

JULIANA ROSA DO PARÁ MARQUES DE OLIVEIRA

**EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO E PERDA DE HABITAT SOBRE A
BRIOFLORA EPÍFITA DE SUB-BOSQUE DE FLORESTA
ATLÂNTICA: ESTUDO DE CASO NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA
MURICI, ALAGOAS, BRASIL**

RECIFE

2007

JULIANA ROSA DO PARÁ MARQUES DE OLIVEIRA

**EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO E PERDA DE HABITAT SOBRE A BRIOFLORA
EPÍFITA DE SUB-BOSQUE DE FLORESTA ATLÂNTICA: ESTUDO DE CASO NA
ESTAÇÃO ECOLÓGICA MURICI, ALAGOAS, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós Graduação em Biologia Vegetal da
Universidade Federal de Pernambuco para a
obtenção do título de mestre em Biologia
Vegetal.

DRA. KÁTIA CAVALCANTI PÔRTO

Orientadora

FLORÍSTICA E: SISTEMÁTICA VEGETAL

Área de Concentração

FLORÍSTICA E SISTEMÁTICA DE

CRIPTOGAMOS

Linha de pesquisa

RECIFE – PERNAMBUCO - BRASIL

2007

JULIANA ROSA DO PARÁ MARQUES DE OLIVEIRA

“EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO E PERDA DO
HABITAT SOBRE A BRIOFLORA EPÍFITA DE SUB-
BOSQUE DE FLORESTA ATLÂNTICA: ESTUDO DE
CASO NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE MURICI,
ALAGOAS.”

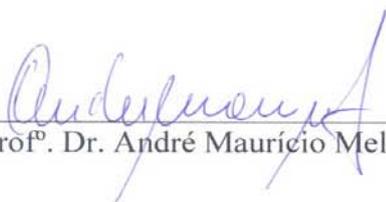
BANCA EXAMINADORA:



Prof^a. Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto (Orientadora) - UFPE



Prof^a. Dra. Denise Pinheiro da Costa – Jardim Botânico - RJ



Prof^o. Dr. André Maurício Melo Santos - UFPE

Recife-PE.
2007

**Aos meus amados pais, *João e Marilena*,
que me ensinaram que com fé na vida e
trabalho duro os sonhos se tornam
realidade, dedico.**

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que fazem parte da minha vida e que, de alguma forma, contribuíram para construção deste trabalho, Agradeço:

A minha família, maior fonte de incentivo e apoio, meus pais João e Marilena, minhas irmãs Bianca e Jaiana e minha vó Isabel.

Aos meus bons e velhos amigos Simoni (Si), Matilde (Mati) e Roni, pela amizade e apoio constantes. Josy, Reverson, Alexandre, Taopi e Gustavo, a família 107, pelo companheirismo nos tempos de moradia estudantil e amizade que resiste até à distância, Obrigada!

Ao Msc. Paulo Câmara (Padu), por ter me apresentado ao fantástico mundo das briófitas e também as Profs.^a Dras. Graça Machado, Eliane Mendes, Dulce e Andréa pelo estímulo e incentivo na busca de capacitação.

A Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto pela paciência e dedicação em todas as fases do desenvolvimento do trabalho. Obrigado por tudo!

A minha “família emprestada”, companheiros de apartamento, Gisele, Conceição (Ceixa), Ana Márcia e Junaldo, pela amizade e por tornarem minha estada em Pernambuco mais fácil.

Dámaris e Mércia, amigas, companheiras de laboratório e cúmplices na paixão pelas briófitas, meu agradecimento especial. Pelos dias de campo, horas e horas discutindo resultados, pela ajuda na construção dos painéis e textos, e tudo mais...Obrigada mesmo!

A Mateus pela elaboração dos mapas da área de estudo e aos demais companheiros nos difíceis trabalhos de campo, Gilcean, “Seu Chico”, Wan, Sarah e Pedro agradeço a paciência e as noites de sono perdidas.

Aos colegas de turma, Janaina, Shryley, Anderson, Ursula, Eduardo, Gisele, Adaises companheiro nas alegrias e dificuldades desse caminho até a conquista do título.

Aos amigos conquistados nestes muitos dias de Pernambuco, Sarah, Cleiton, Cleber, Dayana, Pedro, Rafael, Diogo, Yana, Fátima, Katarina, Bruno e Elizabeth, pelos momentos de diversão e alegria.

Aos briólogos, Dra. Olga Yano, Dr. Cid Bastos, Dr. Elena Drehwal, Dra. Anna Luiza e Thaiz Vaz pela valiosa ajuda na confirmação de espécies. A Dra. Denise Costa, Dr. André Santos, Dra. Mari Rodal pelas valiosas contribuições no projeto e no manuscrito.

A todos meus mais sinceros agradecimentos.

AS INSTITUIÇÕES ABAIXO POSSIBILITARAM
A REALIZAÇÃO DESTE TRABALHO

Agradecemos:

À UFPE

Pela permissão para a realização desta pesquisa

AO CNPq

Pela concessão da bolsa da autora

À FUNDAÇÃO O BOTICÁRIO

Pelo apoio financeiro à pesquisa

AO IBAMA – Alagoas

Pela permissão para realização da pesquisa na área

RESUMO GERAL

As briófitas constituem-se em um importante componente do estrato epifítico em Florestas Tropicais e têm na Floresta Atlântica um de seus maiores centros de diversidade e endemismo. Este ecossistema, no entanto, está fortemente comprometido pela intensa exploração e fragmentação das suas paisagens naturais. Foi objetivo deste trabalho preencher lacunas de conhecimento em termos da florística e ecologia de briófitas em Floresta Atlântica, particularmente, no estado de Alagoas, que ainda é pobremente inventariado. Uma das propostas principais foi avaliar como as alterações na vegetação associadas fragmentação e ao efeito de borda afetam o grupo. Para isso foram inventariados dez fragmentos na Estação Ecológica Murici, que somam mais de 90% da área florestada desta reserva. Em cada um deles, foram traçados quatro transectos de 100m perpendiculares à margem, nos quais foram marcadas 10 parcelas (25 m²) eqüidistantes. Cada parcela teve mensurado DAP (diâmetro acima do peito) e altura de todos os seus indivíduos. Adicionalmente o grau de abertura do dossel foi determinado através da análise de fotografias hemisféricas. Um forófito por sítio foi selecionado e amostras de briófitas da sua base até 2 m foram coletadas. As briófitas foram identificadas até nível específico e classificadas quanto ao hábitat de preferência (epífitas de sol, sombra e generalistas) e quanto à sua forma de crescimento. A brioflora foi composta por 106 espécies (56 hepáticas e 50 musgos) distribuídas em 21 famílias, das quais as mais importantes foram Lejeuneaceae, Calymperaceae, Sematophyllaceae, Pilotrichaceae, Fissidentaceae e Jubulaceae. As briófitas mostraram um padrão de distribuição heterogêneo entre os fragmentos, tanto em riqueza quanto em composição florística. De maneira geral, a diminuição do tamanho do fragmento foi acompanhada da perda de espécies e alterações na estrutura da comunidade briofítica. As especialistas de sombra e de forma de crescimento pendente foram mais afetadas pela perda de habitat. Parâmetros da fisionomia da vegetação contribuíram em parte para a explicação da distribuição das briófitas nos fragmentos, onde o grau de abertura do dossel e altura das árvores mostraram influência sobre a riqueza de briófitas, principalmente sobre as epífitas de sombra. O efeito de borda não foi confirmado para os 100m mensurados. Os resultados sugerem que fragmentos com menos de 300 ha podem apresentar-se mais seriamente comprometidos para preservação de briófitas epífitas em longo prazo.

Palavras-chave: briófitas, Floresta Atlântica, efeito de borda, fisionomia da vegetação.

ABSTRACT

The bryophytes are an important part of epiphytic strata in tropical rain forests and the Brazilian Atlantic rain forest is one of their greatest diversity and endemism hotspots. However, this ecosystem is under great threat because of intensive exploitation and fragmentation of its landscapes. This study aimed to increase the floristic and ecologic knowledge of bryophytes in Brazilian Atlantic rain forest, mainly for Alagoas State, which is poorer surveyed. The main purpose was to evaluate the habitat fragmentation and edge effects on forest structure and the consequent effects on bryophytes flora. Thus, ten forest fragments corresponding to more than 90% of forested area were surveyed on Murici Ecologic Station, Alagoas (Lat. 9°11'05"–9°16'48"S; Long. 35°45'20"-35°55'12"O between 100 and 650 m altitude). In each patch 10 even-spaced parcels of 25m² were defined on four straight 100 m transects from the border in the core's direction. In Each parcel every tree had its BHD (≥ 5 cm) and height measured and one phorophyte was selected for bryophyte sampling (basis to 2 meters high for collecting). Furthermore, the canopy openness degree was determined through hemispherical photography and software processing. All species were classified regard habitat preference (sun epiphytes, shade epiphyte and generalist) and growth forms. A hundred six species distributed on 21 families were found. The most important and frequent families were Lejeuneaceae, Calymperaceae, Sematophyllaceae, Pilotrichaceae, Fissidentaceae and Jubulaceae. Bryophytes displayed a heterogeneous pattern of distribution among forest fragments regard both richness and floristic composition. Shade epiphytes and pendulous species were the most affected for habitat loss. Physiognomic forest aspects explained part of the bryophytes distribution, where the openness' degree and tree high were correlated to shade epiphytes richness. On the other hand, edge effects were not confirmed nor for bryophytes neither for physiognomic aspects, at least at the first 100 meters. The results suggest that forest fragments less than 300 ha could be seriously compromised for epiphytic bryophytes long term preservation.

Key-words: bryophytes, Atlantic rain forest, edge effect, forest physiognomy.

LISTA DE TABELAS

Tabela		Pág.
1	Sumario dos testes a posteriori de Bonferroni das análises de variância entre classes de tamanho para parâmetros fisionômicos e brioflorísticos na EsEc Murici, Alagoas, Brasil.....	37
2	Ocorrência, forma de crescimento (FC) e grupo ecológico das briófitas epífitas por fragmento da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. Abreviaturas: Cau = caudado, Cx = coxim, Fl = flabeliforme, Pe = pendente, Tf = tufo, Tp = tapete, Tr = trama. Espécies agrupadas de acordo com grupo ecológico.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Localização da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. Os fragmentos são enumerados em ordem decrescente de área.....	47
2	Parâmetros fisionômicos em função da classe de tamanho dos fragmentos da Estação Ecológica Murici Alagoas, Brasil. (a) DAP médio e (b) altura média dos indivíduos arbóreos vivos (com DAP \geq 5cm), (c) densidade (d) Grau de cobertura do dossel. — Mediana \square 25%-75% \perp Mínimo e Máximo.....	48
3	Variação dos parâmetros fisionômicos em relação à distância de borda nos fragmentos da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. (a) DAP médio (cm) e (b) altura média dos indivíduos arbóreos, (c) Abertura do dossel e (d) Densidade. — Mediana \square Mínimo e Máximo \perp 25%-75%.....	49
4	Riqueza de briófitas geral e por preferência de habitat em função da classe de tamanho dos fragmentos da Estação Ecológica Murici Alagoas, Brasil. (a) Riqueza geral (b) Epífitas generalistas, (c) Epífitas de sol e (d) Epífitas de sombra. — Mediana \square 25%-75% \perp Mínimo e Máximo.....	50
5	Análise da proporção hepática/musgo e de formas de crescimentos em função da classe de tamanho dos fragmentos da Estação Ecológica Murici Alagoas, Brasil. (a) Riqueza geral (b) Formas de crescimento classificadas de acordo com seu nível de tolerância à baixa umidade e alta luminosidade; 1 – alto nível de tolerância (coxim e tufo), 2 – nível médio de tolerância (trama e tapete) e 3 – baixo nível de tolerância (pendente, dendróide, flabeliforme e caudado). — Mediana \square 25%-75% \perp Mínimo e Máximo.....	51
6	Variação da riqueza de briófitas (geral e separada por preferência de	

	hábitat) em relação à distância de borda nos fragmentos da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. (a) Riqueza geral (b) Epífitas generalistas, (c) Epífitas de sol e (d) Epífitas de sombra. — Mediana □ Mínimo e \pm 25%-75% Máximo.	52
7	Curva de dominância relativa das comunidades de briófitas epífitas da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. (a) Fragmentos grandes, (b) fragmentos médios e (c) fragmentos pequenos. Linha tracejada marca 50% dos registros.....	53

SUMÁRIO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO GERAL	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
SUMÁRIO	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	
2.1. Floresta Atlântica	2
2.2. Fragmentação e perda de habitat	2
2.3. Briófitas, microclima e fragmentação	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
4. MANUSCRITO: Retenção de riqueza em uma paisagem fragmentada: um ensaio com briófitas epífitas em áreas de borda em remanescentes de Floresta Atlântica Nordestina	14
Abstract	15
Resumo	16
Introdução	17
Material e métodos	
Área de estudo	19
Seleção dos fragmentos e coleta de dados	19
Análises estatísticas	21
Resultados	
Efeito do tamanho e distância da borda sobre fisionomia da vegetação	21
Efeitos do tamanho e distância da borda sobre a brioflora	22
Relação entre parâmetros fisionômicos e propriedades da brioflora	23
Discussão	
Porque efeito de borda não é evidente?	24
Tamanho de fragmento e fisionomia da vegetação	26
Relação entre fisionomia da vegetação e brioflora	27
Tamanho de fragmento e comunidades briofíticas	27
Qual a área mínima necessária para retenção de diversidade de briófitas?..	28
Recomendações	29
Agradecimentos	30
Literatura citada	30
TABELAS E FIGURAS	37
7. ANEXOS	53

1 INTRODUÇÃO

Florestas tropicais são reconhecidas como os grandes celeiros de diversidade e, apesar de ocuparem menos de 7% da área do globo comportam mais da metade de toda a diversidade biológica do planeta (Wilson 1997) e abrigam mais briófitas que qualquer outro bioma (Gradstein e Pócs 1989). A grande complexidade estrutural da vegetação que cria uma grande variedade de microambientes (nichos ecológicos variados) tem sido apontada como causa em última instância da diversidade de briófitas nestes ambientes (Pócs 1982; Richards 1984; Uniyal 1999).

A Floresta Atlântica é considerada uma região de alta diversidade de briófitas, a terceira maior do Neotrópico (Gradstein et al 2001a). Contudo, vem sofrendo com a alta pressão antrópica, de modo que estimativas recentes apontam para uma perda superior a 90% da sua área original (Brasil-MMA 2002; Galindo-Leal & Câmara 2005). A situação na região Nordeste se mostra ainda mais grave, particularmente nos Estados de Pernambuco e Alagoas, onde restam menos de 2% de sua cobertura original, distribuídos em fragmentos, na maioria, de pequeno tamanho (< 10ha), isolados e constantemente explorados (Ranta et al. 1998; Tabarelli et al. 1999; Galindo-Leal & Câmara 2005). Apesar desse grave quadro, estudos realizados na região apontam para uma alta diversidade de briófitas, e ainda, devido ao seu caráter bioindicador, estas podem ser usadas para ajudar a avaliar os danos causados pela fragmentação e perda de habitat neste ecossistema (Pôrto & Germano 2002; Germano & Pôrto 2005; Pôrto et al. 2006; Alvarenga & Pôrto 2007).

As briófitas são um componente epifítico relevante em florestas tropicais (Gradstein et al. 2001a) e, apesar de seu pequeno tamanho, desempenham papel importante na manutenção hídrica e ciclagem de nutrientes, dentre outros (Schofield 1985; Gradstein & Pócs 1989). Devido as suas características morfofisiológicas, são bastante sensíveis a flutuações nas condições ambientais, principalmente umidade, de modo que muitas espécies são restritas a microhabitats com microclimas específicos (Schofield 1985; Hallingbäck & Hodgetts 2000).

Foram objetivos principais deste trabalho conhecer a brioflora epífita de sub-bosque da Estação Ecológica Murici, importante remanescente de Floresta Atlântica no Nordeste, e avaliar como a perda e a fragmentação de habitat afetam os padrões de riqueza e a estrutura da comunidade briófitica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Floresta Atlântica

A Floresta Atlântica é o segundo maior bloco de floresta do Neotrópico e se estendia por mais de 1.363.000 km² ou, aproximadamente, 15% do território brasileiro quando da colonização. Desde então, ela tem sido submetida a uma longa história de uso intensivo da terra, incluindo os ciclos de exploração do pau-brasil, da cana-de-açúcar, do café, do cacau e da pecuária (Galindo-Leal & Câmara 2005). Atualmente a esta floresta está reduzida a menos de 100.000 km². Os remanescentes encontram-se, em sua maioria, concentrados nas áreas de relevo acidentado, principalmente, das regiões Sul e Sudeste do país (Conservação Internacional do Brasil et al. 1994; Brasil-MMA 2002; Galindo-Leal & Câmara 2005). Apesar do alto grau de perturbação, a Floresta Atlântica persiste como uma das regiões mais ricas do mundo, sendo prioritária para a conservação da biodiversidade (Morellato & Haddad 2000; Myers et al. 2000).

2.2. Perda e fragmentação e de habitat

Fragmentação é o processo no qual um habitat contínuo é dividido em manchas ou fragmentos mais ou menos isolados dentro de uma matriz diferente da original e pode ter causas naturais ou antrópicas (Cerqueira et al. 2003). Perda de habitat, por sua vez, é a redução quantitativa e qualitativa de habitat na paisagem, e pode ou não ser causada pela fragmentação (Fahrig 2003). Assim, conceitualmente fragmentação e perda de habitat são processos distintos (Fahrig 2003).

Entre as causas naturais da fragmentação estão as flutuações climáticas que ocorrem em diferentes escalas de tempo, por exemplo, as glaciações responsáveis por ciclos de contração e expansão da vegetação; heterogeneidade de solos; topografia, que pode isolar certos tipos de vegetação nos topos de morro ou baixios; processos de sedimentação e hidrodinâmica em rios e no mar e processos hidrológicos que criam locais temporária ou permanentemente alagados (Constantino et al. 2003). Todos estes processos podem ser responsáveis pela formação de tipos específicos de cobertura vegetal e assim ao promover uma variedade de condições ambientais acabariam atuando como geradores de diversidade (Constantino et al. 2003).

Por outro lado, a transformação de áreas naturais pelo uso do homem, seja para expansão urbana ou conversão em culturas agrícolas, tem um impacto negativo sobre a diversidade. Especialmente nas últimas décadas têm sido atingidos índices alarmantes, principalmente nos trópicos (Whitmore 1997). Whitmore (1997) estima que globalmente as áreas naturais de floresta tropical são alteradas numa taxa de mais de 21 milhões de ha. ano⁻¹. Laurance (1999) estima para a Amazônia uma perda de ca. 0,8% de sua área por ano e Galindo-Leal e Câmara (2005) atribuem uma perda de 92% da cobertura original da floresta Atlântica. Em vista disso, estudos dos efeitos da fragmentação sobre a perda da diversidade e como paisagens fragmentadas podem manter a diversidade restante têm se intensificado nos últimos anos (Lovejoy et al. 1986; Laurance et al. 1997; Viana & Pinheiro 1998; Laurance 1999; Laurance et al. 2002).

Embora fragmentação e perda de habitat sejam conceitualmente distintas, um grande número de estudos tem evidenciado que a primeira, quando é de origem antrópica, está quase sempre atrelada à segunda. Os efeitos negativos do processo repercutem não somente sobre as medidas diretas da diversidade como riqueza, abundância e distribuição das espécies (Laurance et al. 1998), mas também sobre processos biológicos, como encurtamento de cadeias tróficas, das taxas de dispersão e predação (Viana & Pinheiro 1998; Tabarelli et al. 1999; Silva & Tabarelli 2000; Laurance et al. 2002). Medidas de perda de habitat como tamanho do fragmento e isolamento têm sido frequentemente relacionadas à diminuição da diversidade (Lovejoy et al. 1986; Laurance et al. 2002). A perda de habitat não é aleatória, assim como não é a distribuição das espécies. Dessa forma, espécies raras ou localmente restritas ou, ainda, aquelas que necessitam de grandes áreas de uso são mais vulneráveis (Primack & Rodrigues 2001).

A fragmentação implica inevitavelmente no aumento da relação borda/núcleo e, portanto, no chamado efeito de borda (Laurance & Yensen 1991). As bordas são ambientes de transição entre dois sistemas diferentes (matriz e o fragmento) e o efeito de borda é o resultado da interação entre eles (Murcia 1995). Quando criadas abruptamente, podem causar mudanças nas condições abióticas e bióticas e alterar processos biológicos (Lovejoy et al. 1986; Kapos 1989; Harper et al. 2005). Dentre as alterações abióticas pode-se citar grandes variações de temperatura e redução de umidade no solo e no ar, alteração na quantidade e qualidade da luz e na velocidade dos ventos (Kapos 1989; Willians-Linnera 1990a,b; Young & Mitchell 1994; Chen et al. 1995; Camargo & Kapos 1995; Kapos et al. 1997; Davies-Colley et al. 2000).

As mudanças bióticas incluem a alteração estrutural e fisionômica da vegetação. Por exemplo, são relatados o aumento da riqueza e da abundância de espécies pioneiras e ruderais e diminuição no recrutamento de plântulas de espécies tolerantes à sombra (Willians-Linnera 1990b; Benítez-Malvido 1998; Tabarelli & Mantovani 1999), a redução de altura do dossel, da porcentagem de cobertura da vegetação, aumento na densidade de indivíduos de menor diâmetro, aumento da biomassa (Willians-Linnera 1990a; Malcolm 1994; Young & Mitchell 1994; Oosterhoorn & Kapelle 2000) e densidade de lianas e aumento da vulnerabilidade de árvores de maior porte (Tabarelli & Mantovani 1999; Gascon et al. 2000; Laurance et al 2001).

O grande aporte de informações sobre efeito de borda não tem levado a um consenso sobre o conceito. Sobre o tema, Murcia (1995) comenta que apesar dos resultados empíricos dos trabalhos e de haver um consenso sobre a importância do efeito de borda, uma padronização e generalização ainda não foi possível, principalmente, no que diz respeito a intensidade e a largura desse efeito, o que provavelmente se deva à tentativa de simplificação do conceito e à falta de padronização das metodologias aplicadas nos estudos.

Harper et al. (2005) sintetizam o assunto separando os efeitos da criação de uma borda em diretos e indiretos. Os efeitos diretos são os danos físicos (na vegetação e no solo) e alterações nos fluxos de energia, matéria e espécies que levam às respostas primárias em termos de processos biofísicos (aumento da produtividade, da evapotranspiração, da ciclagem de nutrientes e decomposição) e estruturais (diminuição da cobertura de dossel, densidade de árvores, biomassa e aumento de quedas de árvores). Subsequentemente respostas secundárias na dinâmica e processos do ecossistema (aumento de recrutamento, crescimento, mortalidade e reprodução) aparecem como efeitos indiretos e levam a uma resposta secundária em termos de estrutura (aumento da densidade de plântulas e cobertura de sub-bosque) e composição (mudança na composição das espécies). Os autores argumentam ainda que esse novo ambiente de borda e a combinação de fatores ao longo do tempo, como a continuidade da fonte de danos entre outros, levarão ao selamento, ao amortecimento ou a expansão dessa borda.

Alguns modelos para estimar o efeito de borda têm sido desenvolvidos (Laurance & Yensen 1991; Malcon 1994; Harper et al 2005), porém os estudos têm demonstrado que a maioria das respostas são espécie-específicas (Murcia 1995; Harper et al. 2005). Portanto, o conhecimento de como as espécies respondem a essas perturbações, aliado aos modelos gerais já existentes, são importantes para que se possa tentar apontar diretrizes relacionadas ao manejo e conservação de paisagens fragmentadas.

2.3. Briófitas, microclima e fragmentação

De maneira geral, as características morfofisiológicas das briófitas, tais como a falta de cutícula epidérmica e tecidos condutores especializados, impõem ao grupo estreita dependência das condições microclimáticas (Gradstein et al. 2001; Raven et al. 2001). Consequentemente, a grande variedade habitats promovida principalmente pela complexidade estrutural dos ambientes florestais é apontada como principal fator da grande diversidade de briófitas encontrada nas florestas tropicais úmidas. Gradientes microclimáticos, principalmente de luz, umidade e temperatura, no sentido vertical (dossel - sub-bosque) e horizontal (margem-interior) são formados e as espécies são distribuídas espacialmente refletindo sua adaptação a cada condição (Pócs 1982; Smith 1982; Richards 1984; Montfort & Ek 1990; Gradstein et al. 2001b; Acebey et al. 2003).

Richards (1984) classifica as espécies de acordo com seu habitat de preferência e denomina como especialistas de sombra aquelas que apenas são capazes de viver em condições de baixa luminosidade e maiores taxas de umidade, sendo restritas ao interior da floresta. Especialistas de sol são mais resistentes à dessecação e a maiores temperaturas e ocorrem sobre tronco e galhos no dossel. Generalistas são as que possuem amplo nicho ecológico, sendo capazes de sobreviver em ambas as condições ambientais. Essa classificação vem sendo adaptada e enriquecida e tem permitido uma melhor caracterização de habitats (Gradstein 1992b, 1994; Gradstein et al. 2001; Gradstein & Costa 2003).

As formas de crescimento das espécies também variam com as condições microclimáticas podendo apresentar distribuição preferencial no ambiente (Magdefrau 1982; Richards 1984). A correlação forte entre formas de crescimento com condições de umidade e luminosidade tem sido demonstrada em diversos estudos (Schofield 1981; Thiers 1988; Gradstein et al. 2001b; Acebey et al. 2003; Leon-Vargas et al. 2006). Estudos realizados em Floresta Atlântica também confirmam esse padrão, por exemplo, Pôrto (1992) compara remanescentes de altitude e de terras baixas, e confirma a elevada preferência de espécies que exibem formas pendentes por ambientes mais úmidos. Assim a distribuição das formas de crescimento também pode ser usada para caracterizar os ambientes ou detectar alterações microclimáticas.

A fragmentação e a perda de habitat são, sem dúvida, as mais graves ameaças às briófitas e possui efeito geralmente deletério sobre o grupo podendo levar a uma considerável perda de espécies (Hallingbäck & Hodgetts 2000). Gradstein (1992a, b) em uma revisão sobre a temática argumenta que especialmente as epífitas de sombra são afetadas pelo

desaparecimento dos habitats de floresta madura e ainda que espécies generalistas e epífitas de sol podem ser beneficiadas, visto que com as alterações relacionadas a perda de habitat as condições microclimáticas podem se parecer ao de dossel, por exemplo. Vários estudos têm corroborado essas argumentações (Hyvönem et al 1987; Costa 1999; Acebey et al. 2003)

Estudos sobre a influência da fragmentação e do efeito de borda sobre briófitas começaram a receber atenção e são mais comuns em florestas temperadas (Moen & Jonsson 2003; Pharo et al. 2004; Gignac & Dale 2005; Baldwin & Bradfield 2005; Hylander 2005). No Neotrópico, eles ainda são escassos, valendo citar os de Costa (1999), Zartman (2003), Zartman e Nascimento (2006), Pôrto et al. (2006) e Alvarenga e Pôrto (2007), realizados no Brasil.

Pioneiro, o trabalho de Costa (1999) confirmou a existência de uma relação estreita entre a estrutura das comunidades brioflorísticas e a qualidade do habitat em uma área de Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil. A autora comparou a riqueza e a composição, bem como as formas de crescimento, das briófitas epífitas de seis remanescentes em diferentes estágios sucessionais. Fragmentos em fase inicial de regeneração apresentaram maiores taxas de perda de riqueza, principalmente de grupos mais sensíveis.

Pôrto et al. (2006), que realizaram inventário brioflorístico em remanescentes de Floresta Atlântica nos Estados de Pernambuco e Alagoas, observaram que fatores como tamanho e forma do fragmento podem apresentar relação com a riqueza, diversidade e abundância de briófitas epífitas e epífilas. Zartman (2003) e Zartman e Nascimento (2006) em um trabalho constatou para briófitas epífilas na Amazônia, que aspectos em escala de paisagem aparentemente são mais limitantes na comunidade, visto que fragmentos pequenos e isolados mostraram riqueza e abundância significativamente menores que os grandes e a floresta contínua. Alvarenga e Pôrto (2007) comprovaram a fragilidade de alguns grupos, como as hepáticas em relação aos musgos e a comunidade epífila em relação às epífitas. As autoras sugerem que a dinâmica de dispersão pode estar sendo afetada na comunidade epífila, visto que esta demonstrou maior sensibilidade ao isolamento dos fragmentos.

Apesar destes trabalhos, a compreensão de como esses organismos respondem ao habitat fragmentado, principalmente na Floresta Atlântica, é ainda reduzido. Isto é dificultado pelo fato de o próprio conhecimento da flora ser ainda restrito, com alguns locais pobremente inventariados, como é o caso de Alagoas. Desta forma, conhecer a brioflora existente nestes remanescentes e compreender como ela está respondendo aos processos de alteração de seu habitat pode contribuir para práticas mais efetivas de conservação do grupo.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acebey, A., Gradstein, S.R., and T. Krömer. 2003. Species richness and habitat diversification of corticolous bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* **19**: 9-18.
- Alvarenga, L.D.P., and K.C. Pôrto. 2007. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in fragmented Brazilian Atlantic Forest. *Biological conservation* **34** (3): 415-427.
- Baldwin, L.K., and G.E. Bradfield. 2005. Bryophyte community differences between edge and interior environments in temperate rainforests fragments of coastal British Columbia. *Canadian J. Forest Research* **35**: 580-592.
- Benítez-Malvido, J. 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology* **12**:380–389.
- Brasil-MMA. 2002. Biodiversidade Brasileira: Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Camargo, J.L.C., and V. Kapos. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* **11**:205-221.
- Cerqueira, R., Brant, A., Nascimento, M.T., and R. Pardini. 2003. Fragmentação: Alguns Conceitos. Pages 24–40 in: D.M. Rambaldi, and D.A Suaréz de Oliveira, editors. *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas*, MMA/SBF, Brasília.
- Chen, J.F., and T.A. Spies. 1995. Growing season microclimatic gradients from clearcut edges into old growth Douglas-fir forest. *Ecological Applications* **5**: 74-86.
- Conservation International do Brasil, Fundação Biodiversitas e Sociedade Nordestina de Ecologia. 1994. Mapa de prioridades para conservação da Mata Atlântica do Nordeste. Workshop on “Áreas prioritárias para conservação da Mata Atlântica do Nordeste,” 1993, Pernambuco. Belo Horizonte: Conservation International do Brasil, Fundação Biodiversitas e Sociedade Nordestina de Ecologia.
- Constantino, R., Britez, R. M., Cerqueira, R., Espindola, E.L.G., Grelle, C.E.V., Lopes, A.T.L. Rocha, O. Rodrigues, A.A.F., Scariot, A., Sevilha, A.C., and G. Tiepolo, 2003. Causas Naturais. Pages 44-63 in: D.M. Rambaldi, and D.A Suaréz de Oliveira, editors.

Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas, MMA/SBF, Brasília.

- Costa, D.P. 1999. Epiphytic Bryophyte Diversity in Primary and Secondary Lowland Rainforest in Southeastern Brazil. *Bryologist* **102**(2): 320-326.
- Davies-Colley R. J., Payne, G. W., and M. van Elswijk. 2000. Microclimate gradients across a forest edge. *New Zealand Journal of Ecology* **24**(2): 111-121.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review in Ecology, Evolution and Systematics* **34**: 487-515.
- Galindo-Leal, C., and I.G. Câmara. 2005. Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica - Conservação Internacional, Belo Horizonte.
- Gascon, C., Williamson, G. B., and G. A. B. Fonseca. 2000. Receding edges and vanishing reserves. *Science* **288**:1356-1358.
- Germano, S. R., and K C. Pôrto. 2005. A bryophyte checklist of the Ecological Reserve of Gurjaú, Pernambuco, Brazil. *Tropical Bryology* **26**: 1-12.
- Gignac, L. D., and M. T. Dale 2005. Effects of Fragment Size and Habitat Heterogeneity on cryptogam Diversity in the Low-boreal Forest of Western Canada. *The Bryologist* **108**(1):50-66.
- Gradstein, S.R. 1992a. The vanish tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens. Pages 234-258 in: W. Bates and A. M. Farmer, editors. *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Clarendon Press, Oxford.
- Gradstein, S.R. 1992b. Threatened Bryophytes of the Neotropical Rain Forest: a Status Report. *Tropical Bryology* **6**: 83-93.
- Gradstein, S.R. 1994. Lejeuneaceae; Ptychantheae, Brachiolejeuneae. *Flora Neotropica Monograph* **62**: 1-225.
- Gradstein, S.R. and T. Pócs. 1989. Bryophytes. Pages 311-325 in: H. Lieth, and M.J.A. Werger, editors. *Tropical rain forest ecosystems*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Gradstein, S.R., and D.P. Costa. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **87**: 1-318.

- Gradstein, S. R., Churchill, S.P., and N. Salazar-Allen. 2001a. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **86**: 1-577.
- Gradstein, S. R., Griffin III, D., and M. I. Morales. 2001b. Diversity and habitat differentiation of mosses and liverworts in the cloud forest of Monteverde, Costa Rica. *Caldasia* **23**(1): 201-212.
- Hallingbäck, T., and N. Hodgetts. 2000. Mosses, liverworts and hornworts: status survey and conservation action plan for bryophytes. Pages 89-97 editors. IUCN, Cambridge.
- Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E., Roberts, D., Jaiteh, M.S., and P.A. Esseen. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* **19**:768–782.
- Hylander, K. 2005. Aspect modifies the magnitude of edge effects on bryophyte growth in boreal forests. *Journal of Applied Ecology* **42**: 518–525.
- Hyvönen, J., Koponen, T. and D. H. Norris. 1987. Human influence on the moss flora of tropical rain forest in PaPua New Guinea. *Symposia Biologica Hungarica* **35**: 621-629.
- Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* **5**: 173-185.
- Kapos, V., Wandelli, E., Camargo, J.L., and G. Ganade. 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. Pages 33- 44 in: W.F. Laurance and R.O. Bierregaard Jr., editors. *Tropical forest remnants ecology management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, U.S.A.
- Laurance, W. F. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biological Conservation* **91**: 109-117.
- Laurance, W.F., and E. Yensen. 1991. Edge Effects in Tropical Forest Fragments: Application of a Model for the Design of Nature Reserves. *Biological Conservation* **57**: 205-219.
- Laurance, W. F., Bierregaard, R. O., Gascon, C., Didham, R. K., Smith, A. P., Lynam, A. J., Viana, V. M., Lovejoy, T. E., Sieving, K. E., Sites, J. W., Andersen, M., Tocher, M. D., Kramer, E. A., Restrepo, C., and C. Moritz. 1997. Tropical forest fragmentation: synthesis of a diverse and dynamic discipline. Pages 502-525 in: W. F. Laurance and

- R.O. Bierregaard, editors. Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities, University of Chicago Press, Chicago.
- Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Rankin-de Merona, J.M., and S.G. Laurance. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* **79**(6):2032–2040.
- Laurance, W.F., Perez-Salicrup, D., Delamônica, P., Fearnside, P.M., D'angelo, S., Jerzolinski, A., Pohl, L., and T. E Lovejoy. 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* **82**(1):105–116.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance S.G., and E. Sampaio. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments a 22-year investigation. *Conservation Biology* **16**: 605-618
- León-Vargas, Y. Engwald, S., and M.C.F., Proctor. 2006. Microclimate, light adaptation and desiccation tolerance of epiphytic bryophytes in two Venezuelan cloud forests. *Journal of Biogeography* **33**(5): 901-913(13)
- Lovejoy, T.E., Bierregaard, R.O., Rylands, A.B., Malcolm, J.R., Quintela, C.E., Harper, L.H., Brown, K.S., Powell, A.H., Powell, G.V.N., Schubart, H.O.R., and M.B. Hays. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. Pages 257-285 in: M.E. Soulé, editor. *Conservation Biology: the science on scarcity and diversity*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Mägdefrau, K. 1982. Life-forms of bryophytes. Pages 45-58. in: A. J. Smith, editor. *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall Ltd., London.
- Malcolm, J.R. 1994. Edge effects in central Amazonian forest fragments. *Ecology*. **75**(8):2438–2445.
- Moen, J. and B.G. Jonsson. 2003. Edge effects on liverworts and lichens in forest patches in a mosaic of boreal forest and wetland. *Conservation Biology* **17**: 380–388.
- Montfoort, D., and Ek, R. C. 1990. Vertical distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in a lowland rain forest in French Guiana. Thesis, Institute of Systematic Botany, Utrecht, 61 pp.
- Morellato, L.P.C., and Haddad C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* **32**(4b): 786–792.

- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* **10**:58-62.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., and J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**: 853–858.
- Oosterhoorn, M., and M. Kappelle. 2000. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology Management*. **126**:291-307.
- Pharo, E.J., Lindenmayer, D.B., and N. Taws. 2004. The effects of large-scale fragmentation on bryophytes in temperate forests. *Journal of Applied Ecology* **41**: 910–921.
- Pócs, T. 1982. The Tropical Bryophytes. Pages 59-104 in: A. J. Smith, editor. *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall Ltd., London.
- Pôrto, K.C. 1992. Bryoflore d'une forêt de plaine et d'une forêt d'altitude moyenne dans l'État de Pernambuco (Brésil) 2. Analyse écologique comparative des forêts. *Cryptogamie, Bryologie Lichénologie* **13**(3): 187-192.
- Pôrto, K.C., and S.R. Germano. 2002. Biodiversidade e importância das briófitas na conservação de ecossistemas naturais de Pernambuco. Pages 125-152 in: Tabarelli, M. and J.M.C. Silva, editors. SECTMA – Secretaria de Tecnologia e Meio Ambiente, Recife.
- Pôrto, K.C., Alvarenga, L.D.P., and G.H.F. Santos. 2006. Briófitas. Pages 123-146 in: K.C. Pôrto, J.S. Almeida-Côrtez and M. Tabarelli, editors. *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. 1ª edição. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Primack, R.B., and H. Rodrigues. 2001. *Biologia da Conservação*. Ed. Midiograf, Londrina.
- Ranta, P., Blom, T., Niemelä, J., Joensuu, E., and M. Siitonen. 1998. The fragmented atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* **7**: 385-403.
- Raven, F.C., Evert, R.T., and H.B. Curtis. 2001. *Biologia vegetal*. 6ª edição. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro.
- Richards, P.W. 1984. The ecology of tropical forest bryophytes. Pages 1233-1270 in: R.M. Schuster, editor. *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.

- Schofield, W.B. 1981. Ecological significance of morphological characters in the moss gametophyte. *The Bryologist* **84**(2): 149-165.
- Schofield, W.B. 1985. *Introduction to Bryology*. MacMillan Publishing, New York.
- Silva, J.M.C., and M. Tabarelli. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeastern Brazil. *Nature* **404**: 72–74.
- Smith, A.J.E. 1982. Epiphytes and epiliths. Pages 191-226 in: A.J. Smith, editor. *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall Ltd., London.
- Tabarelli, M., Mantovani, W., and C.A. Peres. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane atlantic forest southeastern brazil. *Biological Conservation* **91**: 119-127.
- Thiers, B. M. 1988. Morphological adaptations oh the Jungermaniales (Hepaticae) to tropical rain forest habitat. *Journal of Hattori Botanical Laboratory* **64**: 5-14.
- Uniyal, P.L. 1999. Role of bryophytes in conservation of ecosystems and biodiversity. *The Botanica* **49**: 101–115.
- Viana, V.M., and A.F.V. Pinheiro. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica Ipef*. **12**(32): 25-42.
- Whitmore, T. C. 1997. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. Pages 3-12 in: W.F. Laurance and R.O. Bierregaard, editors. *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*, University of Chicago Press, Chicago.
- Williams-Linera, G. 1990a. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* **78**(2): 356-373.
- Williams-Linera, G. 1990b. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. *Biotropica* **22**(3): 235-241.
- Williams-Linera, G., Domínguez-Gastelú, V., and M.E. García-Zurita. 1998. Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest. *Conservation Biology* **12**(5): 1091-1102.
- Wilson, O. 1997. *Biodiversidade*. editor. Ed. Nova Fronteira.
- Young, A., and N. Mitchell. 1994. Microclimate and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand. *Biological Conservation* **67**: 63-72.

Zartman, C.E. 2003. Habitat Fragmentation Impacts on Epiphyllous Bryophyte Communities in Central Amazonia. *Ecology* **84**(4): 948-954 .

Zartman, C. E., and H. E. M. Nascimento. 2006. Are habitat-tracking metacommunities dispersal limited? Inferences from abundance-occupancy patterns of epiphylls in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation*: **127**: 46-54.

4 MANUSCRITO

RETENÇÃO DE RIQUEZA EM UMA PAISAGEM FRAGMENTADA: UM ENSAIO COM
BRIÓFITAS EPÍFITAS EM ÁREAS DE BORDA DE REMANESCENTES DE FLORESTA
ATLÂNTICA NORDESTINA

Artigo a Ser Submetido à Revista

Conservation Biology

Para Publicação

Retenção de riqueza em uma paisagem fragmentada: um ensaio com briófitas epífitas em áreas de borda em remanescentes de Floresta Atlântica Nordestina

JULIANA ROSA DO PARÁ MARQUES DE OLIVEIRA* AND KÁTIA CAVALCANTI PÔRTO

Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Professor Moraes Rêgo, s/n Cidade Universitária. Recife, Pernambuco, Brasil. Cep 50670 – 901.

Abstract: *The fragmentation and loss habitat are the main causes of a biological diversity fall. This study aims to evaluate the fragmentation and edge creation effect on forest physiognomy and on the bryophyte community structure, regarding ecologic group richness, composition and distribution. Ten forest fragments from the Murici Ecologic Station, Alagoas (Lat. 9°11'05"–9°16'48"S; Long. 35°45'20"-35°55'12"O between 100 and 650 m altitude) were selected. In each patch 10 even-spaced parcels were defined, on four straight 100 m transects from the border in the core's direction. In each parcel every tree had its BHD (≥ 5 cm) and height measured and one phorophyte was selected for bryophyte sampling. Furthermore, the canopy openness degree was determined through hemispherical photography and software processing. There where found 106 species, of which 56 liverworts and 50 mosses. Results show that flora impoverishment and other changes in bryophytic community structure are related to patch size. Species groups more related to changes, like shadow and pendent bryophytes, have shown to be the most affected. The edge effect was not detected for the analyzed distance (100 m). Vegetation physiognomy parameters contributed partially for the bryophytes answers. The height trees and the canopy openness were positively correlated with bryophytes richness, especially with shade epiphytes. Our results suggest that fragments greater than 500 ha have better physiognomic structure are able to retain richest bryophytes flora. Since these plants are indicators of habitat quality, these fragments are priority to conservation of Atlantic Rain Forest remnants.*

Key-words: bryophytes, Atlantic rain forest, edge effect, forest physiognomy, shade epiphytes

Resumo: *A fragmentação e perda de habitat são apontadas como as principais causas do declínio da diversidade biológica em florestas tropicais. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeitos de área e de borda sobre a fisionomia da vegetação arbórea e sobre a estrutura de comunidade de briófitas epífitas no que diz respeito a riqueza, composição e distribuição de grupos ecológicos. Foram investigados dez fragmentos, entre 23 e 2629 ha, de Floresta Atlântica na Estação Ecológica Murici (Lat. 9°11'05"–9°16'48"S; Long. 35°45'20"–35°55'12"O), Alagoas. Em cada um deles, delimitaram-se 10 parcelas equidistantes ao longo de quatro transectos de 100m, perpendiculares à margem. Nas parcelas, todas as árvores tiveram seu DAP ($\geq 5\text{cm}$) e altura medidos e foi selecionado um forófito para amostragem de briófitas. Adicionalmente foi avaliado a grau de abertura do dossel através de fotografia hemisférica. Registraram-se 106 espécies, sendo 56 hepáticas e 50 musgos. Os resultados mostraram um empobrecimento da flora e outras alterações na estrutura da comunidade briofítica em função da diminuição do tamanho do fragmento. Grupos de espécies mais sensíveis a perturbações, como as especialistas de sombra e pendentes, foram os mais afetados. Os resultados não confirmaram o efeito de borda nos 100m estudados. Parâmetros da fisionomia da vegetação contribuíram em parte para as respostas das briófitas. O grau de abertura do dossel e a altura média das arvores foram correlacionados com riqueza de briófitas e mostraram influência principalmente sobre as epífitas de sombra. Os resultados sugerem que fragmentos grandes, principalmente aqueles maiores que 500 ha se mostram capazes de reter grande riqueza de briófitas, bioincadoras de qualidade de habitat, e são fisionomicamente mais bem estruturados e, portanto são extremamente prioritários para conservação de remanescentes de Floresta Atlântica.*

Palavras-chave: briófitas, floresta atlântica, efeito de borda, fisionomia da vegetação, epífitas de sombra.

Introdução

As florestas tropicais abrigam mais da metade da diversidade biológica do planeta e têm sofrido com a alta pressão antrópica, especialmente pela expansão urbana e agrícola que transformam as paisagens naturais (Wilson 1997; Whitmore 1997, Laurance 1999). Dois fatores têm sido frequentemente apontados como mais relevantes sobre a biota de paisagens fragmentadas: o efeito de área e o efeito de borda (Lovejoy et al. 1986; Nascimento & Laurance 2006). O primeiro diz respeito às alterações das comunidades ou variáveis ambientais que são proporcionais à área (Laurance et al. 2002). A redução do tamanho dos remanescentes florestais implica numa menor capacidade de reter diversidade principalmente de espécies que são naturalmente raras ou ocorrem de forma agrupada, ou ainda espécies que necessitam de extensas áreas de forrageamento, como grandes mamíferos (Primack & Rodrigues 2001).

O efeito de borda é o resultado da interação entre dois sistemas vizinhos (matriz e fragmento) e sua intensidade é proporcional à distância da margem (Murcia 1995). A criação de borda leva essa região de transição a uma maior incidência de luz e ventos secos e fortes, e a maiores variações de temperatura, isto é, leva à alteração abrupta do microclima (Kapos 1989; Camargo & Kapos 1995; Kapos et al. 1997). Tal alteração, por sua vez, inicia uma seqüência de eventos, tais como a mortalidade das árvores de grande porte, conseqüentes aumentos da proporção de clareiras e taxas de recrutamento, com o favorecimento das espécies pioneiras e daquelas intolerantes à sombra, culminando em modificações fisionômicas e estruturais (Williams-Linera 1990b; Williams-Linera et al. 1998; Oosterhoorn & Kappelle 2000; Harper et al. 2005).

Devido a suas características morfo-fisiológicas, as briófitas demonstram alta dependência das condições microclimáticas externas e por isso são consideradas bastante sensíveis a alterações ambientais (Hallingbäck & Hodgetts 2000). A perda e fragmentação de habitat e o conseqüente efeito de borda podem promover alterações na estrutura das comunidades, percebida seja pela perda de espécies ou pela substituição por aquelas mais tolerantes à dessecação (Hyvönen et al. 1987; Gradstein 1992b; Sillet et al. 1995; Costa 1999; Acebey et al. 2003). Estudos específicos sobre a influência da fragmentação e do efeito de borda sobre a brioflora são mais comuns em florestas temperadas (Moen & Jonsson 2003; Fenton & Frego 2005; Pharo et al. 2004; Baldwin & Bradfield 2005; Gignac & Dale 2005; Hylander 2005). Para o Neotrópico, os trabalhos são concentrados no Brasil, sendo os que abordam a influência da perda de

habitat os de Costa (1999), Zartman (2003), Zartman e Nascimento (2006) e Alvarenga e Pôrto (2007).

Costa (1999) confirmou que briófitas perdem riqueza, principalmente dos grupos mais sensíveis a alterações ambientais, como as epífitas de sombra e as de forma de crescimento pendente em florestas secundárias com estádios iniciais de sucessão. A autora sugere que a brioflora dos remanescentes antropizados precisa de pelo menos 80 anos livres de perturbação antrópica para a reconstituição da composição original.

Zartman (2003) e Zartman e Nascimento (2006), no projeto de longo prazo multidisciplinar de dinâmica biológica de fragmentos florestais (PDBFF) desenvolvido na Amazônia central, analisou o efeito da fragmentação de habitat sobre briófitas epífilas. Neste estudo, ficou evidente o forte impacto do tamanho de fragmento sobre a riqueza e a abundância de espécies, ao passo que a distância da borda não pareceu influenciar a brioflora nos primeiros 100 metros de largura. Os autores sugerem, contudo, que estudos adicionais se fazem necessários para comprovar que o efeito de borda realmente é secundário sobre as briófitas ou que possui uma largura de ação maior.

Alvarenga e Pôrto (2007) embora não tenham investigado o efeito de borda, confirmaram para a Floresta Atlântica que o tamanho do fragmento e o isolamento são fatores importantes na explicação dos padrões de riqueza e abundância de briófitas.

Todos estes estudos realizados com briófitas têm corroborado importantes hipóteses sobre efeitos negativos da fragmentação de habitat. No entanto, assim como ocorre na maioria dos trabalhos com os demais grupos biológicos, os efeitos das variáveis ambientais geralmente são aferidos de forma indireta. Dados biológicos costumam ser correlacionados diretamente com a distância da borda, não sendo explorados conjunto de variáveis, tais como estrutura e fisionomia da vegetação, que são responsáveis pelo gradiente microclimático. Assim, o presente estudo visou preencher algumas dessas lacunas. Foi objetivo responder as seguintes questões: parâmetros fisionômicos da vegetação variam em função da distância da borda e tamanho do fragmento? A estrutura da comunidade briofítica (riqueza, formas de crescimento e proporção de grupos ecológicos) também responde a essas variáveis ambientais? Parâmetros fisionômicos da vegetação estão correlacionados com propriedades da brioflora? Existe uma área mínima na qual o efeito de borda seja suprimido? Fragmentos maiores são capazes de reter maior riqueza de briófitas mesmo em áreas de borda?

Material e Métodos

Área de estudo

A Estação Ecológica Murici, situada nos municípios de Murici e Messias, Alagoas, Brasil, entre os paralelos 9°11'05"-9°16'48"S e 35°45'20"-35°55'12"O. (Fig. 1). A Reserva foi criada em maio de 2001, possui 6.116 ha e constitui uma importante unidade de proteção da Floresta Atlântica no Nordeste do país. A área apresenta terreno montanhoso, com altitudes variando entre 100 e 650 m, entre vales rasos e largos, típicos da superfície do Planalto da Borborema, na transição para a planície costeira (IBGE 1985). O clima é tropical, quente e úmido, com temperatura e pluviosidade média anual de 24°C e 2.200 mm, respectivamente, sendo maio, junho e julho, os meses mais chuvosos e dezembro, janeiro e fevereiro, os mais secos (Instituto Nacional de Meteorologia, dados referentes aos anos de 1961 a 1990). A Estação Ecológica inclui um conjunto de remanescentes de tamanhos variados, grande parte restrita aos topos de morro, com cobertura original de Floresta Atlântica Ombrófila Aberta Submontana (Velooso et al. 1991), dentro de uma matriz de cana-de-açúcar ou pastagem (Anexo 1). A área é considerada prioritária para a conservação para vários grupos biológicos, devido às altas taxas de riqueza e endemismo, particularmente para aves (Brasil - MMA 2002).

Seleção dos fragmentos e coleta de dados

Foram selecionados para estudo dez fragmentos florestais: F1 (2629 ha), F2 (854 ha), F3 (504 ha), F4 (357 ha), F5 (297 ha), F6 (237 ha), F7 (85 ha), F8 (81 ha), F9 (26 ha) e F10 (23 ha), os quais correspondem a mais de 90% da área florestada da reserva (Fig. 1). A seleção foi feita com base em um mosaico de fotografias aéreas tiradas em 2002, georeferenciado no datum SAD 69, criado no software ERDAS® 8.6 e mapas elaborados com o software Arcview 3.2a (M. Dantas de Paula, dados não publicados).

Tamanho de fragmento foi tomado como medida principal de quantidade de habitat no presente estudo visto que este parâmetro foi fortemente correlacionado com outros indicativos de conservação. Tamanho (área plana) apresenta correlação significativa com proporção de área nuclear (área remanescente após remoção de 300 metros de borda) (coeficiente de correlação de Pearson $r = 0.8559$, $p = 0.0032$), proporção de vegetação secundária (medida a partir de uma classificação não-supervisionada com ênfase na estrutura da vegetação remanescente em áreas primárias e secundárias) ($r = -$

0.751, $p = 0.0196$) e marginalmente significativa com índice de proximidade (razão entre a área do fragmento pelo quadrado da distância mais próxima aos fragmentos dentro do raio de busca) (coeficiente de correlação de Spearman $r_s = 0,6000$, $p = 0,0875$).

Em cada fragmento foram traçados quatro transectos de 100m perpendiculares à margem da floresta ao longo dos quais foram marcadas dez parcelas de 25 m² nas seguintes classes de distancia da borda: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100m. Dentro de cada parcela, foi selecionado um forófito (tronco vivo) no qual foi coletada uma amostra (ca. 100cm²) de briófitas entre 0 e 2m de altura (Bates 1982). Foram mensurados, ainda, DAP (diâmetro à altura do peito) ≥ 5 cm e altura de todos os indivíduos arbóreos vivos. Para verificação do grau de abertura do dossel, no centro de cada parcela, a 1,5 m do solo e em horário padronizado, foi feita uma fotografia hemisférica utilizando-se câmera digital Nikon Coolpix 5400 e lente de 8mm (olho de peixe) (Frazer et al. 2000). Posteriormente, as fotos foram analisadas utilizando-se o programa GAP LIGHT ANALIZER vs. 2.0 (Frazer et al. 1999).

As briófitas foram determinadas até o nível específico a partir de literatura especializada e, quando necessário, confirmadas por pesquisadores especialistas. As espécies foram separadas em grupos ecológicos a partir da classificação do seu microhabitat de preferência (epífitas de sombra, de sol ou generalistas) com base nos trabalhos de Florschütz (1964), Gradstein (1992a, 1994), Gradstein et al. (2001), Gradstein e Costa (2003), bem como mediante consulta a especialistas e experiência de campo das autoras. A classificação das formas de crescimento seguiu Mägdefrau (1982) e Richards (1984) com modificações. A forma de crescimento refere-se ao arranjo morfológico do gametófito (disposição de caulídios e filídios entre si e em relação ao substrato) (Mägdefrau 1982). Estas têm forte relação com microclima, principalmente quantidade de luz e umidade e mostram diferentes níveis de tolerância a esses fatores. Desta maneira, as formas de crescimento foram agrupadas em três classes de acordo com seu nível de tolerância a dessecação: 1 – alta tolerância (coxim e tufo), 2 – moderadamente tolerante (tapete, trama) e 3 - intolerantes (pendente, flabeliforme - forma de leque e caudado) (Schofield 1985).

Análises estatísticas

Para avaliar como variam aspectos da brioflora e parâmetros fisionômicos em função da distância de borda e tamanho de fragmento, foram aplicadas análises de variância e correlação. Para avaliar o efeito de área, os fragmentos foram classificados em pequenos (< 100 ha) médios (≥ 100 e ≤ 500 ha) e grandes (> 500 ha). Visto que há quatro parcelas para cada classe de distância de borda dentro de um fragmento, elas não representam réplicas verdadeiras. Assim, para evitar problemas de pseudoreplicação, os valores de riqueza por classe de distância de borda foram somados (valores médios foram evitados devido ao baixo valor da riqueza obtido por parcela). No caso dos parâmetros fisionômicos foram utilizados valores médios.

A normalidade dos dados foi verificada com o teste de kolmogorov-Smirnov. Devido à distribuição não-normal da maioria das variáveis, testes não-paramétricos foram aplicados. A análise de variância de Kruskal-Wallis seguida pelo teste de Bonferroni foi utilizada para avaliar diferenças nos valores de riqueza de briófitas e nos parâmetros fisionômicos entre as classes de tamanho dos fragmentos (Zar 1996). O padrão de dominância das espécies na brioflora de cada fragmento foi avaliado através de curvas de dominância relativa com o programa PRIMER 5.1 (Clarke & Warwick 1994). Correlações entre distância da borda, propriedades da brioflora e variáveis do componente arbóreo foram feitas a partir do coeficiente de Spearman (nível de significância $p < 0,05$) (Zar 1996). Para todos os testes estatísticos foi usado o pacote STATISTICA (Hill & Lewicki 2006).

Resultados

Efeito do tamanho e distância da borda sobre fisionomia da vegetação

Fragmentos pequenos mostraram maior abertura de dossel e menor densidade de indivíduos arbóreos por parcela e tais indivíduos exibiram menor altura e DAP (Fig. 2) (Tabela 1). Fragmentos médios mostraram-se intermediários na variação destes parâmetros: exibiram DAPs semelhantes aos fragmentos pequenos e alturas semelhantes aos grandes (Fig. 2) (Tabela 1). Quanto à densidade, os valores foram intermediários e

não diferiram significativamente das demais classes de tamanho e quanto à abertura de dossel, os valores foram significativamente mais baixos (Fig. 2) (Tabela 1).

Nenhum dos parâmetros fisionômicos mostrou diferenças significativas nas análises de variância quanto a distância de borda (Fig. 3). Embora todos os valores tenham variado pouco para detectar variações significativas, contudo, houve correlação significativa entre altura de indivíduos arbóreos e distância da borda ($r_s = 0,44$; $n = 100$; $p < 0,0001$), isto é, tendências foram observadas apenas para este parâmetro (Fig. 3b). Os índices de correlação para altura foram maiores nos fragmentos pequenos ($r_s = 0,63$; $n = 40$; $p < 0,0001$) que os médios ($r_s = 0,54$; $n = 30$; $p < 0,002$) e grandes ($r_s = 0,47$; $n = 30$; $p < 0,008$).

Efeitos do tamanho e distância da borda sobre as propriedades da brioflora

O inventário da brioflora epífita de sub-bosque da Estação Ecológica Murici resultou em 108 espécies (57 hepáticas e 51 musgos) distribuídas em 22 famílias (Anexo 2). A maior representatividade foi observada na família Lejeuneaceae com 44 espécies, seguida por Calymperaceae (10 spp.), Sematophyllaceae (7 spp.), Pilotrichaceae (7 spp.), Fissidentaceae (5 spp.) e Jubulaceae (5 spp.), que juntas contribuíram com mais de 70% da riqueza específica.

Foram reconhecidas 48 espécies generalistas, 33 epífitas de sombra e 25 epífitas de sol (Tab. 2) Espécies generalistas contribuíram com mais de 50% dos registros em todos os fragmentos analisados. Por sua vez, epífitas de sombra foram sempre as menos representadas nos fragmentos, tendo representatividade superior a 20% apenas em dois fragmentos grandes (F1 e F3) e um médio (F5).

Fragmentos grandes apresentaram riqueza significativamente maior, tanto da brioflora total como de generalistas e epífitas de sombra (Fig. 4) (Tabela 1). Apenas epífitas de sol não diferiram em representatividade nas classes de tamanho de fragmento. As tendências na riqueza não foram lineares em relação ao tamanho de fragmento: fragmentos médios mostraram os menores valores. A única exceção são as epífitas de sombra, que se mostraram menos representadas de fato nos fragmentos pequenos (Fig. 4). Um único fragmento dentre os pequenos parece justificar esse resultado: F9 abrigou 27 espécies generalistas e 14 epífitas de sol, que somam uma riqueza próxima aos maiores fragmentos (Tabela 1). No entanto, mesmo este fragmento apresentou seu componente florístico alterado, isto é, dominado por poucas espécies

(Fig. 5). Todos os demais fragmentos médios e pequenos também tiveram a comunidade fortemente dominada por duas ou três espécies, *Cheilolejeunea rigidula* (Mont.) R. M. Schust., *Lopholejeunea subfusca* (Nees) Schiffner e *Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt., as quais responderam por quase 50% dos registros. Por sua vez, em dois dos fragmentos grandes, as comunidades foram diversificadas, com mais de oito espécies responsáveis pela mesma proporção de registros (Fig. 5).

Hepáticas foram mais abundantes que musgos em fragmentos grandes e pequenos, sendo que nos médios houve perda de representatividade, onde musgos e hepáticas se apresentaram em igual proporção, embora significância estatística não tenha sido detectada (Fig. 6a) (Tabela 1).

Apenas o terceiro maior fragmento (F3) apresentou todas as formas de crescimento. Trama, representada principalmente pelas espécies da família Lejeuneaceae, contribuiu com mais de 60% de todos os assinalamentos na área. Juntamente com tufo, esta foi a forma dominante em todos os fragmentos. No maior fragmento (F1) observou-se a maior contribuição das pendentes (*Meteoridium remotifolium* (Mull. Hal.) Manuel, *Squamidium leucotrichum* (Taylor) Broth. e *Phyllogonium viride* Brid.). Por exemplo, foram observados 14 assinalamentos de *P. viride* contra menos de dois assinalamentos em todos os demais fragmentos. Embora menos acentuadamente, as demais formas de crescimento com pouca tolerância a dessecação (dendróide, flabeliforme e caudado) também foram mais bem representadas nos fragmentos grandes (Fig. 6b). Nos fragmentos pequenos elas praticamente desapareceram.

A distância de borda não influenciou sobre a riqueza de briófitas (Fig. 7), nem quando analisada por grupo funcional, nem quando analisada por classe de tamanho dos fragmentos.

Relação entre parâmetros fisionômicos e propriedades da brioflora

Quanto à relação entre os parâmetros fisionômicos e a riqueza da brioflora, foi verificada correlação positiva entre altura média das árvores e a riqueza de epífitas de sombra ($r_s = 0,464325$; $n = 100$; $p = 0,000001$) e negativa, porém mais amena, entre este parâmetro e a riqueza das epífitas de sol ($r_s = -0,203548$; $n = 100$; $p = 0,042234$). O grau de abertura do dossel mostrou relação negativa, embora amena, com a riqueza de epífitas de sombra ($r_s = -0,24$; $n = 100$; $p = 0,01$).

Discussão

O presente estudo procedeu a uma comparação qualitativa de fisionomia e brioflora em áreas de borda de remanescentes florestais em uma paisagem fragmentada. Áreas de borda de fragmentos que entraram em classes de tamanho superiores a 500 ha apresentaram aspectos fisionômicos indicativos de uma floresta mais bem estruturada. Da mesma forma, eles abrigaram maior riqueza e estrutura de comunidades briofíticas menos alteradas. Assim, pode se sugerir que tais marcas de tamanho possuem maior capacidade de retenção de diversidade em longo prazo. Ao mesmo tempo, os resultados indicaram que quer em fragmentos grandes, quer em pequenos, não há gradiente dos parâmetros bióticos em função da distância de borda.

Porque efeito de borda não é evidente?

Em paisagens tropicais tem sido relatado o papel importante do efeito de borda sobre a estrutura florestal (Lovejoy et al. 1986; Laurance et al. 2002). Em geral, o aumento nas taxas de mortalidade e queda das grandes árvores próximas à borda resulta na diminuição da altura do dossel e no incremento da altura do sub-bosque, ocorrendo uma fusão entre esses dois estratos (Lovejoy et al. 1986; Williams-Linera 1990a; Gascon et al. 2000; Oosterhoorn e Kappelle 2000). A densidade de indivíduos arbóreos aumenta em razão da proliferação de espécies pioneiras, que em geral apresentam menor DAP e todas essas alterações são atreladas à abertura de clareiras (Laurance et al. 2002). Por exemplo, Williams-Linera et al. (1998) confirmam que em floresta tropical úmida pré-montana do Panamá o gradiente de distância de borda é bem evidente para o grau de abertura de dossel principalmente em fragmentos mais jovens. No entanto, neste trabalho, não foi detectada nenhuma resposta clara da fisionomia, exceto para altura média das árvores, que foi positivamente correlacionada com o distanciamento da borda. Assim, as alterações nos parâmetros brioflorísticos que teoricamente acompanham as alterações na estrutura da floresta (fisionômicas) tampouco foram observadas. Portanto, diante das perguntas lançadas nos objetivos deste estudo, as respostas referentes a efeito de borda foram negativas tanto para parâmetros fisionômicos como brioflorísticos.

Embora trabalhos realizados com briófitas e outros criptógamos, em florestas temperadas, tenham detectado o efeito de borda sobre a diversidade (Esseen & Renhorn

1998; Moen & Jonsson 2003; Gignac & Dale 2005), os resultados obtidos para a EsEcMurici não ratificam a teoria. Três possíveis justificativas podem ser apontadas como explicação destes resultados:

- 1) O efeito de borda é complexo, isto é, sujeito a muitos fatores moduladores. Isto significa que ele varia bastante em relação ao contexto de paisagem em que o fragmento está inserido (Laurance et al. 2002; Harper et al. 2005). Murcia (1995) alerta que a tentativa de simplificar o efeito de borda tem levado a uma inconsistência de um consenso ou generalização sobre o tema. Os resultados na EsEc Murici apóiam a observação da autora: a tentativa de encurtar a distância entre causa e efeito por medir aspectos fisionômicos colaborou de fato com a compreensão dos resultados. Aspectos fisionômicos, com a única exceção de altura das árvores, não mostraram tendências no gradiente de distancia de borda. Provavelmente, também não há gradiente no microclima e, por isto, não há respostas da brioflora. Ainda podem existir outros fatores, não incluídos no presente, que se somam a fisionomia e explicam o comportamento das briófitas. Mesmo em paisagens onde os fatores moduladores são até certo ponto homogêneos, como por exemplo, no experimento de longo prazo na Amazônia de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), não tem sido detectado o efeito de borda sobre briófitas (Zartman e Nascimento 2006).
- 2) Os fragmentos têm um tempo de criação suficientemente longo necessário para que as bordas tenham passado pelo processo de selamento (Laurance et al. 2002; Harper et al. 2005). Este processo consiste na diminuição da intensidade nas alterações microclimáticas, causadas pelo crescimento de espécies secundárias, principalmente pioneiras ou aclimatadas e uma conseqüente estabilização das alterações relacionadas à borda (Camargo & Kapos 1995; Kapos et al. 1997; Laurance et al. 2002) e assim uma decorrente estabilização nas respostas da brioflora.
- 3) As bordas estão sujeitas a constantes distúrbios antrópicos e assim a sua largura pode ser muito superior aos 100m estudados. Essa parece ser uma explicação possível dentro da realidade do local, visto que, apesar de ser uma reserva federal e estar sob proteção legal, alguns fragmentos, principalmente àqueles próximos a rodovias e outras vias de acesso, encontram-se altamente sujeitos ao antropismo. Por exemplo, o fragmento na EsEc Murici que apresentou os menores valores médios de diâmetro e altura é o mais próximo a um centro

urbano e a estradas vicinais, sendo, portanto, alvo mais fácil da retirada ilegal de madeira, principalmente, para fabricação de carvão e construção civil (J.J.F. Fernandes – IBAMA – Alagoas, informação pessoal). A seletividade dessa exploração poderia explicar a presença dos eventuais indivíduos de maior porte registrados, que provavelmente resistiram por conta do baixo valor comercial. Os fragmentos com os maiores valores nos parâmetros diâmetro e altura, por sua vez, além de apresentarem as maiores áreas, são de mais difícil acesso e encontram-se sob proteção mais efetiva. Ademais, os fragmentos da Reserva são circundados por uma matriz bastante prejudicial (cana-de-açúcar e pasto). Viana et al. (1997) já comentavam que o efeito de borda sobre a estrutura da vegetação é ainda acentuado por práticas agropecuárias nocivas ligadas a aplicação de pesticidas, queimadas, geralmente utilizadas em culturas de cana-de-açúcar.

Tendo em vista que a EsEc Murici apresenta fragmentos bastante distintos quanto as suas características paisagísticas (isolamento, forma, matriz circundante, altitude e proximidade a vias de acesso), cada um deles pode estar respondendo de forma diferente à distância da borda. Assim, na área estudada é necessário recorrer aos três cenários em conjunto para melhor compreensão dos resultados encontrados.

Tamanho de fragmento e fisionomia da vegetação

Os valores de diâmetro e altura (médios e máximos) das árvores da EsEc Murici, particularmente nos fragmentos grandes, estão próximos aos relatados para outros remanescentes de Floresta Atlântica do Nordeste. Diversos estudos têm relatado valores de diâmetros médios e máximos compreendidos entre 11-15 e 77-183 cm, e altura entre 11-12 e 25-35 m, respectivamente (Barbosa 1996; Tavares et al. 2000; Siqueira et al. 2001; Andrade & Rodal 2004). Assim, mesmo áreas de borda dos fragmentos grandes podem apresentar comportamento fisionômico semelhante às áreas de interior de mata. Fragmentos pequenos, por sua vez, apresentaram altura e diâmetro médios e máximos bem inferiores, pode indicar que suas bordas estão sendo mais seriamente afetadas. O grau de abertura de dossel dos fragmentos pequenos foi semelhante ao apresentado por árvores isoladas (Williams-Linnera et al. 1998). Isto porque, ambientes mais perturbados, como as bordas, apresentam menores valores de diâmetro e altura, em

relação ao interior, isto porque as árvores maiores acabam tombando por influência dos ventos fortes ou dessecação (Oosterhoorn & Kappelle 2000; Laurence et al. 2001).

A maior fragilidade de fragmentos pequenos também foi sugerida na análise do efeito de borda. Na EsEc Murici, a altura foi o único parâmetro que mostrou alguma resposta a distância de borda, e essa foi mais acentuada em tal classe de tamanho.

Relação entre fisionomia da vegetação e brioflora

De certa forma, a brioflora pareceu refletir as características da fisionomia do fragmento. Por exemplo, em situação com altos valores de densidade média, porém com variação relativamente pequena de DAP e altura (i.e. com predominância de árvores finas e baixas com dossel pouco estruturado, evidenciado pelo alto valor de abertura), como foi observado nos fragmentos pequenos, a composição brioflorística foi marcada pela presença de espécies generalistas e típicas de sol.

A correlação positiva observada entre altura das árvores e riqueza de briófitas típicas de sombra e diminuição das típicas de sol na EsEc Murici pode ser explicada pela melhor estruturação da floresta. O aumento das alturas médias associado a uma melhor distribuição das árvores no gradiente vertical pode resultar em microclimas mais favoráveis ao desenvolvimento das epífitas de sombra em detrimento daquelas de sol. Fenton & Frego (2005) relatam para áreas manejadas de florestas de *Picea* spp., no Canadá, a forte influência do incremento, mesmo que pequeno, da altura das árvores na criação de refúgios para briófitas, afetando principalmente àquelas espécies mais sensíveis.

Tamanho de fragmento e comunidades briofíticas

A brioflora epífita da Estação Ecológica apresentou distribuição bastante heterogênea, com grandes variações de riqueza e composição entre os fragmentos inventariados. Concomitantemente, as respostas a tamanho de fragmento também foram observadas em vários níveis de intensidade: qualitativo (perda preferencial de espécies) e quantitativo (riqueza). Distúrbios podem levar a modificação na estrutura das comunidades, onde essas passam a ser dominadas por poucas espécies (Ricklefs 2003). Isso ocorre porque o desaparecimento das espécies mais sensíveis deixa nichos vagos, que passam a ser ocupados por aquelas mais adaptadas às novas condições ou por aquelas com maior

amplitude de nicho (generalistas). Gradstein (1992a) ressalta que a brioflora de ambientes perturbados pode ser marcadamente alterada quando comparada à de floresta primária e que determinados grupos de espécies mais sensíveis, como as epífitas de sombra, são mais vulneráveis à perda de habitat. Este tipo de resposta normalmente é mais sutil e precede a extinção de grupos biológicos em ambientes perturbados (Primack & Rodrigues 2001). Em uma paisagem fragmentada podem existir vários níveis de degradação relativos a tais perdas qualitativas e quantitativas. Isto pôde ser observado na EsEc Murici. Todos os fragmentos pequenos e médios abrigaram menor riqueza que os fragmentos grandes e foram fortemente dominados por algumas poucas espécies generalistas. Apenas um deles (F9) parece estar em um melhor status de conservação, pois apesar de alterado em qualidade (sua comunidade também fortemente dominada por apenas três espécies generalistas) apresentou a segunda maior riqueza da área.

Acebey et al. (2003), ao comparar a distribuição vertical da brioflora epífita em remanescentes de floresta intacta e fragmentos de várias idades na Bolívia, verificaram que naqueles mais perturbados há perda de espécies típicas de sombra e estas são substituídas por generalistas e especialistas de sol, ou seja, que espécies normalmente associadas ao dossel da floresta passam a preencher os nichos desocupados do sub-bosque. Da mesma forma, uma maior contribuição das epífitas de sombra foi observada em apenas dois fragmentos grandes da EsEc Murici e uma substituição (aumento da proporção) destas pelas especialistas de sol nos demais.

As formas de crescimento responderam de forma similar aos grupos ecológicos, uma vez que aquelas mais sensíveis e largamente associadas a ambientes úmidos e sombreados, como as pendentes, estiveram praticamente restritas àqueles mesmos dois fragmentos. Essa inversão nos padrões de representatividade dos grupos ecológicos pode indicar que esses fragmentos vêm sofrendo também gradativa alteração de sua estrutura florestal e das condições microclimáticas. Fragmentos grandes abrigam brioflora mais rica também provavelmente em razão da sua maior proporção de área nuclear que pode estar servindo de fonte de diásporos para a borda. Tais resultados referentes a formas de crescimento e grupos ecológicos são coerentes com o já relatado para a Amazônia (Zartman 2003) e para a Floresta Atlântica (Alvarenga & Pôrto 2007).

Qual a área mínima necessária para retenção de diversidade de briófitas?

Apesar de haver um consenso na literatura de que a redução de área leva à redução da riqueza de briófitas, não há uma concordância geral sobre qual é a área mínima necessária para a manutenção de relativa representatividade da brioflora local. Gradstein (1992b) aponta que áreas muito pequenas podem reter parte da brioflora local, no entanto chama atenção para o comprometimento da viabilidade dessas populações ao longo do tempo. Para a Amazônia, os resultados das pesquisas indicam áreas maiores que 100 ha, para a efetiva manutenção da riqueza e dos processos de dinâmica metapopulacional da comunidade epifila (Zartman 2003; Zartman & Nascimento 2006). Para a Floresta Atlântica, Alvarenga e Pôrto (2007) sugerem áreas maiores que 50ha, porém alertam que outros parâmetros da paisagem, como grau de isolamento, são altamente relevantes e devem ser considerados para definição de área crítica.

A brioflora se comportou de maneira bastante heterogênea quanto à riqueza e estrutura comunitária (padrão de dominância de espécies e contribuição relativa dos grupos ecológicos) e isto pode ser atribuído a diferenças em área e qualidade do habitat (em parte proporcionada pela variação dos parâmetros fisionômicos). Assim os resultados para a EsEc Murici mostraram que a brioflora de fragmento com área inferior a 500 ha são mais seriamente afetadas pela fragmentação e perda de habitat.

Recomendações

O efeito da distância de borda sobre a brioflora mostra possivelmente uma faixa de atuação superior aos 100m avaliados, e desta forma, fragmentos muito pequenos podem estar totalmente inseridos em ambiente de borda. Estudos futuros, contudo, ainda são necessários para descobrir a real largura do efeito de borda sobre briófitas. Tais estudos devem aplicar um delineamento que inclua toda a extensão da margem até o núcleo de fragmentos grandes. Ademais, para comprovar a importância da área nuclear remanescente, a qual parte do pressuposto que áreas nucleares abrigam populações-fonte de propágulos, são necessários estudos da dinâmica populacional em face à fragmentação de habitat.

Fragmentos grandes, principalmente aqueles maiores que 500 ha que se mostraram capazes de reter grande riqueza de briófitas, que são bioincadoras, são

extremamente prioritários para conservação. Contudo, apesar do empobrecimento, fragmentos pequenos podem manter uma parcela da diversidade e ainda contribuir para a heterogeneidade da paisagem em escala regional, devendo ser incorporados na tomada de decisões sobre planejamento para conservação.

Agradecimentos

As autoras agradecem aos especialistas: Dra. Olga Yano, Instituto de Botânica de São Paulo, Dr. Steven Churchill, Missouri Botanical Garden, Dra. Anna Luiza Ilkiu-Borges, Museu Paraense Emília Goeldi, Dra. Denise Pinheiro da Costa e Msc. Thaiz Vaz, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, pela preciosa ajuda na confirmação de espécies. Agradecem ainda, ao CNPq e à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza pelo auxílio financeiro, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

Literatura citada

- Acebey, A., S.R. Gradstein, and T. Krömer. 2003. Species richness and habitat diversification of corticolous bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* **19**: 9-18.
- Alvarenga, L.D.P., and K.C. Pôrto. 2007. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in fragmented Brazilian Atlantic Forest. *Biological conservation* **34** (3): 415-427.
- Andrade, K.V.S.A., and M.J.N. Rodal. 2004. Fisionomia e estrutura de um remanescente de floresta estacional semidecidual de terras baixas no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* **27**(3):463-474.
- Baldwin, L.K., and G.E. Bradfield. 2005. Bryophyte community differences between edge and interior environments in temperate rainforests fragments of coastal British Columbia. *Canadian J. Forest Research* **35**: 580-592.
- Barbosa, M.R.V. 1996. Estudo florístico e fitossociológico da Mata do Buraquinho, remanescente de Mata Atlântica em João Pessoa, PB. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Bates, J.W. 1982. Quantitative approaches in bryophyte ecology. Pages 1-44 in: A.J.E. Smith, editor. Chapman and Hall Ltd., London.
- Brasil-MMA. 2002. Biodiversidade Brasileira: Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Camargo, J.L.C., and V. Kapos. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* **11**:205-221.
- Clarke, K.R., and R.M. Warwick. 1994. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Natural Environment Research Council, UK.
- Costa, D.P. 1999. Epiphytic Bryophyte Diversity in Primary and Secondary Lowland Rainforest in Southeastern Brazil. *Bryologist* **102**(2): 320-326.
- Esseen P.-A., and K.-E. Renhorn. 1998. Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. *Conservation Biology* **12**:1307–1317.
- Fenton, N.J., and K.C. Frego. 2005. Bryophyte (moss and liverwort) conservation under remnant canopy in managed forests. *Biological Conservation* **122**:417-430.
- Florschütz, P.A. 1964. The Mosses of Suriname. E.J. Brill., Leiden.
- Frazer, G.W., J.A. Trofymow, and K.P. Lertzman. 2000. Canopy openness and leaf area in chronosequences of coastal temperate rainforests. *Canadian Journal of Forest Research* **30**:239-256.
- Frazer, G.W., C.D. Canham, and Lertzman, K.P. 1999. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- Germano, S.R., and K.C. Pôrto. 2005. A bryophyte checklist of the Ecological Reserve of Gurjaú, Pernambuco, Brazil. *Tropical Bryology* **26**: 1-12.
- Gignac, L.D., and M.T. Dale 2005. Effects of Fragment Size and Habitat Heterogeneity on cryptogam Diversity in the Low-boreal Forest of Western Canada. *The Bryologist* **108**(1):50-66.
- Gradstein, S.R. 1992a. The vanish tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens. Pages 234-258 in: W. Bates and A.M. Farmer, editors. *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Clarendon Press, Oxford.

- Gradstein, S.R. 1992b. Threatened Bryophytes of the Neotropical Rain Forest: a Status Report. *Tropical Bryology* **6**: 83-93.
- Gradstein, S.R. 1994. Lejeuneaceae; Ptychantheae, Brachiolejeuneae. *Flora Neotropica Monograph* **62**: 1-225.
- Gradstein, S.R., and T. Pócs. 1989. Bryophytes. Pages 311-325 in: H. Lieth, and M.J.A. Werger, editors. *Tropical rain forest ecosystems*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Gradstein, S.R., and D.P. Costa. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **87**: 1-318.
- Gradstein, S.R., S.P. Churchill, and N. Salazar-Allen. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **86**: 1-577.
- Hallingbäck, T., and N. Hodgetts. 2000. Mosses, liverworts and hornworts: status survey and conservation action plan for bryophytes. Pages 89-97 editors. IUCN, Cambridge.
- Harper, K.A., S.E. Macdonald, P.J. Burton, J. Chen, K.D. Brosofske, S.C. Saunders, E. Euskirchen, D. Roberts, M.S. Jaiteh, and P.A. Esseen. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* **19**:768–782.
- Hill, T., and P. Lewicki. 2006. *STATISTICS Methods and Applications*. StatSoft, Tulsa.
- Hylander, K. 2005. Aspect modifies the magnitude of edge effects on bryophyte growth in boreal forests. *Journal of Applied Ecology* **42**: 518–525.
- Hyvönen, J., T. Koponen, and D.H. Norris. 1987. Human influence on the moss flora of tropical rain forest in PaPua New Guinea. *Symposia Biologica Hungarica* **35**: 621-629.
- IBGE. 1985. *Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste*. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.
- Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* **5**: 173-185.
- Kapos, V., E. Wandelli, J.L. Camargo, and G. Ganade. 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. Pages 33- 44 in: W.F. Laurance and R.O. Bierregaard Jr., editors. *Tropical forest remnants ecology management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, U.S.A.

- Laurance, W.F. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biological Conservation* **91**: 109-117.
- Laurance, W.F., R.O. Bierregaard, C. Gascon, R.K. Didham, A.P. Smith, A.J. Lynam, V.M. Viana, T.E. Lovejoy, K.E. Sieving, J.W. Sites, M. Andersen, M.D. Tocher, E.A. Kramer, C. Restrepo, and C. Moritz. 1997. Tropical forest fragmentation: synthesis of a diverse and dynamic discipline. Pages 502-525 in: W.F. Laurance and R.O. Bierregaard Jr., editors. *Tropical forest remnants ecology management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, U.S.A.
- Laurance, W.F., T.E. Lovejoy, H.L. Vasconcelos, E.M. Bruna, R.K. Didham, P.C. Stouffer, C. Gascon, R.O. Bierregaard, S.G. Laurance, and E. Sampaio. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments a 22-year investigation. *Conservation Biology* **16**: 605-618.
- Lovejoy, T.E., R.O. Bierregaard, A.B. Rylands, J.R. Malcolm, C.E. Quintela, L.H. Harper, K.S. Brown, A.H. Powell, G.V.N. Powell, H.O.R. Schubart, and M.B. Hays. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. Pages 257-285 in: M.E. Soulé, editor. *Conservation Biology: the science on scarcity and diversity*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Mägdefrau, K. 1982. Life-forms of bryophytes. Pages 45-58. in: A.J. Smith, editor. *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall Ltd., London.
- Moen, J., and B.G. Jonsson. 2003. Edge effects on liverworts and lichens in forest patches in a mosaic of boreal forest and wetland. *Conservation Biology* **17**: 380–388.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* **10**:58-62.
- Nascimento, H.E.M., and W.F. Laurance. 2006. Area and edge effects on forest structure in Amazonian forest fragments after 13-17 years of isolation. *Acta Amazonica* **36**(2): 183-192.
- Oosterhoorn, M., and M. Kappelle. 2000. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology Management*. **126**: 291-307.
- Pharo, E.J., D.B. Lindenmayer, and N. Taws. 2004. The effects of large-scale fragmentation on bryophytes in temperate forests. *Journal of Applied Ecology* **41**: 910–921.

- Pôrto, K.C. 1990. Bryoflores d'une forêt de plaine et d'une forêt d'altitude moyenne dans l'État de Pernambuco (Brésil); Analyse floristique. *Cryptogamie. Bryologie Lichénologie* **11**(2): 109-161.
- Pôrto, K.C. 1996. Briófitas. Pages 91-103 in: E.V.S.B. Sampaio and M.R.V. editors. *Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas*. Sociedade Botânica do Brasil, Pernambuco.
- Pôrto, K.C., L.D.P. Alvarenga, and G.H.F. Santos. 2006. Briófitas. Pages 123-146 in: K.C. Pôrto, J.S. Almeida-Côrtez and M. Tabarelli, editors. *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. 1ª edição. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Primack, R.B., and H. Rodrigues. 2001. *Biologia da Conservação*. Ed. Midiograf, Londrina.
- Richards, P.W. 1984. The ecology of tropical forest bryophytes. Pages 1233-1270 in: R.M Schuster, editor. *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- Ricklefs, R.E. 2003. *A Economia da Natureza*. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro.
- Scariot, A., S.R. Freitas, E. Mariano Neto, L.C. Nascimento, L.C. Oliveira, T. Sanaiotti, A.C. Sevilha, and D.M. Villela. 2003. *Vegetação e Flora*. Pages 104-123. in: D.M. Rambaldi and D.A.S. Oliveira, editors. *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. MMA/SBF, Brasília.
- Siqueira, D.R., M.J.N. Rodal, A.C.B. Lins-e-Silva, and A.L. Melo. 2001. Physiognomy, structure and floristic in na área of Atlantic Forest in Northeast Brasil. Pages 11-27 in: G. Gottsberger and S. Liede, editors. *Life forms and dynamics in tropical forest*. J. Cramer, Berlim.
- Sillet, S.C., S.R. Gradstein, and D. Griffin. 1995. Bryophyte diversity of Ficus tree crowns from cloud forest and pasture in Costa Rica. *The Bryologist* **98**: 218–227.
- Tavares, M.C., M.J.N. Rodal, A.L. Melo, and M.F.L. Araújo. 2000. Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de Floresta Ombrófila Montana do Parque Ecológico Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco. *Naturalia* **26**:243-270.

- Veloso, H.P., A.L.R. Rangel-Filho, and J.C.A. Lima. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Viana, V.M., and A.F.V. Pinheiro. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica Ipef*. **12**(32): 25-42.
- Whitmore, T.C. 1997. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. Pages 3-12 in: W.F. Laurance and R.O. Bierregaard, editors. *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*, University of Chicago Press, Chicago.
- Williams-Linera, G. 1990a. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* **78**(2): 356-373.
- Williams-Linera, G. 1990b. Origin and early development of forest edge vegetation in Panama. *Biotropica* **22**(3): 235-241.
- Williams-Linera, G., V. Domínguez-Gastelú, and M.E. García-Zurita. 1998. Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest. *Conservation Biology* **12**(5): 1091-1102.
- Wilson, O. 1997. Biodiversidade. editor. Ed. Nova Fronteira.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. 4ª Edição. Prentice Hall, New Jersey.
- Zartman, C.E. 2003. Habitat Fragmentation Impacts on Epiphyllous Bryophyte Communities in Central Amazonia. *Ecology* **84**(4): 948-954 .
- Zartman, C.E., and H.E.M. Nascimento. 2006. Are habitat-tracking metacommunities dispersal limited? Inferences from abundance-occupancy patterns of epiphylls in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation*: **127**: 46-54.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 2. Sumario dos testes a posteriori de Bonferroni das analises de variância entre classes de tamanho para parâmetros fisionômicos e brioflorísticos na EsEc Murici, Alagoas, Brasil.

Parâmetro		Grandes x médios	Grandes x pequenos	Médios x pequenos
	Dap	0,016 ^a	0,068	1,000
	Altura	0,475	0,000 ^b	0,000 ^b
Fisionomia da vegetação	Densidade	0,260	0,000 ^b	0,077
	Dossel	0,024 ^a	0,000 ^b	0,000 ^b
	Geral	0,000 ^b	0,000 ^b	0,924
	Generalistas	0,002 ^b	0,008 ^b	1,000
	Epífitas de sol	0,222	1,000	0,120
Riqueza	Epífitas de sombra	0,000 ^b	0,000 ^b	0,975
	Nível 1 (tolerantes)	0,002 ^b	1,000	0,002 ^b
Forma de crescimento	Nível 2 (pouco tolerantes)	0,011 ^a	0,256	0,464
	Nível 3 (intolerantes)	0,000 ^b	0,000 ^b	1,000
	Razão hepática/ musgo	1,000	1,000	0,348

a. Valor de p significativo

b. Valor de p altamente significativo

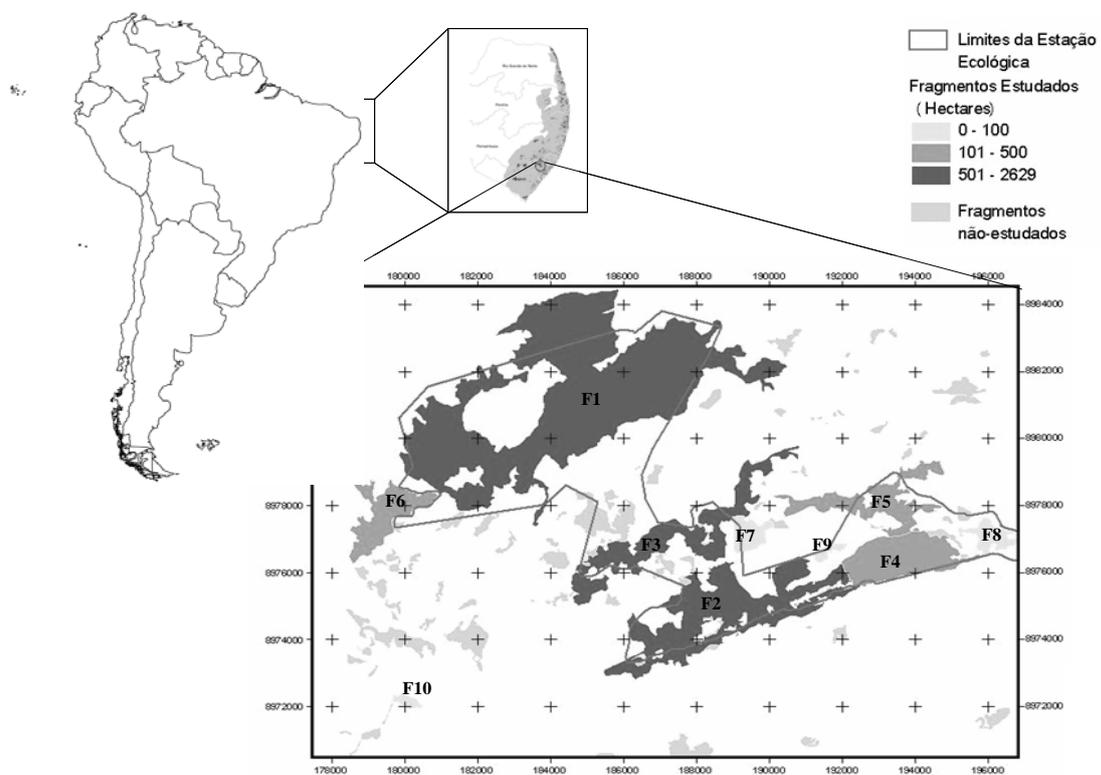


Figura 1. Localização da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. Os fragmentos são enumerados em ordem decrescente de área.

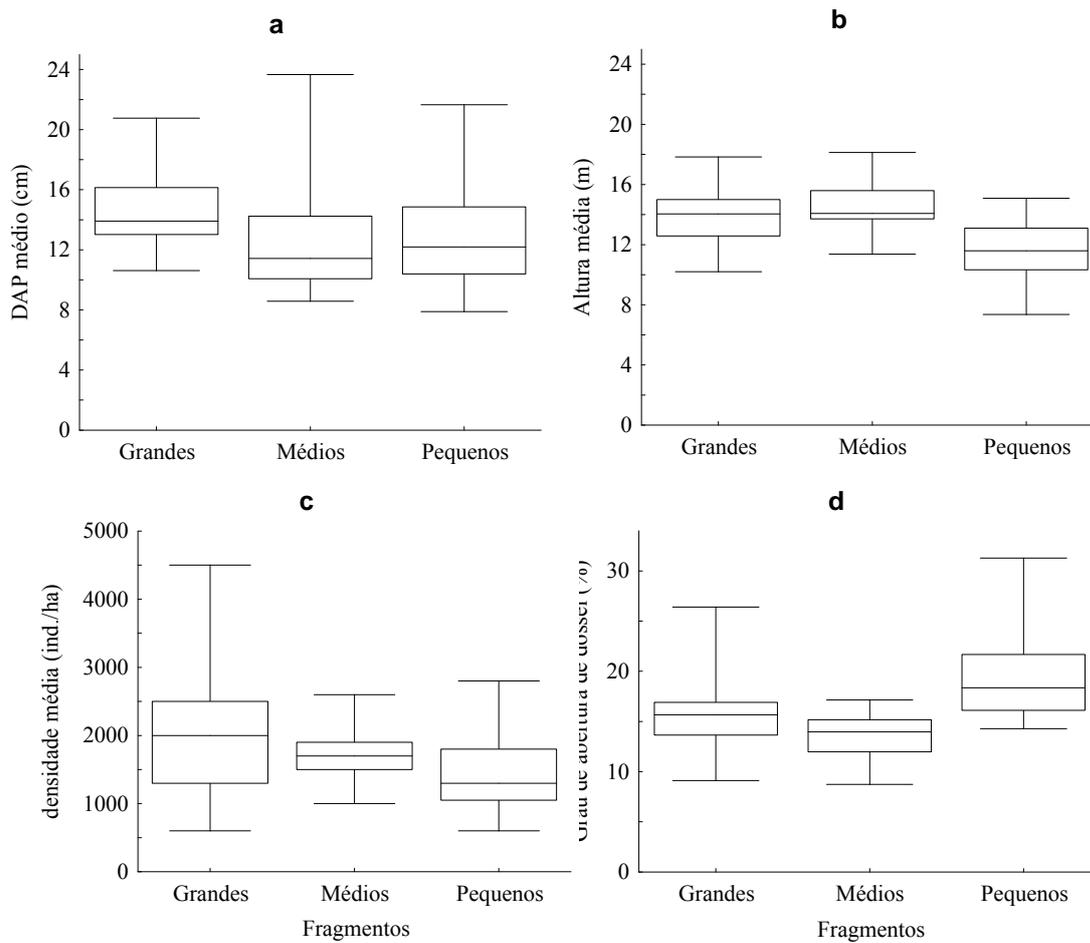


Figura 2. Parâmetros fisionômicos em função da classe de tamanho dos fragmentos da Estação Ecológica Murici Alagoas, Brasil. (a) DAP médio e (b) altura média dos indivíduos arbóreos vivos (com DAP \geq 5cm), (c) densidade (d) Grau de cobertura do dossel. — Mediana \square 25%-75% \perp Mínimo e Máximo.

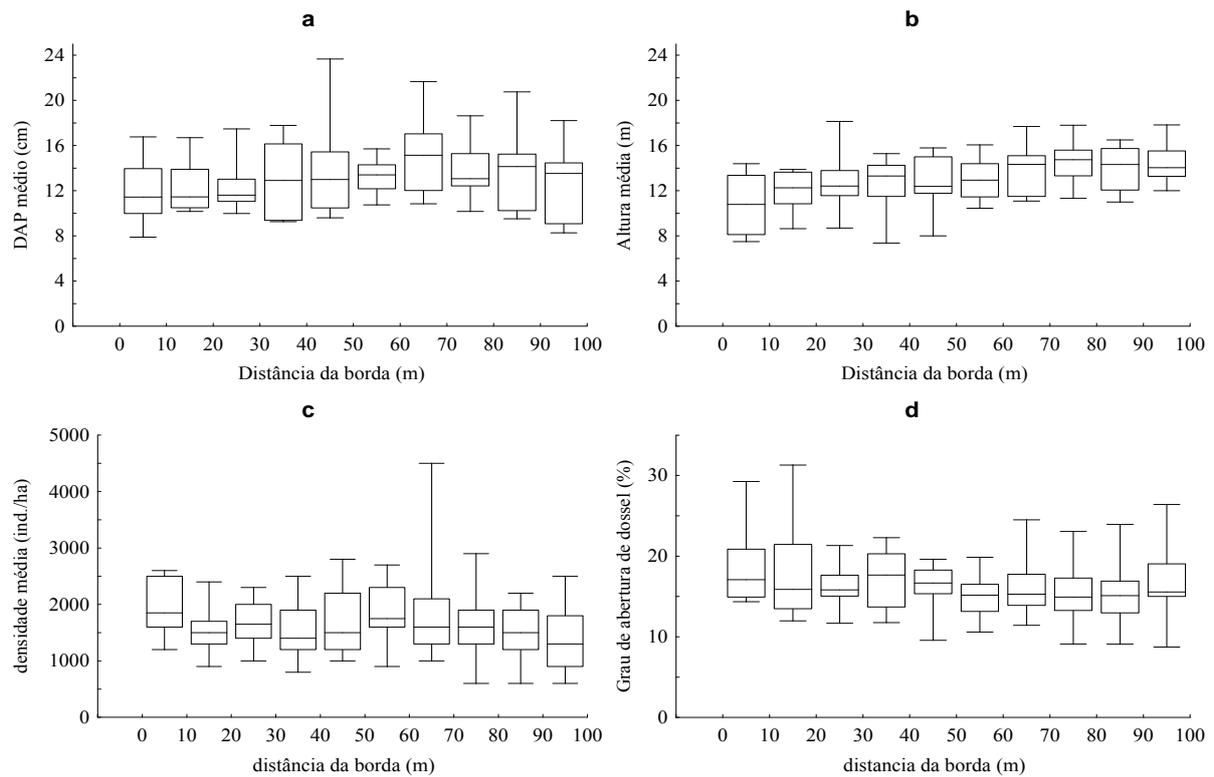


Figura 3. Variação dos parâmetros fisionômicos em relação à distância de borda nos fragmentos da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. (a) DAP médio (cm) e (b) altura média dos indivíduos arbóreos, (c) Abertura do dossel e (d) Densidade. — Mediana □ Mínimo e Máximo \perp 25%-75%

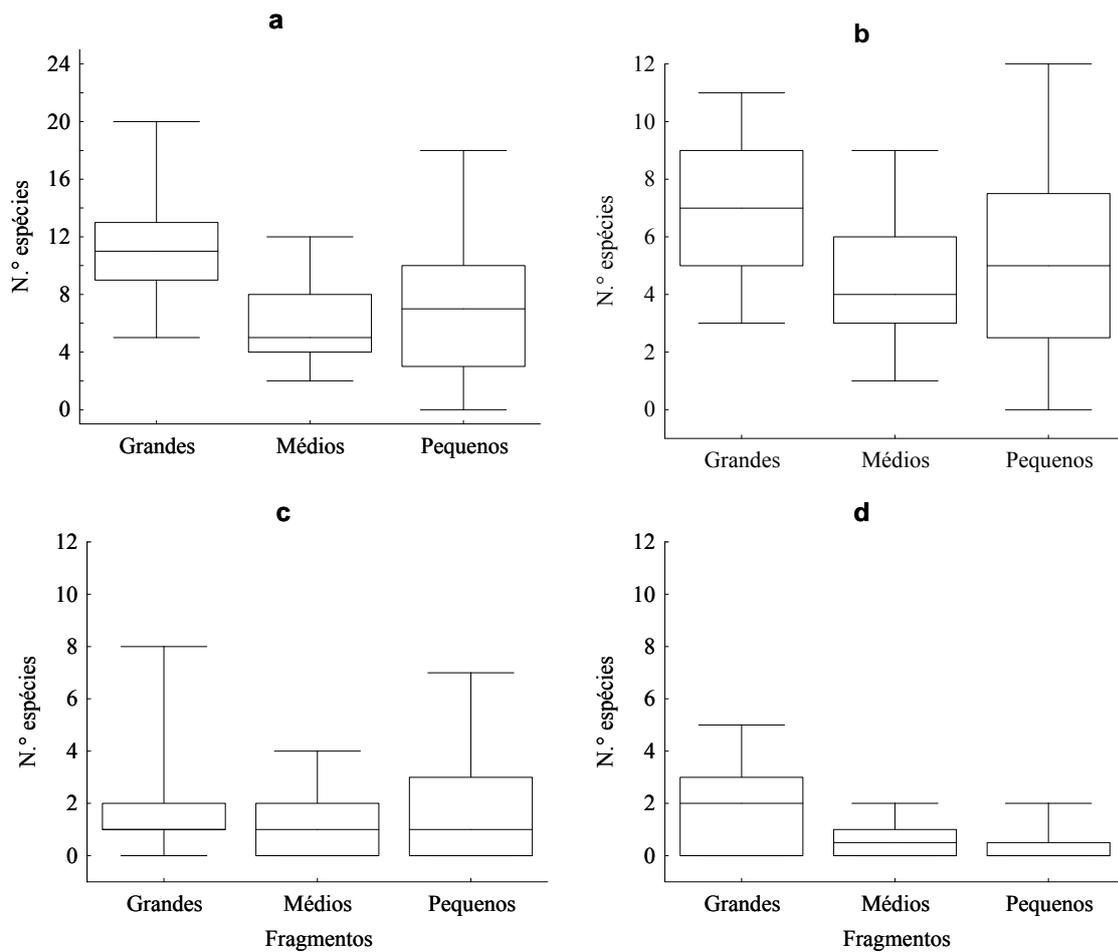


Figura 4. Riqueza de briófitas geral e por preferência de habitat em função da classe de tamanho dos fragmentos da Estação Ecológica Murici Alagoas, Brasil. (a) Riqueza geral (b) Epífitas generalistas, (c) Epífitas de sol e (d) Epífitas de sombra. — Mediana □ 25%-75% ⊥ Mínimo e Máximo.

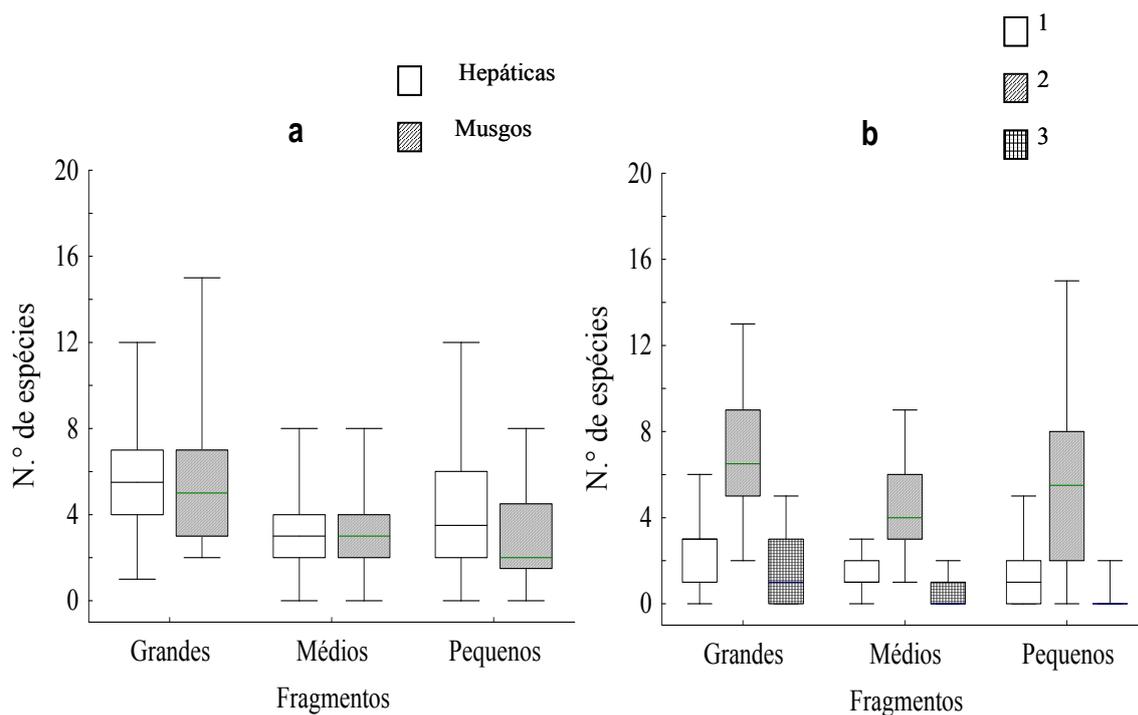


Figura 5. Análise da proporção hepática/musgo e de formas de crescimentos em função da classe de tamanho dos fragmentos da Estação Ecológica Murici Alagoas, Brasil. (a) Riqueza geral (b) Formas de crescimento classificadas de acordo com seu nível de tolerância à baixa umidade e alta luminosidade; 1 – alto nível de tolerância (coxim e tufo), 2 – nível médio de tolerância (trama e tapete) e 3 – baixo nível de tolerância (pendente, dendróide, flabeliforme e caudado). — Mediana □ 25%-75% ⊥ Mínimo e Máximo.

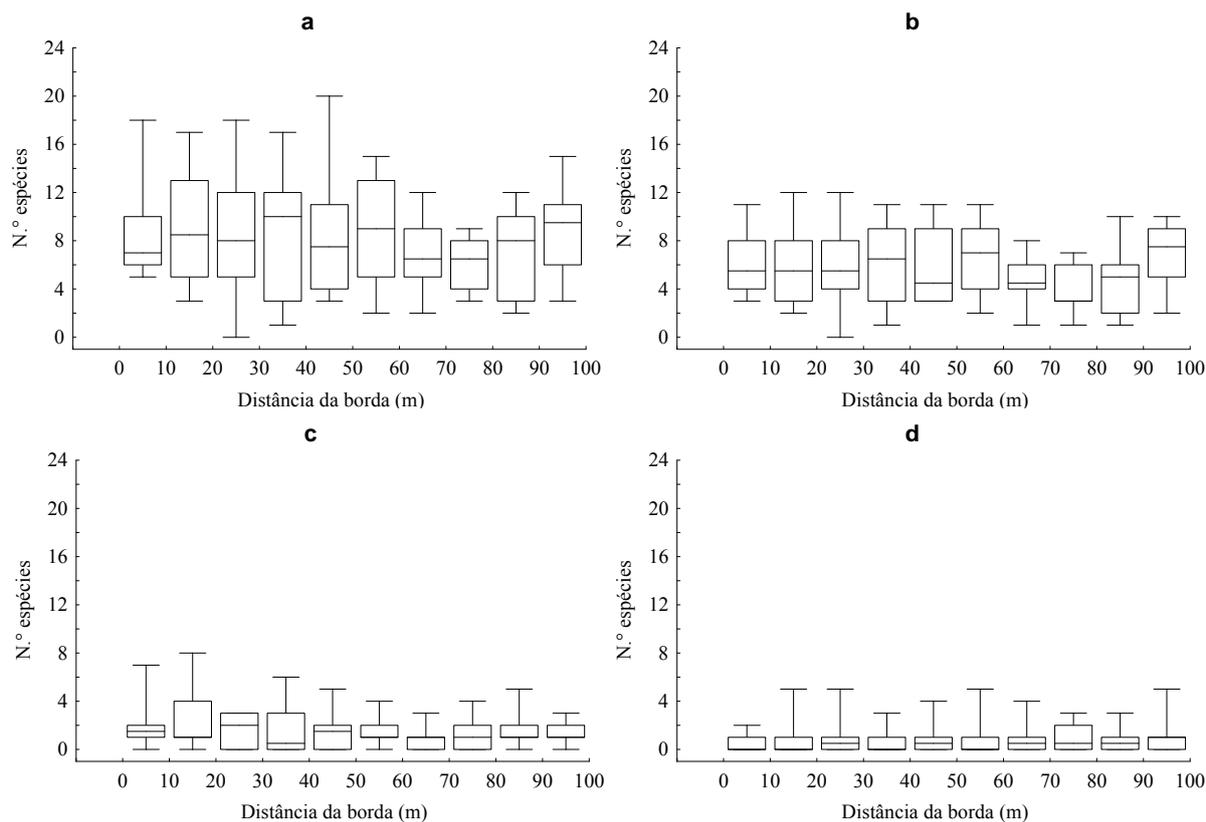


Figura 6. Variação da riqueza de briófitas (geral e separada por preferência de hábitat) em relação à distância de borda nos fragmentos da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. (a) Riqueza geral (b) Epífitas generalistas, (c) Epífitas de sol e (d) Epífitas de sombra. — Mediana □ Mínimo e ⊥ 25%-75% Máximo.

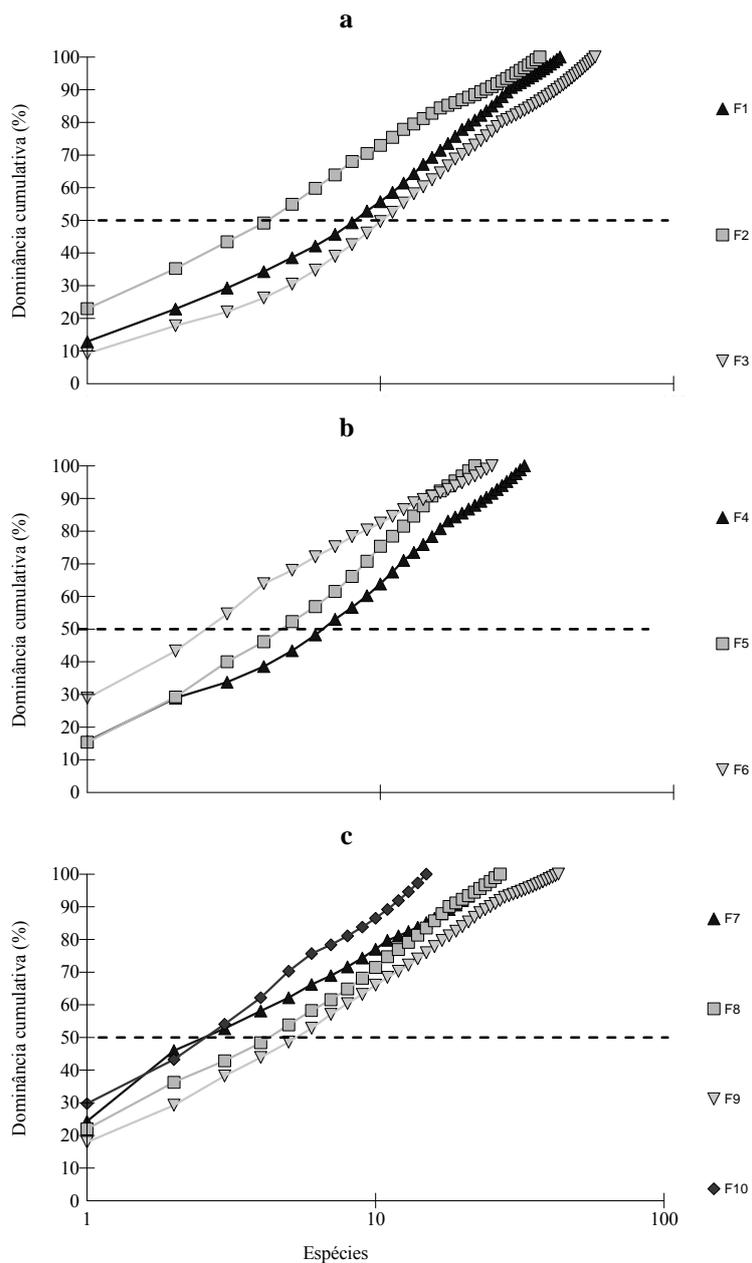
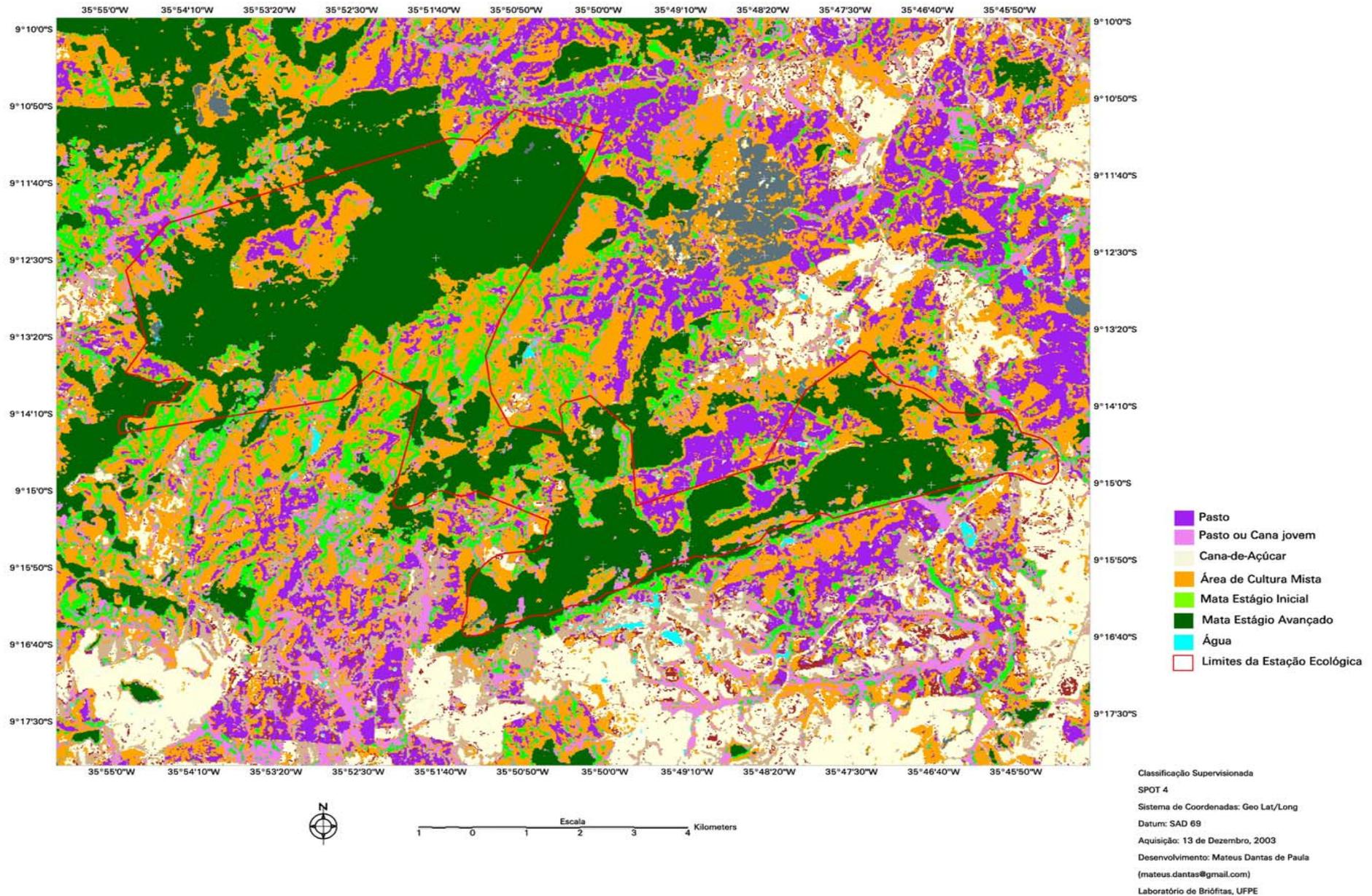


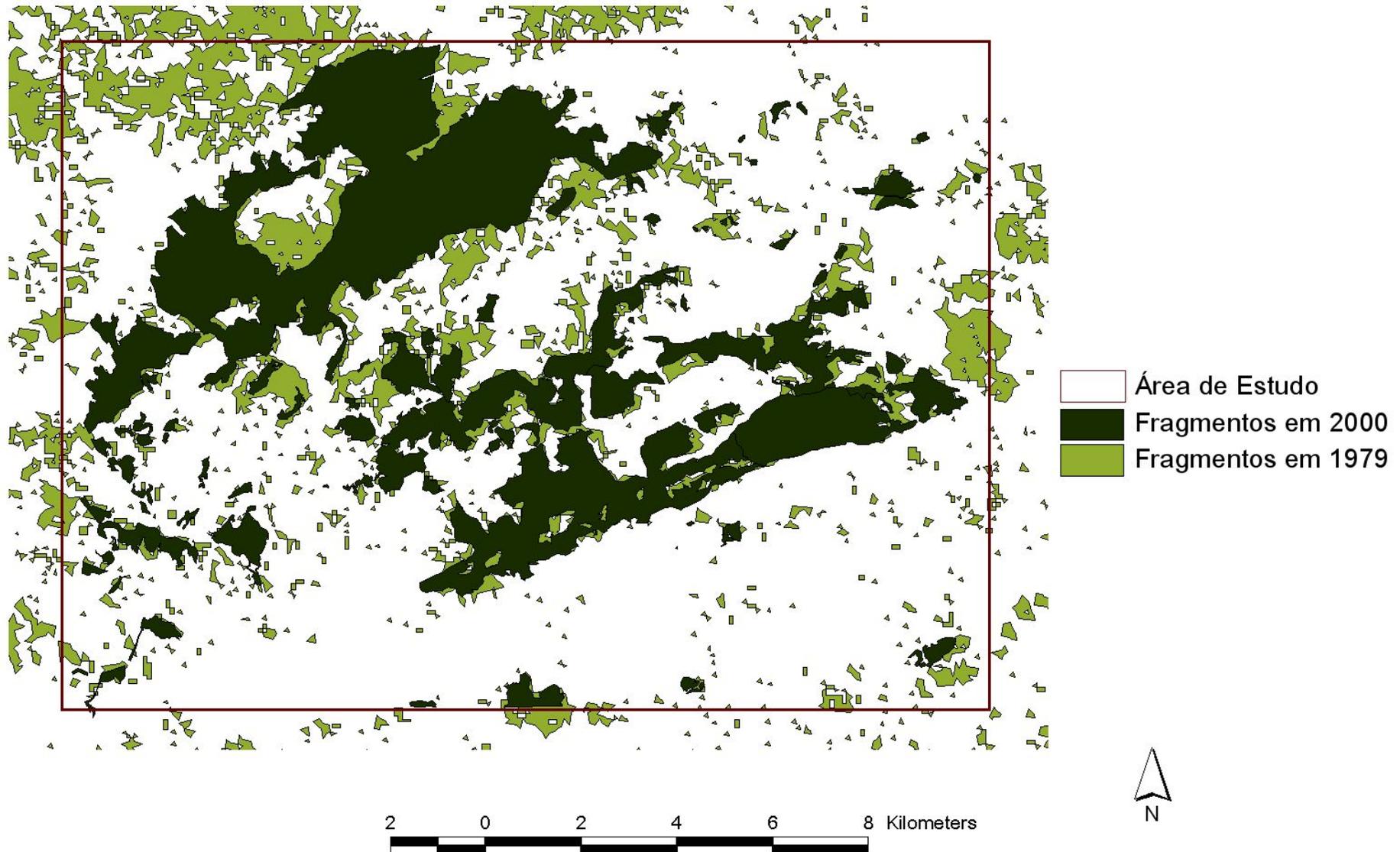
Figura 7. Curva de dominância relativa das comunidades de briófitas epífitas da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil. (a) Fragmentos grandes, (b) fragmentos médios e (c) fragmentos pequenos. Linha tracejada marca 50% dos registros.

7 ANEXOS

Anexo I. Mapa de uso do solo da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.



1979 - 2000



Anexo 3. sinopse das espécies de briófitas epífitas de sub-bosque da Estação Ecológica Murici, Alagoas, Brasil.

Marchantiophyta

1. METZGERIACEAE

Metzgeria albinea Spruce

2. GEOCALYCACEAE

Lophocolea liebmanniana Gottsche

3. PLAGIOCHILACEAE

Plagiochila disticha (Lehm. & Lindenb.)

Lindenb.

Plagiochila montagnei Nees

4. LEPIDOZIACEAE

Arachniopsis diacantha (Mont.) M. Howe

5. JUBULACEAE

Frullania apiculata (Reinw., Blume & Nees)

Dumort.

Frullania caulisequa (Nees) Nees

Frullania ericoides (Nees) Mont.

Frullania kunzei (Lehm. & Lindenb.) Lehm. &

Lindenb.

Frullania riojaneirensis (Raddi) Angstr.

6. LEJEUNEACEAE

Aphanolejeunea truncatifolia Horik.

Archilejeunea fuscescens (Hampe ex Lehm.)

Fulford

Bryopteris diffusa (Sw.) Nees

Bryopteris filicina (Sw.) Nees

Caudalejeunea lehmanniana (Gottsche) A. Evans

Ceratolejeunea cornuta (Lindenb.) Schiffn.

Ceratolejeunea cubensis (Mont.) Schiffner

Ceratolejeunea fallax (Lehm. & Lindenb.) Bonner

Ceratolejeunea laetefusca (Austin) R.M. Schust.

Ceratolejeunea minuta Dauphin

Ceratolejeunea sp.

Cheilolejeunea acutangula (Nees) Grolle

Cheilolejeunea adnata (Kunze) Grolle

Cheilolejeunea clausa (Nees. & Mont.) R.M.

Schust.

Cheilolejeunea holostipa (Spruce) Grolle & R.-L.

Zhu

Cheilolejeunea oncophylla (Angstr.) Grolle & E.

Reiner

Cheilolejeunea rigidula (Mont.) R. M. Schust.

Cheilolejeunea trifaria (Reinw., Blume & Nees)

Mizut.

Cyclolejeunea luteola (Spruce) Grolle

Drepanolejeunea fragilis Bischl.

Frullanoides corticalis (Lehm. & Lindenb.)

Slageren

Harpalejeunea oxyphylla (Nees & Mont.) Steph.

Harpalejeunea stricta (Lindenb. & Gottsche)

Steph.

Lejeunea caulicalyx (Stephani) E. Reiner & Goda

Lejeunea controversa Gott.
Lejeunea filipes Spruce
Lejeunea flava (Sw.) Nees
Lejeunea laetevirens Nees & Mont.
Lejeunea magnoliae Lindenb. & Gottsche
Lejeunea tapajosensis Spruce
Lepidolejeunea involuta (Gottsche) Grolle
Leptolejeunea elliptica (Lehm. & Lindeb.)
 Schiffn.
Lopholejeunea subfusca (Nees) Schiffner
Microlejeunea epiphylla Bischl.
Prionolejeunea denticulata (Weber) Schiffn.
Prionolejeunea trachyodes (Spruce) Steph.
Pycnolejeunea contigua (Nees) Grolle
Pycnolejeunea macroloba (Nees & Mont.)
 Schiffn.
Rectolejeunea berteriana (Gottsche ex Steph.) A.
 Evans
Rectolejeunea emarginuliflora (Gottsche) A.
 Evans
Rectolejeunea flagelliformis Evans
Schiffneriolejeunea polycarpa (Nees) Gradst.
Stictolejeunea squamata (Willd. ex Weber)
 Schiffn.
Symbiezidium barbiflorum (Lindenb. & Gottsche)
 A. Evans
Vitalianthus bischlerianus (Pôrto & Grolle) R.M.
 Schust. & Giaconti
Xylolejeunea crenata (Nees & Mont.) X.-L. He &
 Grolle

Bryophyta

7. FISSIDENTACEAE

Fissidens elegans Brid.
Fissidens guianensis Mont.
Fissidens prionodes Mont.
Fissidens radicans Mont.
Fissidens zollingeri Mont.

8. DICRANACEAE

Leucoloma serrulatum Brid.

9. LEUCOBRYACEAE

Ochrobryum gardneri (Müll. Hal.) Mitt.
Ochrobryum subulatum Hampe

10. CALYMPERACEAE

Calymperes afzelli Sw.
Calymperes lonchophyllum Sw.
Calymperes palisotii Schwägr
Octoblepharum albidum Hedw.
Octoblepharum ampullaceum Mitt.
Syrrhopodon ligulatus Mont.
Syrrhopodon cryptocarpos Dozy & Molk.
Syrrhopodon incompletus Schwägr.
Syrrhopodon parasiticus (Sw. ex Brid.) Paris
Syrrhopodon prolifer Schwägr.
Syrrhopodon rigidus Hook. & Grev.

11. ORTHOTRICHACEAE

Groutiella apiculata (Hook.) H.A. Crum & Steere

Macromitrium cirrosus (Hedw.) Brid.

Macromitrium richardii Schwägr.

12. PILOTRICHACEAE

Callicostella pallida (Hornsch.) Ångström

Callicostella rufescens (Mitt.) A. Jaeger

Crossomitrium patrisae (Brid.) Müll. Hal.

Lepidopilidium plebejum (Müll. Hal.) Sehnem

Lepidopilum muelleri (Hampe) Spruce

Lepidopilum scabrisetum (Schwägr.) Steere

Pilotrichum bipinnatum (Schwägr.) Brid.

13. BRACHYTHECIACEAE

Squamidium leucotrichum (Taylor) Broth.

14. STEREOPHYLLACEAE

Entodontopsis nitens (Mitt.) W.R. Buck

Pilosium chlorophyllum (Hornsch.) Müll. Hal.

15. METEORIACEAE

Meteoridium remotifolium (Müll. Hal.) Manuel

16. HYPNACEAE

Chryso-hypnum diminutivum (Hampe) W.R. Buck

Isopterygium tenerum (Sw.) Mitt.

17. SEMATOPHYLLACEAE

Acroporium estrellae (Müll. Hal.) W.R. Buck & Schaf.-Verw.

Donnellia commutata (Müll. Hal.) W.R. Buck

Sematophyllum subpinnatum (Brid.) E. Britton

Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt.

Taxithelium planum (Brid.) Mitt.

Trichosteleum papillosum (Hornsch.) A. Jaeger

Trichosteleum sentosum (Sull.) A. Jaeger

18. PHYLLOGONIACEAE

Phyllogonium viride Brid.

19. NECKERACEAE

Neckeropsis disticha (Hedw.) Kindb.

Neckeropsis undulata (Hedw.) Reichardt

Porotrichum longirostre (Hook.) Mitt.

Porotrichum substriatum (Hampe) Mitt.

20. PTEROBRYACEAE

Henicodium geniculatum (Mitt.) W.R. Buck

Jaegerina scariosa (Lorentz) Arzeni

21. THUIDIACEAE

Cyrto-hypnum schistocalyx (Müll. Hal.) W.R.

Buck & H.A. Crum

Anexo 4 . Normas para publicação na Revista no periódico *Conservation Biology*



► Instructions to Authors

► Author Style Guide

Instructions to Authors -- updated: December 2005

Acceptable Manuscripts

The submission rate for *Conservation Biology* continues to grow, and a large number of manuscripts is handled each year. Given the immutable laws of mathematics, this means less time can be spent on each paper, and many papers must be rejected. But many of the manuscripts received (approximately 25-35%), although of high quality, clearly are not appropriate for this journal and simply waste the time of the authors and the editorial staff. Consequently, greater self-culling is desirable. Here are some types of papers that we typically do not publish unless they have some additional features that argue for their inclusion:

- autecological studies of single species or groups of species;
- purely descriptive studies that do not address any particular conservation question;
- status and trend reports of species, regardless of how dire their conditions might be;
- geographic patterns of genetic diversity in a species, with no larger conservation or genetics question addressed;
- reports on species distributions and declines;
- studies that do not have a conservation question at the core.

Furthermore, species endangerment by itself does not qualify a paper as appropriate for this journal; there should be more substantive content than a descriptive analysis of an endangered species. Before submitting a paper, authors should ask themselves whether the work transcends the particular species or system. Does it address larger conservation questions? If so, are these questions the core of the paper or simply contained in a final couple of paragraphs that discuss "conservation implications?" Authors should ask themselves if there is much of a chance that a person in a different field or different part of the world might be interested in reading their paper. If only a few specialists are likely to read it then it probably belongs in a more specialized or regional journal.

Manuscript Categories

Conservation Biology accepts submittals for the following categories of manuscripts. Number of words includes *all text* from the Abstract through the Literature Cited; it does not include tables or figure legends. Manuscripts that significantly exceed the word count will be *returned without review*.

1. Contributed Papers (approximately 3000 to 7000 words). Typical papers reporting research projects.
2. Research Notes (no more than 3000 words). Shorter, sometimes more preliminary research papers.
3. Review Articles (no more than 7500 words). Comprehensive reviews of a particular topic.
4. Essays (no more than 7000 words). Analytical papers that are more speculative and less documented than research papers.
5. Conservation in Practice (no more than 5000 words). Papers that relate experiences in the application of conservation principles to problem solving.
6. Conservation and Policy (no more than 2500 words). Papers that address the intersections and relationships of conservation science with appropriate policy issues.
7. Comments (no more than 2000 words). Refers to material previously published in this journal, and usually written as a critique or follow up.
8. Diversity (no more than 2000 words). Short opinion pieces.
9. Letters to the Editor should be short (<1000 words). Communications regarding topics of immediate interest to readers, including observations on controversial subjects, on previously published papers, or on other items of note.
10. Book Reviews are by invitation. All book review manuscripts and communications about book reviews should be sent directly to the book review editor.

Note that the submittal rate to *Conservation Biology* is increasing, competition for journal space is intense, and criteria for acceptance are strict. Many manuscripts submitted are not appropriate for *Conservation Biology*. See comments above under "Acceptable Manuscripts."

Manuscript Submission and Specifications (please follow exactly)

All manuscripts must be submitted electronically as Microsoft Word for Windows attachments to an email message. They must be in proper format for a Microsoft Windows or DOS operating system computer. Files written on an Apple Macintosh system must first be converted to Windows format. All figures must be readable by Word and embedded at the end of the manuscript or submitted together in a separate attachment in one TIFF or EPS file. Tables must be included within the Word document, not as separate attachments. They should follow the Literature Cited and precede Figure Legends. A cover letter (stating the intended manuscript category) should be attached as a separate Word file. Do not use zipped files unless absolutely unavoidable. There should be, at most, three attachments to your submittal email: a cover letter, a manuscript, and possibly a separate file containing figures. Entitle each with the last name of the first author, followed by the content (e.g., SmithLetter.doc or SmithManuscript.doc). The body of the email may be left blank or indicate that a manuscript is being submitted. The subject line should be "Manuscript Submittal." Submit electronic manuscripts to manuscripts@conbio.org (Do NOT send copies to our other email addresses.). Only manuscripts should be submitted to that address; all other correspondence with the editorial office should go to mflagg@conbio.org. If technological limitations prevent submitting a manuscript electronically, you may prepare the manuscript as above and mail an appropriate medium (3.5" diskette, Zip disk, or CD) to Gary Meffe, Editor, *Conservation Biology*, Wildlife Ecology and Conservation, Newins-Ziegler, Box 110430, University of Florida, Gainesville, FL 32611-0430, U.S.A.

The *Conservation Biology* "Style Guide for Authors" contains detailed information on how to write and format a paper for *Conservation Biology*. The document is available on this Web site. Please adhere to its specifications and the following important points. Use ragged right margins as opposed to justified right margins, and clearly delineate paragraphs by indenting the first line. Avoid large blank spaces (such as between sections), and do not use footnotes. Metric measurements must

be used unless English measurements are clearly more appropriate, in which case metric equivalents must be given in parentheses. Statistical terms and other measures are to conform to *Scientific Style and Format: the CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, sixth edition. Spelling should follow the *Webster's Third International Dictionary*, and other style points should follow *The Chicago Manual of Style*, fifteenth edition. We discourage the use of acronyms in the text unless they are absolutely necessary. Pages, including tables, should be numbered at the bottom. Do not number figure pages. Manuscripts must be in English; U.S. rather than British spelling should be used. We encourage authors whose first language is not English to have a native English speaker edit the paper before submission. A cover page should include the title of the paper, a running head (a shortened version of the title of less than 40 characters), a list of 5 to 8 key words or phrases, word count (all text from Abstract through Literature Cited but not tables or figure legends), authors' addresses at the time the research was conducted and present address(es) including street address (and zip plus four if address is U.S.), and the name and complete mailing address and email of the person to whom correspondence and proofs should be sent.

Abstracts

Each Contributed Paper, Research Note, Review, Essay, or Conservation in Practice article should have an abstract of no more than 300 words (200 for a Research Note). The abstract should state concisely the goals, methods, principal results, and major conclusions of the paper (i.e., should be a "miniversion" of the paper). Incomplete and uninformative descriptions (e.g., "a new method of analysis is given") are not acceptable. Acronyms are not permitted in the abstract. Do not provide a Spanish translation of the abstract.

Citations, Tables, and Figures

Literature citations in the text should be as follows: (Buckley & Buckley 1980*b*; Pacey 1983). Reference strings should be in chronological order (oldest first). Do not cite unpublished material in Literature Cited (a submitted manuscript is not published and should be cited only in the text as "unpublished data"). The Literature Cited section must be double-spaced. For abbreviations and additional details consult the BIOSIS List of Serials, the *CBE Manual*, and recent issues of *Conservation Biology*. Tables must be double-spaced, without vertical rules, and should not duplicate any material in the text or figures. All tables are to have complete but brief headings, be on separate pages, and be numbered consecutively within the text following Literature Cited. Figures and photographs should each be on a separate page. Computer-generated graphics must be of very high quality, with sharp, black lines and lettering of a size suitable for reduction. Line drawings should be done in India ink. Lettering should be uniform among the figures. **All figures and lettering should be capable of 66-50% reduction without loss of clarity or legibility.** Figure legends should be typed double-spaced together on a separate page just before the figures. The combined number of supporting elements (figures and tables) in a manuscript should not exceed a ratio of one element per four pages of text (including Literature Cited).

Additional Submittal Information

Authors are encouraged to provide the names, addresses, and emails of up to four persons qualified to review the manuscript, who have no close working relationships with the authors. The identity of reviewers will be kept confidential unless they choose to be revealed. Authors who are not sure whether their manuscript is suitable for *Conservation Biology* may send an Abstract to the editor via email (gmeffe@conbio.org) for preliminary evaluation. Include the abstract in the body of the message, not as an attachment.

Policy on Duplicate Publication of Research Results

Submission of a manuscript to *Conservation Biology* implies that it has not been published previously and is not being considered for publication elsewhere. At the time of submission, authors must describe in a cover letter any data, figures, or text in the manuscript that have been used in other papers that are published, in press, submitted, or soon to be submitted elsewhere. If any of the data in the manuscript have been included in other published or unpublished manuscripts, the legend of each table or figure reporting such data should cite those manuscripts. All manuscripts and authorships are expected to conform to the SCB member code of ethics, available on this Web site.

Page and Color-Printing Charges

Voluntary page charges will be assessed for each paper accepted for publication. Rates are \$150 per page for those with grant or institutional support for publication costs and \$50 per page for those without support who are willing to pay at this reduced rate. Page charges will be waived for those who will sign a statement to the effect that they have neither institutional support for publication costs nor can they afford \$50 per page. An author's ability to pay will in no way influence whether his or her paper will be accepted for publication. Do not include page charge information in your correspondence with the editor. There is a nonwaivable US\$1400 per page charge for color figures. Submittal of color figures should be accompanied by a statement in the cover letter recognizing the charges for color and acknowledging an ability to pay.

Reviewing Page Proofs

The copyediting of *Conservation Biology* is done through the publisher, Blackwell Publishing. Typeset proofs, however, are NOT checked word for word; thus, **it is the responsibility of the primary author of each paper to review copyedited manuscript and page proofs carefully for accuracy of citations, formulae, etc., and to check for omissions in the text.** It is imperative that the author do a prompt, thorough job of reviewing proofs. It is in the author's power to save himself or herself and the journal the embarrassment of having to explain mistakes that could have been avoided.

Gary K. Meffe, *Editor*
Conservation Biology
updated December 2005

Conservation Biology Style for Authors -- updated: October 2004

Avoid another revision by adhering to the following guidelines.

Writing Style

Clarity is everything

Our audience is the general and international conservation biology reader, so clarity in language and syntax is important, especially for readers who do not speak English as their first language. For Contributed Papers, Reviews, most Essays, Conservation in Practice, and Research Notes informal language is not acceptable. And, consider that "[L]iterary devices, metaphors and the like, divert attention from the substance to the style [and] should be used rarely in scientific writing" (Day 1998).

Avoid jargon

In general writers (and speakers) should avoid the use of jargon. But because we have a broad and international readership, it is even more important for *Conservation Biology* authors to avoid it.

Abbreviations, acronyms, and initializations

- Do not begin a sentence with an abbreviation.
- Do not fill the paper with abbreviations and acronyms. Overuse of these devices makes reading and comprehension difficult. One or two abbreviations for terms particular to your paper or topic used throughout is acceptable, but many more is questionable. It may be time consuming to type these words out, but keep the reader in mind. Define all abbreviations, initializations, and acronyms at first use, e.g., analysis of variance (ANOVA), World Conservation Union (IUCN).

Use active voice most of the time

Use *we* or *I* regularly (e.g., "We converted all GIS data to raster format.", not "All GIS data were converted to raster format." Or, "Trained technicians surveyed the plots.", not "The plots were surveyed by trained technicians.") In particular, your methods should not be written entirely in passive voice.

Tense

- Past tense: use it in the methods (telling what you did) and results (telling what your results were) sections. Also use it in the Discussion when you refer to your results. This helps the reader differentiate between your findings in this study and findings from other studies (referred to in present tense, see next item).
- Present tense: use it when you refer to previously published findings.

In general, most of the abstract, methods, and results should be in past tense, and most of the introduction and discussion should be in present tense. "When a paper has been published in a primary journal, it becomes knowledge. Therefore, whenever you quote previously published work, ethics requires you treat that work with respect. You do this by using the present tense" (Day 1998).

Non-native English Speakers

If English is not your first language, we strongly recommend you have your paper edited by a native English speaker with experience in publishing scientific papers.

Organization: IMRAD Format

Contributed Papers and Research Notes should be in IMRAD format: Introduction, Methods, Results, and Discussion. In general, do not combine sections (e.g., Results and Discussion) or mix, for example, results in with methods. Do not use outline formatting (i.e., number headings and subheadings). A Conclusion section following the Discussion is permitted as long as it is not repetitive of material that has been covered previously.

Title

"[M]any people will read the title, either in the original journal or in secondary .publications. Therefore all words in the title should be chosen with great care, and their association with one another must be carefully managed. [I]ndexing and abstracting services [and Internet searches] depend heavily on the accuracy of the title as do many literature retrieval systems" (Day 1998). Your paper may not reach its audience if the title is not to the point and does not include the pertinent vocabulary. Avoid titles that are complete sentences (including interrogative titles). Aim for a clear, concise, but informative title. Keep in mind that hanging titles (those with a colon) are overused and sometimes use more words than necessary.

Scientific names are not needed in the title for commonly recognized species, unless the common name might be confusing. For uncommon species it is informative for our general conservation audience to have a description (e.g., Local Adaptation and General-Purpose Genotypes in the Weed *Verbascum thapsus*).

Abstract

An abstract is a miniversion of your paper: 1-2 sentences of introduction (justification for your study), methods, results, and discussion (to include general conservation implications if they are not obvious). Length should not exceed 1 page. It should not contain literature citations, much data, or meaningless clauses such as "We discuss results " or "We summarize implications "

Acknowledgments

Do not fully spell out first names. Provide the first initial (even if the initial starts a sentence). Authors of the manuscript should be referred to in initials only (e.g., S.T.W. was supported by a Torrey Foundation grant.).

Grammatical Bugaboos

Using (the word) In scientific writing, the word *using* is often the culprit in dangling participles and misplaced modifiers.

- Misplaced modifier: Ivory samples were taken from tusks using a 16-mm drill bit on a 40-cm drill. This reads as if the tusks used the drill. Keep related words together and in the order that conveys the intended meaning (and use active voice).
- Dangling participle: Using tissue isolation protocol, mtDNA was isolated from dried skins. In this sentence it is unclear who is doing the using; it has no actor and reads as if mtDNA is doing the using.

Multiple modifiers

Too many modifiers: Do not pile up multiple adjectives (or nouns-turned-adjectives) in front of a noun (difficult to follow: "infected bird populations responses"; better: responses of infected bird populations).

References

In-text citations

- In most cases, enclose citations in text in parentheses.

"Human-modified habitats that look suitable but provide poor reproductive rewards are called ecological traps (Gates & Gysel 1978)." Instead of "According to Gates and Gysel (1978), human modified habitats"
- Use an ampersand (&) between author surnames (Gates & Gysel 1978) when the citation is parenthetical.
- When a citation is not parenthetical use *and* e.g., "Our results agree with predictions made by Wolf and Rhymer (2001)."
- For citations with more than two authors use et al. (Hatchwell et al. 1996). Do not italicize et al.
- List parenthetical citations chronologically and separate entries with a semicolon (Zorenstein et al. 1991; Waddell & Fretwell 2001).
- Multiple papers by the same author: (Cox et al. 1991, 1992; Chapman 2001, 2002)
- In press papers: (*In press* means the paper being cited has been officially accepted for publication. Provide the year the paper will be published in the text and in the Literature Cited use *in press* (in landscapes. Conservation Biology 17: in press).
- Papers in review: These papers must be cited as unpublished until the paper has been officially accepted and should not appear in the Literature Cited.
- Unpublished data: (C.S.C. & L.K., unpublished data) for the authors of the article and (R. Fowler, unpublished data; M. E. Soulé, personal communication) for others.
- Make sure all references cited in text are listed in Literature Cited and vice versa. When text citations do not match contents of Literature Cited publication is delayed.
- Avoid "in. lit." citations. Provide the original citations whenever possible.

Literature Cited section

- Spell out all journal titles in full. Titles are not italicized.
- "Submitted" papers and personal communications should not be in the Literature Cited; cite as unpublished data in the text (include full reference in parentheses in the text).
- Remove "Inc.," "Co.," etc. from reference in text and Lit. Cited: (SAS Institute 1998) not (SAS Institute, Inc. 1998).
- Conference proceedings and conference abstracts can be cited in Literature Cited only if they have a "publisher" and the location of said publisher can be provided. If not formally published, the publisher is the organization from which a copy can be obtained.

Sample citations

- **Institutions as authors:** Spell out name of the institution and include location of publisher. Example: World Wildlife Fund (WWF). 2002. Giant panda home ranges. WWF, Washington, D.C. or WWF (World Wildlife Fund). 2002. Title of work. WWF, Washington, D.C. How the institution is cited in Lit. Cited needs to match how it is cited in the text: WWF vs. World Wildlife Fund.
- **Journal articles:** Christensen, N. D., and J. Eu. 2003. Ecology of cranberry bogs: a case study. *Ecology* **59**:1147-1167, 1178-1187. For a supplement citation: **13**(supplement 1):172-180. If a paper is in press, the "in press" follows the journal title (i.e., *Ecology*: in press.).
- **Edited books:** Cran, B., C. Boy, and L. Shi. 1911. Native forest birds of Guam. Pages 4-8 in T. Wu and L. Lee, editors. *Flora and fauna of Guam*. 2nd edition. Tell Books, Ace, Ohio.
- **Reports:** Barnes, J., and S. Craig. 2003. Conservation status of riparian areas in southeastern Oregon. General technical report N-24. U.S. Fish and Wildlife Service, Portland, Oregon.
- **Internet citations:** Include the name of the sponsoring organization and their physical location. Example: Carne, A. 2003. The art of leaving well enough alone. National Science Teachers Association, Washington, D.C. Available from <http://www.nsta.org/art2/scienceandchildren> (accessed March 2002).

Supporting Elements (Tables, Figures, Appendices)

Number of elements

Strive for a ratio of no more than 1 supporting element to every 4 pages of text (text includes Literature Cited). Too many supporting elements is one of the most common problems we encounter. Publication of raw data, even in an appendix, is usually not vital to the results and conclusions of a study. If a table or figure has only a few data points, incorporate them into the text. Do not put more than one supporting element on a page.

Appendices

We discourage (but do not prohibit) the use of appendices and ask instead that interesting details and data be mentioned in the text, provided to readers on a Web site, or be made available upon request directly from an author (if a Web site is not available) (e.g., say in text "A list of all plant specimens sampled is available from <http://> . or J.B.K." [an author].)

Content

Tables and figures should be self-explanatory and should supplement (not duplicate) the text. A reader should be able to interpret tables and figures without referring to the text. This means all abbreviations and terms unique to your paper must be defined. Common statistical notations do not need to be defined. Use the same terminology in supporting elements as you did in the text.

Citation in text

Provide a summary or generalization of data and cite supporting elements parenthetically.

- Incorrect: Perception and tolerance indices are shown in Fig. 2.
- Correct: Cheetahs were increasingly perceived as a problem on farms, but the level of tolerance for them did not increase (Fig. 2).
- Spell out the word *figure* only at the beginning of a sentence; otherwise, abbreviate (e.g., Fig. 1).

Tables

- Legends need to be informative within 1 sentence. A list of column or row headings is not informative or sufficient. Use the legend and footnotes to fully inform readers.
- Define abbreviations (in footnote) even if they are already defined in text.
- If there is only one footnote, use an asterisk (*). If there is more than one footnote, use letters (^a, ^b, ^c, ...). Order footnotes alphabetically left to right and top to bottom.
- Bold type is not allowed in tables.
- Do not use grid lines on tables.

- If you have more than one table with the same data provided for, say, different species, combine the tables if you can. To set entries within a column apart from each other use indentation.
- Unless an entry is a complete sentence capitalize only the first word of the first entry in a row (exception is proper nouns) and do not use periods.
- Do not split tables into separate parts (e.g., Table 1a and Table 1b). Make separate tables or combine data under the same columns or rows.

Table Example

Table 1. Logistic-regression models built with .^a

Variable	Symbol	<i>p</i>	df
General model ^b	f_g	0.0015	3
landscape ruggedness	rug	0.0113	
forest cover (%)	bosque	0.0085	
Human model		<i>p</i>	df
human population	pob1	0.0113	
....			

<>

^aSignificance level of coefficients...

^bNext most parsimonious models at...

Figures

Figures that do not follow style are another common cause of delay in publication. Carefully adhere to the instructions below and refer to a recent issue of CB.

Figures must also be of very high quality. Jagged type, light type, type that is overlapping or too close together, shadings that cannot be differentiated, and lettering that is too small are examples of unacceptable features.

Supply us with figures in TIFF or EPS format (at least 300 dpi; 600 dpi is better for figures with lettering). The original quality of the figure will be reflected in the quality of the TIFF or EPS file. So, before transferring to TIFF or EPS make sure the quality of the figure in the original format is very high. We have to pass the cost of color printing on to authors: \$1400 per page.

Graphs

- Do not use top and right-hand axis lines if they do not have units associated with them.
- Do not enclose graphs in a square.
- Label all axes and include units of measure in the label: Number of species/km², Basal area (m²/ha).
- Note use of upper and lowercase letters in above example.
- Use a key instead of describing shading or shapes in the legend.
- Match typeface and type size among figures and make sure axis labels and units are not out of proportion (e.g., very large axis label and very small numbers along the axis).
- If a figure has more than one part that needs to be specifically identified, use lowercase letters. Make sure if the figure has letter labels they are used or referred to in the legend.
- If identifiers to be placed along the x-axis are long, slant them for easier reading (no vertical orientation).
- Significant figures along an axis need to match, i.e., 1.0, 2.5, 2.0 (not 1, 2.5, 2).
- The label for the y-axis should run vertically to the left of the numbers, and numbers should be horizontally oriented.
- Labels along both axis lines should be centered. Do not use color on line art (e.g., a graph) that will be published in black and white.

Maps

- Do not gratuitously include maps of the study area. Descriptions in text are often sufficient.
- Maps must have a scale.
- Make sure shadings can be differentiated.

Numbers and Statistical Elements

- Longitude and latitude (148° N, 78° W) (no periods)
- Percentages and degrees: use symbols.
- Spell out one through nine unless with units or in a series with like things over nine (be consistent within whole paragraphs). For 10 and up, use numerals.
- Fractions may be spelled out (one-half, one-third) unless used with units of measure (0.5 mm or 0.5 years).
- When less than one, use 0 before decimal point.
- Dates: 6 October 1987
- Numbered lists: (1) ; (2) ; and (3)
- Put a space between numbers and the unit of measure (6 m, 14 mL)
- p , probability; df, degrees of freedom; SE, standard error; SD, standard deviation, \pm^2 , chi square; F

Variables

- **Model variables:** Whole words used as a model variable are lowercase (e.g., species). Multiple-letter abbreviations that are not complete words are all capital letters (e.g., acceptable, DEM for digital elevation model; unacceptable, PATCH for patch area).
- Italicize all single-letter variables in equations, except for Greek letters. Variables of more than one letter are not italicized (e.g., RU, meaning reproductive units as opposed to *RU*, in which *R* and *U* are separate interacting terms).
- Define every variable used in equations.

Scientific names (not "Latin names")

- Common names: all lower case (creeping thistle, tiger); both words capitalized for birds (American Robin) except with hyphenated (Dark-eyed Junco, but Western Scrub-Jay); lowercase for birds of no particular species (e.g., swallows)
- Scientific names: In the Abstract and at first mention in the text use common name followed by scientific name (genus and species) in parentheses, cane toad (*Bufo marinus*).
- Plant scientific names: In the Abstract and at first mention in the text the author name should appear after the genus and species, e.g.,

Pyrrocoma radiata

Nutt. Author name may be abbreviated **or** spelled out in full. The author name should not appear in the title of the paper.

- Organisms: *Clarkia springvillensis* (first use); *C. springvillensis* (thereafter, even starting sentence); *Clarkia* spp. or sp. or var. (rom.).

Miscellaneous Style Points

- **Computer applications:** Initial cap only (i.e., Partition, ArcInfo) if the name of the program is a word. If the name is not a word, use all caps: SAS.
- **Footnotes:** Avoid footnotes in text unless footnoted material is lengthy (more than a paragraph long). Use parentheses instead.
- No trademark symbols
- Washington, D.C. (with periods)
- Regions: (U.S.): western states; the West; Southeast Asia; U.S. statistics, but statistics from the United States

Bibliography

Day, R.A. 1998. How to write and publish a scientific paper. 5th edition. Oryx Press, Westport, Connecticut.

Council of Biology Editors. 1994. Scientific style and format. 6th edition. University of Cambridge Press, Cambridge, United Kingdom.

University of Chicago Press. 2003. The Chicago manual of style. University of Chicago Press, Chicago.

Walsh, B. 2000. Lapsing into a comma. Contemporary Books, Lincolnwood, Illinois.

For more information contact [Ellen Main](#).

Oliveira, Juliana Rosa do Pará Marques de

Efeitos da fragmentação e perda de habitat sobre a brioflora epífita de sub-bosque de floresta atlântica: estudo de caso na estação ecológica Murici, Alagoas, Brasil / Juliana Rosa do Pará Marques de Oliveira. – Recife: O Autor, 2007.

62 folhas: il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Biologia vegetal, 2007.

Inclui bibliografia e anexo.

**1. Briófitas – Floresta atlântica – Alagoas 2. Perda de habitat
3. Efeito de borda 4. Fisionomia florestal I. Título.**