

## Epifitismo vascular em sítios de borda e interior em Floresta Estacional Semidecidual no Sudeste do Brasil

Fernando Antonio Bataghin<sup>1,3</sup>, José Salatiel Rodrigues Pires<sup>1</sup> e Fábio de Barros<sup>2</sup>

Recebido: 4.10.2011; aceito: 23.05.2012

**ABSTRACT** - (Vascular epiphytes at the edge and interior of a Semideciduous Forest in Southeastern Brazil). Epiphytes have a key role as environmental indicators and may reflect the degree of local preservation. This research was performed at the Ipanema National Forest, São Paulo State, Brazil, and aimed to characterize the vascular epiphytic community, taking into consideration its abundance and distribution at forest-interior and edge site. In the survey, 16 species belonging to 12 genera in six families were found. Characteristic holoeiphytes were the dominant type of epiphytes. At the forest edge, seven epiphytic species were found, with  $H' = 1.282$  and  $J = 0.658$ . At the inner forest site, 13 species were sampled, with  $H' = 1.587$  and  $J = 0.619$ . The results indicated that the low diversity of the area may be related to forest disturbance and vegetation types studied, and an edge effect was noted in the vascular epiphytes, both at forest edge and forest-interior sites, leading to changes in species composition and vertical distribution of the community.

**Key words:** Atlantic Forest, edge effect, human action, phytosociology

**RESUMO** - (Epifitismo vascular em sítios de borda e interior em Floresta Estacional Semidecidual no Sudeste do Brasil). As epífitas têm papel fundamental como indicadores ambientais e podem refletir o grau de preservação local. Esta pesquisa foi desenvolvida na Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brasil e objetivou caracterizar a comunidade epifítica vascular, analisando sua abundância e distribuição nos sítios de borda e de interior da floresta. Foram encontradas 16 espécies, pertencentes a 12 gêneros e seis famílias. Houve predominância dos holoeipífitos característicos. Na borda foram amostradas sete espécies, com diversidade de Shannon de  $H' = 1,282$  e equabilidade de Pielou de  $J = 0,658$ . No interior foram amostradas 13 espécies, com diversidade de Shannon de  $H' = 1,587$  e equabilidade de Pielou de  $J = 0,619$ . Os resultados indicaram que a baixa diversidade da área pode estar relacionada a perturbação da floresta e a fitofisionomia pesquisada, e que há ação do efeito de borda sobre as epifíticas vasculares da borda e do interior da floresta, alterando a composição específica e a distribuição vertical da comunidade.

**Palavras-chave:** Ação antrópica, efeito de borda, fitossociologia, Mata Atlântica

### Introdução

A fragmentação de habitats tem se tornado um dos mais fortes agentes de perda de espécies (Diamond 1992). O efeito direto da fragmentação de habitats é a redução drástica no tamanho efetivo das populações de muitas espécies, resultando muitas vezes em perdas determinísticas, quando populações são reduzidas abaixo do limite de viabilidade genética (Terborgh 1992).

Dentre as consequências mais importantes do processo de fragmentação florestal, pode-se citar

a diminuição da diversidade biológica, o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas, as mudanças climáticas, a degradação geral dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais (Pires 1995). Outra consequência é a criação de bordas florestais, que levam a modificações nas condições microclimáticas de parte do fragmento florestal (Williams-Linera 1990, Camargo & Kapos 1995).

As mudanças na parte física do ambiente, causadas pela borda, podem afetar diretamente a estrutura da floresta (Teixera 1998), causando alterações na

1. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Hidrobiologia, 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

abundância relativa e na composição de espécies de plantas, dado o aumento no recrutamento e densidade de espécies arbóreas pioneiras (Williams-Linera 1990, Laurance *et al.* 1998, Sizer & Tanner 1999), o aumento na densidade de cipós (Laurance *et al.* 2001) e a diminuição na densidade de plântulas de espécies tardias (Benitez-Malvido 1998). Além disso, tais mudanças podem restringir as espécies tolerantes a sombra ao interior dos fragmentos florestais, com espécies distintas estabelecendo-se a distâncias diferentes da borda (Lovejoy *et al.* 1986). Essas alterações significativas nas características do fragmento florestal compõem o chamado efeito de borda (Saunders *et al.* 1991).

As epífitas, que representam cerca de 10% de todas as plantas vasculares (Gentry & Dodson 1987), se estabelecem diretamente sobre o tronco, ramos caulinares ou sobre as folhas das árvores, sem a emissão de estruturas haustoriais, e as plantas que as sustentam são denominadas forófitos (Benzing 1990). Em função de suas características fisiológicas e nutricionais, as epífitas podem refletir o grau de preservação local e têm um papel fundamental em estudos sobre a interferência antrópica no ambiente (Sota 1971, Aguiar *et al.* 1981, Barthlott *et al.* 2001, Wolf 2005, Bonnet & Queiroz 2006, Dettke *et al.* 2008, Kersten & Kuniyoshi 2009, Bataghin *et al.* 2010), funcionando também como indicadores biológicos do estágio sucessional da floresta e refletindo o grau de preservação local (Meira 1997, Barthlott *et al.* 2001, Wolf 2005, Bataghin *et al.* 2008).

O efeito de borda é esperado em epífitas vasculares, uma vez que a ocorrência dessas plantas está relacionada diretamente com a intensidade de luz e a umidade, usualmente maior e menor, respectivamente, na borda da floresta (Santos *et al.* 2010). Embora os estudos de Bernardi & Budke (2010) não tenham identificado variação na diversidade e estrutura da comunidade epifítica vascular entre a borda e o interior em uma área de transição entre Floresta Estacional Semidecídua e Floresta Ombrófila Mista, Essen & Renhorn (1998), estudando epífitas não vasculares (líquens), e Bataghin *et al.* (2008), analisando epífitas vasculares, detectaram a ocorrência de efeito de borda sobre o componente epifítico.

O conhecimento disponível sobre os remanescentes de vegetação, especialmente no Estado de São Paulo, ainda não permite compreender os mecanismos reguladores da biodiversidade nessas áreas, nem entender como as alterações recentes interferiram nos

processos de estruturação e funcionamento dessas florestas. Analisar e correlacionar fatores que regem a dinâmica da floresta é fundamental para o entendimento dos mecanismos mantenedores da biodiversidade, pois o desenvolvimento da comunidade é dependente do conjunto geral de fatores e não da ação isolada de cada um deles. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a comunidade epifítica vascular que ocorre em sítios de borda e interior na Floresta Nacional de Ipanema, analisando as diferenças na diversidade, abundância, frequência e distribuição vertical das epífitas entre esses ambientes.

### Material e métodos

A Floresta Nacional de Ipanema com 5.179,93 hectares e altitudes variando de 600 a 850 metros (Fávero 2001), está localizada entre as coordenadas 23°21' a 23°30'S e 47°30' a 47°45'W (figura 1). O Trópico de Capricórnio passa pela parte sul da área, caracterizando uma zona de transição, de tropical para subtropical. Segundo o sistema de Köppen, apresenta condições climáticas tipo Cfa ao sul e Cwa ao norte (IBAMA 2007). Segundo Albuquerque (1999), a precipitação média anual de 1.310 mm, tendo janeiro como mês mais chuvoso (233 mm) e mais quente (temperatura média de 24,2 °C), agosto como mês mais seco (33 mm) e julho o mês mais frio (temperatura de até 1,4 °C).

A Unidade de Conservação foi criada para preservar um dos maiores fragmentos de Mata Atlântica do interior do Estado de São Paulo, bem como outros ecossistemas associados (áreas de cerrado e várzea), e sua diversidade biológica (IBAMA 2007). No contexto da paisagem regional, a Floresta Nacional de Ipanema é uma área natural extensa de Floresta Estacional Semidecidual, remanescente de uma vegetação hoje totalmente fragmentada.

Albuquerque (1999), em estudo fitossociológico no Morro de Araçoiaba, dentro da Floresta Nacional de Ipanema, encontrou, além de espécies características de Floresta Estacional Semidecidual, espécies pertencentes a formações de Floresta Ombrófila Mista, Cerrado *lato sensu* e Floresta Ombrófila Densa, e afirmou que a Unidade de Conservação possui uma condição ecotonal na qual a matriz seria Floresta Estacional Semidecidual com exemplares de florestas Ombrófila Densa e Mista, e de Cerrado *lato sensu*.

O histórico da influência antrópica e dos conflitos ambientais da atual Flona de Ipanema não é recente, ao contrário, remonta à época imediatamente posterior

ao descobrimento do Brasil. Os primeiros registros datam de 1589, quando os bandeirantes chegaram à área iniciando a extração de minério de ferro. Em 1810, Dom João VI decretou a criação da Fábrica de Ferro Ipanema, a primeira siderúrgica brasileira que se manteve ativa na Flona de Ipanema até 1895. Na região mais montanhosa da Flona, denominada Serra de Araçoiaba, iniciou-se em 1926 a extração de apatita para fabricação de superfosfato e em 1950

deu-se início à extração de calcário para produção de cimento. Nesta última ocasião, a Flona encontrava-se sob administração do Ministério da Agricultura, que realizava ensaios com sementes e com máquinas agrícolas. Em 1986 a Marinha do Brasil instalou em uma área da Flona, um centro de pesquisas para desenvolver reatores nucleares para submarinos (ARAMAR), um complexo que ocupa 78 ha da área (IBAMA 2003).

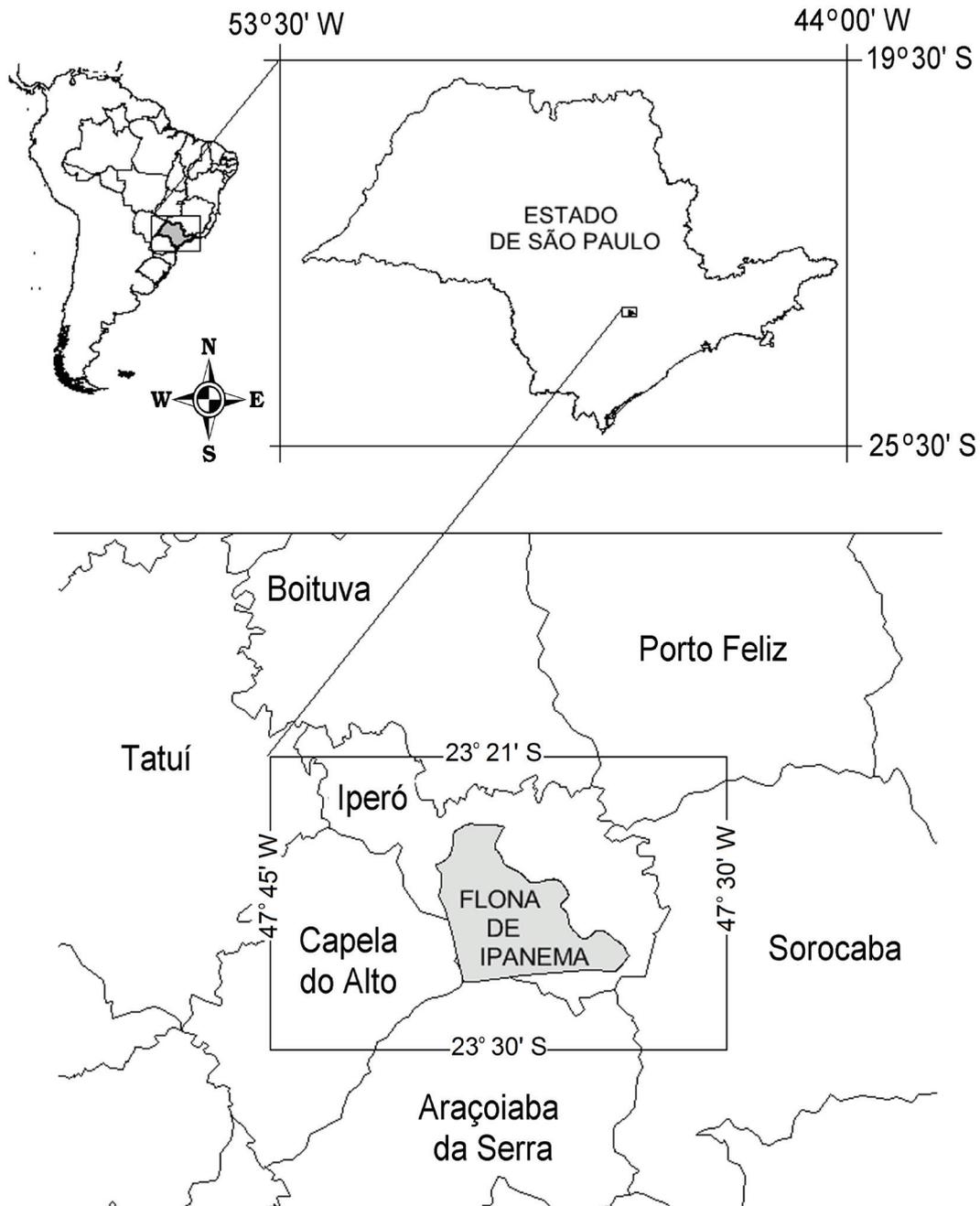


Figura 1. Localização da Floresta Nacional de Ipanema, Estado de São Paulo, Brasil.

Figure 1. Location of the Ipanema National Forest, São Paulo State, Brazil.

Foram realizadas visitas entre setembro de 2007 e agosto de 2008 amostrando as epífitas vasculares que se encontravam sobre 180 indivíduos arbóreos (forófitos) com  $DAP \geq 20$  cm em um sítio de borda e um sítio de interior de floresta. Para cada sítio foram demarcadas parcelas de  $10 \times 15$  m até serem amostrados 90 forófitos. O sítio de borda foi instalado entre 15 e 60 metros da borda (três parcelas), seguindo a amostragem em paralelo a borda externa. O sítio de interior foi estabelecido entre 300 e 345 metros da borda externa e obedeceu a mesma orientação do sítio de borda.

O material botânico coletado foi processado segundo as técnicas usuais de herborização e depositado no herbário da UFSCar – *Campus* Sorocaba. A identificação foi feita com base em bibliografia especializada, por comparação com material previamente identificado e consulta a especialistas, sendo adotadas as abreviaturas dos autores sugeridas por Brummitt & Powell (1992).

As espécies epifíticas foram classificadas em categorias ecológicas, segundo sua relação com o forófito, seguindo Benzing (1990) e Kersten & Silva (2001), a saber, holoeipífitos característicos, holoeipífitos facultativos e holoeipífitos acidentais. Em adição, foi registrado, para cada espécie, seu posicionamento no forófito (estratos) segundo as categorias sugeridas por Kersten & Silva (2002): 1 - fuste baixo (até 1,3 m de altura); 2 - fuste alto (de 1,31 m até a base da copa); 3 - copa.

Foram calculadas as frequências absolutas de ocorrência nos estratos (FAR) e nos indivíduos forofíticos (FAi). O valor de importância epifítico (VIE) foi calculado com base nas notas atribuídas às epifíticas, a saber: 1 - um ou poucos indivíduos isolados; 2 - agrupamentos mais extensos ou diversos indivíduos isolados; 3 - abundante e formando, em muitos casos, uma cobertura quase contínua no forófito. Para cálculo do VIE foi empregada a fórmula sugerida por Waechter (1998) e modificada por Kersten & Silva (2001):  $VIE = [vt (\sum vt)^{-1}] 100$ , onde  $vt$  = somatória das notas obtidas pela espécie e utilizadas as seguintes abreviações: Ne - número de estratos com ocorrência da espécie epifítica; Na - número total de regiões amostradas; Nf - número de indivíduos forofíticos com ocorrência da espécie; Nt - número total de indivíduos forofíticos.

Foram estimados os parâmetros de diversidade, equabilidade e riqueza, utilizando os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ), equabilidade de Pielou ( $J$ ) e riqueza de Margalef ( $d$ ). Para explorar

a similaridade entre os diferentes sítios e estratos na área de estudo, com base nos táxons identificados, utilizou-se uma análise de agrupamentos, com o método UPGMA, utilizando como medida de distância o coeficiente de similaridade de Jaccard (Odum 1988). Foram aplicados os testes  $t$  e Kolmogorov-Smirnov (Magurran 1988) sobre a abundância das espécies epifíticas, para avaliar as possíveis diferenças entre os sítios estudados. A análise da distribuição vertical das epifíticas foi realizada de forma a comparar as abundâncias dos estratos da borda em relação ao mesmo estrato no interior da floresta. Foi elaborado um diagrama de Whittaker com os valores de importância epifítica ( $\log_{10}$ ) para ilustrar a distribuição vertical da abundância entre as espécies nos sítios estudados. Para realização das análises estatísticas foram utilizados os programas computacionais PAST versão 2.0 (Hammer *et al.* 2001) e MVSP versão 5.0 (Ayres *et al.* 2007).

## Resultados

No levantamento florístico dos sítios de borda e interior da Floresta Nacional (Flona) de Ipanema, foram registradas 16 espécies epifíticas, pertencentes a 12 gêneros e seis famílias (tabela 1). As famílias epifíticas com maior riqueza de espécies foram Cactaceae (cinco espécies) e Bromeliaceae (quatro). Polypodiaceae e Orchidaceae apresentaram três e duas espécies, respectivamente. As famílias Araceae e Commelinaceae apresentaram apenas uma espécie.

Com exceção de *Oeceoclades maculata*, que foi registrada somente no fuste alto, todas as demais espécies epifíticas ocorreram no estrato denominado fuste baixo, sendo que *Aechmea bromeliifolia* e *Tradescantia fluminensis* ocorreram exclusivamente nesse estrato. *Anthurium comtum* e *Epidendrum* sp. foram registradas nos fustes baixo e alto. As outras espécies ocorreram nos três estratos analisados.

A distribuição das espécies epifíticas, segundo as categorias ecológicas de relação com o forófito, evidenciou o predomínio de holoeipífitos característicos com 12 espécies (75%); os holoeipífitos acidentais foram representados por três espécies (19%) e os holoeipífitos facultativos, por uma espécie (6%).

No sítio de borda foram amostradas sete espécies, pertencentes a cinco gêneros e três famílias. Bromeliaceae foi a família de maior riqueza na borda, com quatro espécies, seguida por Polypodiaceae (duas) e Commelinaceae (uma espécie). Na borda predominaram os holoeipífitos característicos com seis espécies, sendo registrada uma espécie como

holoepífita acidental e nenhuma como holoepífita facultativo. As espécies epifíticas com maior valor de importância foram *Tillandsia recurvata* e *Tillandsia tricholepis* (tabela 1).

No interior da floresta foram identificadas 13 espécies, pertencentes a 10 gêneros e cinco famílias. As famílias de maior riqueza nesse sítio foram Cactaceae (cinco espécies) e Polypodiaceae (três), seguidas por Bromeliaceae e Orchidaceae, com duas espécies cada e Araceae, com apenas uma espécie. Nesse sítio houve predominância dos holoepífitos característicos (10 espécies), seguidos pelos holoepífitos acidentais (duas) e holoepífitos facultativos, com uma espécie.

*Pleopeltis pleopeltifolia* obteve o maior valor de importância epifítico (tabela 1), seguida por *Rhopsalis cereuscula*.

No sítio de borda o índice de Shannon foi  $H' = 1,282$ , a equabilidade de Pielou foi de  $J = 0,658$  e a riqueza de Margalef (d) foi de 1,017. Para o sítio de interior, o índice de diversidade de Shannon foi de  $H' = 1,587$ , a equabilidade foi de  $J = 0,619$  e a riqueza (d) foi de 1,919. A diversidade variou de forma significativa entre a borda e o interior ( $p < 0,001$ ), segundo o teste *t*. A diversidade da borda e interior foi menor do em pesquisas realizadas em fitofisionomias semelhantes (tabela 2).

Tabela 1. Espécies epifíticas amostradas nos sítios de Borda e Interior da Flona de Ipanema, SP, Brasil. Abr.: abreviatura. CE: Categoria Ecológica (C: holoepífita característico, F: holoepífita facultativo, A: holoepífita acidental). Pf: Posição no forófito (1: fuste baixo, 2: fuste alto, 3: copa). Ne: número absoluto de ocorrências nos estratos. Nf: número absoluto de ocorrências nos indivíduos forofíticos. VT: estimativas de abundância. VIE: valor de importância epifítico; b: borda; i: interior.

Table 1. Vascular epiphytes sampled at the edge and inside the forest, Ipanema National Forest, São Paulo State, Brazil. Abr.: abbreviation. CE: Ecological categories (C: characteristic holoepiphyte, F: facultative holoepiphyte, A: accidental holoepiphyte). Pf: position in the phorophytes (1: low trunk, 2: high trunk, 3: canopy). Ne: absolute number of occurrences in strata. Nf: absolute events in host trees. VT: abundance estimates. VIE: epiphytic importance value; b: edge; i: inside the forest.

Espécies	Abr.	CE	Pf	Ne b	Nf b	VT b	Ne i	Nf i	VT i	VIE b	VIE i
ARACEAE											
<i>Anthurium comtum</i> Schott	Ac	F	1;2	-	-	-	2	2	3	-	0,6
BROMELIACEAE											
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	Ab	C	1	1	1	2	-	-	-	0,5	-
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Tr	C	1;2;3	86	58	157	7	6	10	43,0	1,9
<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	Ts	C	1;2;3	7	6	7	-	-	-	1,9	-
<i>Tillandsia tricholepis</i> Baker	Tt	C	1;2;3	90	40	128	13	12	17	35,1	3,3
CACTACEAE											
<i>Cereus alacriportanus</i> Pfeiff.	Ca	A	1;2;3	-	-	-	1	1	1	-	0,2
<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	Ep	C	1;2;3	-	-	-	7	6	13	-	2,5
<i>Lepismium cruciforme</i> (Vell.) Miq.	Lc	C	1;2;3	-	-	-	6	4	13	-	2,5
<i>Lepismium warmingianum</i> (K.Schum.) Barthlott	Lw	C	1;2;3	-	-	-	9	6	21	-	4,0
<i>Rhopsalis cereuscula</i> Haw.	Rc	C	1;2;3	-	-	-	78	50	184	-	35,5
COMMELINACEAE											
<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	Tf	A	1	2	2	4	-	-	-	1,1	-
ORCHIDACEAE											
<i>Epidendrum</i> sp.	Es	C	1;2	-	-	-	2	2	2	-	0,4
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Om	C	2	-	-	-	1	1	2	-	0,4
POLYPODIACEAE											
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	Ms	C	1;2;3	6	5	12	15	9	31	3,3	6,0
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	Pp	C	1;2;3	38	31	55	97	57	208	15,1	40,1
<i>Pleopeltis squalida</i> (Vell.) de la Sota	Ps	C	1;2;3	-	-	-	6	4	14	-	2,7

Os testes de Kolmogorov-Smirnov e teste *t* (Student), aplicados a abundância das espécies, não evidenciaram diferença significativa entre a borda e o interior ( $p > 0,05$ ). No entanto, a análise da similaridade de Jaccard entre esses ambientes, com base na distribuição das epífitas vasculares nos estratos (figura 2), apresentou o sítio de borda em um grupo distinto do sítio de interior.

A distribuição das abundâncias das epífitas vasculares nos estratos revelou a dominância de espécies distintas nos ambientes de borda e interior da floresta (figura 3), apesar das comparações estatísticas aplicadas (Kolmogorov-Smirnov e teste *t*) entre os mesmos estratos na borda e interior, terem revelado apenas o fuste alto como distinto entre esses ambientes ( $p < 0,001$ ). O fuste alto do sítio de interior foi significativamente diferentes ( $p < 0,005$ ) do fuste baixo e da copa nesse mesmo sítio. As espécies *Tillandsia recurvata* (Tr) e *Tillandsia tricholepis* (Tt) foram as mais abundantes no fuste alto e na copa no sítio de borda e apresentaram-se entre as mais abundantes no fuste baixo desse mesmo sítio, no entanto, para o sítio de interior essas duas espécies apresentaram-se pouco expressivas, sobretudo no fuste baixo e no fuste alto. No sítio de interior, *Rhipsalis cereuscula* (Rc) foi a espécie mais abundante no fuste baixo e no fuste alto, e a segunda mais abundante na copa, entretanto essa espécie não foi registrada no sítio de borda. A espécie *Pleopeltis pleopeltifolia* (Pp), registrada em ambos os sítios, tende a ser, no sítio de borda, mais abundante nos estratos inferiores, notadamente no fuste baixo, enquanto no interior foi mais abundante na copa e no fuste alto.

## Discussão

A riqueza específica observada na área de estudo (tabela 1), pode ser considerada baixa quando comparada com outras áreas que têm o mesmo tipo formação florestal (Floresta Estacional Semidecidual). Os resultados obtidos mostram números menores que os dos estudos realizados por Dislich & Mantovani (1998) - 34 espécies, Borgo *et al.* (2002) - 32 espécies, Rogalski & Zanin (2003) - 70 espécies e por Giongo & Waechter (2004) - 57 espécies. No entanto, assemelham-se aos dos estudos realizados por Aguiar *et al.* (1981), que amostraram 17 espécies, com Breier (2005) - 25 espécies e Bernardi & Budke (2010) - 22 espécies. Pode-se notar, também, semelhança com os estudos de Waechter (1992), que amostrou 24 espécies epifíticas em restinga no Taim-RS; de Piliackas *et al.* (2000), que encontraram 26 espécies em um manguezal em Ubatuba-SP; e de Bataghin *et al.* (2008), que amostraram 18 espécies em uma Floresta Ombrófila Mista no norte do Rio Grande do Sul.

Todas as famílias encontradas na área estudada estão entre as mais abundantes mundialmente em termos de quantidade de epífitas (Benzing 1990), exceto a família Commelinaceae, que não é tradicionalmente encontrada como epífita no Brasil. A família Orchidaceae, mesmo sendo a mais rica em epífitas mundialmente (Benzing 1990), sobretudo no Neotrópico (Gentry & Dodson 1987, Kersten 2006), apresentou apenas duas espécies e um número baixo de ocorrências na área de estudo e ainda assim, uma dessas espécies, *Oeceoclades maculata*, é tradicionalmente terrícola. A alta intensidade luminosa pode reduzir o crescimento e o desenvolvimento de orquídeas

Tabela 2. Riqueza e diversidade de epífitas vasculares em estudos realizados em Floresta Estacional Semidecidual no Brasil. Nf: número de forófitos; F: número de famílias; Ne: número de espécies; H': índice de Shannon; J: índice de equabilidade de Pielou.

Table 2. Richness and diversity of vascular epiphytes in a number of studies in Semideciduous Seasonal Forest. Nf: number of host trees; F: number of epiphytic families; Ne: number of epiphytic species; H': Shannon index; J: Pielou index.

Estudos	Local	Nf	F	Ne	H'	J
Giongo & Waechter (2004)	Eldorado do Sul, RS	60	13	50	3,343	0,87
Dettke <i>et al.</i> (2008)	Maringá, PR	90	8	22	1,106	0,82
Bataghin <i>et al.</i> (2010)	Iperó, SP	270	6	21	2,172	0,71
Bernardi & Budke (2010)	Erechim, RS, borda	228	7	20	2,380	0,78
Bernardi & Budke (2010)	Erechim, RS, interior	271	8	21	2,271	0,75
Presente estudo	Iperó, SP, borda	90	3	7	1,282	0,66
Presente estudo	Iperó, SP, interior	90	5	13	1,587	0,62

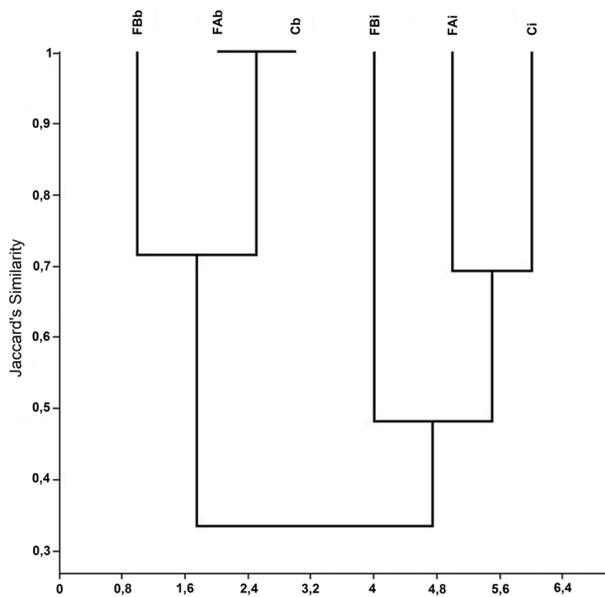


Figura 2: Similaridade florística (índice de Jaccard) entre os estratos nos sítios de borda e interior em Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Nacional de Ipanema, SP, Brasil. FB: fuste baixo; FA: fuste alto; C: copa; b: borda; i: interior.

Figure 2: Similarity (Jaccard index) among strata at the edge and inside the forest in a Semideciduous Seasonal Forest, Ipanema National Forest, São Paulo State, Brazil. FB: low trunk; FA: high trunk; C: canopy; B: edge; i: inside the forest.

(Stancato *et al.* 2002), e o clima seco característico da área de estudo também deve ter influência sobre esses números. Além disso, pesquisas com epífitas em diversas áreas de Floresta Estacional Semidecidual revelaram uma baixa riqueza de orquídeas, como em Dislich & Mantovani (1998) - 6 spp., Breier (2005) - 3 spp., Dettke *et al.* (2008) - 3 spp., Bataghin *et al.* (2010) - 2 spp., Bernardi & Budke (2010) - 4 spp. O pequeno número de espécies pode representar a riqueza real da família Orchidaceae para remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual.

A família Cactaceae, apesar de ser responsável por menos de 0,5% das espécies epifíticas mundiais (Benzing 1990) e por cerca de 3% das espécies epifíticas brasileiras (Kersten 2006), foi a mais expressiva na área de estudo, sendo responsável por 31% das espécies. A grande diversidade de espécies da família Cactaceae na região Neotropical, onde ocorrem mais de 1.400 espécies (Hunt *et al.* 2006), aliada a resistência dessa família ao estresse hídrico, podem estar relacionadas com a riqueza desta na área estudada.

O predomínio de holopífitas característicos na área em estudo (tabela 1), também foi observado em

Floresta Estacional Semidecidual por Pinto *et al.* (1995), Dislich & Mantovani (1998), Rogalski & Zanin (2003), Dettke *et al.* (2008), Bataghin *et al.* (2010) e Bernardi & Budke (2010). O mesmo pode ser dito, em relação a outras formações florestais, com base nos trabalhos de Dittrich *et al.* (1999) em Floresta Ombrófila Mista, e Waechter (1992) e Kersten & Silva (2001), em áreas de restinga.

A dinâmica de populações de epífitas tem sido pouco considerada em estudos científicos (Kersten 2006, 2010, Bataghin *et al.* 2010), no entanto sabe-se que a densidade de indivíduos e espécies é inversamente correlacionada ao grau de perturbação ou alteração dos ecossistemas florestais (Bonnet & Queiroz 2000, Barthlott *et al.* 2001).

Na borda, local de ocorrência do chamado efeito de borda, a presença de fatores abióticos, como a maior velocidade de vento, o aumento da luminosidade e da temperatura, e a diminuição da umidade relativa (Murcia 1995), podem ter exercido influência direta na baixa diversidade epifítica. No interior da floresta, a ausência do efeito de borda contribuiu para a maior diversidade do sítio, especialmente pela maior disponibilidade de água (umidade) que é limitante para a comunidade epifítica. O estresse hídrico é uma das maiores dificuldades para a sobrevivência acima do solo (Laube & Zotz 2003). Fatores como disponibilidade de nutrientes e irradiação solar, em geral, são menos importantes (Zotz & Hietz 2001), mas não podem ser excluídos dentre as necessidades das plantas epifíticas.

Os valores de diversidade e equabilidade, tanto dos sítios de borda quanto de interior, podem ser considerados baixos quando comparados a estudos realizados em áreas florestais semelhantes (tabela 2), como nos trabalhos de Giongo & Waechter (2004) e Bernardi & Budke (2010), no entanto, apresentam valores de diversidade semelhantes aos observados por Dettke *et al.* (2008), embora neste a equabilidade tenha sido maior do que no presente estudo. Na Flona de Ipanema a baixa diversidade de espécies epifíticas observada, está relacionada não só a fitofisionomia envolvida, que em vários estudos não apresenta grande diversidade epifítica (tabela 2), mas pode ser um reflexo do longo período de interferências humanas sobre a floresta (IBAMA 2003).

Embora não haja diferença significativa entre as abundâncias das comunidades epifíticas que ocupam a borda e o interior da floresta, o que pode ter ocorrido pelo fato das espécies mais comuns na borda também ocorrerem no interior, embora com menor abundância,

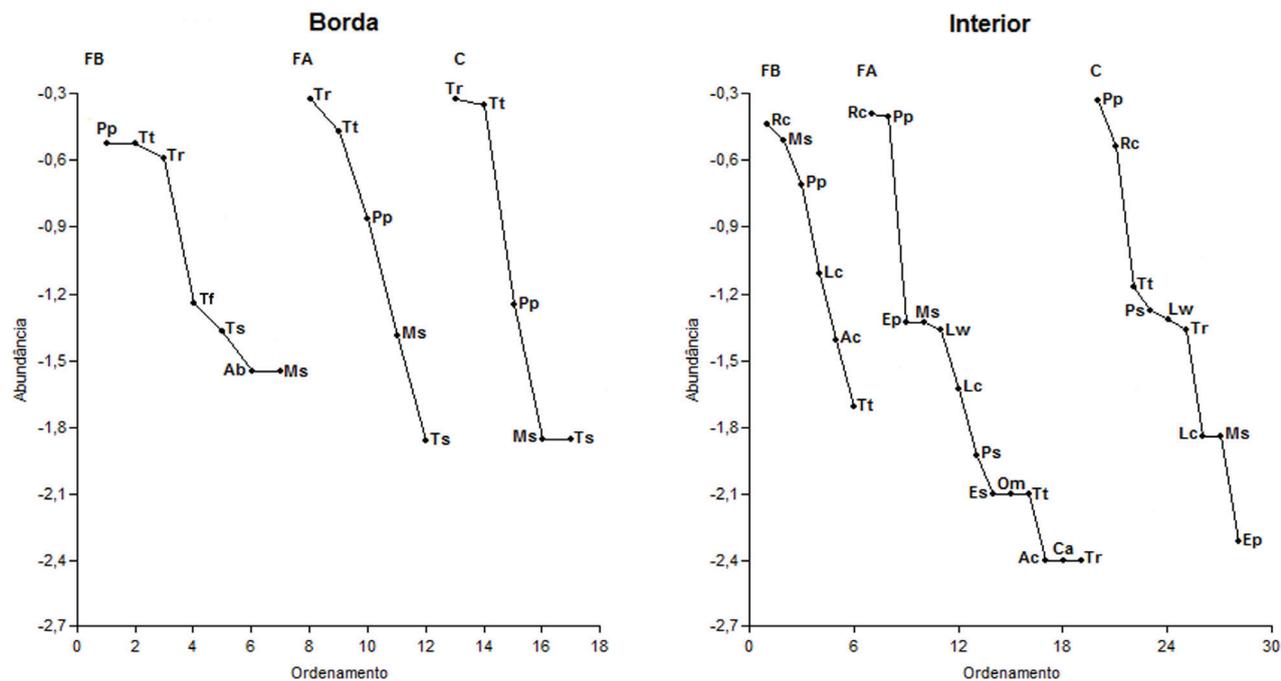


Figura 3. Abundância das epífitas vasculares (Diagrama de Whittaker) nos diferentes estratos em sítios de borda e interior em Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Nacional de Ipanema, SP, Brasil. Abreviaturas dos nomes das espécies nas curvas, de acordo com a tabela 1. FB: fuste baixo; FA: fuste alto; C: copa.

Figure 3. Abundance of vascular epiphytes (Whittaker diagram) in different strata at the edge and inside the forest in a Semideciduous Seasonal Forest, Ipanema National Forest, São Paulo State, Brazil. Abbreviation of species' names on the curves according to table 1. FB: low trunk; FA: high trunk; C: canopy.

as análises estatísticas mostraram que a diversidade variou significativamente entre os dois sítios. Em adição, a análise florística entre os estratos na borda e interior revelaram maior similaridade entre os estratos de borda (figura 2), formando um agrupamento distinto dos estratos de interior, indicando a existência de estruturas distintas nas comunidades de epífitas que ocorrem na borda e interior da floresta estudada. Esse fato fornece um indicativo de que fatores abióticos, como a maior luminosidade, velocidade do vento e temperatura, além da menor disponibilidade de umidade exercem influência sobre a comunidade epifítica que ocorre na borda da floresta. Além disso, das espécies registradas no sítio de borda, todas estão presentes no fuste baixo (figura 3). Essa distribuição sugere que, na borda, a chamada "evolução vertical" (Kira & Yoda 1989, Benzing 1990), não se dá de forma efetiva, pois a luminosidade alcança os estratos inferiores de forma suficiente para a manutenção da comunidade epifítica.

Entre as espécies identificadas no estudo, três ocorrem exclusivamente na borda e nove foram registradas apenas no interior da floresta (tabela 1). Esse fato indica a ação do efeito de borda sobre a comunidade epifítica vascular, limitando a ocorrência

de espécies nos ambientes distintos, e mostrando que o efeito de borda tem efeito sobre a distribuição das espécies no ambiente e também na distribuição vertical da sinúsia epifítica. A restrição de espécies tolerantes a sombra ao interior de fragmentos florestais, com espécies distintas se estabelecendo a diferentes distâncias da borda foi apontada por Lovejoy *et al.* (1986), como uma consequência do efeito de borda. A presença de efeito de borda sobre a comunidade de epífitas vasculares havia sido observada nos estudos de Viero Dias (2005) e Bataghin *et al.* (2008), ambos em Floresta Ombrófila Mista, e refutada na pesquisa de Bernardi & Budke (2010), em área com características predominantes de Floresta Estacional Semidecidual.

Ainda no que diz respeito a distribuição vertical das epífitas vasculares, as comparações entre os mesmos estratos na borda e no interior revelou que o fuste alto é significativamente diferente entre os ambientes, bem como dentro do sítio de interior. Krömer *et al.* (2007), registraram maior diversidade e abundância de espécies nos estratos intermediários em floresta úmida. Entretanto, a distribuição das abundâncias das espécies epifíticas (figura 3) nos estratos apresentou-se distinta entre borda e interior da floresta, corroborando os resultados de Bataghin *et al.*

(2008) para epífitas vasculares e de Essen & Renhorn (1998) para líquens epifíticos. Espécies abundantes na borda, especialmente no fuste alto e na copa - como é o caso de *Tillandsia recurvata* e *T. tricholepis* - têm abundância menor nos mesmos estratos no sítio de interior. O mesmo ocorre para espécies dominantes no interior, como é o caso de *Rhopsalis cereuscula*, que embora abundante no fuste baixo e no fuste alto nesse sítio, não foi registrada na borda da floresta. Variações na distribuição espacial de epífitas foram observadas por Arévalo & Betancur (2006), que sugerem que as condições de umidade e luminosidade exerceram influência sobre a sinúsia epifítica.

O predomínio de espécies de *Tillandsia* na borda da floresta, onde as mesmas obtiveram os maiores valores de importância (tabela 1), não é incomum, haja vista que são espécies de ampla distribuição e, frequentemente, observadas em áreas com maior luminosidade ou mesmo em áreas antropizadas (Kersten 2006). Em contrapartida, a restrição das Cactaceae no interior da floresta, não era esperado, embora no estudo realizado por Dettke *et al.* (2008), essas tenham mostrado preferência por áreas com menor intensidade luminosa.

Apesar das abundâncias das epífitas, entre a borda e o interior da floresta, terem variado apenas para o fuste alto, a maior diversidade epifítica do sítio de interior em relação ao sítio de borda, as diferenças na composição florística e a existência de espécies de ocorrência restritas a ambiente de borda e interior, bem como as diferenças na distribuição vertical das epífitas nesses ambientes, são indicativos da ação dos chamados efeitos de borda sobre a comunidade epifítica vascular na Floresta Estacional Semidecidual na Floresta Nacional de Ipanema.

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos pesquisadores Prof. Dr. Jefferson Prado e Ms. Pedro Bond Schwartsburd pela contribuição na identificação das samambaias. Ao Instituto de Botânica de São Paulo. À Floresta Nacional de Ipanema, por permitir a realização desta pesquisa. Ao Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental (LAPA) da Universidade Federal de São Carlos, por proporcionar a realização desta pesquisa. A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (processo 2009/08204-9). Fábio de Barros agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa recebida.

### Literatura citada

- Aguiar, L.W., Citadine-Zanette, V., Martau, L. & Backes, A.** 1981. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada no município de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, série Botânica* 28: 55-93.
- Albuquerque, G.B.** 1999. Floresta Nacional de Ipanema: Caracterização da vegetação em dois trechos distintos do Morro de Araçoiaba, Iperó (SP). Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- 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.
- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D.L. & Santos, A.A.** 2007. BIOESTAT - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas, versão 5.0. Ong Mamiraua, Belém.
- 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., Fiori, A. & Toppa, R.H.** 2008. Efeito de borda sobre epífitas vasculares em Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *O Mundo da Saúde* 32: 329-338.
- Benitez-Malvido, J.** 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology* 12: 380-389.
- Benzing, D.H.** 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bernardi, S. & Budke, J.C.** 2010. Estrutura da sinúsia epifítica e efeito de borda em uma área de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista. *Floresta* 40: 81-92.
- 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.
- Bonnet, A. & Queiroz, M.H.** 2000. Considerações sobre bromélias epifíticas como indicadores de florestas degradadas. Unidade de Conservação ambiental Desterro, Ilha de Santa Catarina. *In: Anais do II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. v.2. Trabalhos técnicos. Rede Nacional Pró Unidades de Conservação e Fundação o Boticário de Proteção à Natureza, Campo Grande, pp. 217-221.*

- Borgo, M., Silva, S.M. & Petean, M.P.** 2002. Epífitos vasculares em um remanescente de floresta estacional semidecidual, município de Fênix, PR, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia* 24: 121-130.
- 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.
- Camargo, J.L.C. & Kapos, V.** 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 11: 205-221.
- Dettker, G.A., Orfrini, A.C. & 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.
- Diamond, J.** 1992. Overview of recent extinctions. *In*: D. Westem & P. Mary (orgs.). Conservation for the twenty-first century. Wildlife Conservation International New York Zoological Society, Oxford University Press, New York, pp. 37-41.
- 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 Barigui, Paraná, Brasil. *Iheringia, série Botânica* 52: 11-22.
- Essen, P. & Renhorn, K.** 1998. Edge effects on epiphytic lichen in fragmented forests. *Conservation Biology* 12: 1307-1317.
- Fávero, O.A.** 2001. Do berço da siderurgia brasileira à conservação de recursos naturais: um estudo da paisagem da Floresta Nacional de Ipanema (Iperó / SP). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gentry, A.H. & Dodson, C.H.** 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Giongo, C. & Waechter, J.L.** 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 563-572.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D.** 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (não paginado).
- Hunt, D., Taylor, N. & Charles, G.** 2006. The new cactus lexicon. DH Books, Milborne Port.
- IBAMA.** 2003. Plano de Manejo: Floresta Nacional de Ipanema, Iperó. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- IBAMA.** 2007. Floresta Nacional de Ipanema, Iperó. Superintendência do IBAMA em São Paulo, São Paulo.
- 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* 5: 259-267.
- Kersten, R.A.** 2006. Epifitismo vascular na bacia do Alto Iguaçu, Paraná. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Kersten, R.A.** 2010. Epífitas vasculares - Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. *Hoehnea* 37: 9-38.
- 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.
- 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.
- Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Rankin-de-Merona, J.M., Laurance, S., Hutchings, R.W. & Lovejoy, T.E.** 1998. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation Biology* 12: 460-464.
- Laurance, W.F., Albernaz, A.K.M. & Costa, C.** 2001. Is deforestation accelerating in the Brazilian Amazon? *Environmental Conservation* 28: 305-311.
- Lovejoy, T.E., Bierregaard, R.O., Rylands, A.B., Malcolm, J.R., Quintela, C.E., Harper, L.H., Brown, K.S., Powell, G.V.N., Schubart, H.O.R. & Hay, M.B.** 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. *In*: M.E. Saule (org.). Conservation biology. Sinauer Press, Massachusetts, pp. 257-285.
- Magurran, A.E.** 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University, Princeton.
- Meira, M.S.** 1997. Distribuição espacial de populações de Bromeliáceas terrestres em um mosaico de floresta e campo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Murcia, C.** 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.

- Odum, E.P.** 1988. Ecologia. Guanabara, Rio de Janeiro.
- Piliackas, J.M., Barbosa, L.M. & Catharino, E.L.M.** 2000. Levantamento das epífitas vasculares do manguezal do Rio Picinguaba, Ubatuba, São Paulo. In: S. Watanabe (ed.). Anais do 5º Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo, v.2, pp. 357-363.
- Pinto, A.C., Demattê, M.E.S.P. & Pavani, M.C.M.D.** 1995. Composição florística de epífitas (Magnoliophyta) em fragmento de floresta no município de Jaboticabal, SP, Brasil. *Científica* 22: 283-289.
- Pires, J.S.R.** 1995. Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: Abordagem metodológica aplicada ao Município de Luiz Antonio - SP. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Rogalski, J.M. & Zanin, E.M.** 2003. Composição florística de epífitas vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 551-556.
- Santos, A.C.L., Melo, M.M.R.F. & Eisenlohr, P.V.** 2010. Trilhas podem influenciar a composição florística e a diversidade de epífitas na Floresta Atlântica? *Hoehnea* 37: 743-754.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. & Margulis, C.R.** 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-35.
- Sizer, N. & Tanner, E.V.J.** 1999. Response of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. *Biological Conservation* 91: 135-142.
- De la Sota, E.R.** 1971. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (America Central). *Nova Hedwigia* 21: 401-465.
- Stancato, G.C., Mazzafera, P. & Buckeridge, M.S.** 2002. Effects of light stress on the growth of the epiphytic orchid *Cattleya forbesii* Lindl. × *Laelia tenebrosa* Rolfe. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 229-235.
- Teixeira, C.V.** 1998. Florística e estrutura da borda de um fragmento florestal na cidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Terborgh, J.** 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* 24: 283-292.
- Vieiro-Dias, F.** 2005. Estudo fitossociológico de epífitas vasculares no gradiente borda-interior de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim.
- Waechter, J.L.** 1992. O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Waechter, J.L.** 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. *Ciência e Natura* 20: 43-66.
- Willians-Linera, G.** 1990. Origin and early development of forest edge vegetation in Panamá. *Biotropica* 22: 235-241.
- 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.
- Zotz, G. & Hietz, P.** 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. *Journal of Experimental Botany* 52: 2067-2078.

