

# Efeito de borda sobre epífitos vasculares em floresta ombrófila mista, Rio Grande do Sul, Brasil

Edge effect in vascular epiphytes in a mixed ombrophilous forest, Rio Grande do Sul, Brazil

Efecto de borde en epiphytes vascular en un bosque ombrophilous variado, Rio Grande do Sul, Brasil

Fernando Antonio Bataghin\*

Andréia de Fiori\*\*

Rogério Hartung Toppa\*\*\*

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar o efeito de borda sobre epífitos vasculares em um fragmento de 53 hectares de Floresta Ombrófila Mista, localizado no município de Maximiliano de Almeida, RS. O levantamento quantitativo dos epífitos foi realizado em uma área de 0,2 hectares, distribuída em quatro réplicas de cinco metros de largura por 100 metros de comprimento, sendo que os transectos foram subdivididos em parcelas de 50 metros quadrados. Foram considerados como locais de implantações de epífitos vasculares os forófitos arbóreos que apresentaram como critério de inclusão o diâmetro à altura do peito maior ou igual a 4,77 cm e estes foram divididos verticalmente em quatro regiões: metade inferior do tronco; metade superior do tronco; ramos primários; e ramos externos. Para cada parcela amostrada foram tomados dados referentes à luminosidade, umidade e temperatura. Para cada espécie foi atribuída uma nota referente à sua respectiva abundância. Utilizou-se o Valor Total (vt – somatório das notas obtidas pelas espécies) para analisar a distribuição dos epífitos vasculares no gradiente. No presente estudo foram identificadas, em 193 forófitos, 18 espécies e 7 famílias, distribuídas em um gradiente borda/interior. As análises estatísticas mostraram correlação significativa entre o valor total dos epífitos e a luminosidade. As outras variáveis abióticas não apresentaram correlação significativa com o componente biológico. Os dados de frequência mostram que 70% dos indivíduos amostrados ocorrem entre 10 e 60 metros da distância da borda e que das 18 espécies encontradas, 10 ocorrem exclusivamente ou apresentam mais de 70% do valor total neste trecho do gradiente borda/interior. Os resultados obtidos indicam que a luminosidade é a principal variável abiótica relacionada à distribuição e à frequência de indivíduos epifíticos vasculares no gradiente analisado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Florestas tropicais. Luz. Plantas epífitas.

**ABSTRACT:** This inquiry had as its aim to characterize the edge effect of edge on vascular epiphytes in a fragment of 53 hectare of a mixed ombrophilous forest located in Maximiliano de Almeida, Rio Grande do Sul. A quantitative survey of epiphytes was carried out in an area of 0,2 hectare, distributed in four retorts of five meters of width by 100 meters of length, and transects were subdivided in 50 square-meter pieces. We considered as a local of introduction of vascular epiphytes arboreal phorophytes using as a criterion of inclusion a diameter at breast height or equal to 4.77 cm and these were divided vertically in four regions: inferior half of the trunk; superior half of the trunk; primary branches and external branches. For each piece of the sample we collected data related to brightness, moisture and temperature. Each species received a grade referring to its respective abundance. We used the Total Value (tv – sum of the grades obtained by the species) to analyze the distribution of vascular epiphytes in the gradient. In the present study there were identified, in 193 phorophytes, 18 species and 7 families distributed in a gradient edge/interior. Statistical analyses showed a significant correlation between epiphytes total value and brightness. Other abiotic variables did not present significant correlation with the biological components. Frequency data show that 70% of sampled individuals take place between 10 and 60 meters of distance from the edge and that from 18 considered species, 10 take place exclusively or present more than 70% of the total value in this passage of the gradient edge/interior. Results obtained indicate that brightness is the main abiotic variable related to the distribution and the of vascular epiphytic individuals' frequency in the analyzed gradient.

**KEYWORDS:** Tropical forests. Light. Plants epiphytes.

**RESUMEN:** Esta pregunta tenía cuando su objetivo de caracterizar el efecto de borde del borde en epífitos vasculares en un fragmento de 53 hectáreas de un bosque ombrófilo variado localizado en Maximiliano de Almeida, Rio Grande del Sul. Una revisión cuantitativa de epífitos fue realizada en un área de 0,2 hectáreas, distribuidas en cuatro réplicas de cinco metros de anchura y 100 metros de longitud, y transectos fueron subdivididos en piezas de 50 metros cuadrados. Consideramos como locales de introducción de epífitos vasculares los forófitos arbóreos usando como criterio de inclusión un diámetro a la altura de pecho superior o igual a 4.77 cm que fueran divididos verticalmente en cuatro regiones: mitad inferior del tronco; mitad superior del tronco; ramas primarias y ramas externas. Para cada pieza de la muestra coleccionamos datos relacionados con luminosidad, humedad y temperatura. Cada especie recibió un grado que se refiere a su abundancia respectiva. Usamos el Valor Total (vt – la suma de los grados obtenidos por las especies) para analizar la distribución de epífitos vasculares en el gradiente. En el presente estudio fueron identificados, en 193 forófitos, 18 especies y 7 familias distribuidas en un gradiente borde/interior. Los análisis estadísticos mostraron una correlación significativa entre el valor total de los epífitos y la luminosidad. Otras variables abióticas no presentaron correlación significativa con los componentes biológicos. Los datos de frecuencia muestran que el 70% de individuos probados ocurre entre 10 y 60 metros de distancia del borde y que de 18 especies consideradas, 10 ocurren exclusivamente o presentan más de 70% del valor total en este marco del gradiente borde/interior. Los resultados obtenidos indican que la luminosidad es la variable abiótica principal relacionada con la distribución y la frecuencia de los individuos epifíticos vasculares en el gradiente analizado.

**PALABRAS LLAVE:** Bosques tropicales. Luz. Plantas epífitas.

\* Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Laboratório de Análise e Planejamento Ambiental. E-mail: fernandobataghin@hotmail.com

\*\* Bióloga pelo Instituto de Biociências da USP. Especialista em Botânica pelo Instituto de Biociências da UNICAMP.

\*\*\* Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Professor Assistente da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus Experimental do Litoral Paulista – UNESP/CLP, São Vicente, SP. E-mail: rogeriotoppa@clp.unesp.br

## Introdução

Um fragmento florestal é considerado uma área de vegetação natural, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, povoados, culturas agrícolas, pastagens etc.) ou por barreiras naturais (montanhas, lagos, outras formações vegetais etc.) capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen ou sementes (Viana, 1990). Os principais fatores que afetam a dinâmica de fragmentos florestais são: tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança e histórico de perturbações (Viana et al, 1992).

Os fragmentos florestais não existem num vazio humano, pelo contrário, os fragmentos apresentam uma profunda relação com a sociedade envolvente. Um dos fatores que melhor explica a estrutura e a dinâmica de fragmentos florestais é o histórico de perturbações (Viana, Pinheiro, 1998).

As mudanças micro-climáticas mensuráveis estão geralmente limitadas a uma zona de 15 a 60 m, sendo que para alguns fenômenos físicos a penetração máxima é de 100 m, contudo distúrbios causados pelo vento podem influenciar de 200 a 500 m de borda. Alguns efeitos de borda podem exibir variações espaciais e temporais consideráveis, e alguns fenômenos de borda podem não se alterar de forma monotônica em função da distância à borda (Murcia, 1995; Didham, 1997).

As epífitas são plantas que se estabelecem diretamente sobre o tronco, galhos, ramos ou sobre as folhas das árvores sem a emissão de estruturas haustoriais, e as plantas que as sustentam são denominadas forófitos (Freitas, 2001). Estas podem refletir o grau de preservação local, uma vez que alguns grupos são menos tolerantes às variações ambientais decorrentes da devastação e das queimadas (Sota, 1971).

As epífitas também funcionam como bioindicadores do estágio sucessional da floresta, tendo em vista que comunidades em fases secundárias apresentam menor diversidade epifítica do que comunidades primárias (Meira, 1997).

Em função das características fisiológicas e nutricionais, as epífitas têm um papel fundamental em estudos sobre a interferência antrópica no ambiente, uma vez que estes organismos utilizam-se da umidade atmosférica absorvendo-a diretamente pelas folhas ou talos, tornando-se mais expostas às ações dos poluentes (Aguilar et al, 1981).

Segundo Gentry, Dodson (1987a), aproximadamente 29 mil espécies são epífitas em todo o mundo, o que corresponde a 10% de todas as plantas vasculares, porém poucas famílias de plantas tiveram grande sucesso e irradiaram-se como as epífitas. A ocupação das epífitas nas árvores hospedeiras (forófitos) parece estar relacionada a fatores abióticos, como luz, umidade e substrato (Fontoura, 2001).

As espécies epifíticas são típicas de florestas tropicais e úmidas (Rogalski, Zanin, 2003). No entanto, a abundância e a diversidade são fortemente influenciadas pela mudança de condições ecológicas ao longo de gradientes altitudinais, latitudinais e continentais (Gentry, Dodson, 1987a, b). As temperaturas mais ou menos elevadas, associadas às precipitações intensas e regulares, podem favorecer o desenvolvimento de comunidades epifíticas altamente diversificadas, cuja composição florística e estrutura comunitária ainda são pouco conhecidas (Waechter, 1998). Regionalmente, a distribuição de chuvas ao longo do ano parece ser mais importante para o sucesso dos epífitos que o total anual de chuva na área (Gentry, Dodson, 1987a).

Devido à importância ecológica relacionada às epífitas, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o efeito borda do componente abiótico sobre os epífitos vasculares em uma área natural fragmentada de Floresta Ombrófila Mista, localizada no estado do Rio Grande do Sul.

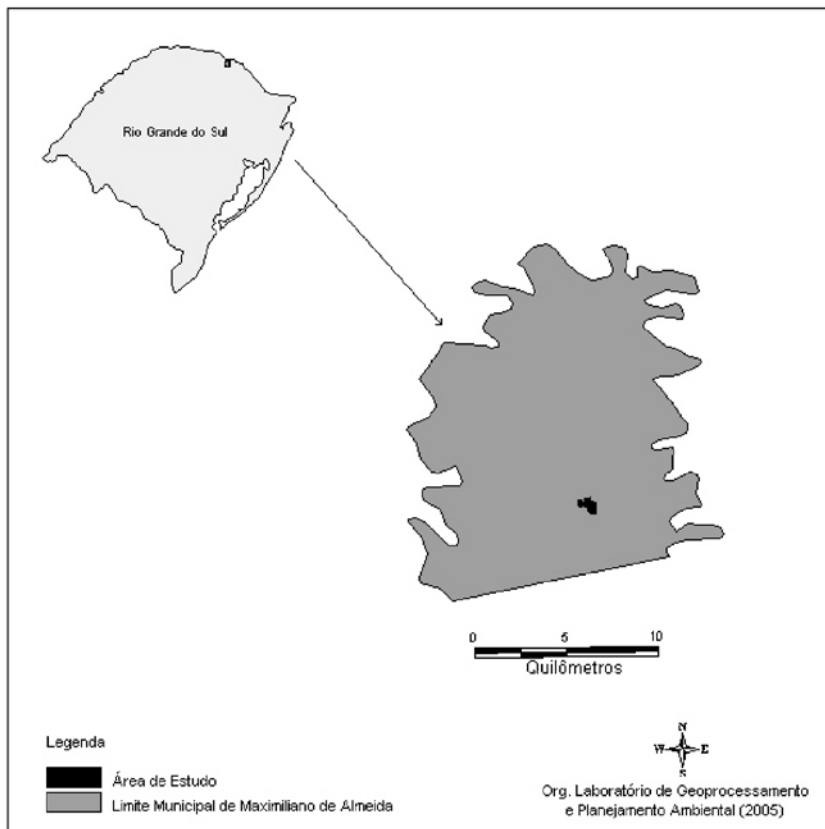
## Materiais e métodos

*Área de Estudo* – A área de estudo é um fragmento de 53 hectares de Floresta Ombrófila Mista, localizado entre as coordenadas UTM 420.500 e 6.942.900; 421.800 e 6.941.700 zona 22 sul, no município de Maximiliano de Almeida, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). De maneira geral, as fisionomias vegetais observadas nesta região correspondem a áreas naturais fragmentadas de Floresta Latifoliada, pequenas regiões de campos e Floresta Ombrófila Mista.

*Procedimentos Metodológicos* – Para caracterização interna da área de estudo e de seu entorno imediato, foram realizadas visitas durante o período desta pesquisa, visando a verificar as possíveis atividades que interfiram diretamente na estrutura e na dinâmica natural do ambiente. Foi traçada uma rota, com base em uma interpretação digital de uma imagem satélite TM LANDSAT, para captura de coordenadas geográficas com auxílio de um receptor GPS Garmim, modelo Etrex. Com a captura das coordenadas geográficas, eram anotados dados referentes ao tipo de vizinhança da área de estudo, ou seja, em relação ao uso da terra no local e informações qualitativas da vegetação natural.

Foram montadas, com o auxílio de bússola e trena, quatro transecções de cinco metros de largura por 100 m de comprimento, subdivididas a cada 10 m de distância, totali-

**Figura 1.** Localização da área de estudo, município de Maximiliano de Almeida, Estado do Rio Grande do Sul



zando 0,2 hectares de amostragem, no sentido borda/interior. Foram considerados como locais de amostragem de epífitos vasculares os forófitos arbóreos que apresentaram o diâmetro à altura do peito  $\geq 4,77$  cm. Foi registrada a localização dos epífitos em relação à distância da borda, e a posição no forófito, para qual se adaptou a seguinte classificação sugerida por Steege e Cornelissen (1989) em: metade inferior do tronco; metade superior do tronco; ramos primários; ramos externos. Para cada espécie foi atribuída uma nota referente à sua respectiva abundância, a saber: 1 – um ou poucos indivíduos isolados; 2 – agrupamentos mais extensos ou vários indivíduos isolados; 3 – abundante, formando em muitos casos uma cobertura quase que

continua no forófito. O somatório destas notas por parcelas no gradiente foi utilizado para demonstrar quantitativamente os epífitos no gradiente borda/interior, determinado como Valor Total (vt).

Os epífitos foram classificados de acordo com a distribuição vertical no forófito, espécies e ocorrência. A visualização dos epífitos na parte superior de forófitos foi realizada com o uso de binóculo. Todo o material coletado foi herborizado conforme os procedimentos usuais em levantamento florístico (Fidalgo, Bononi, 1989) e incorporado ao Herbário Balduino Rambo (Herbara) da URI – *Campus* de Erechim, RS.

Para determinar o tipo de ocorrência dos epífitos vasculares foi utilizada a classificação de Benzing

(1990): Holoepífitos característicos (HLC), que normalmente nascem e crescem sobre outros vegetais; Holoepífitos facultativos (HLF), em uma mesma comunidade, podem crescer tanto como epífitos quanto terrícolas; Holoepífitos acidentais (HLA), geralmente terrícolas, mas casualmente podem desenvolver-se como epífitos.

Foram calculadas as frequências absolutas de ocorrência nos estratos (FAr) e nos indivíduos forofíticos (FAi), além do valor de importância epifítica (VIE). As fórmulas empregadas para estas análises (modificadas de Waechter, 1998) foram:  $FAr = (nr.na^{-1}).100$ ;  $FAi = (ni.nt^{-1}).100$  e  $VIE = [vt.\sum (vt)^{-1}].100$ , sendo que 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 forofíticos; vt = somatório das notas obtidas pela espécie. O valor de importância epifítica foi calculado com base nas notas atribuídas às epífitas. Na tentativa de exprimir a abundância média sobre os forófitos foi calculada a nota média dada às espécies nos intervalos, assim sendo, uma espécie que tenha obtido média superior a 2 sempre ocupa grandes áreas nos forófitos e outra, com média igual ou próxima a 1, tende a ser pouco expressiva sobre os indivíduos forofíticos.

Foram coletados dados relativos à temperatura e umidade relativa do ar com o auxílio do Psicrometro Digital Amprobe (modelo THWD-1), incidência de luz utilizando o aparelho Luxímetro Digital Minipa (modelo MLM-1332) e velocidade do vento com uso do Anemômetro de Fio Quente (modelo AM-4204).

A coleta dos dados abióticos foi realizada em quatro dias consecutivos, sendo coletadas amostras em três horários diferentes em todos os

dias. Os horários de início da coleta de dados foram sempre às 7:00, às 12:00 e às 17:00, alternando-se a ordem dos transectos amostrados.

Para analisar as correlações entre os dados bióticos e abióticos, e correlação destas variáveis em relação à distância da borda, de forma que uma variável possa ser predita pela outra, foram realizadas regressões lineares simples. Para a realização destas análises foi utilizado o pacote estatístico BioStat 2.0. Na elaboração dos gráficos para interpretação dos resultados, foi utilizado o programa *Microsoft Excel* 2003.

## Resultados e discussão

No levantamento do componente epifítico vascular, foram identificadas 18 espécies e 12 gêneros pertencentes a 7 famílias em

193 forófitos amostrados. Para esta formação vegetal, a riqueza pode ser considerada baixa, quando comparada com outros trabalhos realizados com epífitos vasculares (Cervi, Dombrowski, 1985; Waechter, 1986, 1992; Cervi et al, 1988; Fontoura et al, 1997; Dislich, Mantovani, 1998; Kersten, Silva, 2001; Kersten, Silva, 2002). Dentre estes levantamentos, Fontoura et al (1997) identificaram 307 espécies de epífitas vasculares na Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Rio de Janeiro, número bem superior em relação aos demais trabalhos citados. Porém Aguiar et al (1981), Waechter (1992) e Piliackas et al (2000) identificaram, respectivamente, 17, 24 e 26 espécies, sendo estes valores bem próximos ao obtido nesta pesquisa. Provavelmente, as ações antrópicas diagnosticadas

na área de estudo e o posicionamento do fragmento, inserido em uma matriz que possui uma extensa cultura de soja e área urbana, faz com que haja alterações associadas ao clima, interferindo principalmente na temperatura e umidade do local e, conseqüentemente na riqueza e composição florística dos epífitos vasculares. Isto é corroborado pela presença de um grande número de indivíduos de pteridófitas, sendo o grupo mais bem representado em número de espécies neste trabalho. A Tabela 1 apresenta as espécies encontradas na área de estudo com suas respectivas famílias, a classificação quanto à ocorrência e posição de implantação dos indivíduos epifíticos nos forófitos. Por ser um local com características naturais modificadas, apresentando-se como uma formação relativamente

**Tabela 1.** Lista das famílias, espécies e classificação quanto à ocorrência (HLC: holoepífita característica; HLF: holoepífita facultativa; HLA: holoepífita acidental), posição no forófito (1 – metade inferior do tronco; 2 – metade superior do tronco; 3 – ramos primários; 4 – ramos externos) dos epífitos vasculares amostrados na área de estudo e Herbara (número de registro no Herbário Balduino Rambo)

Família	Espécie	Classificação	Posição	Herbara
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp 1	HLF	1	9575
	<i>Asplenium</i> sp 2	HLF	1	9563
Bromeliaceae	<i>Billbergia nutans</i> Wendl. ex Regel	HLF	1, 2, 3 e 4	9561
	<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn	HLC	1, 2, 3 e 4	9569
Cactaceae	<i>Lepismium lumbricoides</i> (Lem.) Barthlott.	HLC	1, 2, 3 e 4	9574
	<i>Lepismium warmingianum</i> (Schumann) Barthlott	HLC	1 e 4	9576
	<i>Lepismium</i> sp	HLC	1, 2, 3 e 4	9572
Cyclopodiaceae	<i>Cyclopogon</i> sp	HLA	1	9570
Orchidaceae	<i>Oncidium longicornu</i> Mutel	HLC	1	9571
	<i>Pleurothallis sanderiana</i> Rchb. F.	HLC	1, 2, 3 e 4	9566
	<i>Capanemia supérflua</i> Rchb. F.	HLC	1	9565
Piperaceae	<i>Peperonia catharinae</i> Miq.	HLC	1,2 e 4	9577
	<i>Peperonia trineuroides</i> Miq	HLC	1	9573
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl.	HLF	1	9568
	<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	HLC	1, 2, 3 e 4	9578
	<i>Polypodium pleopeltifolium</i> Raddi	HLC	1, 2, 3 e 4	9567
	<i>Polypodium</i> sp 1	HLF	1,2 e 4	9562
	<i>Polypodium</i> sp 2	HLF	1 e 3	9564

nova, espécies que colonizam e se estabelecem com maior facilidade e são mais resistentes à falta de água apresentam maior sucesso no estabelecimento, como é o caso das pteridófitas.

Dentre os estudos realizados sobre a composição florística da comunidade epifítica vascular no Brasil destacam-se Kersten, Silva (2002), em um fragmento de flo-

resta na cidade de Araucária no estado do Paraná, Borgo, Silva (2003) em áreas protegidas de Floresta Ombrófila Mista na cidade de Curitiba, Dislich, Mantovani (1998) na cidade de São Paulo, de Aguiar et al (1981) em área de Floresta Estacional Semidecidual no Rio Grande do Sul e Rogalski, Zanin (2003) em Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul.

A Tabela 2 apresenta as espécies encontradas na área de estudo, o valor total (soma das notas por espécies), o valor de importância epifítica, o número absoluto de ocorrência nos estratos e nos forófitos, a frequência absoluta nos estratos e nos indivíduos forofíticos além da nota média, sendo esta uma forma de exprimir a riqueza e abundância das espécies.

**Tabela 2.** Espécies encontradas no levantamento do fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Maximiliano de Almeida, RS, Brasil classificadas segundo o somatório das notas: vt (soma das notas por espécie); Vie (Valor de importância epifítica); nr (número absoluto de ocorrência nos estratos); FAr % (frequência absoluta nos estratos) ni (número absoluto de ocorrência nos indivíduos forofíticos); FAi % (frequência absoluta nos indivíduos forofíticos) e Nota (nota média)

Espécies	vt	Vie	Nr	FAr %	Ni	FAi %	Nota
<i>Polypodium pleopeltifolium</i> Raddi	152	29.4	100	12.95	87	45.08	1.52
<i>Pleurothallis sanderiana</i> Rchb. F.	91	17.6	70	9.07	60	31.09	1.30
<i>Peperonia catharinae</i> Miq.	90	17.4	60	7.77	57	29.53	1.50
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	53	10.3	44	5.70	38	19.69	1.20
<i>Lepismium lumbricoides</i> (Lem.) Barthlott.	32	6.2	22	2.85	20	10.36	1.45
<i>Lepismium</i> sp	24	4.6	23	2.98	19	9.84	1.04
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl.	18	3.5	16	2.07	16	8.29	1.13
<i>Polypodium</i> sp 1	11	2.1	9	1.17	7	3.63	1.22
<i>Billbergia nutans</i> Wendl. Ex Regel	11	2.1	9	1.17	6	3.11	1.22
<i>Tillandsia geminiflora</i> Brongn	11	2.1	10	1.30	8	4.15	1.10
<i>Polypodium</i> sp 2	10	1.9	6	0.78	6	3.11	1.67
<i>Peperonia trineuroides</i> Miq	6	1.2	4	0.52	4	2.07	1.50
<i>Asplenium</i> sp 2	2	0.4	2	0.26	2	1.04	1.00
<i>Lepismium warmingianum</i> (Schumann) Barthlott	2	0.4	2	0.26	2	1.04	1.00
<i>Oncidium longicornu</i> Mutel	1	0.2	1	0.13	1	0.52	1.00
<i>Capanemia supérflua</i> Rchb. F.	1	0.2	1	0.13	1	0.52	1.00
<i>Asplenium</i> sp 1	1	0.2	1	0.13	1	0.52	1.00
<i>Cyclopogon</i> sp.	1	0.2	1	0.13	1	0.52	1.00

Observa-se que as espécies *Pleurothallis sanderiana* Rchb. F., *Polypodium Pleopeltifolium* Raddi e *Peperonia catharinae* Miq. são as que apresentam maiores notas. As quatro primeiras espécies apresentadas na Tabela 2 são responsáveis por 75% do Vie, enquanto que as 10 últimas representam apenas 9%

deste total. Em um estudo sobre o componente em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Borgo, Silva (2003) observaram a espécie *Pleurothallis sanderiana* Rchb. F. ocorrendo em todos os fragmentos estudados.

Kersten, Silva (2002), estudando um fragmento de Floresta

Ombrófila Mista na cidade de Araucária, Paraná, verificaram que a família Polypodiaceae é a mais importante, sendo que o mesmo ocorreu para área de estudo, visto que esta família foi a que apresentou o maior valor absoluto, com as espécies *Polypodium pleopeltifolium* Raddi e *Microgramma squamulosa* (Kaulf.)

de la Sota, responsável por 40% do Vie para esta família. A espécie *Polypodium pleopeltifolium* Raddi está presente em mais de 45% dos indivíduos forofíticos, demonstrando a importância da família Polypodiaceae para a área de estudo.

O valor do Vie obtido para a espécie *Peperonia catharinae* Miq. representa mais de 17% do total, colocando a família Piperaceae como uma das mais importantes da área de estudo. Possivelmente, as espécies citadas anteriormente sejam indicadoras de áreas com características naturais alteradas, visto que a área de estudo apresenta, aparentemente, esta condição e que a nota média de todas as espécies amostra-

das no fragmento foi de 1,21, o que significa poucos indivíduos epifíticos implantados nos forófitos.

A família Polypodiaceae, que apresenta cinco espécies e mais de 47% do Vie, é uma das famílias mais ricas mundialmente (Madison, 1977; Kress, 1986; Benzing, 1990), assim como nos neotrópicos (Gentry, Dodson, 1987). Diversos trabalhos em floresta sob clima subtropical também apresentaram esta família como uma das mais ricas (Cervi et al, 1988; Cervi, Dombrowski, 1985; Waechter, 1992, 1998; Dislich, Mantovani, 1998; Dittrich et al, 1999).

A extensão dos efeitos de borda e conseqüente tamanho da borda

varia de acordo com área, forma e localização do fragmento, bem como com as espécies que estão sendo analisadas (Teixeira, 1998), em geral, quanto maior o contraste estrutural entre habitats terrestres adjacentes, mais intenso é o efeito de borda (Noss, Csuti, 1997). Para cada variável analisada a borda pode assumir um tamanho e apresentar características específicas.

A Tabela 3 apresenta a média e intervalos de confiança da temperatura, umidade relativa, luminosidade, velocidade do vento relativamente à distância da borda para os quatro transectos amostrados, correlacionando estes com o valor total das espécies epifíticas.

**Tabela 3.** Médias e intervalos de confiança da temperatura (T °C), umidade relativa (UR %), luminosidade (L), velocidade do vento (VV) e somatório das notas obtidas pelas espécies epifíticas (vt) em relação à distância de borda (DB)

DB	T (°C)	UR(%)	L(lux)	VV(km/h)	Vt
10	27.94 ± 0,037	41.38 ± 0,147	047,00 ± 0,11	3,87±0,013	17
20	27.94 ± 0,039	42.55 ± 0,151	404,81 ± 0,76	3,09±0,009	69
30	28.01 ± 0,040	43.13 ± 0,153	586,75 ± 1,45	2,54±0,008	96
40	28.00 ± 0,039	43.44 ± 0,152	389,13 ± 1,43	2,29±0,006	70
50	28.10 ± 0,041	43.75 ± 0,153	579,13 ± 0,45	2,40±0,008	55
60	27.98 ± 0,041	44.32 ± 0,154	234,38 ± 0,68	2,12±0,007	73
70	27.79 ± 0,039	44.34 ± 0,154	218,00 ± 1,73	2,05±0,007	23
80	27.71 ± 0,039	44.63 ± 0,152	087,31 ± 0,27	2,11±0,006	43
90	27.79 ± 0,040	45.75 ± 0,142	049,38 ± 0,06	2,26±0,006	44
100	27.13 ± 0,037	44.79 ± 0,148	101,69 ± 0,40	2,29±0,006	27

As regressões lineares entre a distância da borda e temperatura ( $y=28,1937 - 0,0064x$ ), entre a distância da borda e a umidade relativa ( $y=41,6793+0,0387x$ ) e a distância da borda e a velocidade do vento ( $y=3,2731 - 0,014x$ ) foram significativas, apresentando, respectivamente, ( $r^2 = 0,4942$ ;  $p = 0,0226$  e  $n = 96$ ), ( $r^2 = 0,8806$ ;  $p = 0,0002$  e  $n = 96$ ) e ( $r^2 = 0,5661$ ;  $p = 0,0120$  e  $n = 96$ ). A regressão linear entre a distância da borda e lumi-

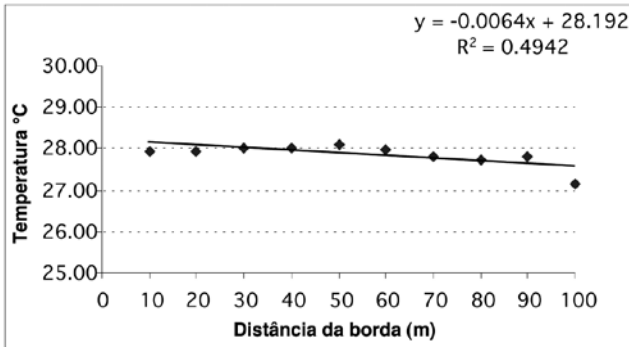
nosidade ( $y=448,13 - 3,2431x$ ) e entre a distância da borda e valor total ( $y=67,467 - 0,2867x$ ) não foram significativas, apresentando, respectivamente ( $r^2 = 0,2212$ ;  $p = 0,1681$  e  $n = 32$ ) e ( $r^2 = 0,1162$ ;  $p = 0,3366$  e  $n = 96$ ).

Observa-se que a temperatura (Figura 2) e a velocidade do vento (Figura 3) diminuem no gradiente borda/interior, visto que, à medida que se adentra no fragmento, estes componentes abióticos passam a

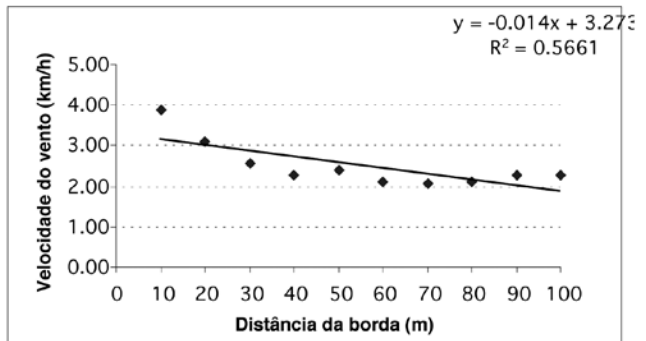
adquirir características intrínsecas do fragmento (Teixeira, 1998), e que na borda eles mantêm características do ambiente anterior – para a área de estudo são uma estrada e uma cultura de soja – alterando as características do fragmento (Saunders et al, 1991).

A velocidade do vento diminui no gradiente borda/interior, tendo um pequeno aumento nas parcelas de interior. Isto se deve, provavelmente, à presença de uma estrada

**Figura 2.** Distribuição da temperatura no gradiente borda/interior em uma área natural fragmentada de Floresta Ombrófila Mista, Maximiliano de Almeida, Rio Grande do Sul, Brasil



**Figura 3.** Distribuição da velocidade do vento no gradiente borda/interior em uma área natural fragmentada de Floresta Ombrófila Mista, Maximiliano de Almeida, Rio Grande do Sul, Brasil



próxima à parcela 10 da transecção número um. O observado nesse estudo, em relação à distribuição da velocidade do vento no gradiente analisado, corrobora com Teixeira (1998), que descreve que o padrão de fluxo de ar é completamente alterado em função da sua fragmentação (Teixeira, 1998). As pequenas flutuações observadas nas unidades de amostragem, identificadas principalmente aos 50 m e 90-100 m, provavelmente são influenciadas pela presença de trilhas e picadas originadas pela ação humana, vi-

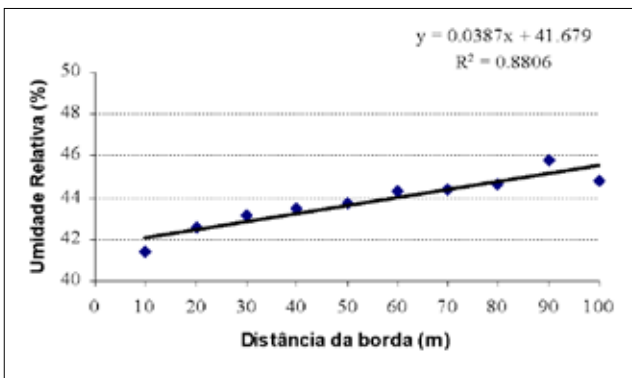
sando ao acesso à área para diversas finalidades.

Outra variável abiótica que provavelmente sofreu influência de condições extrínsecas à área natural se refere ao gradiente de umidade relativa (Figura 4). Foram observados valores e variação muito baixos, provavelmente, devido ao prolongado período de estiagem ocorrido na região durante a época desta pesquisa, (setembro de 2004/março de 2005). Além disso, a fragmentação do habitat também modifica vários componentes do

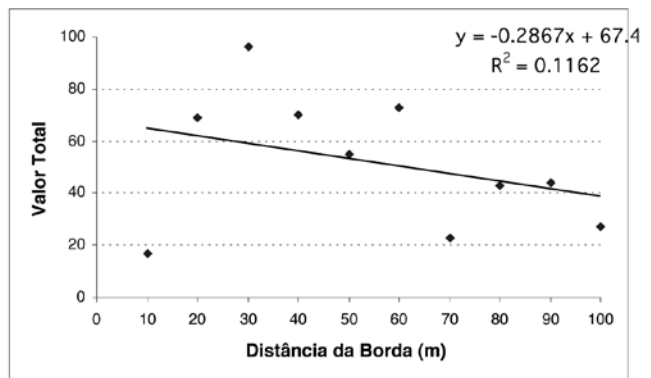
ciclo hidrológico, resultando na alteração do regime de água que, em geral, diminui (Teixeira, 1998).

Quanto à distribuição dos indivíduos epifíticos amostrados no gradiente borda/interior (Figura 5), observa-se uma distribuição não linear, o que se deve, provavelmente, ao tipo de vizinhança da área de estudo, às ações antrópicas sofridas pelo fragmento e principalmente à luminosidade determinada pelas características locais. Essa observação corrobora com estudos que descrevem que os principais efeitos

**Figura 4.** Distribuição da umidade relativa no gradiente borda/interior em uma área natural fragmentada de Floresta Ombrófila Mista, Maximiliano de Almeida, Rio Grande do Sul, Brasil



**Figura 5.** Distribuição dos Epífitos Vasculares no gradiente borda/interior em uma área natural fragmentada de Floresta Ombrófila Mista, Maximiliano de Almeida, Rio Grande do Sul, Brasil



da fragmentação sobre o componente biológico dos remanescentes ocorrem no nível estrutural e da composição e dinâmica das espécies (Bierregaard et al, 1992; Murcia, 1995; Noss, Csuti, 1997; Laurance et al, 1998).

Para Murcia (1995), dois fatores parecem modular o efeito de borda: a orientação e a fisionomia da borda. A orientação determina a quantidade de radiação solar a que a borda está exposta. Quanto maior a exposição à radiação solar, mais forte são alguns dos efeitos físicos na borda. As bordas voltadas para o Equador são mais largas do que aquelas voltadas para os pólos ou outras direções, por causa do ângulo solar (Matlack, 1993; Murcia, 1995; Forman, 1997). A fisionomia afeta o micro-clima entre tipos diferentes de borda (Matlack, 1993; Forman, 1997), pois atua sobre a quantidade de luz incidente que alcança o sub-bosque (Teixeira, 1998).

Numa comparação de três tipos de borda, aquelas com menor proteção lateral exibiram os maiores efeitos de borda em algumas variáveis ambientais (Matlack, 1993). Na área de estudo, a borda estudada apresenta orientação sudoeste e sua borda imediata era uma estrada de acesso a veículos e cultura de soja. Essas características podem influenciar na ocorrência de indivíduos, espécies e distribuição vertical nos forófitos, uma vez que a maior exposição da borda à radiação solar ocorria nas primeiras horas do dia, e não havia nenhuma barreira para diminuir o impacto causado pelo vento.

A intensidade luminosa, a temperatura e a umidade do ar, o déficit de pressão de vapor e a temperatura e a umidade do solo variam entre a borda e o interior do fragmento (Kapos, 1989; Matlack, 1993; Young, Mitchell, 1994).

Com base nos resultados obtidos sobre temperatura e umidade, pode-se dizer que existe um padrão gradual contínuo na distribuição destes intervalos, o que não permite inferir que até 100 m da borda haja estabelecimento de um ponto que caracterize o interior do fragmento. Certamente estes fatores influenciam distâncias maiores dentro do fragmento. O contrário ocorre para a velocidade do vento, que apresenta um valor alto na borda, e a partir da parcela três (20-30 metros) apresenta valores muito próximos. Essa observação permite inferir que para a velocidade do vento no fragmento estudado o efeito da borda é de aproximadamente 20 metros.

A luminosidade apresenta características muito peculiares, diferindo-se em três zonas: zona externa, onde a incidência solar é menor, certamente provocada, principalmente, por um adensamento de lianas; zona intermediária em relação à distância da borda, que vai da parcela dois (10-20 metros) até a parcela sete (60-70 metros), que apresenta uma grande incidência luminosa, com 90% do total da incidência do gradiente; e zona próxima ao interior, a partir da parcela oito (70-80 metros) onde se observa uma diminuição brusca da incidência luminosa.

Estudando fragmentos florestais na Nova Zelândia, Young, Mitchell (1994) identificaram três zonas micro-climáticas: uma zona de borda externa com 10 metros de largura, onde a radiação fotosinteticamente ativa, a temperatura do ar e o déficit de vapor de pressão diminuem; zona de borda do interior, que se estende por até 50 metros para dentro da floresta, onde a radiação se estabiliza e a temperatura do ar e o déficit de vapor de pressão continuam a diminuir; e uma zona de interior, onde essas três variáveis perma-

necem em níveis relativamente constantes.

## Considerações finais

A distribuição das espécies registradas, conforme o tipo de ocorrência nos forófitos, revelou um predomínio de holoepífitas características, com 10 espécies, correspondendo a 55,5% do total da área de estudo. Foram observadas seis espécies holoepífitas facultativas, correspondendo a 38,8% do total e foi identificada uma espécie holoepífita accidental. Este maior número de espécies holoepífitas características, em relação aos demais tipos de ocorrência, também foi observado por Kersten, Silva (2002) e Borgo, Silva (2003), sendo registrado pelos autores, 84% de holoepífitas características em um fragmento de floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária e 83% em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em Curitiba, respectivamente.

As mudanças na parte física do ambiente causada pela borda podem afetar diretamente a estrutura da floresta (Teixeira, 1998), e a criação de uma borda aumenta a luz incidente, a qual, por sua vez, promove o crescimento das plantas (Lovejoy et al, 1986; Murcia, 1995). O estrato da floresta exibe tal resposta de biomassa de plantas que difere entre florestas (Murcia, 1995). As espécies tolerantes à sombra podem ficar restritas ao interior dos fragmentos, com diferentes espécies se estabelecendo a distâncias diferentes da borda (Lovejoy et al, 1986). O valor total dos epífitos vasculares, na área de estudo, não varia de forma gradativa (nem para mais, nem para menos) no gradiente borda/interior, porém, apresenta uma variação muito parecida com a luminosidade, com uma borda externa, uma borda interna e uma região de interior no fragmento

estudado. Na parcela um (até 10 m), observa-se um pequeno valor total para o número de indivíduos epifíticos; enquanto da parcela dois (10-20 m) à parcela seis (50-60 m) foram amostrados 70% do total; e a partir da parcela sete (60-70 m) até o final das transecções observa-se uma redução considerável das notas dos indivíduos epifíticos.

O baixo número de espécies epifíticas com respectivas notas médias, em geral baixas, corrobora a afirmação de que a área de estudo encontra-se em estado degradado, sendo potencial o risco de perda da diversidade epifítica, seja pelo processo antrópico direto ou pelas conseqüências da degradação do ambiente na

área de estudo. Isso demonstra a necessidade do estabelecimento de estratégias conservacionistas, seja pelo poder público, por entidades privadas ou do terceiro setor, pois a análise realizada para a área de estudo, provavelmente se reflete a outros remanescentes de Floresta Ombrófila Mista da região.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar LW, Citadine-Zanette V, Martau LE, Backes A. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada no município de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Série Botânica* 1981;28:55-93.
- Benzing DH. *Vascular Epiphytes*: New York: Cambridge University; 1990.
- Bierregaard RO, Lovejoy TE, Kapos V, Santos AA, Hutchings W. The biological dynamics of tropical rain forest fragments. *BioScience* 1992;42:859-66.
- Borgo M, Silva SM. Epífitos vasculares em fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba, Paraná, Brasil. *Rev Bras Botânica* 2003;26(3):391-401.
- Cervi AC, Dombrowski LTD. Bromeliaceae de um capão de floresta primária do Centro Politécnico de Curitiba (Paraná, Brasil). *Fontqueria* 1985;9:9-11.
- Cervi AC, Acra LA, Rodrigues L, Train S, Ivanchechen LS, Moreira ALOR. Contribuição para o conhecimento das epífitas (exclusive Bromeliaceae) de uma floresta de araucária do primeiro planalto paranaense. *Insula* 1988;18:75-82.
- Didham RH. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. In: Laurance WF, Bierregaard RO, editors. *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. London: The University of Chicago; 1997. 616p.
- Dislich R, Mantovani W. Flora de epífitos vasculares da Cidade Universitária "Armando de Sales Oliveira" (São Paulo, Brasil). *Bol Botânica Univ São Paulo* 1998;17:61-83.
- Dittrich VAO, Kozera C, Silva SM. Levantamento florístico dos epífitos vasculares do Parque Barigüi, Curitiba, Paraná, Brasil. *Iheringia Série Botânica* 1999;52:11-21.
- Fidalgo O, Bononi VLR, coordenadores. *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. São Paulo: Instituto de Botânica; 1989. p. 62.
- Fontoura T. Bromeliaceae e outras epífitas - estratificação e recursos disponíveis para animais na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Rio de Janeiro. *Bromélia* 2001;6:33-9.
- Fontoura T, Sylvestre LS, Vaz MAS, Vieira CM. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da reserva ecológica de Macaé de Cima. In: Lima HC, Guedes-Bruni RR, editores. *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação da Mata Atlântica Rio de Janeiro: Jardim Botânico*; 1997. p. 89-101.
- Forman RTT. *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University; 1997. 632p.
- Freitas EM, Jasper A. Avaliação da flora Orchidaceae em uma porção de Floresta Estacional Decidua no município de Lajeado, Rio Grande do Sul. São Leopoldo. 2001. p. 113-27.
- Gentry AH, Dodson CH. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann Missouri Garden* 1987a;74:205-33.
- Gentry AH, Dodson CH. Contribution of notrees species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 1987b;19:149-56.
- Kapos V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *J Tropical Ecol.* 1989;5(2):173-432.
- Kersten RA, Silva SM. Composição florística e estrutura do componente vascular em floresta da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil. *Rev Bras Botânica* 2001;24:213-26.
- Kersten RA, Silva SM. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em Floresta Ombrófila Mista aluvial do Rio Barigüi, Paraná, Brasil. *Rev Bras Botânica* 2002;25:259-67.
- Kress JW. A symposium: The biology of tropical epiphytes. *Selbyana* 1986;9:1-22.

- Laurance WF, Ferreira LV, Rankin-De-Merona JM, Laurance S, Hutchings RW, Lovejoy TE. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conserv Biol.* 1998;12(2):460-4.
- Lovejoy TE, Bierregaard RO, Rylands AB, Malcolm JR, Quintela CE, Harper LH, Brown KS, Powell GV, Schubart HOR, Hay MB. Edge and other effects of isolation on amazon forest fragments. In: Saule ME, editor. *Conservation biology*. Massachusetts: Sinauer; 1986. p. 257-85.
- Madison M. Vascular Epiphytes: their sistematic ocurrence and salient features. *Selbyana* 1977;5(2):207-13.
- Matlack RG. Microenvironmental variation within and among forest edge sistes in the Eastem Unites States. *Biol Conserv* 1993;66:185-94.
- Meira MS. Distribuição espacial de populações de bromeliáceas terrestres em um mosaico de floresta e campo [dissertação]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul; 1997. Mestrado Em Botânica.
- Murcia C. Edge effects in Fragmented forests: implications for conservation. *Trends Ecol Evol.* 1995;10:58-62.
- Noss RF, Csuti B. Habitat fragmentation. In: Maffe GK, Caroll CR. *Principles of conservation biology*. 2<sup>nd</sup> ed. Massachusetts: Sinauer; 1997. Chapter 9, p. 269-304.
- Piliackas JM, Barbosa LM, Catharino ELM. Levantamento Das Epífitas Vasculares Do Rio Picinguaba. Ubatuba, São Paulo. In: *Anais do 5º Simpósio de Ecossistemas Brasileiros*. São Paulo: Aciesp; 2000. v. 2, p. 357-63.
- Rogalski JM, Zanin EM. Composição florística de epífitos vasculares no Estreito De Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. *Rev Bras. Botânica* 2003 Out/Dez;26(4):551-6.
- Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conserv Biol.* 1991;5(1):18-35.
- Sota ER. El epifitismo y las pteridofitas en Costa Rica (America Central). *Nova Hedwigia* 1971;21:401-65.
- Steege HE, Cornelissen JHC. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guiana. *Biotropica* 1989;21:331-9.
- Teixeira CV. Florística e estrutura da borda de um fragmento florestal na cidade de São Paulo [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1998. 182p.
- Viana VM. Biologia e manejo de fragmentos florestais. In: *Anais do Congresso Florestal Brasileiro, Campos Do Jordão, 1990*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais; 1990. p. 113-8.
- Viana VM, Pinheiro LAFV. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica Ipef* 1998 Dez;2(32):25-42.
- Viana VM, Tabanez AAJ, Martins JLA. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: *Anais do 2º Congresso Nacional Sobre Essências Nativas*. São Paulo, 1992. São Paulo: Instituto Federal De São Paulo; 1992. p. 400-7.
- Waechter JL. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. *Cienc Natura* 1998;20:43-66.
- Waechter JL. O Epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul [tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 1992a.
- Waechter JL. Epífitos vasculares na mata paludosa do faxinal, Torres, RS, Brasil. *Iheringia Série Botânica* 1986;34:39-50.
- Young AE, Mitchell N. Microclimate and vegetation edge effects. In: *A fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand*. *Biol Conserv.* 1994;67(1):63-72.

---

*Recebido em 6 de março de 2008*  
*Aprovado em 25 de maio de 2008*