
EFEITO DE BORDA SOBRE A COMUNIDADE DE SAMAMBAIAS EM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA (BONITO, PERNAMBUCO, BRASIL)

Anna Flora de Novaes Pereira, Ivo Abraão Araújo da Silva, Augusto César Pessôa Santiago e Iva Carneiro Leão Barros

RESUMO

Este trabalho analisou como o efeito de borda influencia a riqueza, abundância, diversidade e composição das samambaias em um fragmento de Floresta Atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil). Foram demarcadas 10 parcelas (10×20m) em cada tipo de ambiente (borda e interior). Foram contabilizados 872 indivíduos, distribuídos em 26 espécies, 20 gêneros e 10 famílias. Os interiores e as bordas florestais não apresentaram diferenças quanto à riqueza ($P= 0,10$; $t= 1,72$) e à diversidade ($P= 0,14$; $t= 1,53$) de samambaias. Entretanto, a abundância foi

maior no interior que na borda ($P= 0,001$; $t= 3,85$). Na análise de similaridade, observou-se que os ambientes de interior e borda são formados por comunidades distintas de samambaias. Assim, a borda do fragmento pode estar funcionando como seletora de espécies capazes de colonizá-la. Esses resultados sugerem que o efeito de borda age negativamente sobre a abundância e altera (ou modifica) a composição florística das samambaias ocorrentes na área estudada.

EDGE EFFECTS ON FERN COMMUNITY IN AN ATLANTIC FOREST REMNANT (BONITO, PERNAMBUCO, BRAZIL)

Anna Flora de Novaes Pereira, Ivo Abraão Araújo da Silva, Augusto César Pessôa Santiago and Iva Carneiro Leão Barros

SUMMARY

This study investigated how edge effects influence the richness, abundance, diversity and composition of ferns in an Atlantic Forest fragment (Bonito, Pernambuco, Brazil). Twenty plots (10×20 m) were demarcated, 10 in each type of environment (edge and interior). A total of 872 ferns were recorded, distributed among 26 species, 20 genera and 10 families. The interior and edge forests showed no differences in richness ($P= 0,10$, $t= 1,72$) and diversity ($P= 0,14$, $t= 1,53$) of ferns. How-

ever, the abundance was higher in the interior than in the edge ($P= 0,001$, $t= 3,85$). In similarity analysis it was observed that the interior and edge environments are formed by distinct communities of ferns. Thus, the edge of the fragment may be functioning as selector of species able to colonize it. The results suggest that the edge effect acts negatively on the floristic composition and abundance of ferns found in the study area.

Introdução

A Floresta Atlântica brasileira é considerada um dos pontos-chave para conservação da biodiversidade mundial, estando entre os cinco *hotspots* mais importantes do mundo (Myers *et al.*, 2000). Mas apesar de sua reconhecida importância, os remanescentes de Floresta Atlântica vêm sofren-

do constante pressão antrópica desde meados do século XVI, em decorrência da exploração dos seus recursos naturais, bem como da expansão agrícola e urbana (Tonhasca-Júnior, 2005). Particularmente para a região Nordeste (porção ao norte do Rio São Francisco) restam apenas de 5,6% da área original representados, em sua maioria, por fragmentos de

tamanho pequeno, isolados entre si e inseridos em matrizes agrícolas como cana-de-açúcar e pastagem (Silva e Tabarelli, 2001).

O processo de desmatamento que a Floresta Atlântica vem sofrendo ao longo dos anos acaba resultando em mudanças na qualidade e na disponibilidade de habitats (Ranta *et al.*, 1998; Tabarelli *et al.*, 1999).

Enquanto a disponibilidade de habitats florestais tende a diminuir, como uma consequência direta e inerente ao processo de desmatamento em si (perda de área florestal total), a qualidade das florestas tende a se alterar em virtude do isolamento dos remanescentes (formação dos fragmentos) e do aumento potencial e progressivo de suas áreas de contato com a

PALAVRAS CHAVE / Conservação / Efeito de Borda / Floresta Tropical Úmida / Perda de Habitat / Plantas Vasculares sem Sementes / Samambaias /

Recebido: 22/03/2013. Modificado: 09/04/2014. Aceito: 11/04/2014.

Anna Flora de Novaes Pereira. Bióloga e Doutora em Biologia Vegetal, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Brasil. Professora, Colegiado de Ciências da Natureza, Campus Serra da Capivara-PI,

Brasil. Endereço: Rua João ferreira dos Santos, s/n, Compl. UNIVASF, Campeste, São Raimundo Nonato, 64770-000, PI, Brasil. e-mail: floranovaes@hotmail.com.

Ivo Abraão Araújo da Silva. Biólogo e Doutor em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil.
Augusto César Pessôa Santiago. Biólogo e Doutor em Biologia Vegetal, UFPE. Professor,

Centro Acadêmico de Vitória, Brasil.

Iva Carneiro Leão Barros. Bióloga e Doutora em Botânica, UFPE. Professora, UFPE, Brasil.

EFECTO DE BORDE SOBRE LA COMUNIDAD DE HELECHOS EN UN FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA (BONITO, PERNAMBUCO, BRASIL)

Anna Flora de Novaes Pereira, Ivo Abraão Araújo da Silva, Augusto César Pessôa Santiago e Iva Carneiro Leão Barros

RESUMEN

Este trabajo analiza cómo el efecto de borde influye en la riqueza, abundancia, diversidad y composición de helechos en un fragmento de Floresta Atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil). Fueron demarcadas 10 parcelas (10×20m) en cada tipo de hábitat (borde e interior). Se registraron 872 individuos pertenecientes a 26 especies, 20 géneros y 10 familias. Los interiores y bordes no mostraron diferencias en la riqueza ($P= 0,10$, $t= 1,72$) y la diversidad ($P= 0,14$, $t= 1,53$) de helechos. Pero la

abundancia fue mayor en el interior que en el borde ($P= 0,001$; $t= 3,85$). En el análisis de similitud se observó que los ambientes interior y borde están formados por distintas comunidades de helechos. Así, el borde puede funcionar como un selector de individuos especializados. Estos resultados sugieren que el efecto de borde actúa negativamente sobre la composición florística y la abundancia de helechos presentes en el área estudiada.

matriz circundante o áreas de borda (Wilcox e Murphy, 1985; Ranta *et al.*, 1998).

As áreas de borda são locais de transição espacial entre a porção externa e a interna dos fragmentos florestais. Algumas das variáveis físicas mais sensíveis a esta transição (floresta - matriz) são o aumento da temperatura, da intensidade luminosa, de incidência de ventos, como também a redução da umidade relativa do ar (Murcia, 1995). Dessa forma, o microambiente numa borda de fragmento é diferente daquele do interior da floresta. Uma vez que a maioria das espécies são frequentemente adaptadas a determinadas condições de temperatura, umidade e luminosidade, essas mudanças microclimáticas podem ocasionar extinções regionais, alterações na frequência e abundância das espécies dentro da comunidade (Laurance, 1997; Primack e Rodrigues, 2001).

As samambaias exibem forte afinidade por locais úmidos e sombreados, sendo conhecidas por habitarem, preferencialmente, o interior das Florestas Pluviais Tropicais (Páuas e Sáez, 2000). Esta característica torna esse grupo vegetal sensível a variações microclimáticas provenientes de perturbações ambientais como, por exemplo, o aumento de áreas de borda. (Paciencia e Prado, 2004, 2005; Silva *et al.*, 2011). Segundo Ferrer-Castán e Vetaas (2005) e Silva *et al.* (2011), esse fato, somado à característica do grupo em ser

independente de dispersores e polinizadores na sua reprodução, faz com que essas plantas possam ser consideradas grupo-chave em estudos sobre conservação, pois as mudanças em sua diversidade e capacidade de colonização podem ser diretamente atribuídas aos fatores ambientais abióticos.

No Brasil existem poucos estudos realizados acerca dos efeitos de borda sobre samambaias, entre os quais destacam-se os estudos de Paciencia e Prado (2004, 2005) e de Silva *et al.* (2011), ambos desenvolvidos em fragmentos de Floresta Atlântica. Os primeiros autores verificaram que a riqueza de samambaias diminui nas áreas de borda quando comparada às áreas de interior de florestas. Porém, eles não encontraram nenhuma influência da borda em relação à abundância das espécies. Silva *et al.* (2011), embora tenham corroborado os resultados de Paciencia e Prado (2004, 2005) no que diz respeito à riqueza de espécies, encontraram resultado distinto para a abundância, que se apresentou maior no interior da floresta.

Assim, embora existam poucos trabalhos com essa abordagem, os resultados obtidos por diferentes autores ainda são controversos. Isso impossibilita se chegar a conclusões sobre as respostas das samambaias em relação aos efeitos de borda. Dessa forma, essa pesquisa se propôs a testar a hipótese de que as regiões de borda apresentam menores valores de ri-

queza, diversidade e abundância e distinta composição florística em comparação às regiões de interior de floresta, devido às alterações ocasionadas pelos efeitos de borda em um fragmento de Floresta Atlântica Nordestina.

Material e Métodos

Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em um fragmento florestal (08°32'20"S e 35°43'22"O) localizado no município de Bonito, estado de Pernambuco, Brasil. Trata-se de um remanescente de Floresta Atlântica de 50ha em altitude de ~750m (Santiago *et al.*, 2004).

A área florestal estudada está inserida no complexo da Serra dos Macacos, que é formado por vários fragmentos de floresta caracterizados como brejos de altitude (Veloso *et al.*, 1991). Os brejos de altitude são ilhas vegetacionais de Floresta Atlântica, sendo diferenciados por se encontrarem inseridos no domínio morfoclimático semi-árido das Caatingas e por possuírem altitudes >700m. Estas 'ilhas' são favorecidas pelas condições climáticas locais, com temperatura amena e pluviosidade relativamente elevada durante o ano (Andrade-Lima, 1966).

A vegetação da área enquadra-se no tipo Floresta Ombrófila Densa Montana (Veloso *et al.* 1991), a temperatura média anual é de 21,5°C e a pluviosidade média anual é de 1157mm (ITEP/LAMEPE, 2012).

Amostragem

No fragmento selecionado para a pesquisa foram marcadas 20 parcelas de 200m² (10×20m) cada, totalizando 4000m² de área amostrada. Para aleatorizar os locais de marcação das parcelas, o fragmento foi percorrido com o intuito de registrar os pontos de maior ocorrência das espécies de samambaias. Após isso, foram listados todos os pontos de ocorrência das espécies e feito um sorteio de 10 pontos por tipo de ambiente (interior e borda).

Esse procedimento é indispensável em trabalhos com o grupo das samambaias, que é conhecido por sua especificidade em relação aos seus habitats de ocorrência. Essas plantas se distribuem em função dos seus microhabitats preferenciais, não apresentando distribuição homogênea nos ecossistemas onde vivem. Assim, a aleatorização total dos pontos de coleta pode contemplar locais de estudo onde não haja a ocorrência (ou uma ocorrência significativa) dessas plantas, o que levaria a uma sub-amostragem da área que comprometeria a representatividade da amostra e a validação dos resultados.

Dentro das parcelas todas as espécies de samambaias terrícolas foram registradas e contados seus respectivos indivíduos para o estudo da variação da riqueza, abundância e diversidade entre os ambientes analisados. Para as espécies epífitas,

foram consideradas nesse trabalho aquelas espécies que estavam dentro das áreas delimitadas pelas parcelas de estudo e que eram possíveis de serem registradas e contadas sem o uso de técnicas de escalada.

Foi considerada como área de borda do fragmento a porção de floresta existente desde a linha de borda, adjacente a matriz, até um limite de 40m em direção ao interior. Esse critério foi estabelecido a partir de literatura especializada (Paciência e Prado, 2004, 2005). Além disso, os pontos de marcação das parcelas nos interiores dos fragmentos foram selecionados de acordo com as características estruturais da vegetação, onde se considerou como ambientes de interior aqueles locais após os 40m de distância da borda (muitas vezes no centro do fragmento) e que apresentavam características de floresta conservada (dossel fechado, longe de clareiras, extrato arbóreo com indivíduos maduros e com considerável ocorrência de espécies de samambaias).

Tratamento dos dados

Os exemplares botânicos foram coletados e preparados usando as técnicas usuais para plantas vasculares (Mori *et al.*, 1989). Os espécimes testemunho foram depositados no herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco.

As identificações foram feitas seguindo-se bibliografia especializada para cada família. O sistema de classificação adotado para a sequência de apresentação dos táxons seguiu o de Smith *et al.* (2006, 2008). Os nomes dos autores das espécies foram abreviados segundo Pichi-Sermolli (1996).

A riqueza específica e a diversidade foram determinadas e avaliadas para cada parcela. A diversidade de cada parcela foi calculada através do índice de Shannon (H'), utilizando-se o programa *Ecological Metadata* (Krebs, 1989). O logaritmo usado foi o da base 2, o

qual é expresso por bits/ind (Ricklefs, 2003).

Quanto aos microambientes preferenciais, foram feitas observações em campo e anotações de cada espécie em seus ambientes de ocorrência. A descrição desses fatores foi baseada nos estudos de Andrade-Lima (1972) e Barros (1997), onde além da classificação das espécies em heliófilas, ciófilas e higrófilas, foi realizada uma adaptação pelos autores do presente estudo na qual a classe generalista foi incluída e aplicada às espécies que aparentemente não possuem especificidade quanto ao microambiente em que ocorrem.

Para a análise do status de conservação das samambaias no contexto regional, foi analisada a distribuição e os pontos de coleta de cada espécie, apenas nas áreas da Floresta Atlântica Nordeste, não sendo levada em consideração a distribuição da espécie no restante do país. Foram utilizados os critérios estabelecidos pela IUCN (2011). As espécies foram enquadradas nas categorias criticamente em perigo (risco de extinção da espécie em um futuro imediato é extremamente alto), em perigo (risco de extinção em um futuro próximo é alto) e vulnerável (em risco de extinção a médio prazo). Não foram consideradas espécies não ameaçadas. Para a identificação dos pontos de coleta das espécies estudadas foi utilizado o banco de dados pertencente ao Laboratório de Pteridófitas da Universidade Federal de Pernambuco, assim como levantamento bibliográfico pertinente.

Análise dos dados

As comparações entre a riqueza, abundância e diversidade das comunidades de samambaias ocorrentes nos dois ambientes estudados (interior e borda de fragmento), foram realizadas por meio de testes T para amostras independentes com o auxílio do programa *Statistica 7.0* (StatSoft, 2002).

As composições florísticas das samambaias ocorrentes

nos dois ambientes estudados foram analisadas através do índice de Bray-Curtis e, a partir desses dados, foi obtido o dendrograma de similaridade pelo método de ligação UPGMA, com o uso do programa *PC-Ord* (versão 6.0). Foi adotado como indicativo de correspondência satisfatória valores de relação cofenética do agrupamento acima de 0,7 (Visnadi e Vital, 2001).

Para a análise de agrupamento das espécies encontradas nos diferentes ambientes, foi utilizado o método *TWINSPAN (Two-way Indicator Species Analysis)*, proposto por Hill (1979), através do programa *PC-Ord 6.0* (McCune e Mefford, 1999). Esse método concilia dados qualitativos (espécies) e quantitativos (abundância) para gerar grupos formados por características similares, evidenciando espécies preferenciais e indicadoras dos ambientes estudados. Na execução da análise, foram considerados os pontos de corte 0, 2, 5, 10 e 20 para as pseudo-espécies e foram consideradas relevantes as divisões de autovalores $\geq 0,30$, segundo Kent e Coker (1992).

Para verificar a existência de dependência entre os microambientes preferenciais das espécies e os ambientes de ocorrência (interior e borda de floresta) foram utilizados dados de frequência específica aplicando-se o teste ANOVA fatorial com o auxílio do programa *Statistica 7.0* (StatSoft, 2004). Em todos os casos foi considerado nível de significância de 5%. E a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias foram testadas nos casos de utilização de testes paramétricos.

Resultados

Riqueza, abundância e diversidade

Nas 20 parcelas foram contabilizados 872 indivíduos de samambaias, distribuídos em 26 espécies, 20 gêneros e 10 famílias (Tabela I). Foram registradas 14 espécies de sa-

mambaias para o ambiente de interior do fragmento, sendo a média de espécie por parcela igual a $5,3 \pm 2,36$. A área de borda apresentou o mesmo número total de espécies, no entanto a média foi igual a $3,7 \pm 1,77$ de espécies por parcela. Em relação à abundância, o número médio de indivíduos por parcela foi de $65,2 \pm 24,9$ para o interior da floresta e $22 \pm 25,2$ para as áreas de borda. Apenas duas espécies apresentaram ocorrência comum no interior e na borda: *Pleopeltis astrolepis* e *Microgramma lycopodioides*.

A diversidade de Shannon para as parcelas variou entre 0,323 e 2,496 bits/ind na área de borda do fragmento, sendo a média de diversidade para esse ambiente igual a $1,383 \pm 0,67$ bits/ind. Para o interior do fragmento a diversidade variou entre 0,890 e 2,510 bits/ind, sendo a diversidade média por parcela igual a $1,785 \pm 0,52$ bits/ind.

O teste estatístico empregado (teste T) não detectou diferenças na riqueza ($P= 0,10$; $t= 1,72$) e na diversidade ($P= 0,14$; $t= 1,53$) de samambaias entre os dois tipos de ambientes (Figura 1). A abundância foi significativamente maior no interior do fragmento ($P= 0,001$; $t= 3,85$).

Composição florística

A análise florística evidenciou uma diferença entre as comunidades de samambaias de interior e borda do fragmento (correlação cofenética $> 0,8$). A Figura 2 mostra a formação de dois grandes grupos distintos: um composto pelas parcelas de borda e outro grupo formado pelas parcelas de interior do fragmento.

A análise de agrupamento (*TWINSPAN*) definiu três divisões com autovalores significativos ($\geq 0,30$). A primeira divisão (autovalor = 0,935) formou dois grandes grupos específicos para as regiões de interior e borda da floresta, corroborando, dessa forma, com o dendrograma gerado pela UPGMA. Para o conjunto composto pelas parcelas de

TABELA I
RIQUEZA, ABUNDÂNCIA TOTAL E ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS SAMAMBAIAS
OCORRENTES NOS AMBIENTES DE INTERIOR E BORDA DE UM FRAGMENTO
FLORESTAL (BONITO, PERNAMBUCO, BRASIL) *

Famílias / Espécies	Ambiente de ocorrência (Abundância de indivíduos)		Microambientes preferenciais
	IF	BF	
Anemiaceae			
<i>Anemia villosa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	-	2	Heliófila
Blechnaceae			
<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	126	-	Ciófila/Higrófila
<i>Blechnum occidentale</i> L.	-	122	Generalista
<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J.Sm.	38	-	Ciófila
Cyatheaceae			
<i>Cyathea microdonta</i> (Desv.) Domin	-	1	Generalista
<i>Cyathea pungens</i> (Willd.) Domin	1	-	Ciófila/Higrófila
Dennstaedtiaceae			
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	-	17	Heliófila
Dryopteridaceae			
<i>Cyclodium meniscioides</i> (Willd.) C.Presl var. <i>meniscioides</i>	127	-	Ciófila/Higrófila
<i>Lastreopsis amplissima</i> (C. Presl) Tindale**	49	-	Ciófila/Higrófila
<i>Polybotrya cylindrica</i> Kaulf.	234	-	Ciófila
Hymenophyllaceae			
<i>Didymoglossum krausii</i> (Hook. & Grev.) C.Presl	-	1	Ciófila
Lygodiaceae			
<i>Lygodium volubile</i> Sw.	-	1	Generalista
Polypodiaceae			
<i>Cochlidium linearifolium</i> (Desv.) Maxon ex C.Chr.**	-	2	Ciófila
<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L.E.Bishop**	-	4	Ciófila
<i>Dicranoglossum desvauxii</i> (Klotzsch) Proctor	2	-	Generalista
<i>Dicranoglossum furcatum</i> (L.) J.Sm.	-	2	Generalista
<i>Microgramma lycopodioides</i> (L.) Copel.	2	19	Generalista
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	2	-	Ciófila
<i>Pecluma pectinatifomis</i> (Lindm.) M.G.Price	12	-	Ciófila
<i>Pecluma plumula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.G.Price**	-	2	Generalista
<i>Pecluma pilosa</i> (A.M.Evans) M.Kessler & A.R.Sm.	-	8	Generalista
<i>Phlebodium pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	4	-	Ciófila
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E.Fourn.	2	38	Generalista
<i>Serpocaulon triseriale</i> (Sw.) A.R.Sm.	-	1	Generalista
Pteridaceae			
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	14	-	Ciófila
Thelypteridaceae			
<i>Thelypteris macrophylla</i> (Kunze) C.V.Morton	39	-	Ciófila/Higrófila

* Ambientes de ocorrência: IF: interior de floresta, BF: Borda de floresta.

** Espécies pouco encontradas nas áreas da Floresta Atlântica Nordeste.

interior, a primeira divisão apontou *Cyclodium meniscioides* var. *meniscioides* como indicadora para o grupo. A segunda divisão (autovalor= 0,509) mostrou uma subdivisão entre as parcelas de interior, sendo um grupo composto pela parcela 12, distinta das demais, com a espécie *Cyathea pungens* como indicadora para esse grupo. Para o conjunto composto pelas parcelas de borda, a primeira divisão não apontou nenhuma espécie como indicadora para o grupo. Já a terceira divisão (autovalor= 0,625) mostrou uma subdivisão das parcelas

de borda, onde as parcelas 1, 4 e 10, formaram um grupo separado das demais com *Blechnum occidentale* como indicadora.

Microambientes preferenciais

O teste empregado (ANOVA fatorial) constatou que existe diferença entre os ambientes de interior e borda de floresta em relação a ocorrência dos microambientes preferenciais ($P < 0,0001$; $F = 33,18$; $GL = 3,72$). O ambiente de interior apresentou maior frequência de espécies cíofilas e higrófilas, enquanto que o ambiente de

borda possuiu maior proporção de indivíduos generalistas e heliófilos (Figura 3).

Status de conservação

Quanto ao status de conservação dos táxons encontrados na área de estudo, foram identificadas quatro espécies como ameaçadas de extinção para as áreas pertencentes à Floresta Atlântica Nordeste (Tabela I). As espécies ameaçadas estão distribuídas da seguinte maneira: *Pecluma plumula* e *Lastreopsis amplissima* como vulneráveis, *Cochlidium serrulatum* como em perigo e *Cochlidium*

linearifolium como criticamente em perigo.

Discussão

Riqueza, abundância e diversidade

Os resultados encontrados no presente trabalho para riqueza e diversidade de samambaias na área de estudo é contrário ao registrado por Paciencia e Prado (2004) e Silva *et al.* (2011), que observaram diferença significativa na riqueza e diversidade de samambaias entre as comunidades ocorrentes no interior e na borda de fragmentos de Floresta Atlântica analisados no sul da Bahia e em Pernambuco, respectivamente.

Um fator que pode ter influenciado na diferença de resultados pode estar associado ao tipo de vegetação onde o estudo foi desenvolvido, uma vez que a distância considerada da borda foi a mesma. Paciencia e Prado (2004) e Silva *et al.* (2011) realizaram suas pesquisas em Floresta Atlântica de terras baixas, enquanto nosso estudo se deu em Floresta Atlântica do tipo brejo de altitude. Os brejos de altitude são ilhas de matas sobre maciços isolados que ocorrem em altitudes $> 600m$ e possuem uma diminuição de temperatura e um aumento das pluviosidades locais, enquadrando-se como áreas de Florestas Úmidas (Andrade-Lima, 1966). Como é bastante conhecida cientificamente a preferência do grupo das samambaias por essas condições de disponibilidade hídrica (Windisch, 1990), os atributos climáticos do fragmento florestal podem ter conseguido manter uma riqueza e diversidade de samambaias nas bordas numericamente igual à área de interior.

Porém, foi encontrada diferença estatística na abundância das espécies entre as comunidades de samambaias de interior e borda do fragmento. Esse resultado não corrobora com os observados por Paciencia e Prado (2004, 2005) e Silva *et al.* (2001) que não detectaram diferenças entre a abundância das samambaias ocor-

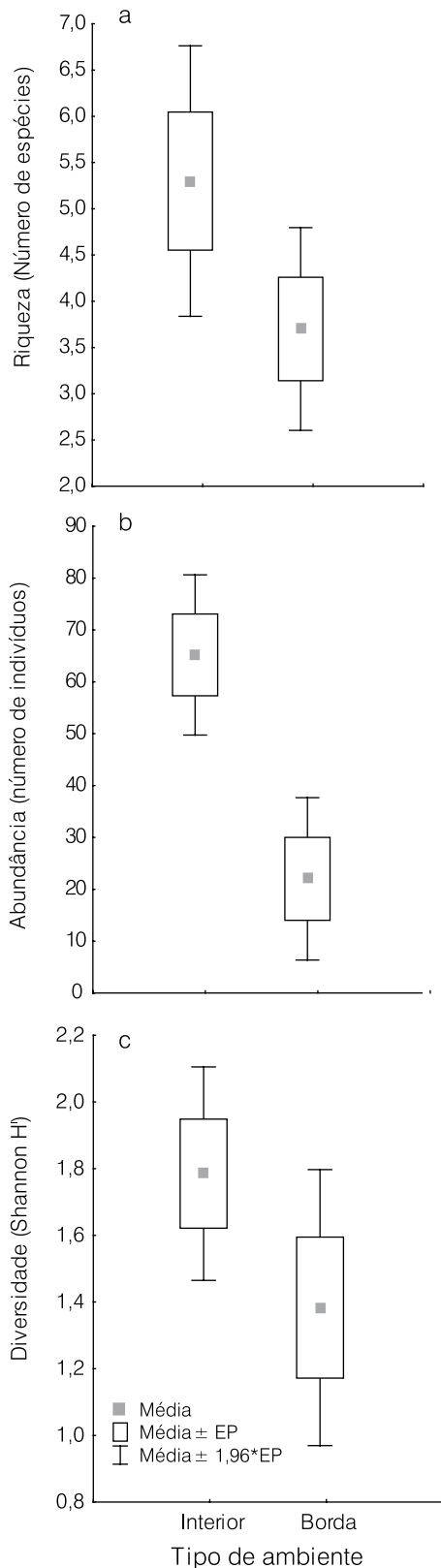


Figura 1. Resultado do teste T a respeito da influência do ambiente de ocorrência (interior e borda de floresta) sobre os dados biológicos das samambaias ocorrentes em um fragmento de Floresta Atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil). a: riqueza ($P= 0,10$; $t= 1,72$), b: abundância ($P= 0,001$; $t= 3,85$) e c: diversidade ($P= 0,14$; $t= -1,53$).

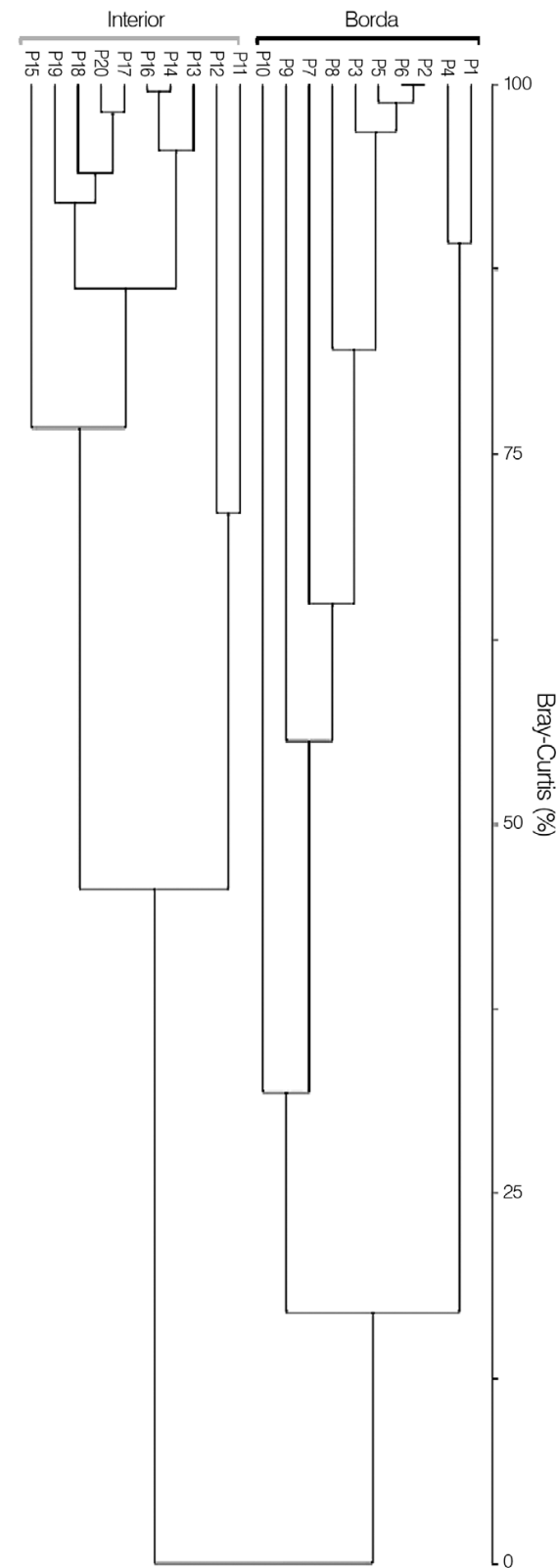


Figura 2. Dendrograma de similaridade pelo método de ligação UPGMA, baseado no Índice de Bray-Curtis (correlação cofenética do grupo $>0,8$) para as espécies de samambaias amostradas em 20 parcelas ocorrentes nos ambientes de borda (P1 a P10) e interior (P11 a P20) de um fragmento de Floresta Atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil).

rentes no interior e na borda. Entretanto, esses autores ressaltaram que embora os testes aplicados não tenham detectado diferenças entre as abundâncias dos ambientes, foi possível perceber qualitativamente uma tendência de um maior número de indivíduos nos interiores de floresta.

Como a riqueza de espécies foi a mesma para os dois tipos de ambiente analisados, seria comum se tivéssemos observado uma maior abundância de samambaias na área de borda, pois espécies pioneiras se reproduzem de forma rápida e formam grandes populações nos ambientes que colonizam, sendo normalmente mais rústicas, conseguindo suportar melhor às condições de estresse fisiológico que as espécies de clímax (Larcher, 1995; Lüttge, 2008). No entanto, na área de estudo observamos uma maior abundância de samambaias no interior do fragmento.

Esse resultado pode estar relacionado com o fato do interior do fragmento estudado apresentar maior diversidade de ambientes, como, por exemplo, córregos, regatos, e locais encharcados em detrimento da área de borda. Já que as samambaias possuem maior facilidade em colonizar ambientes com alta disponibilidade hídrica, que é, inclusive, um fator de extrema importância para a reprodução sexual dessas plantas, pois seus gametas masculinos são flagelados e precisam nadar até a oosfera para ocorrer a fertilização (Windisch, 1990; Pausas e Sáez, 2000). Barros *et al.* (2006) ressaltaram que os tipos de habitats disponíveis no ambiente são decisivos para a colonização das espécies de samambaias, pois mesmo ambientes alterados, mas que apresentem condições favoráveis para o desenvolvimento do grupo, como presença de mananciais hídricos, serão capazes de sustentar sua própria comunidade.

Composição florística e microambientes preferenciais

O resultado da similaridade florística evidenciou a forma-

ção de dois grupos específicos que podem ser atribuídos aos impactos causados pelo efeito de borda. Esses dados corroboram com os obtidos por Paciencia e Prado (2004, 2005), Silva (2010) e Silva *et al.* (2011) para fragmentos de Floresta Atlântica. Esses autores afirmaram que as condições ambientais fornecidas pelos ambientes depauperados são seletivas para as espécies de samambaias capazes de colonizá-los, já que encontraram diferenças significativas entre a composição florística de samambaias em relação ao tipo de ambiente (interior e borda de fragmentos).

Em trabalho relacionado à biogeografia, Given (1993) ressaltou que o homem se tornou um fator importante na distribuição das samambaias contemporâneas. E isto se dá devido à perda e a degradação dos habitats naturais, pois os ambientes mais conservados podem até funcionar como fonte de espécies para os ambientes depauperados, devido à capacidade de dispersão a longa distância que esse grupo apresenta (Given, 1993), mas que o grau de perturbação ambiental apresentado pelos ambientes depauperados impede o estabelecimento e a sobrevivência de novas espécies (Silva, 2010).

Outro fato que explica o arranjo das espécies na área de estudo é a frequência dos microambientes preferenciais das espécies. Pois, como detectado pelo teste empregado, no ambiente de interior, ocorre a maior frequência de espécies ciófilas e higrófilas e no ambiente de borda a maior frequência de espécies generalistas e heliófilas. Isso mostra que embora o fluxo de espécies seja livre, as condições de habitat interferem na presença de algumas espécies, sendo as

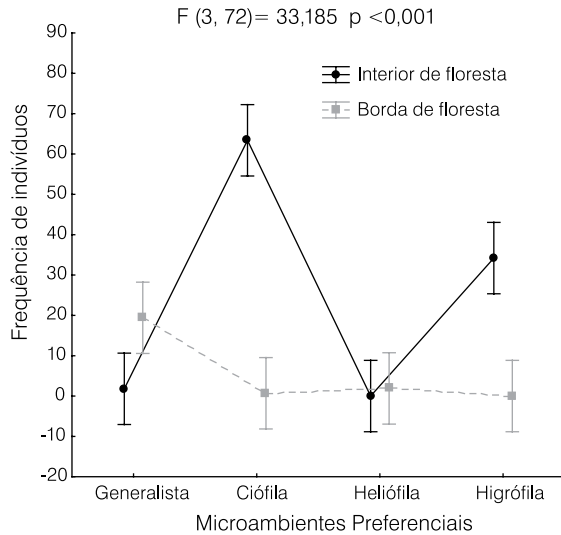


Figura 3. Resultado do teste ANOVA Fatorial a respeito da influência do ambiente (interior e borda de floresta) sobre a ocorrência dos microambientes preferenciais das samambaias de um fragmento de Floresta Atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil).

mais plásticas aquelas que conseguem se estabelecer no ambiente de borda.

Esses resultados podem estar associados ao fato das áreas de borda possuírem vegetação mais esparsa e estarem sujeitas a maior exposição solar, menor umidade e temperaturas mais elevadas quando comparadas a área núcleo (interior). Essa última costuma ser a porção mais preservada dos fragmentos florestais, com vegetação mais alta, densa e dossel fechado que a torna mais estável às variações climáticas vindas do ambiente externo, além do difícil acesso à exploração da população do entorno (Laurence, 1991; Primack e Rodrigues, 2001).

Todas essas características vinculadas ao efeito de borda possivelmente determinam e limitam a distribuição das comunidades de samambaias ocorrentes na área de estudo, uma vez que diferentes espécies de samambaias respondem diferencialmente às condições ambientais, devido às adaptações e às tolerâncias fisiológicas necessárias para que elas habitem com sucesso ambientes ecotonais (Silva, 2010).

Isso pode ser exemplificado com o fato da espécie *B. occidentale* ter sido apontada pela análise de agrupamento TWINSpan, como indicadora

do grupo da comunidade de borda. É uma espécie generalista, conhecida por sua plasticidade aos ambientes em que habita, ocorrendo tanto em áreas de floresta com considerável estado de conservação, quanto em áreas fortemente antropizadas (Hietz, 2010). Nos remanescentes de Floresta Atlântica Nordeste ocorrem frequentemente ambientes com grande influência de luz, como trilhas, clareiras e áreas de borda. Já as espécies *C. meniscioides* e *C. pungens*, que foram apontadas como indicadoras da

comunidade de interior, podem ser apontadas como especialistas ecológicas, pois suas ocorrências estão associadas a lugares úmidos, muitas vezes encharcados, e sombreados, geralmente encontrados no interior das florestas (observações pessoais dos autores).

Também merece destaque a espécie, *Pteridium arachnoideum*, que no presente estudo foi encontrada apenas no ambiente de borda. Esse dado corrobora com Paciencia e Prado (2005), quando comentam que essa espécie, praticamente, não é encontrada em ambientes florestais conservados, apenas em bordas ou clareiras de fragmentos alterados (antropizados), onde se destaca por ser uma forte competidora (Grime, 1985; Sharpe *et al.*, 2010).

Dessa forma, o efeito de borda na área de estudo pode levar a substituição das espécies mais sensíveis e mais exigentes de condições de umidade e sombreamento (higrófilas e ciófilas) pelas espécies tolerantes (generalistas e heliófilas) aos impactos causados por esse processo, resultando no empobrecimento e na descaracterização da flora nativa local.

Status de conservação

No fragmento estudado, das quatro espécies enquadradas

em alguma categoria de ameaça, três apresentaram poucos indivíduos, *C. serrulatum* com quatro indivíduos, *P. plumula* e *C. linearifolium* aparecendo apenas com dois indivíduos observados em campo. Segundo Ricklefs (2010), populações muito pequenas estão sujeitas a um rápido declínio em número e a extinção local, devido principalmente a fenômenos estocásticos (extinção devido ao acaso) e a redução da variação genética na população (leva a perda da capacidade de responder às mudanças rápidas no ambiente). O autor também comenta que a probabilidade de ocorrência desses eventos aumenta com a fragmentação de habitats adequados, fato este fortemente encontrado na área estudada.

Outro fato a ser considerado é que as espécies *C. serrulatum*, *C. linearifolium* e *L. amplissima*, segundo Santiago (2006), são encontradas no estado de Pernambuco apenas em ambientes com médias a elevadas altitudes, podendo ser consideradas espécies de ocorrências restritas ao tipo de ambiente serrano. Dentre estas, *C. linearifolium*, destaca-se por possuir, na região Nordeste, ocorrência restrita às áreas florestais do município de Bonito (Santiago *et al.* 2004). Provavelmente os limites da distribuição geográfica dessas espécies, na região, são influenciados pela adequabilidade do ambiente, como por exemplo, o clima, a topografia, o solo, a estrutura vegetacional entre outros fatores. Ricklefs (2010) comentou que a maioria das espécies raras são ecologicamente mais especializadas, e como se poderia esperar, espécies com abrangências geográficas limitadas, restritas a certas distribuições de habitat são mais vulneráveis à extinção.

É importante levar em consideração que os fragmentos do município de Bonito não possuem áreas destinadas à conservação dos seus recursos florestais e atualmente apresentam visíveis sinais de antropização (Santiago *et al.*,

2004). Durante o trabalho de campo foram observadas coletas de plantas locais pela população do entorno, além de queimadas para o estabelecimento de plantações de banana e cultivo de plantas ornamentais. Esses fatos observados tornam a flora de samambaias da área de estudo potencialmente vulnerável a perda de espécies, cuja sobrevivência está ameaçada pela falta de cuidado e pressão antrópica. Primack e Rodrigues (2001) ressaltaram que as maiores ameaças à diversidade biológica são aquelas resultantes da atividade humana, como por exemplo, superexploração das espécies para uso humano, destruição, fragmentação e degradação do habitat. As espécies aqui identificadas como ameaçadas enfrentam, pelo menos, dois ou mais desses problemas. Dessa forma, se faz importante identificar as espécies menos frequentes na região, com o intuito de fornecer contribuições para futuras medidas conservacionistas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); bem como a Prefeitura Municipal de Bonito, pela autorização para realizar pesquisas na área de estudo.

REFERENCIAS

- Andrade-Lima D (1966) Esboço fitoecológico de alguns brejos de Pernambuco. *Bol. Tec. Inst. Pesqu. Agron. Pernamb.* 8: 1-27.
- Andrade-Lima D (1972) *Um Pouco de Ecologia para o Nordeste*. Centro de Ensino de Ciências do Nordeste (CECINE). Universidade Federal de Pernambuco. Brasil. 76 pp.
- Barros ICL (1997) *Pteridófitas Ocorrentes em Pernambuco: Ensaio Biogeográfico e Análise Numérica*. Tese. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Brasil. 577 pp.
- Barros ICL, Santiago ACP, Pereira AFN, Pietrobon MR (2006) Pteridófitas. Em Pôrto KC, Almeida-Cortez JS, Tabarelli M (Eds.) *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Brasil. pp. 148-171
- Ferrer-Castán D, Vetaas OR (2005) Pteridophyte richness climate and topography in the Iberian Peninsula: comparing spatial and nonspatial models of richness patterns. *Global Ecol. Biogeogr.* 14: 155-165.
- Given DR (1993) Changing aspects of endemism and endangerment in pteridophyta. *J. Biogeogr.* 20: 293-302.
- Grime JP (1985) Factors limiting the contribution of pteridophytes to a local flora. *Proc. Roy. Soc. Edinb. B - Biol. Sci.* 86: 403-421.
- Hietz P (2010) Fern adaptation to xeric environments. Em Mehltreter K, Walker LR, Sharpe JM (Eds.) *Fern Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge, RU. pp. 140-176.
- Hill MO (1979) *TWINSPAN: a Fortran Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two Way Table by Classification of Individuals and Attributes*. Cornell University. Nova York, EEUU. 60 pp.
- ITEP/LAMEPE (2012) *Laboratório de Meteorologia de Pernambuco*. www.itep.br/itep_lamepe/site/tela3.php (Cons. 03/08/2012).
- IUCN (2012) *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria*. Version 9.0. 2011. www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf/ (Cons. 06/08/2012).
- Kent M, Coker P (1992) *Vegetation Description and Analysis*. Belhaven. Londres, RU. 363 pp.
- Krebs CJ (1989) *Ecological Methodology*. Harper Collins. Nova York, EEUU. 654 pp.
- Larcher W (1995) *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer. Berlin, Alemanha. 388 pp.
- Laurance WF (1991) Edge effects in tropical forest fragments: applications of a model for the design of nature reserves. *Biol. Cons.* 57: 205-219.
- Laurance WF (1997) Hyper-disturbed parks: Edge effects and the ecology of isolated rainforests reserves in tropical Australia. Em Laurance WF, Bierregard RO (Eds.) *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press. Chicago, IL, EEUU. pp. 71-83.
- Lüttge U (2008) *Physiological Ecology of Tropical Plants*. Springer. Berlin, Alemanha. 384 pp.
- McCune B, Mefford MJ (1999) *PC-ORD Version 4.1 Multivariate Analysis of Ecological Data*. Users Guide. MjM Software Design. Glaneden Beach, OR, EEUU. 237 pp.
- Mori SA, Silva LAM, Lisboa G (1989) *Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico*. Centro de Pesquisa do Cacau. Ilhéus, Brasil. 103 pp.
- Murcia C (1995) Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends Ecol. Evol.* 10: 58-62.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Paciencia M LB, Prado J (2004) Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 27: 641-653.
- Paciencia MLB, Prado J (2005) Distribuição espacial da assembléia de pteridófitas em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica no sul da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 32: 103-117.
- Páuas JG, Sáez L (2000) Pteridophyte richness in the NE Iberian Peninsula: biogeographic patterns. *Plant Ecol.* 148: 195-205.
- Pichi-Sermolli REG (1996) *Authors of Scientific Names in Pteridophyta*. Royal Botanical Garden Kew. Londres, RU. 78 pp.
- Primack RB, Rodrigues E (2001) *Biologia da Conservação*. Vida. Londrina, Brasil. 327 pp.
- Ranta P, Blom T, Niemelä J, Joensuu E, Siitonen M (1998) The Atlantic Rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. *Biodiv. Cons.* 7: 385-403.
- Ricklefs RE (2003) *A Economia da Natureza*. 5ª ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, Brasil. 470 pp.
- Ricklefs RE (2010) *A Economia da Natureza*. 6ª ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, Brasil. 546 pp.
- Santiago ACP (2006) *Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: florística, biogeografia e conservação*. Tese. Universidade Federal de Pernambuco. Brasil. 124 pp.
- Santiago ACP, Barros ICL, Sylvestre LS (2004) Pteridófitas ocorrentes em três fragmentos florestais de um brejo de altitude (Bonito-Pernambuco-Brasil). *Acta Bot. Bras.* 18: 781-792.
- Sharpe JM, Mehltreter K, Walker LR (2010) Ecological importance of ferns. Em Mehltreter K, Walker LR, Sharpe JM (Eds.) *Fern Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge, RU. pp 1-21.
- Silva IAA (2010) *Fragmentação e Perda de Habitats: Consequências na Comunidade de Samambaias e Licófitas em Remanescentes de Floresta Atlântica de Alagoas, Brasil*. Tese. Universidade Federal de Pernambuco. Brasil. 89 pp.
- Silva JMC, Tabarelli M (2001) The future of the Atlantic Forest in northeast Brazil. *Cons. Biol.* 15: 819-820.
- Silva IAA, Pereira AFN, Barros ICL (2011) Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. *Braz. J. Biol.* 71: 421-430.
- Smith AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Koral P, Schneider H, Wolf PG (2006) A classification for extant ferns. *Taxon* 55: 705-731.
- Smith AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Koral P, Schneider H, Wolf PG (2008) Fern classification. Em Ranker TA, Hauffler CH (Eds.) *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*. Cambridge University Press. Nova York, EEUU. pp 417-467.
- StatSoft (2002) *Electronic Statistics Textbook, for an In-Depth Discussion of Statistics*. www.statsoft.com/textbook/stathome.html (Cons. 02/08/2012).
- StatSoft (2004) *Statistica (Data Analysis Software System), Versão 7.0*. www.statsoft.com/textbook/stathome.html (Cons. 14/05/2012).
- Tabarelli M, Mantovani W, Peres CA (1999) Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biol. Cons.* 91: 119-127.
- Tonhasca-Júnior A (2005) *Ecologia e História Natural da Mata Atlântica*. Interciência. Rio de Janeiro, Brasil. 197 pp.
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima LCA (1991) *Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal*. IBGE. Rio de Janeiro, Brasil. 124 pp.
- Visnadi SR, Vital DM (2001) Briófitas das Ilhas de Alcatrazes, do Bom Abrigo, da Casca e Castilho, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 15: 255-270.
- Wilcox BA, Murphy DD (1985) Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *Am. Nat.* 125: 879-887.
- Windisch PG (1990) *Pteridófitas da Região Norte-Occidental do Estado de São Paulo: Guia para Excursões*. 2ª ed. UNESP. São José do Rio Preto, Brasil. 110 pp.