



# A DIVERSIDADE DE TREPadeiras ESTÁ RELACIONADA COM A DIVERSIDADE DE ÁRVORES?

J.C. Sfair <sup>1</sup>

A.L.C. Rochelle <sup>2</sup>, J.van Melis <sup>2</sup>, A.A. Rezende <sup>3</sup>, V. de L.Weiser <sup>4</sup>, F.R. Martins <sup>5</sup>

1-Programa de Pós - Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Caixa Postal 6109, Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, 13083 - 970 Campinas, SP, Brasil. e - mail: juliacaram@gmail.com

2-Programa de Pós - Graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Caixa Postal 6109, Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, 13083 - 970 Campinas, SP, Brasil

3-Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário Rio Preto - UNIRP, 15025 - 400 São José do Rio Preto, SP, Brasil

4-Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Avenida: Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube 14 - 01, 17033 - 360 Bauru, SP, Brasil

5 - Departamento de Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Caixa Postal 6109, Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, 13083 - 970 Campinas, SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

As trepadeiras lenhosas (lianas) ocorrem com grande abundância (Schnitzer 2005) e grande número de espécies (van der Heijden & Phillips 2009) em regiões tropicais. Nas áreas tropicais lianas seriam favorecidas em climas cuja estação seca fosse bem pronunciada porque podem acessar a água profunda e não sofrem de embolia no xilema (Schnitzer 2005), possibilitando que mantenham suas folhas durante a época mais desfavorável do ano (Putz & Windsor 1987). Dessa maneira, as lianas investiriam em crescimento, enquanto as árvores perderiam suas folhas e diminuiriam o ritmo de crescimento durante a estação seca (Schnitzer 2005). Outros estudos sugeriram que a abundância e a riqueza de lianas estariam relacionadas à perturbação e à estrutura da floresta (van der Heijden & Phillips 2008, 2009). A perturbação pode ser devida à ação antrópica, como fragmentação florestal por desmatamento (Laurance *et al.*, 2001), ou devida a eventos naturais, como furacões (Allen *et al.*, 1997) e abertura de clareiras (Schnitzer *et al.*, 2000). Van der Heijden & Phillips (2008) argumentaram que a estrutura da floresta seria mais importante para a densidade de lianas do que fatores como solo e clima.

Os trabalhos sobre a abundância e a riqueza de lianas geralmente enfocam fatores como clima ou perturbação, relacionados com a estrutura da floresta, motivando um grande debate na literatura (van der Heijden & Phillips 2008). Poucos são os trabalhos que enfocam a diversidade de árvores como uma variável que poderia influenciar a diversidade de lianas. Há poucas provas que sugerem uma relação entre descritores de diversidade de lianas e de árvores, como a relação positiva e significativa entre os Índices de Shannon (Watanabe & Suzuki 2008) e as riquezas (van der Heijden

& Phillips 2009) das árvores e das lianas. Caballé & Martin (2001) observaram que a diminuição na abundância e o aumento da riqueza de árvores estavam relacionados com a diminuição na riqueza e abundância de lianas ao longo do tempo. Entretanto, estes trabalhos não estabeleceram uma relação de causa e efeito entre os descritores de diversidade de lianas e de árvores. Nossa hipótese é que descritores de diversidade (abundância, riqueza e índice de heterogeneidade de Shannon) de árvores possam influenciar os mesmos descritores de lianas. Se isso for verdade, esperamos encontrar uma relação significativa entre os descritores de diversidade de lianas e de árvores.

## OBJETIVOS

Nosso objetivo foi testar a hipótese de que descritores de diversidade (abundância, riqueza e heterogeneidade de Shannon) da comunidade de árvores influenciam os descritores de diversidade da comunidade de lianas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Áreas amostradas

Consideramos resultados obtidos por outros trabalhos em cinco sítios no estado de São. Escolhemos esses sítios porque tivemos acesso aos valores de abundância (número de indivíduos) de cada espécie de liana e de árvore e também porque os levantamentos foram realizados em uma mesma região geográfica (estado de São Paulo). Consideramos que a amostragem de cada área procurou representar da melhor

forma possível a comunidade de lianas e de árvores, respeitando as características peculiares da vegetação em cada local.

A área de Floresta Tropical Pluvial Atlântica localiza-se no município de Ubatuba, estado de São Paulo (23° 23'21"54" - 59" S e 45°05'02" - 04" W, 348 - 394 m de altitude). Foram amostradas todas as árvores com PAP (perímetro do tronco à altura do peito) > 15 cm (Rochelle 2008) e todas as lianas com DAP (diâmetro do sarmento à altura do peito) > 1 cm (van Melis 2008).

A área de Floresta Estacional Semidecídua da Estação Ecológica Paulo de Faria está localizada às margens do Rio Grande, na divisa entre os estados de São Paulo e de Minas Gerais (19°55' - 58" S e 49°31' - 32" W, 400 a 495 m de altitude). Foram amostrados indivíduos arbóreos com DAP ≥ 3 cm e trepadeiras lenhosas com DAP ≥ 1 cm (Rezende 2005).

A área amostrada do cerradão em Bauru pertence ao Jardim Botânico Municipal de Bauru (22°19'41" - 21'06" S e 48°59'49" - 01'12" W, 519 - 603 m de altitude). Foram amostradas todas as árvores e arbustos com DAP ≥ 0,1 cm e lianas com DAS (diâmetro na altura do solo) ≥ 0,1 cm (Weiser 2007). Para simplificar a leitura ao longo do texto, adotaremos "árvore" como uma palavra que engloba árvores e arbustos.

Em Itirapina foi amostrada uma área de cerrado denso no fragmento Valério (22°12'42" - 22°13'08" S e 47°51'06" - 47°51'16" W, 762 m de altitude) incluindo as árvores com diâmetro do tronco no nível do solo DAS ≥ 3 cm e lianas com diâmetro do sarmentos no nível do solo DAS > 1 cm.

A área de Floresta Estacional Semidecídua em São Carlos localiza-se na Fazenda Canchim (21°55' - 22°00' S e 47° 48' - 47°52' W, 850 m de altitude). Foram amostradas as espécies arbóreas com DAP ≥ 5 cm em 1 ha de parcelas não contíguas de 0,02 ha cada (Silva & Soares 2002) e lianas com DAP ≥ 2,5 cm em 0,75 ha de parcelas de 0,01 ha não contíguas (Hora & Soares 2002).

#### Análise de dados

Como descritores de diversidade consideramos a riqueza, a abundância e o índice de heterogeneidade de Shannon. Assim procedendo, procuramos contemplar não apenas o número de indivíduos (abundância) ou de espécies (riqueza), mas também a relação entre essas duas variáveis, por meio do Índice de Shannon. Este índice é bastante utilizado na literatura e dá um peso maior às espécies raras (Magurran 2004). Utilizamos o logaritmo com base e para o cálculo deste índice (Magurran 2004).

Testamos a associação dos valores dos descritores de diversidade das lianas com os das árvores por meio de análise de regressão linear simples. As variáveis - fatores foram relativas às árvores e as variáveis - respostas, às lianas. Para essas análises usamos o pacote básico da linguagem de programação R (R Development Core Team, 2007).

## RESULTADOS

Encontramos uma relação significativa e positiva entre o índice de Shannon de árvores e a riqueza de lianas ( $F = 78,33$ ;  $p = 0,003$ ;  $R^2 = 0,951$ ). A riqueza de lianas pode estar ligada à heterogeneidade ambiental representada pelas

variações qualitativas e quantitativas da comunidade de árvores. No contexto ecológico, a heterogeneidade ambiental pode ter origem abiótica, como na topografia, temperatura, precipitação e substrato; ou ter origem biótica, como na evapotranspiração (Wilson 2000). É possível, portanto, interpretar a comunidade de árvores como um mosaico de disponibilidade de recursos (Grace 1991) que são partilhados entre espécies competidoras, possibilitando sua co-existência (Ricklefs 1977), em que diferentes micro-sítios têm diferenças de favorabilidade (Terborgh 1971). Áreas com alta heterogeneidade ambiental podem suportar mais espécies e maior diversidade que áreas com baixa heterogeneidade (Rosenzweig 1995; Dufour *et al.*, 2006). A heterogeneidade espacial, portanto, influencia a diversidade em dois aspectos. Primeiro, a heterogeneidade ambiental afeta o número de tipos de habitat. Segundo, a configuração espacial dos habitats afeta os processos ecológicos, como a dispersão e a competição (Dufour *et al.*, 2006).

O índice de heterogeneidade de Shannon considera ao mesmo tempo a riqueza e a abundância das espécies. O aumento do índice de heterogeneidade de Shannon de árvores levaria a um aumento na heterogeneidade e quantidade de caracteres dos suportes potenciais para as lianas, como tipo de casca, altura e diâmetro da árvore - suporte. Por um lado, árvores com grandes folhas (Putz 1984), caules flexíveis (Putz 1984), casca lisa ou esfoliante (Campanello *et al.*, 2007), palmeiras e espécies pioneiras (Campanello *et al.*, 2007) possuem menos trepadeiras. Por outro lado, determinados caracteres do forófito (árvore - suporte), como crescimento lento (Putz 1984), casca rugosa, tipo de fruto (Carsten *et al.*, 2002), caules múltiplos (Reddy & Parthasarathy 2006), ausência de espinho no caule (Maier 1982) e presença de folhas simples (Putz 1984), promoveriam a ocupação por lianas. Propomos, portanto, que a maior heterogeneidade de Shannon de árvores resultaria em maior heterogeneidade de caracteres morfológicos e em grande variação de sua quantidade, promovendo uma maior disponibilidade de nichos potenciais para as lianas, levando à maior riqueza deste hábito de crescimento. A maior heterogeneidade de caracteres morfológicos dos forófitos e a variação de sua quantidade seriam conseqüências da importância de espécies raras de árvores na comunidade, uma vez que o Índice de Shannon dá peso maior às espécies raras (Magurran 2004).

Dessa maneira, em uma escala regional, como a adotada em nosso trabalho, o aumento da heterogeneidade de árvores levaria a um aumento na riqueza de lianas. Entretanto, em uma escala local, a heterogeneidade e a quantidade de sítios potenciais para lianas levariam a um gradiente de variação do número de interações entre espécies de liana e de árvore: algumas espécies de árvores teriam muitas espécies de lianas, outras espécies teriam poucas, ao passo que algumas espécies não teriam nenhuma liana associada (Sfair *et al.*, 2009a). As espécies de árvores com muitas lianas associadas seriam aquelas que possuísem maior número de caracteres favoráveis à escalada por lianas, ou seja, essas espécies de árvores promoveriam o aumento de nichos potenciais para as espécies de liana (Sfair *et al.*, 2009a). De fato, Sfair *et al.*, (2009b) encontraram que provavelmente esse gradiente de interações pode ser uma combinação da

abundância com os caracteres morfológicos das árvores. Por outro lado, não encontramos relação entre os demais descritores de diversidade. A abundância de árvores e a abundância de lianas não estão relacionadas ( $F = 5,486$ ;  $p = 0,101$ ;  $R^2 = 0,528$ ), indicando que a quantidade de suportes potenciais por si só não é suficiente para aumentar a abundância de lianas. Também não encontramos relação entre as riquezas de lianas e de árvores ( $F = 3,855$ ;  $p = 0,144$ ;  $R^2 = 0,416$ ), indicando que a qualidade dos forófitos potenciais, ou seja, o aumento das espécies de suportes potenciais não está relacionado com o aumento no número de espécies de lianas. Este resultado é diferente do encontrado por van der Heijden & Phillips (2009), no qual eles relacionaram o aumento concomitante da riqueza de lianas e de árvores com florestas mais úmidas. Em nosso estudo, apesar de não significativa, a relação entre a riqueza de espécies de lianas e de árvores foi positiva. A diferença entre os resultados pode ser consequência do maior número de amostras (65 parcelas de 0,1 ha cada) analisadas por van der Heijden & Phillips (2009) do que o analisado em nosso estudo (cinco áreas de 1 ha cada). Também não encontramos relação entre o índice de Shannon de árvores e a abundância de lianas ( $F = 4,522$ ;  $p = 0,123$ ;  $R^2 = 0,468$ ), sugerindo haver uma saturação no número de lianas que podem escalar as árvores. Ao contrário de Watanabe & Suzuki (2008), não encontramos relação entre os Índices de heterogeneidade de Shannon de árvores e lianas ( $F = 8,243$ ;  $p = 0,064$ ;  $R^2 = 0,644$ ). Também não encontramos relação entre qualidade, ou seja, a riqueza de espécies de árvores, com a abundância de lianas ( $F = 0,18$ ;  $p = 0,699$ ;  $R^2 = -0,257$ ), tampouco a relação inversa: abundância de árvores e riqueza de lianas ( $F = 0,56$ ;  $p = 0,508$ ;  $R^2 = -0,123$ ). Caballé & Martin (2001) observaram aumento significativo na abundância e riqueza de lianas concomitante com decréscimo na abundância de árvores. Entretanto, o trabalho desses autores tinha um enfoque temporal, uma vez que eles analisaram uma área num intervalo de 13 anos de estudo. Segundo Caballé & Martin (2001), a perda de espécies de lianas foi acompanhada pela sobrevivência e aumento da área basal de espécies de árvores, indicando que a floresta estava em um processo de regeneração. No nosso estudo, apesar de a relação entre a abundância de árvores e a riqueza de lianas não ter sido significativa, a inclinação da reta de regressão sugere uma relação negativa entre as variáveis. Por falta de dados não podemos afirmar se esta tendência poderia ser devida ao grau de conservação das áreas amostradas, ou seja, a menor abundância de árvores e a menor riqueza de lianas estariam relacionadas com áreas mais conservadas.

## CONCLUSÃO

De maneira geral, a relação entre os descritores de diversidade de árvores e de lianas não foi significativa. Entretanto, nossos resultados mostram tendências na inclinação da reta de regressão que corroboram trabalhos anteriores. Além disso, nossos resultados sugerem que a diversidade de árvores confere heterogeneidade de suportes, levando ao aumento da riqueza de lianas. Dessa maneira, podemos incluir dentre os fatores que influenciam a diversidade de lianas,

como a estrutura da floresta (van der Heijden & Phillips 2008) e fatores climáticos (Schnitzer 2005), a heterogeneidade de suportes potenciais para lianas. É possível que uma combinação de fatores climáticos, estrutura da vegetação e heterogeneidade ambiental influenciem a diversidade de árvores e de lianas.

(O projeto é financiado pela Fapesp (processo número 07/01649 - 0), com bolsa fornecida à primeira autora).

## REFERÊNCIAS

- Allen BP, Pauley EF, Sharitz RR (1997) Hurricane impacts on liana populations in an old-growth Southeastern Bottomland Forest. *J Torrey Bot Soc* 124:34 - 42.
- Caballé G, Martin A (2001) Thirteen years of change in trees and lianas in a Gabonese rainforest. *Plant Ecol* 152:167 - 173.
- Campanello PI, Garibaldi JF, Gatti MG, Goldstein G (2007) Lianas in a subtropical Atlantic Forest: host preference and tree growth. *For Ecol Manag* 242:250 - 259.
- Carsten LD, Juola FA, Male, TD, Cherry S (2002) Host associations of lianas in a south-east Queensland rain forest. *J Trop Ecol* 18:107 - 120.
- Dufour A, Gadallah F, Wagner HH, Guisan A, Buttler A (2006) Plant species richness and environmental heterogeneity in a mountain landscape: effects of variability and spatial configuration. *Ecography* 29:573 - 584.
- Grace J (1991) Physical and ecological evaluation of heterogeneity. *Funct Ecol* 5:192 - 201.
- Hora RC, Soares JJ (2002) Estrutura fitossociológica da comunidade de lianas em uma floresta estacional semidecidual na Fazenda Canchim, São Carlos, SP. *Rev Bras Bot* 25:323 - 329.
- Laurance WF, Pérez - Salicrup D, Delamônica P *et al.*, (2001) Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82:105 - 116.
- Magurran AE (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Maier FE (1982) Effects of physical defenses on vine and epiphyte growth in palms. *Trop Ecol* 23:212 - 217.
- Putz FE (1984) How trees avoid and shed lianas. *Biotropica* 16:19 - 23.
- Putz FE, Windsor DM (1987) Liana phenology in Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 19:334 - 341.
- R Development Core Team (2007). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3 - 900051 - 07 - 0, Available via <http://www.R-project.org>. Accessed in 30 May 2008.
- Reddy MS, Parthasarathy N (2006) Liana diversity and distribution on host trees in four inland tropical dry evergreen forests of peninsular India. *Trop Ecol* 47:109 - 123.
- Rezende AA (2005) Comunidade de lianas e sua associação com árvores em uma floresta estacional semidecidual, Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Ricklefs RE (1977) Environmental heterogeneity and plant species diversity: a hypothesis. *Am Nat* 111:376 - 381.

- Rochelle AL (2008) Heterogeneidade ambiental, diversidade e estrutura da comunidade arborea de um trecho da Floresta Ombrofila Densa Atlântica. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas.
- Rosenzweig M L (1995) Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge.
- Schnitzer SA (2005) A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *Am Nat* 166:262 - 276.
- Schnitzer SA, Dalling JW, Carson WP (2000) The impact of lianas on tree regeneration in tropical forest canopy gaps: evidence for an alternative pathway of gap - phase regeneration. *J Ecol* 88:655 - 666.
- Sfair JC, Rochelle ALC, Rezende AA, van Melis J, Weiser VL, Martins FR (2009a) Non - randomness of the liana - tree network: evidence of nestedness in three distinct vegetation formations. Unpubl.
- Sfair JC, Rochelle ALC, Rezende AA, van Melis J, Weiser VL, Martins FR (2009b) A contribuição da abundância para a estrutura de interação entre lianas e árvores. Unpubl.
- Silva, LA, Soares JJ (2002) Levantamento fitossociológico em um fragmento de floresta estacional semidecídua, no município de São Carlos, SP. *Acta Bot Bras* 16:205 - 216.
- Terborgh, J (1973) On the notion of favorableness in plant ecology. *Am Nat* 107:481 - 501.
- van der Heijden GMF, Phillips OL (2008) What controls liana success in Neotropical forests? *Glob Ecol and Biogeogr* 17:372 - 383.
- van der Heijden GMF, Phillips OL (2009) Environmental effects on Neotropical liana species richness. *J Biogeogr* (Online first).
- van Melis J (2008) Lianas: biomassa em floresta neotropical e relação riqueza e biomassa em um trecho de Floresta Ombrofila Densa Atlântica. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas.
- Watanabe NM, Suzuki E (2008) Species diversity, abundance, and vertical size structure of rattans in Borneo and Java. *Biodiv Conserv* 17:523 - 538.
- Weiser VL (2007) Árvores, arbustos e trepadeiras do cerrado do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Wilson SD (2000) Heterogeneity, diversity and scale in plant communities. In: Hutchings MJ, John EA, Stewart AJA (eds) *The ecological consequences of environmental heterogeneity*. Blackwell Science, Oxford, pp 53 - 70.