações específicas das espécies de samambaias em cada um dos estratos estudados. Da mesma forma, estão também relacionadas, principalmente no caso da abundância, à facilidade de coleta e estudo em solo e no baixo sub - bosque (até 5 m de altura) em relação as porções mais elevadas da mata. Seguramente, a área disponível para colonização no solo é maior que nos estratos elevados, que só dispõem de galhos e troncos de forófitos. Além disso, o regime de luminosidade e umidade em solo e nos estratos elevados também é intensamente distinto, e provavelmente favorece ou mesmo não impede que um maior número de espécies de samambaias se instale no solo, visto que essas plantas são reconhecidamente dependentes de condições de umidade favoráveis, as quais, talvez devido a altas temperaturas e correntes de ar, não sejam encontradas no dossel da mata dessa região, apesar da maior diversidade de micro - climas e maior complexidade estrutural do estrato.

Apesar de tudo apontar para um maior acúmulo de espécies em função de um maior esforço amostral, a estruturação da comunidade de samambaias esteve de acordo com a maioria das comunidades de organismos: poucas espécies abundantes e muitas espécies pouco frequentes ou mesmo raras. Isto, porém, não parece que possa mudar, mesmo se a porção da comunidade que não foi registrada o fosse.

O problema da quantidade de amostras no sub - bosque e dossel é a locomoção em cada estrato, o esforço feito em

campo e a proporção de sucesso conseguida. No médio e alto sub - bosque (de 5 a 15 m de altura) e no dossel a quantidade de indivíduos registrados foi menor que no baixo sub - bosque (até 5 m de altura). O motivo disso é fácil identificável: a facilidade de acesso.

Por isso, existe uma questão importante que ainda deve ser abordada em estudos subseqüentes: a padronização do esforço de médio e alto sub - bosque e de dossel. Dessa forma, com um número padrão de árvores visitadas, bem como o registro de forófitos que não hospedam samambaias epífitas ou hemiepífitas haveria como comparar e descrever a distribuição das espécies no estrato vertical sem vieses amostrais.

## CONCLUSÃO

Mesmo com reduzida área de coleta (0,16 ha) e dificuldades relacionadas ao acesso aos diferentes estratos da mata, os padrões encontrados foram consistentes e sustentaram a hipótese de que a composição de espécies de S, SB e D difere entre si. Além disso, o resultado encontrado sugere que as pteridófitas, assim como as angiospermas do PESC (Martini *et al.*, 2007), apresentam grande diversidade local. Além disso, o grupo mostrou - se um bom objeto de estudo para entender as diferenças entre os estratos da floresta dadas as claras diferenças em sua composição e hábitos ao longo do gradiente de altura.

(Agradecemos ao curso de ecologia de dossel, uma parceria da Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC e Universidade Estadual de Campinas-Unicamp, e aos professores e colaboradores do curso, em especial ao orientador Prof. Dr. André Amorim, que nos apresentou o maravilhoso mundo das samambaias, e aos escaladores que nos ensinaram as técnicas e fizeram nossa segurança enquanto trepávamos nas árvores. Ao Fernando B. Mattos pela revisão taxonômica).

## REFERÊNCIAS

- Barthlott, W., Schmit - Neuerburg, V., Nieder, J. & Engwald, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: A comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecol.* 152: 145-156.
- Benzing, D. H. 1990. *Vascular epiphytes-General biology and related biota.* Cambridge University Press, Cambridge. 354p.
- Benzing, D. H. 1995. *Vascular epiphytes.* In: Lowman, M.D. & Nadkarni, N. M. 1995. *Forest Canopies.* Academic Press Inc. 624p.
- Carlsen, M. 2000. Structure and diversity of the vascular epiphyte community in the overstory of a tropical rain forest in Surumoni, Amazonas state, Venezuela. *Selbyana* 21(1,2):7 - 10.
- Chao, A., R. L. Chazdon, R. K. Colwell, And T. - J. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8: 148-159.

- Colwell, R. K. 2006. Estimate S: statistical estimator of species richness and shared species from samples. Version 8.0. Persistent.
- Crawley, M. J. 1989. Plant ecology. Blackwell Scientific Publications. 496p.
- Dittrich, V. A. O., Waechter, J. L. & Salino, A. 2005. Species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 519 - 525.
- Dubuisson, J., Schneider H. & Hennequin, S. 2009. Epiphytism in ferns: diversity and history. *Comptes rendus biologies* 332: 120 - 8.
- Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, I. & Nöske, N. 2003. A Protocol for Rapid and Representative Sampling of Vascular and Non - Vascular Epiphyte Diversity of Tropical Rainforests. *Selbyana* 24(1): 105 - 111.
- Gotelli, N.J. & Entsminger, G.L. 2009. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesity - Bear. Jericho, VT 05465. <http://garyentsminger.com/ecosim.htm>.
- Junior., J. E. W., Cardelús, C., Colwell, R. K., & Moran, R. C. 2006. Species Richness and Distribution of Ferns along an Elevational Gradient in Costa Rica. *American Journal of Botany* 93(1): 73-83.
- Lowman, M.D. & Nadkarni, N. M., 1995. Forest Canopies. Academic Press Inc. 624p.
- Martini, A. M. Z. Fiaschi, P., Amorim, A. M., Paixão, J. L. 2007. A hot - point within a hot - spot: a high diversity site in Brazil's Atlantic Forest. *Biodiversity Conservation*. Doi 10.1007/s10531 - 007 - 9166 - 6.
- Matos, R. B. 2009. Samambaias e licófitas da RPPN Serra Bonita, município de Camacan, sul da Bahia, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba - PR.
- Osmond, C. B., Hubick, K. T. & Winter, K. 1986. Crassulacean Acid Metabolism in the Shade. *Studies on an Epiphytic Fern, Pyrrosia longifolia, and Other Rainforest Species from Australia*. *Oecologia* 68: 224 - 230.
- Pietrobon, M. R. & Barros, I.C.M. 2001 Pteridófitas de um remanescente de floresta atlântica em São Vicente Férrer, Pernambuco, Brasil: Pteridaceae. *Acta bot. bras.* 16(4): 457 - 479.
- Raven, P. H., Eckert, R. F. & Eichhorn, S. E. 2004. *Biologia Vegetal*. 6a Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Richard, M. 1998. Fern species diversity in relation to spatial scale and structure. Master of Science Dissertation (p. 117). McGill University. Montreal, Quebec, Canada.
- Schuettpelz, E. 2007. The Evolution and Diversification of Epiphytic Ferns. Doctor of Philosophy Dissertation. Department of Biology, Graduate School, Duke University, Durham, North Carolina, US.
- Smith A. R., Pryer K.M., Schuettpelz E., Korall P., Schneider H., Wolf, P. G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55: 705 - 731.
- Tryon, R. M. 1972. Endemic areas and speciation in tropical American ferns. *Biotropica* 4: 76 - 84.