



HETEROGENEIDADE AMBIENTAL E DIVERSIDADE DE SAMAMBAIAS

Fábio M. Barros, Rodolpho C. Rodrigues, Paula C. Lopes & Camila R. Cassano

INTRODUÇÃO

Ambientes heterogêneos oferecem uma maior diversidade de condições e recursos, consequentemente abrigam maior número de espécies por unidade de área quando comparados a ambientes mais homogêneos (Magurran 2004). Entretanto, em escalas maiores, que englobam várias unidades de ambientes distintos, ainda que sejam homogêneos, é possível se observar um número elevado de espécies como resultado da substituição destas espécies entre os ambientes. A riqueza de espécies em uma dada região é, portanto, determinada tanto pela heterogeneidade local de cada ambiente, quanto pela substituição desses ambientes na escala regional (Magurran 2004).

As samambaias compõem um grupo de plantas vasculares com grande diversidade de hábitos e respostas a variações ambientais (Tryon 1989). Aspectos físicos do ambiente como tipo de substrato (Tuomisto & Poulsen 1996), textura do solo (Zuquim et al. 2007), temperatura, evapotranspiração, umidade relativa (Poulsen & Nielsen 1995, Bernabe et al. 1999) e estrutura da vegetação (Paciência & Prado 2005) influenciam a distribuição do grupo.

Matacões são afloramentos rochosos que, no interior de florestas de encosta, possuem grande diversidade de microambientes em uma área pequena. Trechos de floresta sem esses afloramentos são comparativamente mais homogêneos, mas podem, em conjunto, exibir uma diversidade de organismos equivalente aos matacões como consequência de uma maior substituição de microambientes quando várias unidades de interesse são comparadas. Partindo dessas premissas, o objetivo do nosso trabalho foi avaliar se o aumento da heterogeneidade ambiental pela presença dos matacões leva ao aumento da diversidade de samambaias. Para tal, foram testadas as seguintes hipóteses: (1) a riqueza de espécies de samambaias é, em média, maior em áreas com matacões do que em trechos de floresta sem esses afloramentos rochosos e (2) a substituição de espécies entre matacões é menor

do que a substituição de espécies em trechos de floresta sem matacão.

MÉTODOS

O estudo foi realizado na Estação Ecológica Juréia-Itatins (E.E.J.I), Núcleo Arpoador situado na região nordeste do litoral sul do estado de São Paulo (24°38'S - 47°01'O). A vegetação na área de estudo é composta por floresta ombrófila densa e o relevo nesta parte da E.E.J.I. é caracterizado pela presença de morros que compõem o Maciço Mecenas-Itu, com altitude máxima de 500 m (Tarifa 2004). As amostragens foram realizadas ao longo da Trilha do Fundão acompanhando-se um gradiente altitudinal que se inicia próximo ao nível do mar até aproximadamente 200 m de altitude.

Ao longo da trilha foram determinados nove pontos de amostragem, compostos por um par de áreas adjacentes, uma com matacão (CM) e outra sem matacão (SM). A seleção das unidades amostrais foi realizada por uma pessoa que caminhou pela trilha, da sua base até o seu ponto mais alto, identificando matacões com um diâmetro mínimo de três metros e altura máxima de aproximadamente 2 m. Foram marcados todos os matacões ao longo dessa trilha com distância superior a 50 m entre si até se atingir nove unidades amostrais. Para cada matacão marcado, foi identificada uma área adjacente de floresta, com distância máxima de 35 m do matacão, onde não fossem encontrados afloramentos rochosos. Este delineamento pareado foi adotado para minimizar a influência de outros fatores, além da presença do matacão, na comparação entre os ambientes. Com o intuito de confirmar a premissa de que áreas com e sem matacão não diferem em outros fatores ambientais além da presença do afloramento rochoso, realizamos um teste de premissa comparando a abertura do dossel nos dois ambientes. Essa diferença na abertura do dossel poderia ser gerada pela presença do matacão caso esse constituísse um obstáculo para as árvores de maior porte. Foram obtidas, então, imagens do

dossel com lentes hemisféricas no centro das áreas CM e SM de cada par e a abertura do dossel em cada parcela foi estimada pelo programa *Gap Light Analyser* (Institute of Ecosystem Studies 1999). Os valores de abertura do dossel entre CM e SM não foram estatisticamente diferentes ($p = 0,253$).

Em cada subunidade amostral (elemento do par CM e SM) foi estabelecida uma parcela circular com 5 m de raio. Nas áreas CM o centro das parcelas foi estabelecido no meio do matacão, e nas áreas SM foi escolhido arbitrariamente, a uma distância máxima de 35 m do centro do matacão. Em cada parcela foi contado o número de indivíduos de cada espécie de samambaia. As identificações foram realizadas no campo pelo Dr. Mateus Paciência, especialista no grupo.

Para cada parcela foi calculado um valor de diversidade alfa, que corresponde à riqueza local de espécies. A partir de uma curva de rarefação, a diversidade alfa da subunidade com maior número de indivíduos foi padronizada pela abundância da subunidade com menos indivíduos. Para testar se a diversidade alfa em áreas CM era maior que a diversidade alfa em SM, foi calculada a média das diferenças entre as diversidades alfa nos pares CM e SM. Através de 2000 aleatorizações dos valores de diversidade alfa dentro de cada par, foram geradas médias das diferenças entre os pares esperadas na ausência de efeito do tipo de ambiente. A probabilidade do valor encontrado ser gerado ao acaso foi estimada pela proporção da quantidade de valores esperados maiores ou iguais ao valor amostral observado.

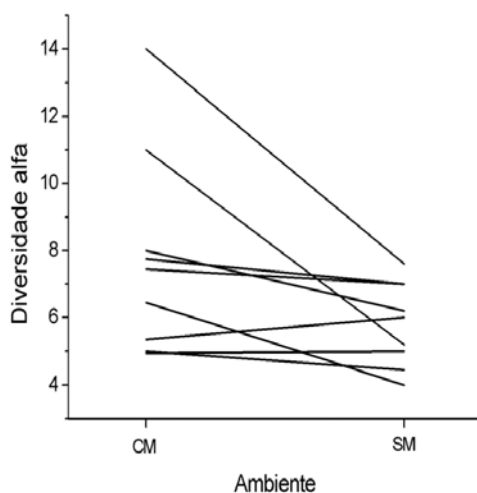


Figura 1 – Diversidade alfa de samambaias nos ambientes CM e SM ao longo da trilha do fundão. As retas indicam o pareamento dos valores para a mesma amostra.

Para testar se a substituição de espécies entre as amostras realizadas em áreas SM é maior do que a substituição de espécies entre áreas CM, foi estimada a diversidade beta entre todos os pares possíveis das nove parcelas, em cada ambiente, totalizando 36 valores de diversidade beta para cada tipo de ambiente. Para calcular a diversidade beta

Le:
$$\beta_{sim} = 1 - \frac{a}{a + \min(b, c)}$$

Onde: a = número de espécies em ambas as subunidades,

b = número de espécies exclusiva do primeiro elemento do par

c = número de espécies exclusiva do segundo elemento do par.

Para testar se a diversidade beta de SM era maior, em média, do que a diversidade beta de CM, foi calculada a diferença da média da diversidade beta dos dois grupos. Posteriormente foram geradas estimativas esperadas na ausência de diferença entre os grupos por 2000 permutações ao acaso dos 72 valores de diversidade beta entre as parcelas dos dois ambientes. A probabilidade da diferença observada ser gerada ao acaso foi estimada pela proporção da quantidade de valores esperados maiores ou iguais ao valor amostral observado.

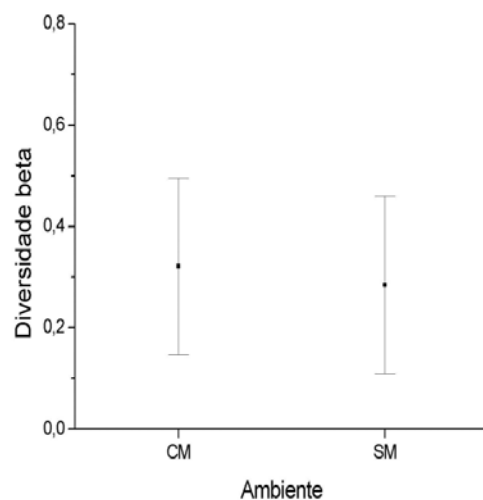


Figura 2. Média (ponto) e desvio padrão (barra) de diversidade beta de samambaias para os ambientes com matacão (CM) e sem matacão (SM).

RESULTADOS

Foram encontrados 554 indivíduos de 29 espécies, sendo que 303 indivíduos de 23 espécies foram registrados em CM e 254 indivíduos de 18 espécies em SM. Do total de espécies, 11 foram comuns aos dois ambientes, outras 11 espécies estiveram presentes exclusivamente em CM e sete foram encontradas somente em SM (Tabela 1).

A média da diversidade alfa foi maior para CM ($7,8 \pm 3,0$ espécies) do que para SM ($5,8 \pm 1,2$ espécies, Figura 1). A diferença média entre pares foi de $1,9 \pm 2,5$ espécies, e um valor igual ou superior a este ocorreu em 31 das 2000 aleatorizações, o que indica uma diferença significativa ($p = 0,016$, Figura 1). A diversidade beta foi maior entre CM ($0,32 \pm 0,17$) do que entre SM ($0,28 \pm 0,17$), porém esta diferença não foi significativa ($p = 0,200$; Figura 2), indicando que a substituição de espécies entre as subunidades amostrais foi similar em cada ambiente.

Tabela 1. Número de indivíduos das espécies de samambaias em áreas com matacão (CM) e sem matacão (SM) na trilha da mangueira.

Espécies	Com Matacão (CM)	Sem Matacão (SM)
<i>Adiantopsis pentadactylon</i>	1	-
<i>Campyloneurum repens</i>	1	-
<i>Adiantum curvatum</i>	2	-
<i>Olfersia cervina</i>	2	-
<i>Elaphoglossum ornatum</i>	3	-
<i>Campyloneurum minus</i>	4	-
<i>Pteris denticulata</i>	4	-
<i>Hymenophyllum caudiculatum</i>	10	-
<i>Pecluma recurvata</i>	10	-
<i>Asplenium serratum</i>	14	-
<i>Tectaria pilosa</i>	15	-
<i>Campyloneurum rigidum</i>	20	1
<i>Lomagramma guianensis</i>	71	46
<i>Polybotrya cylindrica</i>	55	52
<i>Lomariopsis marginata</i>	42	53
<i>Cyathea corcovadensis</i>	17	38
<i>Trichomanes polypodioides</i>	4	17
<i>Lindsaea lancea</i>	4	2
<i>Polytaenium cajenense</i>	4	2
<i>Lindsaea divaricata</i>	9	8
<i>Diplazium cristatum</i>	4	3
<i>Asplenium scandicinium</i>	3	6
<i>Salpichlaena volubilis</i>	3	10
<i>Lygodium volubile</i>	-	6
<i>Elaphoglossum lingua</i>	-	3
<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	-	3
<i>Polybotrya speciosa</i>	-	2
<i>Danaea geniculata</i>	-	1
<i>Diplazium plantaginifolium</i>	-	1
Total de indivíduos	302	254

DISCUSSÃO

Os valores de diversidade alfa maiores em áreas com matações indicam que, nessa escala, o número de espécies nesse ambiente é, em média, maior do que o número de espécies em áreas adjacentes sem a presença desses afloramentos rochosos. No entanto, ao contrário do previsto, a similaridade dos valores de diversidade beta entre CM e SM indica que as espécies de samambaias se substituem em taxas iguais nos dois ambientes.

A maior diversidade alfa de samambaias encontrada nas áreas com matações provavelmente está ligada à maior heterogeneidade desses ambientes. Por apresentarem uma maior complexidade e heterogeneidade estrutural, como fendas, buracos e poças, as áreas com matação, quando comparadas a áreas adjacentes sem matação, oferecem diferentes condições e recurso, o que possibilita a coexistência de um maior número de espécies. Vale ressaltar, também, que o aumento da diversidade de samambaias em função da heterogeneidade do ambiente, encontrado por nós em escala pequena (15 – 30 m), foi semelhante ao resultado obtido por Paciência e Prado (2005) em escala maior. Esses autores encontraram maior diversidade de samambaias em áreas de borda de florestas fragmentadas, que são mais heterogêneas do que áreas de interior. Isso pode evidenciar que a heterogeneidade dos ambientes pode promover uma maior diversidade de samambaias em diferentes escalas.

Considerando que a distribuição das samambaias se deve principalmente a características dos ambientes (Zuquim et al. 2007), a ausência de diferenças de diversidade beta entre CM e SM deve estar ligada à substituição de algum microhabitat comum aos dois ambientes, que se alteram a uma mesma taxa ao longo do percurso amostrado, como por exemplo o tipo de solo. Considerando que muitas samambaias amostradas em áreas com matações estavam no solo, é provável que uma mudança no tipo de solo ao longo das amostras possa gerar uma taxa semelhante de substituição de espécies. Outra hipótese seria a de que os microhabitats não sejam os mesmos, mas suas taxas de substituição sejam equivalentes. Por exemplo, uma mudança da disposição, tamanho, ou forma desses matações ao longo da trilha poderia compensar as alterações de solo nas áreas sem matação, explicando assim a similaridade dos valores de diversidade beta

Por fim, conclui-se que as samambaias respondem a modificações do ambiente em uma escala muito pequena. Dentro de florestas de encosta, a presença

de matações pode gerar uma grande diversidade de microambientes que possibilita a coexistência de um maior número de espécies dessas plantas. Além disso, as áreas de matação, em conjunto, tiveram um maior número de espécies. Esta maior diversidade gama foi resultado da uma maior diversidade alfa nessas áreas, uma vez que a taxa de substituição de espécies foi similar nos dois ambientes.

REFERÊNCIAS

- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Porto Alegre: Artmed.
- Bernabe, N., G. Williams-Linera & M. Palacios-Rios. 1999. Tree ferns in the interior and at the edge of a mexican cloud forest remnant: spore germination and sporophyte survival and establishment. *Biotropica*, 31:83-88.
- Institute of Ecosystem Studies 1999. Gap Light Analyzer - version 2.0. Milbrook, New York.
- Lennon, J.J. et al. 2001. The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology* 70:966-979.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Paciencia, M.L.B. & J. Prado. 2005. Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in tropical rain forest in Brazil. *Plant Ecology*, 180:87-104.
- Poulsen, A.D. & I.H. Nielsen. 1995. How many ferns are there in one hectare of Tropical Rain Forest? *American Fern Journal*, 85:29-35.
- Souza, C.R.G. & A.P. Souza. 2004. Geologia e geomorfologia da área da Estação Ecológica Juréia-Itatins, pp. 16-33. In: Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Ribeirão Preto: Holos Editora.
- Tarifa, J.R. 2004. Unidades climáticas dos maciços litorâneos da Juréia-Itatins, pp. 42-50. In: Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Ribeirão Preto: Holos Editora.
- Tryon, R. M. 1989. Pteridophytes, pp. 327-338. In: Tropical rain forest ecosystems – biogeographical and ecological studies. V. 14b. Amsterdam, Elsevier.

Tuomisto, H. & A.D. Poulsen. 1996. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in Neotropical Rain Forests. *Journal of Biogeography*, 23:283-293.

Tuomisto, H., K. Ruokolainen & M. Yli-Halla. 2003. Dispersal, environment, and floristic variation of Western Amazonian Forests. *Science*, 299: 241-244.

Zuquim, G., F.R.C. Costa & J. Prado. 2007. Fatores que determinam a distribuição de pteridófitas da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Biociência*, 5(2): 360-362.

Grupo: On the rocks

Orientação: Alexandre Oliveira & Matheus Paciência