

Epífitas vasculares da Estação Ecológica Barreiro Rico, Anhembi, SP, Brasil: diversidade, abundância e estratificação vertical

Fernando Antonio Bataghin^{1,3}, José Salatiel Rodrigues Pires¹, Fábio de Barros² e Adécio Müller¹

Recebido: 18.08.2016; aceito: 15.02.2017

ABSTRACT - (Vascular epiphytes in Estação Ecológica Barreiro Rico Ecological Station, Anhembi, São Paulo State, Brazil: diversity, abundance, and vertical stratification). Diversity, abundance, and vertical stratification of vascular epiphytes were studied in the Barreiro Rico Ecological Station, a Semideciduous Seasonal Forest in São Paulo State, Brazil. Of the 25 species found (15 genera and six families), the Angiosperms were represented by 20 species and the ferns by five. The Shannon diversity (H') was 2.77 nats. The characteristic holoeiphytes are dominant in the area (88%) as well as the anemochoric species (60%). The orchid family showed the greatest richness, but also the rarest species (Epiphytic Importance Value < 1). The intermediate height zones had the highest number of species and records. The zones next to the ground and the outermost canopy were dominated by species with distinctive features, adapted to shaded environments or extreme luminosity respectively. The species distribution and abundance indicate a relatively simple epiphytic community influenced by few dominant factors and limited by microclimatic factors.

Keywords: bromeliads, ferns, orchids, Phytosociology of epiphytes, Semideciduous Seasonal Forest,

RESUMO - (Epífitas vasculares da Estação Ecológica Barreiro Rico, Anhembi, SP, Brasil: diversidade, abundância e estratificação vertical). A diversidade, abundância e estratificação vertical das epífitas vasculares foram estudadas na Estação Ecológica Barreiro Rico, área de floresta estacional semidecidual na região central de São Paulo, Brasil. Das 25 espécies encontradas (15 gêneros e seis famílias), as Angiospermas foram representadas por 20 espécies, e as samambaias por cinco. A diversidade de Shannon (H') foi de 2,77 nats. Os holoepífitos característicos (88%) foram predominantes na área, bem como as espécies com dispersão anemocórica (60%). Orchidaceae apresentou maior riqueza, no entanto também o maior número de espécies raras (Valor de Importância Epifítica < 1). As zonas de altura intermediárias apresentaram o maior número de espécies e de registros. A zona próxima ao solo e aquela mais externa no dossel foram dominadas por espécies com características distintas, melhor adaptadas aos ambientes sombreados ou de luminosidade extrema, respectivamente. A distribuição das espécies e das abundâncias indica uma comunidade epifítica relativamente simples, na qual atuam poucos fatores dominantes, sendo limitada por fatores microclimáticos.

Palavras-chave: bromélias, fitossociologia de epífitas, Floresta Estacional Semidecídua, orquídeas, samambaias

Introdução

Epífitas vasculares constituem um importante componente das florestas tropicais, não só pelo número de espécies que elas representam (Nieder *et al.* 2001), mas também pela biomassa que acumulam (Gentry & Dodson 1987a, Benzing 1990). Além disso, epífitas vasculares contribuem para a maior diversidade de nichos e microhábitats, aumentando o espaço físico e a oferta de alimento a muitas espécies de animais (Benzing 1990), especialmente aves e insetos (Nadkarni & Matelson 1989, Benzing 1990).

Determinados grupos dentre as epífitas têm sido utilizados como indicadores de mudanças climáticas, poluição e degradação ambiental (Lugo & Scatena 1992, Graciano *et al.* 2003).

Respondendo por cerca de 10% de toda a diversidade de plantas vasculares (Gentry & Dodson 1987a, Kress 1986, Zotz 2013), as epífitas são comuns às florestas tropicais úmidas (Madison 1977), representando mais de 25% da flora vascular de muitos países (Nieder *et al.* 2001). Em algumas florestas brasileiras são responsáveis por mais de 50% das espécies (Kersten 2010). Embora sejam componentes

1. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Ciências Ambientais, Via Washington Luiz, km 235, Monjolinho, 13565-905 São Carlos, SP, Brasil
2. Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa Orquidário do Estado, Caixa Postal 68041, 04045-972 São Paulo, SP, Brasil
3. Autor para correspondência: bataghin@ufscar.br

característicos de florestas tropicais úmidas, muitas espécies ocorrem em ambientes como manguezais (Olmsted & Juárez 1996), florestas decíduas e semidecíduas (Rogalski & Zanin 2003, Bataghin *et al.* 2010), cerrados (Bataghin *et al.* 2012) e até mesmo em ambientes semi-áridos (Montaña *et al.* 1997).

Taxonomicamente, as epífitas vasculares são muito diversas, sendo sua riqueza estimada em 25.000 (Kress 1986), 29.000 (Gentry & Dodson 1987a) e 27.614 (Zotz 2013) espécies. Mundialmente Orchidaceae, Bromeliaceae e Araceae respondem por mais de 70% do total de espécies epifíticas (Madison 1977). Kersten (2010), considerando apenas a Floresta Atlântica indicou que cerca de 60% das epífitas deste ambiente pertencem a Orchidaceae, Bromeliaceae e Polypodiaceae. No entanto, Freitas *et al.* (2016) afirmam que mais de 93% da riqueza de epífitas na Floresta Atlântica estão concentradas em dez famílias, sendo 73% das espécies pertencentes a Orchidaceae e Bromeliaceae. No Brasil, o número de espécies pode variar desde poucas em florestas como o Cerrado (Ishara *et al.* 2008), até centenas de espécies em florestas úmidas, como nos levantamentos realizados em Floresta Atlântica (Kersten & Kuniyoshi 2009, Blum *et al.* 2011, Bianchi *et al.* 2012, Alves & Menini Neto 2014).

A diversidade de espécies epifíticas vasculares bem como a densidade de indivíduos tende a ser inversamente relacionada ao grau de alteração do ecossistema florestal, o que permite considerar as epífitas como um importante indicador do estado de conservação das florestas (Barthlott *et al.* 2001). Wolf (2005), analisando a flora epifítica de áreas com diferentes níveis de perturbação, concluiu que o distúrbio nas florestas tem efeito negativo sobre a biomassa epifítica e sua diversidade alfa, assim como sobre a flora das árvores remanescentes. Barthlott *et al.* (2001) estudando a comunidade epifítica vascular em diferentes fragmentos florestais apontou que a diversidade destas é menor em áreas de florestas secundárias ou de florestas perturbadas, quando comparadas com as florestas primárias.

A distribuição das epífitas vasculares dentro do ambiente florestal está relacionada com a espécie, diâmetro e idade de seus forófitos (Arévalo & Betancur 2006, Zotz & Schultz 2008), com as condições micro-climáticas do ambiente (Johansson 1974, Freiberg 1996) e com fatores mais abrangentes como a temperatura, umidade, incidência e composição do espectro de luz, e polarização dos raios que se apresentam de forma diferenciada dentro da floresta

(Benzing 1995). Esses fatores podem influenciar a presença de epífitas vasculares no gradiente vertical (Johansson 1974), uma vez que adaptações ecofisiológicas às variações de luminosidade e umidade são determinantes às espécies epifíticas (Arévalo & Betancur 2006, Krömer *et al.* 2007).

Talvez a chamada evolução vertical seja uma das características mais marcantes das epífitas vasculares (Kersten 2010); esta caracteriza-se pela troca de espaços, ou seja, na busca de maior insolação as plantas ficaram expostas a condições de maior estresse para aquisição de água e nutrientes (Benzing 1990). O dossel oferece maior luminosidade quando comparado ao sub-bosque (Kira & Yoda 1989), porém outros recursos são limitantes nas copas, como a relativa escassez de nutrientes, a instabilidade do substrato e, principalmente, o estresse hídrico (Lüttge 1989). Considera-se que o estresse hídrico é uma das maiores dificuldades para a sobrevivência acima do solo (Laube & Zotz 2003) e boa parte da estratificação pode ser atribuída às variações de umidade existentes nas florestas (Zotz & Schultz 2008).

Apesar de haver um aumento do interesse no estudo do dossel (Nadkarni *et al.* 2011), sobretudo da contribuição das epífitas vasculares para a biodiversidade (Köster *et al.* 2009), não há estudo sobre a dinâmica de distribuição vertical e o estado de conservação das epífitas vasculares para a área aqui estudada. Nesse contexto, este trabalho avalia a diversidade, abundância e distribuição vertical das epífitas vasculares na Estação Ecológica Barreiro Rico, a fim de gerar informações sobre esse componente da biodiversidade para essa área protegida, contribuindo para aumentar o conhecimento sobre a sinúsia epifítica em áreas de Floresta Estacional Semidecídua.

Material e métodos

A pesquisa foi realizada na Estação Ecológica Barreiro Rico, uma unidade de conservação de proteção integral, localizada à 48°8'34"W e 22°40'25"S, que possui 292,82 ha no município de Anhembi-SP (figura 1). A floresta é do tipo estacional semidecídua (Assumpção *et al.* 1982, Cesar & Leitão Filho 1990), na qual cita-se como espécies arbóreas indicadoras a peroba - *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (Apocynaceae), o canxim - *Pachystroma longifolium* (Nees) I.M. Johnst. (Euphorbiaceae) e o guarantã - *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) (Antunes 2005). O clima da região e do tipo Cwa, segundo o sistema de classificação de Köppen, tropical com

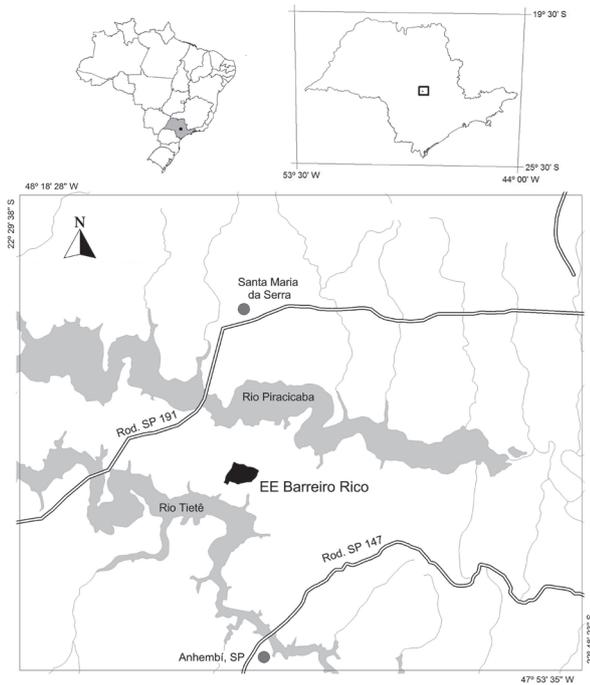


Figura 1. Localização da Estação Ecológica de Barreiro Rico, São Paulo, Brasil.

Figure 1. Location of Barreiro Rico Ecological Station, São Paulo State, Brazil.

a estação chuvosa de setembro a março e a estação seca de abril a agosto (Cesar & Leitão Filho 1990), a pluviosidade média anual é de cerca de 1.280 mm, com temperatura média de 21,5 °C (Magalhães 1999). A altitude da área varia entre 500 e 580 m.

A área foi estabelecida como UC no final de 2006 pelo Decreto Estadual 51.381, visando conservar os importantes remanescentes de Floresta Atlântica (São Paulo 2006). Localmente a área estudada pode ser considerada de grande porte, considerando que a maior parte das florestas foi reduzida ou removida para o cultivo agrícola. A região da Estação Ecológica de Barreiro Rico é considerada uma área de extrema importância biológica e prioritária para a conservação (Conservation International do Brasil 2000). Além disso, é a única Unidade de Conservação em categoria de proteção integral dentro da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, uma área de grande amplitude geográfica, com cerca de 11.828 km² (Relatório Técnico 80-401 2005).

A coleta de dados foi realizada entre outubro de 2011 e outubro de 2013, com visitas mensais à área, e a riqueza de epífitas vasculares foi avaliada pelo método de caminhamento (Filgueiras *et al.* 1994) ao longo da Unidade de Conservação, cobrindo uma

área amostral de aproximadamente 4 ha. O número de indivíduos (abundância) das espécies epifíticas foi obtido pela amostragem de 90 forófitos com DAP \geq 20 cm, considerando um único indivíduo por zona no caso dos representantes dotados de rizomas, que não apresentassem evidente distinção, como exemplares do gênero *Microgramma*. O método utilizado foi o de ponto quadrante (Durigan 2006), com intervalo mínimo entre pontos de 20 metros, desde a borda até o interior do fragmento florestal e excluindo-se os indivíduos arbóreos que não apresentavam epífitas. A presença/ausência e a abundância de espécies epifíticas vasculares sobre os forófitos foram registradas em seis zonas de acordo com ter Steege & Cornelissen (1989): Z1 - Fuste baixo; Z2 - Fuste médio; Z3 - Fuste alto; Z4 - Base da Copa; Z5 - Copa interna; Z6 - Copa externa. As epífitas foram classificadas em categorias ecológicas, de acordo com sua relação com o forófito, a saber: holopífitos característicos, holopífitos facultativos, holopífitos acidentais, hemiepífitos primários e hemiepífitos secundários (Benzing 1990, Kersten & Silva 2001), e quanto à síndrome de dispersão em duas categorias: anemocóricas (dispersão pelo vento) e zoocóricas (dispersão por animais).

O material testemunho das epífitas vasculares foi processado e depositado no Herbário da Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos - SP (UFSCar). A identificação foi feita com base em bibliografia especializada para cada família vegetal amostrada, por comparação com material previamente identificado e por consulta a especialistas. Os nomes das espécies foram verificados nos sites especializados (www.tropicos.org e/ou epic.kew.org/searchepic/searchpage.do) e em publicações taxonômicas, utilizando-se as abreviaturas dos autores sugeridas por Brummitt & Powell (1992).

Foram calculadas as frequências absolutas de ocorrência nas zonas (FAz), frequência absoluta de ocorrência nos indivíduos forofíticos (FAi) e o valor de importância epifítica (VIE), que foi calculado segundo a fórmula sugerida por Waechter (1998), modificada por Kersten & Silva (2002), e adaptadas para este estudo, considerando o somatório do número de indivíduos de espécies equivalente ao somatório das notas obtidas pela espécie. As fórmulas empregadas foram: FAz = $(nr.na^{-1}).100$; FAi = $(ni.nt^{-1}).100$; VIE = $[vt.(\sum vt)^{-1}].100$, onde nr = número de regiões com ocorrência da espécie epifítica; na = número total de regiões amostradas; ni = número de indivíduos com ocorrência da espécie; nt = número total de indivíduos; vt = somatório do número de indivíduos de espécies.

Para avaliar a diversidade de espécies epífitas vasculares da Estação Ecológica de Barreiro Rico foram utilizados os índices de Shannon-Weaver (H'), Simpson ($1/\lambda$) e de Margalef (d), utilizando como p_i (abundância relativa) o valor de importância epífitica, e para avaliar a partição dos indivíduos entre as espécies foi utilizada a Equidade de Pielou (J) (Magurran 1988). Para testar a hipótese (h_1) de que existem diferenças entre a distribuição vertical das epífitas sobre os forófitos ou de que (h_0) não existem diferenças entre a distribuição vertical das epífitas sobre os forófitos foram aplicados o teste- t de Hutcheson (Zar 1996) com base nos valores obtidos pelo índice de Shannon-Weaver e o teste de Kolmogorov-Smirnov (Magurran 1988) - que verifica entre duas amostras independentes se os dados obtidos provêm de populações com a mesma distribuição - com base nos valores de abundância, realizando a correção de Bonferroni para o valor de p . Para ilustrar a distribuição das abundâncias das espécies epífitas vasculares entre as diferentes zonas foi elaborado o diagrama de Whittaker (Whittaker 1967) com base nos valores de importância epífitica (Log_{10}), e discutindo sua aplicação segundo os modelos de distribuição proposto por Whittaker (1972), a saber, LogSérie, LogNormal, Série Geométrica e Vara Quebrada (*randon niche*). Para realização das análises estatísticas foram utilizados os programas computacionais Past. versão 2.17b (Hammer *et al.* 2001) e BioEstat 5.9 (Ayres *et al.* 2007).

Resultados

Foram amostradas 1.148 epífitas vasculares pertencentes a 25 espécies, 15 gêneros e seis famílias na Estação Ecológica de Barreiro Rico (tabela 1). Todas as espécies encontradas no levantamento florístico foram amostradas em pelo menos um forófito durante a avaliação quantitativa. A diversidade de epífitas vasculares na UC foi de 2,77 nats. segundo o índice de Shannon-Weaver (H'), de 0,91 segundo o índice de Simpson ($1/\lambda$) e de 3,41 segundo o índice de Margalef (d). Já a partição entre as espécies epífitas foi de 0,79 segundo a Equidade de Pielou (J).

A classificação das epífitas em categorias ecológicas de relação com os forófitos indicou o predomínio de holoepífitas característicos com 22 espécies (88%). Já os holoepífitas facultativos foram representados por uma espécie (4%), os hemiepífitas primários por uma espécie (4%), e os hemiepífitas secundários por uma espécie (4%). Não foram

registradas espécies holoepífitas acidentais. Quanto à síndrome de dispersão, 15 espécies foram classificadas como anemocóricas (60%) e 10 espécies como zoocóricas (40%).

As Angiospermas foram representadas por 20 espécies e as samambaias por cinco espécies. As famílias com maior riqueza foram Orchidaceae (seis espécies), Bromeliaceae, Cactaceae e Polypodiaceae (cinco espécies cada), Araceae e Piperaceae (duas espécies cada). Polypodiaceae apresentou o maior número de indivíduos, seguida pelas famílias Cactaceae e Bromeliaceae. A família Orchidaceae, a mais rica da área de estudo, apresentou a quarta maior abundância.

Microgramma squamulosa (Polypodiaceae) foi a espécie mais abundante da UC (tabela 1), seguida por *Microgramma tecta* (Polypodiaceae), *Lepismium lumbricoides* (Cactaceae) e *Peperomia rotundifolia* (Piperaceae). A família Orchidaceae apresentou maior número de espécies “raras” na área de estudo; das seis espécies dessa família, quatro apresentaram $VIE < 1,0$ (tabela 1). O registro das espécies epífitas vasculares sobre os forófitos indicou que *Microgramma squamulosa* ocorreu em 48% dos forófitos, *Microgramma tecta* ocorreu em 28%, e *Lepismium lumbricoides* em 27% destes, de forma semelhante estas três espécies apresentaram frequência de ocorrência nas zonas de 24%, 14% e 10%, respectivamente.

A estratificação vertical das epífitas vasculares revelou maior número de espécies nas zonas intermediárias. As zonas Z3 e Z4 apresentaram 20 e 21 espécies epífitas, respectivamente (figura 2a), na Z2 foram registradas 16 espécies, a Z5 apresentou 14 espécies e nas zonas Z1 e Z6 ocorreram 12 e cinco espécies, respectivamente. Piperaceae dominou a ocorrência na Z1, tendo o número de indivíduos reduzidos gradativamente nas Z2 e Z3, e abruptamente nas zonas de dossel Z4-Z6 (figura 2b). Orchidaceae apresentou distribuição irregular, tendo maior número de indivíduos nas Z2, Z1, Z4 e Z3, poucos representantes na Z5, estando ausente na Z6. Polypodiaceae foi a família mais abundante nas zonas intermediárias, respectivamente nas Z4, Z5 e Z3, embora em todas as zonas tenham sido registrados exemplares dessa família. Um padrão semelhante às Polypodiaceae foi observado para a família Cactaceae sendo, no entanto, as zonas mais abundantes Z4, Z3 e Z5, com uma redução para Z2 e Z1. Esse mesmo padrão foi observado para a família Araceae, embora com um número menos expressivo de indivíduos. A

família Bromeliaceae foi a mais abundante no dossel, dominando a zona Z6, apesar de ter apresentado indivíduos em toda a extensão vertical. Além de Bromeliaceae, apenas a família Polypodiaceae teve representantes em todas as zonas de ocupação vertical.

Três Polypodiaceae - *Microgramma squamulosa*, *Microgramma tecta* e *Pleopeltis pleopeltifolia* - entre estas as duas espécies com maior VIE da área estudada (tabela 1), foram registradas em todas as zonas (figura 3). As zonas Z6 e Z1 apresentaram as maiores

Tabela 1. Diversidade de epífitas vasculares encontradas na Estação Ecológica de Barreiro Rico. FAz: frequência absoluta de ocorrência nas zonas, N. For.: número de forófitos, VIE: valor de importância epifítico, Classificação nas Categorias Ecológicas (CE) – HLC: holoepífita característico, HLF: holoepífita facultativo, HLA: holoepífita acidental, HMP: hemiepífita primário; HMS: hemiepífita secundário. Forma de dispersão (Disp.) – Zo: Zoocórica, An: Anemocórica.

Table 1. Diversity of vascular epiphytes found in Barreiro Rico Ecological Station. FAz: Absolute frequency of occurrence in the zones, N. For.: host tree number, VIE: epiphytic importance value. Ecological categories (CE) – HLC: characteristic holoepiphyte, HLF: facultative holoepiphyte, HLA: accidental holoepiphyte, HMP: primary hemiepiphyte, HMS: secondary hemiepiphyte. Dispersion form (Disp.) – Zo: zoochoric; An: anemocoric.

Família / Espécies	FAz	N. For	VIE	CE	Disp.
Araceae					
<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadrusz & S.J.Mayo	2,04	6	1,83	HMS	Zo
<i>Philodendron bipinnatifidum</i> Schott	4,07	10	3,92	HMP	Zo
Bromeliaceae					
<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	0,37	1	0,44	HLF	Zo
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	5,74	11	4,88	HLC	An
<i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims	0,56	1	0,44	HLC	An
<i>Tillandsia tricholepis</i> Baker	5,93	11	4,97	HLC	An
<i>Vriesea bituminosa</i> Wawra	3,89	11	3,31	HLC	An
Cactaceae					
<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	5,56	13	5,05	HLC	Zo
<i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.	4,46	12	3,48	HLC	Zo
<i>Lepismium lumbricoides</i> (Lem.) Barthlott	10,19	24	10,37	HLC	Zo
<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S.Muell.) Stearn	0,74	2	0,44	HLC	Zo
<i>Rhipsalis cereuscula</i> Haw.	4,63	10	5,14	HLC	Zo
Orchidaceae					
<i>Baptistonia lietzei</i> (Regel) Chiron & V.P.Castro	1,11	4	0,96	HLC	An
<i>Bulbophyllum plumosum</i> (Barb.Rodr.) Cogn.	1,30	4	1,13	HLC	An
<i>Bulbophyllum epiphytum</i> Barb.Rodr.	0,56	3	0,61	HLC	An
<i>Octomeria crassifolia</i> Lindl.	0,74	3	0,87	HLC	An
<i>Ornithocephalus myrticola</i> Lindl.	5,74	14	4,97	HLC	An
<i>Rodriguezia</i> sp.	1,11	3	0,78	HLC	An
Piperaceae					
<i>Peperomia rotundifolia</i> (L.) Kunth	5,93	13	5,57	HLC	Zo
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G.Forst.) Hook. & Arn.	0,37	1	0,44	HLC	Zo
Polypodiaceae					
<i>Microgramma persicariifolia</i> (Schrad.) C.Presl	3,15	7	2,44	HLC	An
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	24,26	43	19,60	HLC	An
<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston	13,52	25	10,63	HLC	An
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	4,44	10	2,96	HLC	An
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	6,85	12	4,79	HLC	An

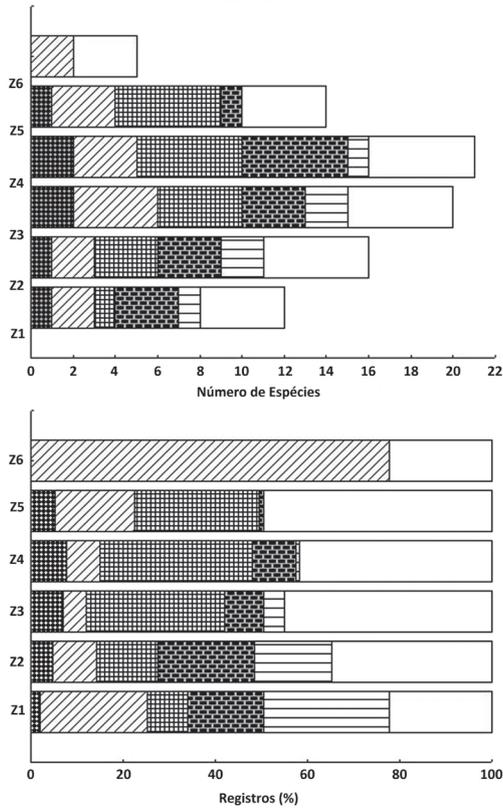


Figura 2. Riqueza de espécies (a) e percentual de indivíduos nas famílias epifíticas (b) em área de floresta no sudeste brasileiro. Ara: Araceae; Brom: Bromeliaceae; Cac: Cactaceae; Orch: Orchidaceae; Pip: Piperaceae; Poly: Polypodiaceae.

Figure 2. Species richness and percentages of records of the epiphytic families in the Barreiro Rico Station forest area. Ara: Araceae; Brom: Bromeliaceae; Cac: Cactaceae; Orch: Orchidaceae; Pip: Piperaceae; Poly: Polypodiaceae.

dominâncias de espécies. *Peperomia rotundifolia* foi predominante na Z1 e duas espécies de *Tillandsia* (*T. recurvata* e *T. tricholepis*) dominaram em Z6. As oito espécies raras (VIE < 1) foram registradas nas zonas intermediárias (Z2-Z4), com exceção de *Aechmea distichantha* e *Baptistonia lietzei* que foram registradas na Z1 e de *Rhypsalis baccifera* e *Tillandsia stricta* que ocorrem na Z5, mais próximas ao dossel da floresta. Apenas uma zona apresentou exclusividade de espécie: exemplares de *Bulbophyllum epiphytum* (Orchidaceae) ocorreram apenas na Z4 (figura 3). A distribuição das abundâncias das espécies epifíticas nas zonas (figura 3) seguiu o modelo LogSérie ($P < 0,001$), exceto Z1 que teve distribuição LogNormal, e Z6, que apresentou distribuição geométrica ($P < 0,05$).

O teste de Kolmogorov-Smirnov revelou uma diferença significativa na distribuição das epífitas que ocorrem em: Z1-Z4 ($P < 0,01$), Z2-Z6 ($P < 0,01$), Z3-Z6 ($P < 0,001$), Z4-Z6 ($P < 0,001$) e entre as zonas

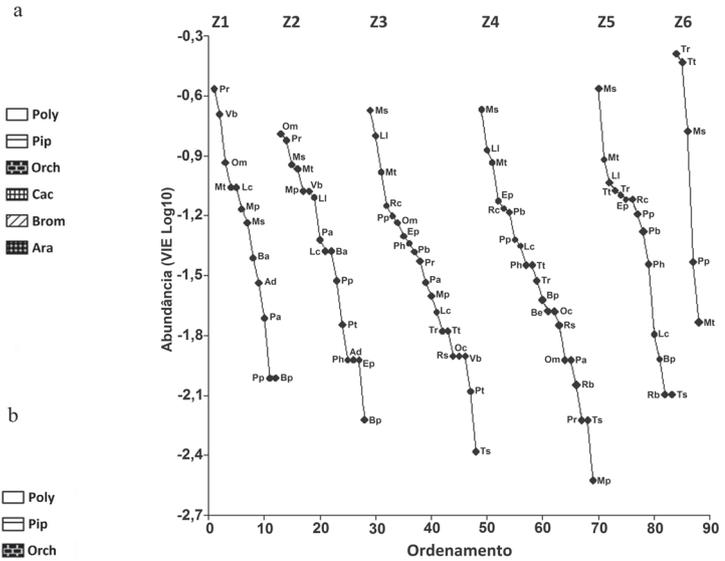


Figura 3. Diagrama de Whittaker apresentando a distribuição das abundâncias das epífitas vasculares (VIE Log10) nas zonas ecológicas em área de floresta no sudeste do Brasil.

Figure 3. Whittaker diagram showing the abundance distribution of vascular epiphytes (VIE Log10) in the ecological zones in the Barreiro Rico Station forest area.

Z5-Z6 ($P < 0,001$), indicando que os resultados obtidos dessas amostras independentes provêm de populações que não tem a mesma distribuição. As demais zonas não foram significativamente diferentes. O teste *t* aplicado à diversidade com base nos valores do índice de Shannon-Weaver H' (Z1 = 2,10; Z2 = 2,46; Z3 = 2,57; Z4 = 2,59; Z5 = 2,28 e Z6 = 1,22) revelou Z1, Z5 e Z6 significativamente diferentes de todas as outras zonas ($P < 0,05$) e também entre si, enquanto Z2, Z3 e Z4 não foram significativamente diferentes entre si.

Discussão

A baixa riqueza de espécies epifíticas encontradas na Estação Ecológica de Barreiro Rico, especialmente se comparada aos estudos realizados em Floresta Estacional Semidecídica de Rogalski & Zanin (2003) - 70 espécies; Giongo & Waechter (2004) - 57 espécies; Cervi & Borgo (2007) - 56 espécies; Perleberg *et al.* (2013) - 63 espécies; e Barbosa *et al.* (2015) - 91 espécies, está relacionada com dois fatores condicionantes de diversidade epifítica: a sazonalidade climática, em especial o regime de distribuição hídrico durante o período (Yeaton & Gladstone 1982, Werneck & Espírito-Santo 2001, Breier 2005, Ishara *et al.* 2008, Bataghin *et al.* 2012) e o estágio sucessional e/

ou estado de conservação do ambiente florestal que afeta as condições micro-climáticas (Johansson 1974, Freiberg 1996, Barthlott *et al.* 2001, Laube & Zotz 2006). Ambos os fatores são observados na Unidade de Conservação, seja pela fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecídua, com chuvas concentradas no período de verão (Cesar & Leitão Filho 1990), ou pelas visíveis alterações antrópicas (presença de trilhas e árvores suprimidas) dado que a área passou a ser protegida como Unidade de Conservação apenas recentemente (São Paulo 2006).

A perda de diversidade epifítica em função das interferências antrópicas nos ambientes tem sido apontada em várias pesquisas (Barthlott *et al.* 2001, Wolf 2005, Dettke *et al.* 2008), além disso, Engwald *et al.* (2000) relatam que a ausência de complexidade estrutural de florestas antropizadas faz com que a comunidade epifítica, além de ser pouco diversa, apresente baixo número de indivíduos, demandando um tempo muito maior para seu estabelecimento ou restabelecimento. Em adição, a redução da riqueza por estes motivos também foi registrada em trabalhos realizados em ambientes com condições semelhantes (Dislich & Mantovani 1998, Breier 2005, Dettke *et al.* 2008, Bataghin *et al.* 2010, Einzmann & Zotz 2016).

O grande número de espécies holoepífitas características observadas (quase 90% do total) era esperado e tem sido comum tanto em florestas úmidas (Dittrich *et al.* 1999, Kersten & Kuniyoshi 2009, Blum *et al.* 2011) quanto em áreas com maior sazonalidade climática, como no Cerrado (Breier 2005, Ishara *et al.* 2008, Bataghin *et al.* 2012), e em áreas de Floresta Estacional Semidecídua (Dislich & Mantovani 1998, Rogalski & Zanin 2003, Bataghin *et al.* 2010), no entanto em áreas de Cerrado seu predomínio tem sido maior (Bataghin *et al.* 2012).

A anemocoria tem predominado como síndrome de dispersão entre as espécies epifíticas (Benzing 1987, Breier 2005, Dettke *et al.* 2008, Menini Neto *et al.* 2009, Geraldino *et al.* 2010), especialmente em florestas com menor precipitação (Gentry & Dodson 1987a, Bataghin *et al.* 2012), como é o caso da Floresta Estacional Semidecídua aqui estudada, na qual 60% das espécies epifíticas apresentaram essa forma de dispersão.

O maior número de espécies da família Orchidaceae está relacionada com o fato de ser esta a família mais rica em epífitas tanto no mundo (Madison 1977, Gentry & Dodson 1987b), quanto no Brasil (Kersten 2010). Além disso, a representatividade da Orchidaceae pode estar relacionada à presença de

características adaptativas, como os órgãos suculentos de reserva, o que as torna bem adaptadas a ambientes secos e com maior exposição à luz (Smith 1986). No entanto, a baixa abundância dessa família na Unidade de Conservação revela o notável efeito da sazonalidade climática típica desse tipo de floresta, bem como os efeitos da interferência humana no ambiente estudado, dado que das seis espécies de orquídeas encontradas quatro apresentam valor de importância epifítica (VIE) menor que 1 (tabela 1), fazendo com que a família Orchidaceae apresentasse o maior número de espécies raras para a área.

A família Polypodiaceae, que foi a mais abundante na UC, além de ser uma das mais diversas mundialmente e no Brasil (Gentry & Dodson 1987b, Kersten 2010), apresenta adaptações que lhe conferem a capacidade de resistir a períodos de déficit hídrico, como é o caso das espécies do gênero *Microgramma* que apresentam a lâmina coberta por uma cutícula espessa (Dubuisson *et al.* 2009). Na área estudada *M. squamulosa* e *M. tecta* foram as espécies mais abundantes e também apresentaram o maior percentual de registro sobre os forófitos e nas diferentes zonas, o que é indicativo de seu sucesso em tais condições ambientais. O farto registro dessas duas espécies nos forófitos pode estar relacionado, além das adaptações vegetativas, com a plasticidade fenotípica de seus esporos e a capacidade de mantê-los viáveis por longos períodos (Tryon 1970) o que é fundamental à sobrevivência em situações de sazonalidade climática.

No caso da Bromeliaceae, além do endemismo neotropical da família (Versieux & Wendt 2006, Freitas *et al.* 2016), a presença de características adaptativas como os tanques formados pelas folhas, fazem com que sejam bem adaptadas a ambientes secos e com maior exposição à luz (Smith 1986) apresentando, por vezes, maior diversidade em floresta secundária do que em floresta primária (Barthlott *et al.* 2001). A família Cactaceae, que foi a segunda mais abundante neste estudo, ocorre quase exclusivamente na região neotropical, apresentando grande diversidade, sendo registradas mais de 1.400 espécies, além disso, suas espécies possuem grande resistência ao estresse hídrico, devida às adaptações fisiológicas e morfológicas, como metabolismo CAM e a presença de caules suculentos (Hunt *et al.* 2006). Isso fez com que sua presença fosse expressiva na floresta estudada. *Lepismium lumbricoides*, a Cactaceae mais abundante na área, apresenta características típicas de plantas xeromórficas como caule suculento fotossintetizante, ausência de folhas e a epiderme coberta por uma

cutícula espessa (Silva *et al.* 2013). A presença da família Cactaceae entre as mais abundantes da área também pode estar relacionada ao grande número de aves (Antunes 2005) e mamíferos (Antunes & Eston 2009) encontrados na área, que atuam na dispersão das espécies dessa família (tabela 1).

A distribuição espacial das epífitas vasculares depende, em grande parte, da variabilidade estrutural dos forófitos (Arévalo & Betancur 2006), especialmente do incremento de tamanho destes (Zotz *et al.* 2001), da qualidade do subosque (Krömer *et al.* 2007), e da complexidade estrutural da floresta (Bennet 1996). Quanto mais complexo o tipo de floresta maior a proporção de forófitos e epífitas (Arévalo & Betancur 2006). Assim, a macro-estrutura do tipo de floresta característica da área reflete a quantidade de forófitos disponíveis e, conseqüentemente, a riqueza e abundância de flora epifítica encontrada. De forma semelhante, a distribuição vertical das espécies epifíticas é influenciada pela complexidade estrutural da floresta (Arévalo & Betancur 2006) uma vez que variações microclimáticas, como alteração da umidade relativa, velocidade do vento e intensidade luminosa são fatores influenciados pelas modificações estruturais da floresta (Benzing 1995, Freiberg 1996, Nieder *et al.* 1999, Wolf 2005).

Em termos de distribuição da sinúsia epifítica vascular no gradiente vertical, a presença de maior riqueza foi observada nas zonas intermediárias, Z3 e Z4 (figura 2a). Nessas zonas o nível de luminosidade é razoavelmente alto, enquanto a presença de bifurcações ou inserção de galhos faz com que haja acúmulo de matéria orgânica, favorecendo a implantação das raízes das espécies epifíticas (Krömer *et al.* 2007); a presença dessa matéria orgânica contribui para a manutenção da umidade, um dos principais fatores limitantes ao epifitismo (Nieder *et al.* 1999, Zotz *et al.* 2001). A presença de todas as famílias nas zonas próximas ao solo (Z1 e Z2) indica que nessa floresta não há restrições de luminosidade para as espécies epifíticas nas zonas mais próximas ao solo (figura 2a), entretanto, é notável a importância da umidade para a sinúsia que ocorre nessas zonas, especialmente pela maior abundância das famílias Orchidaceae e Piperaceae (figura 2b). Esta última é mais sensível às variações de luminosidade e umidade, reduzindo sua abundância gradativamente no gradiente vertical, estando completamente ausente nas zonas mais externas da copa (Z5 e Z6), padrão de distribuição semelhante ao das Piperaceae foi observando em outras florestas próximas à área de estudo (Bataghin *et al.* 2012, Bataghin *et al.* 2010).

A maior riqueza de espécies da família Orchidaceae na Z4, deve-se à maior disponibilidade de locais favoráveis à sua implantação, dada a presença de bifurcações e/ou galhos em uma posição horizontal que acumulam algum substrato e umidade, no entanto, a limitação hídrica nas zonas mais altas do dossel fez com que a maior abundância de orquídeas fosse registrada nas zonas próximas ao solo, buscando, sobretudo um balanço microclimático favorável à disponibilidade hídrica em detrimento do acesso à luz, isso fez com que essa família fosse mais abundante em Z2 e Z1. Nas zonas intermediárias (Z3-Z5) predominaram Polypodiaceae e Cactaceae (figura 3), embora Araceae tenha sido expressiva, indicando as vantagens adaptativas dessas famílias às regiões com maior disponibilidade luminosa, mas que necessitam níveis de umidade maiores do que aqueles presentes no dossel. Uma estratificação vertical semelhante dessas famílias foi observada por Bataghin *et al.* (2012) em área de Cerrado do sudeste brasileiro, e uma distribuição taxonômica similar foi observada nos estudos de ter Steege & Cornelissen (1989), Acebey & Krömer (2001) e Krömer *et al.* (2007).

A família Bromeliaceae, embora presente em todas as zonas no gradiente vertical, foi mais abundante na Z6, tendo expressivo número de indivíduos em Z5 e Z1. O registro abundante da família Bromeliaceae na Z1 deve-se a uma espécie, *Vriesea bituminosa* (figura 3), que é mesófila (Reitz 1983) e tem preferência por regiões de interior nas florestas (Lima & Wanderley 2007). Nas zonas superiores, a maior abundância de bromélias ocorre pela contribuição de duas espécies de *Tillandsia* (figura 3) que apresentam adaptações e mecanismos que permitem sua ocorrência em locais com acentuadas variações microclimáticas, como os longos período de baixa umidade relativa, altas temperaturas e luminosidade, ou seja, ambiente pouco propício ao epifitismo (Bonnet & Queiroz 2006, Tryon 1970, Hunt *et al.* 2006).

As Polypodiaceae *M. squamulosa*, *M. tecta* e *P. pleopeltifolia*, que foram registradas em todas as zonas no gradiente vertical, apresentam peculiaridades que conferem vantagens em ambientes com fortes variações microclimáticas, como é o caso das florestas secas. Ambos os gêneros apresentam adaptações morfológicas características de plantas xeromórficas, como lâminas foliares encorpadas e cutícula espessa nas *Microgramma* e o hábito poiquiloídrico em *Pleopeltis* (Dubuisson *et al.* 2009), no qual as espécies, durante os períodos de seca, perdem a coloração e a umidade, e adquirem aspecto retorcido e esturricado,

mas com o aumento da umidade retornam à forma original. A alta dominância de espécies distintas que ocupam as zonas extremas do forófito (Z1 e Z6) indicam a presença de características específicas que fazem, destas, especialistas em ambientes de sombra (troncos) ou de sol (copa). Na Z6, as Bromeliaceae *T. recurvata* e *T. tricholepis*, apresentam mecanismos ou adaptações que permitem o crescimento em locais com acentuadas variações microclimáticas, caracterizadas pelos prolongados períodos de altas temperaturas, luminosidade, e intensidade do vento o que reduz a umidade relativa do ar (Benzing 1995, Krömer *et al.* 2007) tornando o ambiente pouco propício ao epifitismo (Bonnet & Queiroz 2006, Tryon 1970, Hunt *et al.* 2006). Já na Z1, a dominância de *P. rotundifolia* deve-se ao fato desta ser adaptada a ambientes sombreados, como as florestas mesófilas (Reitz 1983) ou as regiões mais próximas ao solo e que apresentam menor luminosidade e maior disponibilidade hídrica em florestas mais secas (Bataghin *et al.* 2012).

O registro de maior abundância de Polypodiaceae, Cactaceae e Orchidaceae nas zonas intermediárias, representa um arranjo semelhante da distribuição taxonômica observada nas pesquisas de Acebey & Krömer (2001) e Krömer *et al.* (2007). Nesse contexto, o registro das Piperaceae dominando a região mais próxima ao solo e do gênero *Tillandsia* (Bromeliaceae) predominando na região mais alta do dossel indica o mesmo padrão observado por Bataghin *et al.* (2012) em área de floresta no Cerrado brasileiro.

A distribuição das abundâncias das espécies epifíticas nas zonas (figura 3) segundo a proposta de Whittaker (1967), indicou semelhança no comportamento da sinússia epifítica que ocorre nas zonas Z2-Z3, decorrente da maior diversidade e maior equidade no VIE das espécies nessas zonas. Nas zonas Z1 e Z5, embora com número grande de espécies para a floresta estudada, a distribuição dos pontos na curva mostrou a ocorrência de poucas espécies dominantes, pequeno número de espécies com baixa abundância e maior número de espécies com abundância intermediária. Na Z6 há a dominância de poucas espécies, com uma redução rápida na abundância para as demais espécies (figura 3). A distribuição das abundâncias no diagrama revela que, na área de floresta estudada, a comunidade epifítica é relativamente simples com espécies que competem ou resistem de modo forte e hierárquico sob pressão de um ou poucos fatores dominantes (Whittaker 1967), possivelmente os que afetam o regime hídrico e de luminosidade. Em adição, os testes T e de Kolmogorov-

Smirnov revelaram que tanto as zonas próximas ao solo quanto as mais externas no dossel, apresentam diferença significativa no número de registros e na diversidade epifítica vascular em relação às demais zonas estudadas, modelo semelhante ao que foi observado por Bataghin *et al.* (2012) na distribuição das epifitas em área de Cerrado no sudeste brasileiro.

De forma geral, a diversidade epifítica encontrada é semelhante à de estudos realizados em áreas de florestas com baixa disponibilidade hídrica (florestas estacionais, cerrados, etc.) especialmente quando estas apresentam histórico de ações antrópicas influenciando o desenvolvimento da comunidade vegetal. O fato da maior diversidade desta sinússia ser observada nas zonas intermediárias dos forófitos reflete a busca por uma condição climática favorável, na qual há equilíbrio entre a disponibilidade hídrica e a luminosidade. A distribuição das espécies e das abundâncias fornece indícios de uma comunidade epifítica relativamente simples, limitada pelos fatores microclimáticos (poucos fatores dominantes) especialmente pelo número de espécies com adaptações para resistir às mudanças. Pesquisas elucidativas para a comunidade devem envolver o estado de conservação do fragmento florestal, no caso específico, a importância da complexidade estrutural da floresta e a contribuição desta para o aumento da diversidade epifítica, uma vez que esses fatores exercem influência sobre a disponibilidade de água e nutrientes, principais limitações à comunidade epifítica vascular.

Agradecimentos

Os autores agradecem a direção da Estação Ecológica de Barreiro Rico, Anhembi-SP, por permitir a realização desta pesquisa. À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro (Processo 2009/08204-9 – As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da Fapesp) e ao laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA-UFSCar) por possibilitar a realização desse trabalho. O terceiro autor agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade recebida (Processo 304506/2013-3).

Literatura citada

Acebey, A. & Krömer, T. 2001. Diversidad y distribución vertical de epifitas en los alrededores del campamento río Eslabón y de la laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, Dpto. La Paz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3: 104-123.

- Alves, F.E. & Menini Neto, L.** 2014. Vascular epiphytes in a forest fragment of Serra da Mantiqueira and floristic relationships with Atlantic high altitude areas in Minas Gerais. *Brazilian Journal of Botany* 37: 187-196.
- Antunes, A.Z.** 2005. Alterações na composição da comunidade de aves ao longo do tempo em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. *Ararajuba* 13:47-61.
- Antunes, A.Z. & Eston, M.R.** 2009. Mamíferos (Chordata: Mammalia) florestais de médio e grande porte registrados em Barreiro Rico, Anhembi, Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal* 21: 201-215.
- Arévalo, R. & Betancur, J.** 2006. Vertical distribution of vascular epiphytes in four forest types of the Serranía de Chiribiquete, Colombian Guayana. *Selbyana* 27: 175-185.
- Assumpção, C.T., Leitão-Filho, H. F. & Cesar O.** 1982. Descrição das matas da fazenda Barreiro Rico, estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 5: 53-66.
- Ayres, M., Ayres-Júnior, M., Ayres, D.L. & Santos, A.S.** 2007. BIOESTAT 5.9: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007.
- Barbosa, D.E.F., Basílio, G.A., Silva, F.R. & Menini Neto, L.** 2015. Vascular epiphytes in a remnant of Seasonal Semideciduous Forest in the Zona da Mata, state of Minas Gerais, Brazil. *Bioscience Journal* 31: 623-633.
- 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 Ecology* 152: 145-156.
- Bataghin, F.A., Barros F. & Pires, J.S.R.** 2010. Distribuição da comunidade de epífitas vasculares em sítios sob diferentes graus de perturbação na Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 531-542.
- Bataghin, F.A., Muller, A., Pires, J.S.R., Barros, F., Fushita, A.T. & Scariot, E.C.** 2012. Riqueza e estratificação vertical de epífitas vasculares na Estação Ecológica de Jataí: área de Cerrado no Sudeste do Brasil. *Hoehnea* 39: 615-626.
- Bennet, B.C.** 1986. Patchiness, diversity, and abundance relationships of vascular epiphytes. *Selbyana* 9: 70-75.
- Benzing, D.H.** 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 183-204
- Benzing, D.H.** 1990. Vascular epiphytes: general biology and related biota. Cambridge University Press, Cambridge.
- Benzing, D.H.** 1995. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. *Selbyana* 16: 159-168.
- Bianchi, J.S., Bentos, C.M. & Kersten, R.A.** 2012. Epífitas vasculares de uma área de ecótono entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista, no Parque Estadual do Marumbi, PR. *Estudos de Biologia* 34: 37-44.
- Blum, C.T., Roderjan, C.V. & Galvão, F.** 2011. Composição florística e distribuição altitudinal de epífitas vasculares da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica* 11: 141-159.
- Bonnet, A. & Queiroz, M.H.** 2006. Estratificação vertical de bromélias epifíticas em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 217-228.
- Breier, T.B.** 2005. O epifitismo vascular em florestas do sudoeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Brummitt, R.K. & Powell, C.E.** 1992. Authors of plant names. 1 ed. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Cervi, A.C. & Borgo, M.** 2007. Epífitos vasculares no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná (Brasil). Levantamento preliminar. *Fontqueria* 55: 415-422.
- Cesar, O. & Leitão Filho, H.F.** 1990. Estudo fitossociológico de mata mesófila semidecídua na fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 443-452.
- Conservation International do Brasil.** 2000. Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto Estadual de Florestas-MG. Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente. Brasília.
- Dettker, G.A., Orfrini, A.C. e Milaneze-Gutierrez, M.A.** 2008. Composição florística e distribuição de epífitas vasculares em um remanescente alterado de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, Brasil. *Rodriguésia* 59: 859-872.
- Dislich, R. & Mantovani, W.** 1998. Flora de epífitas vasculares da Reserva da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" (São Paulo, Brasil). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 17: 61-83.
- Dittrich, V.A.O., Kozera, C. & Silva, S.M.** 1999. Levantamento florístico de epífitos vasculares no Parque Barigüi, Paraná, Brasil. *Iheringia, série Botânica* 52: 11-22.
- Dubuisson, J.Y., Schneider, H. & Hennequin, S.** 2009. Epiphytism in ferns: diversity and history. *C. R. Biologies* 332: 120-128.
- Durigan, G.** 2006. Métodos para análise de vegetação arbórea. *In*: L. Cullen Jr, R. Rudran & C. Valladares-Pádua (orgs.). Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 2 ed. Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 455-480.
- Einzmann, H.J.R. & Zotz, G.** 2016. How diverse are epiphyte assemblages in plantations and secondary forests in tropical lowlands? *Tropical Conservation Science* 9: 629-647.

- Engwald, S., Schimit-Neuerburg V. & Barthlott, W.** 2000. Epiphytes in rain forest of Venezuela - diversity and dynamics of a biocenosis. *In*: S.W. Breckle, B. Schweizer & U. Arndt (eds.). Results of worldwide ecological studies. Proceedings of the first symposium by the AFW Foundation. Günter Heimbach, Hoheneim, pp. 425-434.
- Filgueiras, T.S., Nogueira, P.E., Brochado, A.L. & Guala II, G.F.** 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências* 12: 39-43.
- Freiberg, M.** 1996. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. *Biotropica* 28: 345-355.
- Freitas, L., Salino, A., Menini Neto, L., Almeida, T.E., Mortara, S.R., Stehmann, J.R., Amorim, A.M., Guimarães, E.F., Coelho, M.N., Zanin A. & Forzza, R.C.** 2016. A comprehensive checklist of vascular epiphytes of the Atlantic Forest reveals outstanding endemic rates. *PhytoKeys* 58: 65-79.
- Gentry, A.H. & Dodson, C.H.** 1987a. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Gentry, A.H. & Dodson, C.H.** 1987b. Contribution of non trees species to the richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19: 149-156.
- Geraldino, H.C.L., Caxambu M.G. & Souza D.C.** 2010. Composição florística e estrutura da comunidade de epífitas vasculares em uma área de ecótono em Campo Mourão, PR, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 24: 469-482.
- Giongo, C. & Waechter, J.L.** 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitas vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 563-572.
- Graciano, C., Fernández, L.V. & Caldiz, D.O.** 2003. *Tillandsia recurvata* L. as a bioindicator of sulfur atmospheric pollution. *Ecología Austral* 13: 3-14.
- Hammer, Ø., Harper D.A.T. & RYAN P.D.** 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4:1-9.
- Hunt, D., Taylor, N. & Charles, G.** 2006. The new cactus lexicon. DH Books, Milborne Port.
- Ishara, K.L., Déstro, G.F.G., Maimoni-Rodella, R.C.S. & Yanagizawa, Y.A.N.P.** 2008. Composição florística de remanescente de cerrado *sensu stricto* em Botucatu, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 31: 575-586.
- Johansson, D.** 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica* 59: 1-136.
- Kersten, R.A.** 2010. Epífitas vasculares - Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. *Hoehnea* 37: 9-38.
- Kersten, R.A. & Kuniyoshi, Y.S.** 2009. Conservação das florestas na Bacia do Alto Iguaçu, Paraná - Avaliação da comunidade de epífitas vasculares em diferentes estágios serais. *Floresta* 39: 51-66.
- Kersten, R.A. & Silva, S.M.** 2001. Composição florística e distribuição espacial de epífitas vasculares em floresta da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 213-226.
- Kersten, R.A. & Silva S.M.** 2002. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em Floresta Ombrófila Mista Aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 259-267.
- Kira, T. & Yoda, K.** 1989. Vertical stratification in microclimate. *In*: H. Lieth & M.J.A. Werger (eds.). Ecosystems of the world. v. 14b. Tropical Rain Forest ecosystems. Elsevier, Amsterdam, pp. 7-53.
- Köster, N., Friedrich, K., Nieder, J. & Barthlott, W.** 2009. Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology* 23: 911-919.
- Kress, J.W.** 1986. A symposium: The biology of tropical epiphytes. *Selbyana* 9: 1-22.
- Krömer, T., Kessler, M. & Gradstein, R.S.** 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* 189: 261-278.
- Laube, S. & Zotz, G.** 2003. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte? *Functional Ecology* 17: 598-604.
- Laube, S. & Zotz, G.** 2006. Long-term changes of the vascular epiphyte assemblage on the palm *Socratea exorrhiza* in a lowland forest in Panama. *Journal of Vegetation Science* 17: 307-314.
- Lima, T.T. & Wanderley, M.G.L.** 2007. Diversidade de Bromeliaceae da Serra do Lopo Extrema - Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biociências*. 5: 1146-1148.
- Lugo, A.E. & Scatena, F.N.** 1992. Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. *Selbyana* 13: 123-130.
- Lüttge, U.** 1989. Vascular epiphytes: Setting the scene. *In*: U. Lüttge (ed.). Vascular plants as epiphytes. *Ecological Studies* 79. Springer-Verlag, Berlin, pp.1-14.
- Madison, M.** 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. *Selbyana* 2: 1-13.
- Magalhães, J.C.R.** 1999. As aves na fazenda Barreiro Rico. Editora Plêiade, São Paulo.
- Magurran, A.E.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton.
- Menini Neto, L., Forzza, R.C. & Zappi, D.** 2009. Angiosperm epiphytes as conservation indicators in forest fragments: A case study from southeastern Minas Gerais, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18: 3785-3807.
- Montaña, C., Dirzo, R. & Flores, A.** 1997. Structural parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium praecox* in an intertropical semiarid ecosystem. *Biotropica* 29: 517-521.

- Nadkarni, N.M. & Matelson, T.J.** 1989. Bird use of epiphyte resources in Neotropical trees. *The Condor* 91: 891-907.
- Nadkarni, N.M., Parker, G.G. & Lowman, M.D.** 2011. Forest canopy studies as an emerging field of science. *Annals of Forest Science* 68: 217-224.
- Nieder, J., Engwald, S. & Barthlott, W.** 1999. Patterns of neotropical diversity. *Selbyana* 20: 66-75.
- Nieder, J., Prospero, J. & Michaloud, G.** 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecology* 153: 51-63.
- Olmsted, I. & Juarez, M.G.** 1996. Distribution and conservation of epiphytes on the Yucatan Peninsula. *Selbyana* 17: 58-70.
- Perleberg, T.D., Garcia, E.N. & Pitrez, S.R.** 2013. Epífitos vasculares em área com floresta estacional semidecidual, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Natura* 35: 65-73.
- Reitz, R.** 1983. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. *Flora Ilustrada Catarinense*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- Relatório Técnico 80.401.** 2005. Atualização do relatório de situação dos recursos hídricos 1995 da bacia do Sorocaba e Médio Tietê como subsídio à elaboração do plano de bacia. Relatório técnico nº 80 401-205. IPT, São Paulo.
- Rogalski, J.M. & Zanin, E.M.** 2003. Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 551-556.
- São Paulo (Estado).** 2006. Decreto no 51.381, de 19 de dezembro de 2006. Cria, no Município de Anhembi, a Estação Ecológica do Barreiro Rico, e dá providências correlatas. Poder Executivo, São Paulo, v. 116, n. 240, 20 dez. 2006. Seção I, pp. 1.
- Silva, C.H.G., Calvente, A., Soller, A., Maranhão, L.T., Boeger, M.R.T. & Soffiatti, P.** 2013. Anatomia de *Rhipsalis* subgênero *Erythrorhipsalis* A. Berger (*Rhipsalideae, Cactaceae*). *Iheringia, Sér. Bot.* 68: 249-259.
- Smith, J.A.C.** 1986. Comparative ecophysiology of crassulacean acid metabolism and 3-carbon pathway bromeliads. 4. Plant water relations. *Plant, Cell and Environment* 9: 395-410.
- Ter Steege, H. & Cornelissen, J.H.C.** 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21: 331-339.
- Tryon, R.M.** 1970. Development and evolution of Fern Floras of Oceanic Islands. *Biotropica* 2: 76-84.
- Versieux, L.M., & Wendt, T.** 2006. Checklist of Bromeliaceae of Minas Gerais, Brazil, with notes on taxonomy and endemism. *Selbyana* 27: 107-146.
- Waechter, J.L.** 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. *Revista Ciência e Natura* 20: 43-66.
- Werneck, M.S. & Espírito-Santo, M.M.** 2002. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia peresiana* in Brazil. *Biotropica* 34: 51-57.
- Whittaker, R.H.** 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.
- Whittaker, R.H.** 1967. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250-260.
- Wolf, J.H.D.** 2005. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 212: 376-393.
- Yeaton, R.I. & Gladstone, D.E.** 1982. The pattern of colonization of epiphytes on Calabash trees (*Crescentia alata* HBK.) in Guanacaste Province, Costa Rica. *Biotropica* 14: 137-140.
- Zar, J.H.** 1996. *Biostatistical analysis*. Third edition. Prentice-Hall International Editions, New Jersey.
- Zotz, G. & Schultz, S.** 2008. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama-species composition and spatial structure. *Plant Ecology* 195: 131-141.
- Zotz, G., Hietz, P. & Schmidt, G.** 2001. Small plants, large plants: the importance of plant size for the physiological ecology of vascular epiphytes. *Journal of Experimental Botany* 52: 2051-2056.