

MÉRCIA PATRÍCIA PEREIRA SILVA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E EFEITO DE BORDA EM BRIÓFITAS EPÍFITAS E
EPÍFILAS EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA**

RECIFE

2009

MÉRCIA PATRÍCIA PEREIRA SILVA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E EFEITO DE BORDA EM BRIÓFITAS EPÍFITAS E
EPÍFILAS EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Biologia Vegetal da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito para obtenção do Título de Mestre**

Orientadora: Kátia Cavalcanti Pôrto

Área de Concentração: Ecologia Vegetal

Linha de Pesquisa: Ecologia de Criptógamos

RECIFE

2009

Silva, Mércia Patrícia Pereira
Distribuição espacial e efeito de borda em briófitas epífitas e epifilas em um remanescente de floresta atlântica nordestina/ Mércia Patrícia Pereira Silva. – Recife: O Autor, 2009

91 folhas: il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Ciências Biológicas, 2009.

Inclui bibliografia

1. Briófitas-Mata Atlântica-Brasil,Nordeste. 2. Dossel. 3. Gradiente vertical. 4. Floresta Tropical | Título.

**582.32
588**

**CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)**

**UFPE
CCB – 2009- 40**

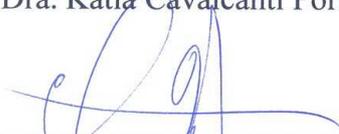
MÉRCIA PATRÍCIA PEREIRA SILVA

“DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E EFEITO DE BORDA
EM BRIÓFITAS EPÍFITAS E EPÍFILAS EM UM
REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA
NORDESTINA”.

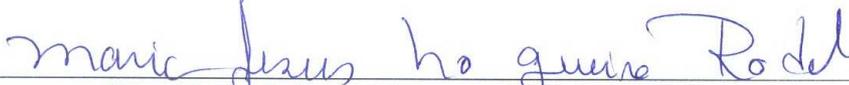
BANCA EXAMINADORA:



Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto (Orientadora) – UFPE



Dr. Charles Eugene Zartman – INPA-AM



Dra. Maria de Jesus Nogueira Rodal - UFRPE

Recife- PE
2009

*Minha terra tem palmeiras,
Onde canta o sabiá;
As aves que aqui gorjeiam,
Não gorjeiam como lá.
(Gonçalves Dias*)*

*Minha terra não tem palmeiras...
E em vez de um mero sabiá,
Cantam aves invisíveis
Nas palmeiras que não há.
(Mário Quintana*)*

* Reproduzido em Tonhasca (2005).

*Com muito carinho e gratidão,
ao meu companheiro e amigo,
Izac Sabino da Silva*

DEDICO

À minha família, meu porto seguro

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Obrigada a todos que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho. Agradeço:

A minha família, maior fonte de apoio, meus pais Reginaldo e Zilmar, meus irmãos Marcus e Cynthia, cunhada Edimara e sobrinha Melissa. Aproveito a ocasião para pedir desculpas pela minha ausência em momentos que não pude participar devido aos meus afazeres.

A Edna Maria (Bia), pelo carinho e amizade que sempre demonstrou por mim.

A meu companheiro e amigo Izac pela incondicional compreensão e apoio, mas principalmente, por tê-lo nos momentos mais difíceis. Obrigada!

A Dra. Kátia Cavalcanti Pôrto pela orientação, amizade e dedicação constantes.

A Gilcean e “Seu Chico” pela ajuda e alegria essenciais em campo.

A Leandro Agra pela ajuda na coleta do gradiente vertical e pela descontração em campo.

A Wanstampton Silva pelo auxílio na ascensão em árvores.

A Nívea Santos pela disponibilidade e presteza na ajuda para a realização e o entendimento das análises estatísticas.

A Clayton, Dayana, Flávia, Pedro, Polyana e Rafael por estarem presentes na minha vida.

Aos jatrofianos: Anacy, Daniele, Gabriel, Lenny, Luís, Mateus, Milena, Wanessa e Zezinho pelos tantos momentos de estresse e alegria (mais de alegria!) juntos.

Aos colegas de laboratório Carol, Emília, Juliana, Lisi Dámaris, Marcos e Sarah pelas palavras de incentivo, conselhos, conversas jogadas fora e por saber que posso sempre contar com vocês.

As professoras Marlene Barbosa e Iva Carneiro Leão Barros que tanto colaboraram com incentivos e conselhos para a minha formação acadêmica.

A Genilza e Hildebrando, funcionários do Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, pelo suporte técnico.

A Jailton Fernandes (IBAMA Murici, Alagoas) pelo fundamental apoio logístico durante as coletas de campo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de estudos e à Fundação O Boticário de Proteção À Natureza pelo apoio financeiro.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO 1 - Riqueza e Estratificação Vertical de Briófitas Epífitas:	Pág
Ensaio em um Remanescente de Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil	
Figura 1. Localização do remanescente e dos forófitos amostrados na Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.....	35
Figura 2. Esquema dos níveis de altura (Pócs 1982, com modificações) em uma árvore de dossel. Esquema modificado de ter Steege and Cornelissen (1989). Z1 = base; Z2 = tronco; Z3 = 1ª ramificação; Z4 = 2ª ramificação; Z5 = dossel externo.....	36
Figura 3. Mediana ± EP da riqueza total e das guildas de tolerância à luminosidade (a) e composição e diversidade ($H' \log 2$) (b) de briófitas epífitas por faixa de distância da borda no remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. I = 0 – 200 m; II = 201 – 400 m; III = 401- 600 m; IV = 601- 800 m; V = 801- 1084 m.....	37
Figura 4. Mediana ± EP da riqueza total e das guildas de tolerância à luminosidade (a) e composição e diversidade ($H' \log 2$) (b) de briófitas epífitas por zona de altura nos forófitos no remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. Z1 = base; Z2 = tronco; Z3 = 1ª ramificação; Z4 = 2ª ramificação; Z5 = dossel externo.....	38
Figura 5. Plot de ordenação NMS (nonmetric multidimensional scaling) para a matriz de composição de espécies sobreposta ao número de assinalamentos das espécies com > 5 assinalamentos. Z1 = base; Z2 = tronco; Z3 = 1ª ramificação; Z4 = 2ª ramificação; Z5 = dossel externo. ▲ = espécies generalistas; ● = típicas de sombra; ○ = típicas de sol. Ordenação baseada em uma solução bi-dimensional com estresse final de 3,23. A abreviação das espécies combina as três primeiras letras do gênero e do epíteto (ver Tabela 1 para lista de espécies).....	39

**MANUSCRITO 2 - Estrutura Espacial de Comunidades de Briófitas no
Gradiente Margem-Núcleo em um Remanescente de Floresta Atlântica do
Nordeste Brasileiro**

Figura 1. Localização do remanescente e dos plots amostrados na Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.....	76
Figura 2. Média dos parâmetros ambientais \pm DP nas faixas de distância da borda do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. I = 0 – 200 m; II = 201 – 400 m; III = 401- 600 m; IV = 601- 800 m; V = 801- 1084 m..	77
Figura 3. Mediana \pm EP da riqueza total e diversidade de briófitas, riqueza das epífitas e epífilas e das guildas de tolerância à luminosidade em relação à faixa de distância da borda do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.. I = 0 – 200 m; II = 201 – 400 m; III = 401- 600 m; IV = 601- 800 m; V = 801- 1084 m.....	78
Figura 4. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise Canônica de Correspondência para as espécies de briófitas (> 5 assinalamentos) do sub-bosque do fragmento da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. \blacktriangle = espécies generalistas; \bullet = típicas de sombra; \circ = típicas de sol. A abreviação das espécies combina as três primeiras letras do gênero e do epíteto (ver Tabela 1 para a lista de espécies).....	79

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO 1 - Riqueza e Estratificação Vertical de Briófitas Epífitas: Ensaio em um Remanescente de Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil **Pág**

Tabela 1. Ocorrência total e por nível de altura nos forófitos e tolerância à luminosidade das espécies de briófitas epífitas do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. Números entre parênteses significam, respectivamente, número de gêneros e espécies. Z1 = base; Z2 = tronco; Z3 = 1ª ramificação; Z4 = 2ª ramificação; Z5 = dossel externo..... 31

Tabela 2. Número de espécies de briófitas epífitas observadas (Sobs), singletons e doubletons, espécies estimadas (Chao 2) e porcentagem de coletadas por forófito no remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil..... 34

MANUSCRITO 2 - Estrutura Espacial de Comunidades de Briófitas no Gradiente Margem-Núcleo em um Remanescente de Floresta Atlântica do Nordeste Brasileiro

Tabela 1. Características microambientais dos pontos de coleta, ordenadas por faixa de distância da borda, do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil..... 70

Tabela 2. Frequência total e por comunidade e tolerância à luminosidade dos táxons de briófitas registrados para o remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. Valores entre parênteses indicam número de gêneros e espécies, respectivamente. EPT = Epífitas; EPL = Epífilas..... 72

Tabela 3. Coeficientes de Regressão múltipla (valores de R^2 , β e p) entre as variáveis brioflorísticas e as ambientais do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. Valores em negrito indicam significância estatística..... 75

SUMÁRIO

	Pág.
AGRADECIMENTOS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
1. APRESENTAÇÃO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
<i>2.1 Florestas Tropicais: fragmentação e efeito de Borda</i>	2
<i>2.2 Comunidades de briófitas, fragmentação e efeito de borda</i>	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
4. MANUSCRITO 1 - Riqueza e Estratificação Vertical de Briófitas Epífitas: um Ensaio em um Remanescente de Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil	13
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	16
Material e Métodos	18
Resultados	20
Discussão	21
Agradecimentos	25
Referências bibliográficas	25
Tabelas e Figuras	30
Anexos	40
5. MANUSCRITO 2 - Estrutura Espacial de Comunidades de Briófitas no Gradiente Margem-Núcleo em um Remanescente de Floresta Atlântica do Nordeste Brasileiro	48

Resumo	49
Abstract	50
Introdução	50
Material e Métodos	52
Resultados	55
Discussão	57
Agradecimentos	61
Referências bibliográficas	62
Tabelas e Figuras	69
Anexos	80
6. CONCLUSÕES GERAIS	89
7. RESUMO	90
8. ABSTRACT	91

1. APRESENTAÇÃO

Briófitas são criptógamas atraqueófitas, representadas por hepáticas, antóceros e musgos, que pertencem às divisões Marchantiophyta, Anthocerotophyta e Bryophyta, respectivamente (Shaw and Goffinet, 2000). São consideradas eficientes bioindicadoras e biomonitoras, tendo em vista que, devido à ausência de cutícula epidérmica, absorvem diretamente água, nutrientes e poluentes do ar, sendo, portanto, influenciadas pelo teor hídrico e condições ambientais externas (Proctor, 1990).

Contribuem significativamente para a biodiversidade mundial, sendo o segundo maior grupo de plantas, perdendo apenas para as Magnoliophyta, fanerógamas (350.000 espécies). Compreendem entre 15.000 (Gradstein et al., 2001) e 25.000 espécies (Crum, 2001), e ocorrem em todos os continentes e locais habitados por plantas fotossintetizantes, exceto o marinho (Glime, 2006). No entanto, é nas Florestas Úmidas onde o grupo alcança maior diversidade, devido, principalmente, a grande complexidade e variedade de microhabitats e nichos especializados (Gradstein et al., 2001; Raven et al., 2007).

No Brasil, as Florestas Úmidas estão representadas pela Floresta Amazônica e Floresta Atlântica. Esta última se destaca por ser o Domínio de maior diversidade de briófitas no Brasil (Gradstein et al., 2001). Apesar do elevado número de espécies e do alto grau de endemismo, a Floresta Atlântica é alvo de intensa devastação, sendo o Domínio mais alterado em território brasileiro, restando atualmente menos de 7% de sua área original (Tabarelli et al., 2002; Pinto and Brito 2003). A junção desses fatores faz com que a Floresta Atlântica seja considerada um Hotspot da diversidade biológica (Myers et al., 2000).

Dentre as regiões de ocorrência da Floresta Atlântica, a Nordeste é a mais devastada, onde restam menos de 2% da área original (56.400 Km²) (Silva and Tabarelli, 2000; Tabarelli et al., 2002). Essa situação é agravada pelo fato de que a maioria dos remanescentes apresenta pequeno tamanho (<100 ha), são pouco estudados e sem proteção (Ranta et al., 1998).

As briófitas, por serem vulneráveis às mudanças ambientais, podem ser utilizadas na avaliação dos efeitos da fragmentação do habitat, principalmente a comunidade epífila (colonizadora de folhas), que é mais sensível às condições ambientais do que a maioria dos grupos vegetais que ocorrem em Florestas Tropicais (Pócs, 1996; Zartman, 2003).

Foi objetivo desse estudo avaliar os impactos da fragmentação, particularmente da criação de borda, sobre as comunidades de briófitas epífitas e epífilas em um remanescente de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. Os resultados são apresentados em dois manuscritos

que abordam as seguintes temáticas: riqueza e padrões de distribuição de briófitas epífitas no gradiente vertical (Manuscrito 1) e composição, riqueza, diversidade de briófitas epífitas e epífilas no sub-bosque em relação ao gradiente margem-núcleo no remanescente estudado (Manuscrito 2). Os capítulos estão formatados seguindo as normas dos periódicos para os quais serão submetidos à publicação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Florestas Tropicais: fragmentação e efeito de Borda

A expansão das atividades sócio-econômicas tem causado efeitos deletérios aos ecossistemas em todo o mundo e tem sido apontada como a principal responsável pela destruição e modificação dos habitats naturais. Diversos fatores de degradação antrópica, como expansão agropecuária, especulação imobiliária, corte seletivo de madeira e caça ilegal, fazem com que paisagens intensamente danificadas sejam comuns tanto no hemisfério norte quanto no sul (Skole and Tucker, 1993).

Dentre os ambientes mais perturbados ou destruídos pela ação antrópica destacam-se as Florestas Tropicais, que abrigam pelo menos a metade do total das espécies vegetais e animais existentes no planeta (Myers, 1997; Primack and Rodrigues, 2001). Atualmente, estima-se que ca. 180.000 km² de Florestas Tropicais sejam perdidos por ano, sendo 80.000 km² totalmente destruídos e 100.000 km² degradados, de tal forma que a composição de espécies e, conseqüentemente, seus processos e interações, são altamente modificados (Primack and Rodrigues, 2001).

No Brasil, esse bioma está representado pela Floresta Amazônica, situada na Região Norte, e pela Floresta Atlântica, em toda a costa do País. Na primeira, os processos de degradação florestal vêm ocorrendo nos últimos 30 anos (Skole and Tucker, 1993), enquanto que a Floresta Atlântica sofre ininterruptamente com o desflorestamento desde a colonização do Brasil (Dean, 1996).

A Floresta Atlântica brasileira apresenta atualmente uma paisagem fragmentada, sendo os remanescentes bastante isolados por culturas diversas e, na sua grande maioria, de pequeno tamanho (Ranta et al., 1998). A exploração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) marcou o início da sua degradação, seguido pelos ciclos agrícolas do café e da cana-de-açúcar (Tabarelli et al., 2005). Estudos ressaltam que a sobrexploração dos recursos florestais por populações humanas (madeira, frutos, lenha e caça) e a exploração da terra (pastos,

agricultura e silvicultura) são as causas imediatas da perda de habitat nesse Domínio (Dean, 1996; Tonhasca, 2005).

Atualmente, a Floresta Atlântica está reduzida a 5% da sua área original, com ca. 102.000 km² restantes (Myers, 1997). Esse quadro crítico faz com que o ecossistema seja o segundo mais ameaçado de extinção do mundo, perdendo apenas para a quase extinta floresta da ilha de Madagascar na costa da África (Rede de ONGs da Mata Atlântica, 2006). Como consequência, essa floresta foi classificada como um Hotspot, por abrigar mais de 60% das espécies terrestres do planeta e representar apenas 1,4% da superfície terrestre (Myers et al., 2000). A maior parte dos seus remanescentes florestais, especialmente inserdos em paisagens intensamente cultivadas, encontra-se na forma de pequenos fragmentos (< 100ha), altamente perturbados, isolados, pouco conhecidos e com frágil proteção, inclusive nas áreas legalmente resguardadas (Ranta et al., 1998; Viana and Pinheiro, 1998; Gascon et al., 2000; Tabarelli et al., 2004).

Uma das consequências do inexorável ritmo de desmatamento das Florestas Tropicais em todo mundo é a crescente fragmentação das suas áreas remanescentes (Tonhasca, 2005). A fragmentação florestal por causas não naturais é o processo pelo qual as florestas são divididas em remanescentes de menores extensões e convertidos a porções isoladas em meio a uma matriz diferente do habitat original (Cerqueira et al., 2003). Este fenômeno tornou-se um dos principais enfoques nos estudos de conservação biológica haja visto que é considerado sinônimo da perda de diversidade biológica (Hill and Curran, 2001; Fahrig, 2003; Huerta, 2007).

A fragmentação florestal traz diversos prejuízos aos ecossistemas naturais (Laurance, 1990; Tabarelli et al., 1999). A criação dos fragmentos faz com que habitats do núcleo, antes isolados, tornem-se expostos às condições externas, o que altera severamente o microclima, como variabilidade térmica e qualidade espectral de luz (Kapos, 1989). Estudos afirmam que também são observados: redução de umidade (Kapos, 1989; Kapos et al., 1997, Turton and Freiburger, 1997), maior incidência de ventos de grande velocidade e facilitação de incêndios (Murcia, 1995; Cochrane and Schultze, 1999).

Com o aumento da fragmentação, as populações são reduzidas, os padrões de dispersão e migração são interrompidos, a entrada e saída de energia dos ecossistemas são alteradas, acarretando um decréscimo de populações vegetais características de floresta primária, proliferação de espécies generalistas e ruderais, perda de biomassa vegetal e deriva

genética e, em progressiva erosão, da diversidade biológica (Kapos, 1989; Kapos et al., 1997; Laurance, 1997; Laurance and Bierregaard, 1997).

Adicionalmente, a fragmentação tem outras conseqüências ecológicas importantes, resultado da modificação das condições microclimáticas na zona de transição entre a floresta e a área desmatada: o aumento da proporção da zona de borda dos fragmentos. As bordas são áreas onde a intensidade dos fluxos biológicos entre as unidades de paisagem se modifica de forma abrupta, devido à mudança abiótica repentina das matrizes para os fragmentos e vice-versa, sendo o seu efeito variável dependendo do grupo de organismos em análise (Murcia, 1995; Laurance et al., 1997; Laurance et al., 2002; Ries et al., 2004).

A criação de bordas faz com que essas áreas sejam mais acessíveis a pessoas e, portanto, mais vulnerável a ações predatórias como caça, invasão de gado e queimada. Além disso, a penetração da luz e a velocidade do vento são maiores na borda devido a ausência da barreira protetora formada pelas árvores contíguas. Isto desencadeia aumento da temperatura, luminosidade e turbulência do vento, enquanto a umidade é reduzida (Kapos, 1989). Dessa forma, o estudo do efeito de borda é um componente chave para entender como a estrutura da paisagem influencia a qualidade do habitat (Ries et al., 2004).

Segundo Murcia (1995), existem três tipos de efeitos de borda: (1) abióticos, envolvendo mudanças nas condições ambientais resultantes da proximidade da matriz estruturalmente dissimilar (aumento da temperatura e da velocidade do vento e diminuição da umidade, por exemplo); (2) biológicos diretos, que envolvem mudanças na abundância e na distribuição das espécies, causadas diretamente pelas condições físicas com a proximidade da borda e determinadas pela tolerância fisiológica das espécies às condições da borda; (3) biológicos indiretos, envolvendo mudanças nas interações entre as espécies, como predação, parasitismo, competição, herbivoria, polinização e dispersão de sementes.

No entanto, esses efeitos não ocorrem de forma abrupta dentro do fragmento. As bordas são caracterizadas por gradientes bióticos e abióticos distintos (Harper et al., 2005) e o fluxo de energia das bordas através desse gradiente tem sido comparado ao movimento de uma membrana semipermeável (Wiens et al., 1985; Forman, 1995). Além disso, dependendo da estrutura do fragmento, por exemplo, tamanho e forma, a área de influência da borda pode ser um componente dominante, com sua intensidade variando de 35 até 500m para o interior do fragmento (Laurance et al., 2002; Harper et al., 2005).

Assim, avaliar as conseqüências da fragmentação e do gradiente da borda em relação a ecologia, distribuição e dinâmica de espécies nos remanescentes de Floresta Atlântica é uma ferramenta fundamental para subsidiar questões práticas que visam a mitigação dos atuais processos de extinção da biodiversidade nesse Domínio.

2.2 Comunidades de briófitas, fragmentação e efeito de borda

As briófitas são plantas pequenas, atraqueófitas, em íntima associação com o substrato (Proctor, 1979), e fortemente influenciadas pelas condições microclimáticas, devido a sua natureza poiquilohídrica (i.e., não possuem mecanismos especializados para a regulação e perda de água; Proctor, 1979; Schofield, 1985). Podem ser classificadas de acordo com o tipo de substrato que ocupam (Richards, 1984), sendo epífitas aquelas que colonizam troncos vivos, epífilas as que colonizam folhas e epíxilas as de tronco morto.

Cada uma dessas comunidades responde de forma distinta à degradação do habitat (Gradstein et al., 2001). As epífilas seguidas pelas epífitas, são as primeiras a desaparecerem com a perturbação (Gradstein et al., 2001). Por sua vez, as epíxilas parecem ser apenas mais ameaçadas que as saxícolas e as terrícolas (Vána, 1996).

Características especiais adaptadas ao seu hábito fazem com que as epífilas apresentem maior sensibilidade à degradação ambiental, como rizóides geralmente diferenciados em um grande disco adesivo, que funciona como um apressório, e garante uma fixação mais firme ao substrato; gemas e propágulos, que representam um meio de dispersão a curta ou longa distância; e neotenia, que consiste na retenção de características juvenis no gametófito adulto, interpretada como uma adaptação a substratos efêmeros (Schofield, 1985; Gradstein, 1997).

As características intrínsecas das briófitas, aliadas à alta taxa de regeneração e condição haplóide dominante, fazem com que estas plantas sejam ideais para estudos de impactos da fragmentação do habitat em processos ecológicos e evolucionários (Pharo and Zartman, 2007). Apesar de pouco estudadas em relação às Angiospermas, as briófitas oferecem uma combinação de características de história de vida que facilita o entendimento dos impactos da fragmentação, tanto em nível local quanto regional (Pharo and Zartman, 2007).

A interferência antrópica, além de outros fatores, como precipitação, temperatura, umidade e nebulosidade, influencia de maneira significativa estas plantas, tendo em vista que

o processo de degradação resultante das atividades humanas vem tornando os microambientes favoráveis para o desenvolvimento do grupo cada vez mais escassos.

Trabalhos abordando o efeito nocivo da degradação ambiental na brioflora têm sido intensificados nas últimas décadas (Pócs, 1980; Kantvilas and Jarman, 1993; Acebey et al., 2003; Germano, 2003; Zartman, 2003; Alvarenga and Pôrto, 2007; Silva and Pôrto, in press). Essas pesquisas confirmam que, de modo semelhante a outros organismos, a fragmentação e a degradação do habitat têm ocasionado a perda de riqueza e diversidade desse grupo de plantas.

Frente a essas observações, pode-se concluir que as mudanças abruptas na condição microclimática do fragmento advindas das bordas, associada à exposição a diferentes condições da matriz circundante influenciam o crescimento e o estabelecimento das briófitas, podendo culminar em uma perda considerável de espécies (50% ou mais) em florestas primárias, especialmente das intolerantes à dessecação (Costa, 1999; Baldwin and Bradfield, 2005).

Uma outra consequência deletéria do efeito de borda é a mudança na distribuição das espécies, que resulta em uma modificação de nicho das epífitas ao longo da estrutura vertical da arquitetura da floresta (Acebey et al., 2003; Zartman, 2003). O sub-bosque, devido ao aumento na radiação solar causada pela alta taxa de mortalidade de árvores na borda, passa a oferecer condições secas e somente consegue abrigar espécies tolerantes à dessecação, comuns ao dossel de uma floresta intacta (Kapos, 1989; Laurance et al., 2001).

Com base nos poucos estudos acerca desse tema pertinentes às briófitas, as respostas obtidas sobre efeito de borda não têm seguido um padrão uniforme (Baldwin and Bradfield, 2005; Gignac and Dale, 2005). Por exemplo, Norton (2002) detectou o efeito de borda até os 70 primeiros metros em uma floresta temperada da Nova Zelândia. Por sua vez, Moen and Jonsson (2003) em floresta boreal com cobertura de *Picea abies* L. estimou para hepáticas epífilas a influência da borda de ca. 50m, embora tenha observado respostas bastante específicas. Já Hylander (2005) reportou grandes diferenças entre borda (0-4m) e interior (45-80m) no crescimento de duas espécies de musgo (*Hylocomium splendens* (Hedwig) Schimper e *Hylocomiastrum umbratum* (Hedw.) Fleisch.) em uma floresta boreal no norte da Suécia.

Estes autores ainda alertam para a forte correlação existente entre os efeitos de borda com o tamanho de fragmento. Na floresta Amazônica, Zartman and Nascimento (2006) concluíram que os efeitos de área explicaram melhor as diferenças na abundância das espécies

epífilas entre fragmentos pequenos ($\leq 10\text{ha}$) e grandes ($\geq 100\text{ha}$) do que a proximidade da borda.

Para a Floresta Atlântica, um estudo foi realizado pelo grupo de pesquisa do Laboratório Biologia de Briófitas em dez fragmentos de diversos tamanhos e formas na Estação Ecológica de Murici, Alagoas. Foram analisadas briófitas epífitas, epíxilas e epífilas de sub-bosque nos primeiros 100 metros da margem. Para as três comunidades briofíticas, em todos os fragmentos, não houve efeito de borda ou este foi superior à largura da faixa examinada (100m) (Alvarenga and Pôrto, dados não publicados; Silva and Pôrto in press).

Considerando a relevância desse tema, sobretudo para a região neotropical, este trabalho visou estudar as alterações na estrutura de comunidades, de sub-bosque e dossel, de briófitas epífitas e epífilas com a distância da borda em um dos maiores remanescentes de Floresta Atlântica nordestina.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acebey, A., Gradstein, S.R., Krömer, T., 2003. Species diversity and habitat diversification of epiphytic bryophytes in submontane forest and fallows in Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 19, 9-18.
- Alvarenga, L.D.P., Pôrto, K.C., 2007. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* 34(3), 415-427.
- Baldwin, L.K., Bradfield, G.E., 2005. Bryophyte community differences between edge and interior environments in temperate rain-forest fragments of coastal British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research* 35, 580-592.
- Cerqueira, R., Brant, A., Nascimento, M.T., Pardini, R., 2003. Fragmentação: Alguns Conceitos, in: Rambaldi, D.M., Suárez de Oliveira, D.A. (Eds), *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas*. MMA/SBF, Brasília, pp. 24-40.
- Cochrane, M.A., Schultze, M.D., 1999. Fire as a recurrent event in tropical forests of the eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. *Biotropica* 31, 2-16.

- Costa, D.P., 1999. Epiphytic Bryophyte Diversity in Primary and Secondary Lowland Rainforest in Southeastern Brazil. *Bryologist* 102, 320-326.
- Crum, H., 2001. Structural Diversity of Bryophytes. University of Michigan Herbarium, Ann Arbor.
- Dean, W., 1996. A ferro e fogo: a história da devastação da Mata Atlântica Brasileira. Companhia das Letras, São Paulo.
- Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34, 487 – 515.
- Forman, R.T.T., 1995. Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gascon, C., Williamson, G.B., Fonseca G.A.B., 2000. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*: 288, 1356-1358.
- Germano, S.R., 2003. Florística e Ecologia das Comunidades de Briófitas em um Remanescente de Floresta Atlântica (Reserva Ecológica de Gurjaú, Pernambuco, Brasil). Tese de doutorado, Curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFPE, Recife.
- Gignac, L.D., Dale, M.R.T., 2005. Effects of fragment size and habitat heterogeneity on cryptogam diversity in the Low-boreal forest of Western Canada. *Bryologist* 108, 50-66.
- Glime, J.M., 2006. Bryophyte Ecology. Michigan Technological University. Publicado online em www.bryoecol.mtu.edu/. Acessado em 12 de Novembro de 2008.
- Gradstein, S.R., 1997. The taxonomic diversity of epiphyllous bryophytes. *Abstracta Botanica* 21(1), 15-19.
- Gradstein, S.R., Churchill, S.P., Salazar, A.N., 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 86, 1-577.
- Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D.; Jaiteh, M.S., Esseen, P.A., 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19(3), 768-782.

- Hill, J.L., Curran, P.J., 2001. Species composition in fragmented forests: conservation implications of changing forest area. *Applied Geography* 21, 157–174.
- Huerta, M.A.O., 2007. Fragmentation patterns and implications for biodiversity conservation in three biosphere reserves and surrounding regional environments, northeastern Mexico. *Biological Conservation* 134, 83–95.
- Hylander, K., 2005. Aspect modifies the magnitude of edge effects on bryophyte growth in boreal forests. *Journal of Applied Ecology* 42, 518-525.
- Kantvilas, G., Jarman, S.J., 1993. The cryptogamic flora of an isolated rainforest fragment in Tasmania. *Botanical Journal of Linnean Society* 111, 211-228.
- 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., Ganade, G., 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia, in: Laurance, W.F., Bierregaard, Jr R.O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 33-44.
- Laurance, W.F., 1990. Comparative responses of 5 arboreal marsupials to tropical forest fragmentation. *Journal of Mammalogy* 71(4), 641-653.
- Laurance, W.F. 1997. Hyper-disturbed parks: edge effects and the ecology of isolated rainforest reserves in Tropical Australia. in: Laurance, W.F., Bierregaard, Jr R.O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 71-83.
- Laurance, W.F., Bierregaard, Jr. R.O., 1997. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago.
- Laurance, W.F., Laurance, S.G, Ferreira, L.V., Rankin-de Merona, J.M., Gascon, C., Lovejoy, T.E., 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science* 278, 1117-1118.
- Laurance, W.F., Albernaz, A.K.M., Da Costa, C., 2001. Is deforestation accelerating in the Brazilian Amazon? *Environmental Conservation* 28(4), 305-311.
- 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., Sampaio, E., 2002. Ecosystem

- decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 13(3), 605-618.
- Moen, J., Jonsson, B.G., 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 of Ecology Evolution* 10, 58-62.
- Myers, N., 1997. Florestas Tropicais e suas Espécies, Sumindo, Sumindo, Sumindo...?, in: Wilson, E.O. (Ed), *Biodiversidade*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, pp. 89-97.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403, 853-858.
- Norton, D.A., 2002. Edge effects in a lowland temperate New Zealand rainforest. *Doc Science Internal Series* 27, 1-33.
- Pharo, E.J., Zartman, C.E., 2007. Bryophytes in a changing landscape: The hierarchical effects of habitat fragmentation on ecological and evolutionary processes. *Biological Conservation* 135, 315-325.
- Pinto, L.P.S.; Brito, M.C.W., 2003. Dynamics of Biodiversity Loss in the Brazilian Atlantic Forest: an Introduction, in: Galindo-Leal; C., Câmara, I.G. (Orgs), *State of the Hotspots: The Atlantic Forest of South America*. Island Press, Washington, DC, pp. 27-30.
- Pócs, T., 1980. The epiphytic biomass and its effect on the water balance of two rain forest types in the Uluguru Mountains (Tanzania, East Africa). *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungarica* 26 (1-2), 143-167.
- Pócs, T., 1996. Epiphyllous liverworts diversity at worldwide level and its threat and conservation. *Anales Instituto Biología Universidad Nacional Autónoma* 67(1), 109-127.
- Primack, R.B., Rodrigues, E., 2001. *Biologia da Conservação*. E. Rodrigues, Londrina.
- Proctor, M.C.F., 1979. Structure and eco-physiological adaptation in bryophytes, in: Clarke, G.C.S., Duckett, J.G. (Eds), *Bryophyte Systematics*. Academic Press, London, pp. 479-509.
- Proctor, M.C.F., 1990. The physiological basis for bryophyte production. *Botanical Journal of the Linnean Society* 104,61–77.

- Ranta, P., Blom, T., Niemelä, J., Joensuu, E., Siitonen, M., 1998. The Atlantic Rain Forest of Brasil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7, 385-403.
- Raven, F.C., Evert, R.T., Eichhorn, S.E., 2007. *Biologia Vegetal*, 7th edição. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro.
- Rede de ONGs da Mata Atlântica, 2006. *Mata Atlântica, uma rede pela floresta*. Campanili, M., Prochnow, M. (Orgs). RMA, Brasília.
- Richards, P.W., 1984. The Ecology of Tropical Forest Bryophytes, in: Schuster, R.M. (Ed), *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory, Nichinan, pp. 1233-1270.
- Ries, L., Fletcher, R.J., Battin, J., Sisk, T., 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35, 491-522.
- Schofield, W.B., 1985. *Introduction to Bryology*. MacMillan Publishing, New York.
- Shaw, A.J., Goffinet, B., 2000. *Bryophyte biology*. Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge.
- Silva, M.P.P., Pôrto, K.C., 2009. Effect of fragmentation on the community structure of epixylic bryophytes in Atlantic Forest remnants in the Northeast of Brazil. Publicado online em <http://www.springerlink.com/content/p533620v86711q13>. Acessado em 12 de Novembro de 2008.
- Silva, J.M.C. DA, Tabarelli, M., 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. *Nature* 404, 72-74.
- Skole, D., Tucker, C., 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1978 to 1988. *Science* 260,1905-1910.
- Tabarelli, M., Mantovani, W., Peres, C.A., 1999. Effects of Habitat Fragmentation on Plant Guild Structure in the Montane Atlantic Forest Southeastern Brazil. *Biological Conservation* 91, 119-127.
- Tabarelli, M., Marins, J.F., Silva, J.M.C., 2002. La biodiversidad brasileña amenazada. *Investigación y Ciencia* 308, 42-49.
- Tabarelli, M., Silva, J.M.C., Gascon, C., 2004. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodiversity and Conservation* 7, 1419-1425.

- Tabarelli, M., Pinto, L.P., Silva, J.M.C., Hirota, M., Bedê, L., 2005. Challenges and Opportunities for Biodiversity Conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology* 19(3), 695–700.
- Tonhasca, Jr.A., 2005. *Ecologia e Historia Natural da Mata Atlântica*. Ed. Interciência, Rio de Janeiro.
- Turton, S.M., Freiburguer, H.J., 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small Tropical Forest Remnant on the Atherton Tableland, Northeastern Australia, in: Laurance, W.F., Bierregaard, Jr.R.O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 45-54.
- Vána, J., 1996. Notes on the Jungermaniineae of the World. *Anales del Instituto de Biología, ser. Botanica* 67, 99-107.
- Viana, V.M., Pinheiro, L.A.F.V., 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12, 25-42.
- Wiens, J.A., Crawford, C.S., Gosz, J.R., 1985. Boundary dynamics - a conceptual-framework for studying landscape ecosystems. *Oikos* 45(3), 421-427.
- Zartman, C.E., 2003. Habitat Fragmentation Impacts on Epiphyllous Bryophyte Communities in Central Amazonia. *Ecology* 84, 948-954.
- Zartman, C.E., Shaw A.J., 2006. Metapopulation extinction thresholds in rainforest remnants. *The American Naturalist* 167, 177-189.

4. MANUSCRITO 1

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL DE BRIÓFITAS
EPÍFITAS EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA DO
NORDESTE DO BRASIL**

Artigo a ser submetido ao periódico

Plant Ecology

para publicação

Distribuição vertical e horizontal de briófitas epífitas em um remanescente de Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil

Mércia Patrícia Pereira Silva · Kátia Cavalcanti Pôrto

Palavras-chave: dossel, gradiente vertical, brioflora, conservação, Floresta Tropical

¹**Resumo** A composição, riqueza, e diversidade de briófitas epífitas foram estudadas em 15 forófitos de dossel em relação à distância da borda em um fragmento de Floresta Atlântica da Estação Ecológica de Murici, Alagoas (Lat. 09°11'05" – 09°16'48"S; Long. 35°45'20-35°55'12"O). O fragmento apresenta 2.628ha e largura máxima de ca. 2.000m. Foram sorteados aleatoriamente em toda extensão do fragmento 15 pontos geográficos distribuídos em cinco faixas de distância (três em cada uma) em função da borda: 0-200m, 201-400m, 401-600m, 601-800m, 801-1100m. Os pontos foram localizados em campo com GPS e, em cada um, foi selecionada uma fanerógama arbórea de dossel. Os forófitos foram escalados utilizando técnicas verticais de ascensão para coleta de uma amostra de briófitas em cada uma das cinco zonas de altura: base, tronco, 1ª ramificação, 2ª ramificação e dossel externo. Os parâmetros brioflorísticos foram comparados entre as zonas de altura nos forófitos e as faixas de distância da borda através de Análise de Variância. Foram registradas 78 espécies, obtendo-se a maior riqueza e diversidade na zona do tronco. Neste inventário estimou-se 75% da representatividade da brioflora do remanescente e determinou-se que um pequeno número de forófitos não foi suficiente para a amostragem de uma real composição florística. Não foi constatada contribuição expressiva do dossel na riqueza, diversidade e na distribuição espacial das briófitas como é recorrente na literatura para Florestas Tropicais Úmidas. O dossel externo apresentou praticamente o mesmo número de espécies da base, o que demonstra que os estratos inferiores têm grande importância para a diversidade local. Não houve diferença significativa dos parâmetros brioflorísticos entre as zonas e entre as faixas de distância da borda. Esses resultados evidenciam a não estratificação de espécies no gradiente vertical e

M. P. P. Silva (✉) · K. C. Pôrto

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Av. Prof. Moraes Rego s/n - Cidade Universitária, 50670 – 901, Recife, PE, Brazil;

e-mail: merciapps@yahoo.com.br, fax: (55) (81) 21268941

sugerem que a distância da borda não é suficiente para explicar a distribuição da brioflora local. Este fato evidencia a elevada diversidade beta do local, ou seja, a alta substituição de espécies de um microhabitat para outro, o que é característico de Florestas Tropicais Úmidas. Sendo assim, a própria heterogeneidade ambiental do remanescente pode ser um fator importante da falta de diferenciação do gradiente vertical e entre a borda e o interior.

Keywords: canopy, edge effects, bryophyte flora, conservation, Tropical Rain Forest

Abstract

The composition, richness, and diversity of epiphyte bryophytes were studied in 15 canopy phorophytes in relation to the distance of the edge in a fragment of Atlantic Forest of the Ecological Station of Murici, Alagoas (Lat. 09°11 ' 05 '' – 09°16 ' 48 '' S; Long. 35°45 '20-35°55' 12 '' O). The fragment presents 2.628ha and maximum width of 2.000m. Fifteen geographical points were randomized in whole extension of the fragment end distributed in five edge distance zones (three in each one): 0-200m, 201-400m, 401-600m, 601-800m, 801-1100m. The points were located in field with GPS and, in each one, an canopy phorophyte was selected. The phorophytes were scaled, each one, using vertical ascension techniques for bryophyte sampling in five height zones: base, trunk, 1st branching, 2nd branching and outer canopy. The bryophyte parameters were compared between the phorophytes height zones and the edge distance zones through Analysis of Variance. 78 species were registered, being the greatest richness and diversity obtained in the trunk zone. In this survey there was appreciated 75% of the representativeness of the bryophyte flora in the remnant and it was determined that a small number of phorophytes was not sufficient for the sampling a real floristic composition. Expressive contribution of the canopy was not noted in the richness, diversity and in the special distribution of the bryophytes as it is recurrent in the literature for Tropical Rain Forests. The outer canopy presented practically the same species number of the base, demonstrating that the inferior strata have great importance for the local diversity. There was no significant difference of the bryophyte parameters between the height zones and the edge distance zones. These results demonstrate the not stratification of species in the vertical gradient and suggest that the edge distance is not sufficient to explain the distribution of the local bryophyte flora. This fact evidence that the elevated β -diversity of the area, in other words, the high turnover of a microhabitat for other, which is characteristic of Tropical Rain

Forests. Being so, the environmental heterogeneity of the remainder per se can be an important factor of the lack of differentiation in the vertical gradient and between the edge and the interior.

Introdução

As Florestas Tropicais Úmidas abrigam uma maior diversidade de briófitas comparativamente a qualquer outro ecossistema no mundo, devido à sua complexidade estrutural e, conseqüente, variedade de microhabitats (Gradstein and Pócs 1989; Gradstein 1995). Estima-se que esse Bioma comporte mais da metade das espécies de briófitas do Neotrópico (Gradstein 1992a).

Nas Florestas Tropicais Úmidas, as briófitas se destacam pela sua grande representatividade como epífitas (Richards 1984; Uniyal 1999) e são componentes chaves na riqueza de espécies, como fonte de alimento e como habitat para muitos organismos (Gradstein et al. 2003). Também apresentam a importante função de reter água e nutrientes, já tendo sido registradas taxas de 81% de retenção de água e 50% de fixação de nutrientes (Chang et al. 2002).

Trabalhos sobre a riqueza do grupo, padrões de distribuição vertical e especificidade de sítio eram limitados muitas vezes a ramos e árvores caídas (Costa 1999) e a inventários de sub-bosque (Pôrto et al. 2006; Alvarenga and Pôrto 2007), enquanto o dossel era sub-amostrado. Essas limitações foram superadas pelo desenvolvimento de técnicas de acesso ao dossel, aumentando informações sobre a distribuição vertical das briófitas epífitas em Florestas Tropicais (Cornelissen and ter Steege 1989; Cornelissen and Gradstein 1990; Montfoort and Ek 1990; Gradstein 1995; Wolf 1994, 1995; Acebey et al. 2003). Alguns autores (Cornelissen and ter Steege 1989; Montfoort and Ek 1990; Acebey et al. 2003) têm afirmado que uma representatividade próxima do completo de briófitas pode ser obtida coletando-se em apenas 4-5 forófitos, da base até o dossel externo. Por exemplo, em um único forófito, Montfoort and Ek (1990) chegaram a encontrar 50 espécies de briófitas, ressaltando a importância do dossel, que pode conter até 75% da flora do local estudado, e alertando que a riqueza de uma área pode estar sendo subestimada quando se explora apenas o sub-bosque, ao menos no caso de florestas relativamente conservadas.

Resultado semelhante foi encontrado por Cornelissen and ter Steege (1989) que, ao estudarem briófitas e líquens epífitas em cinco árvores maduras de *Eperua falcata* Aubl. e seis de *Eperua grandiflora* (Aubl.) Benth. em uma floresta seca na Guiana, encontraram 50%

das espécies restritas aos galhos mais finos do dossel externo, basicamente típicas de sol, enquanto apenas 14% estavam restritas ao sub-bosque. Os autores também verificaram padrões distintos na distribuição das espécies e nas formas de vida nas diversas zonas do gradiente vertical dos forófitos.

Já Acebey et al. (2003) compararam a brioflora de forófitos em floresta primária e em área com diferentes estágios de regeneração na Bolívia. Esses autores encontraram que a riqueza na floresta primária foi maior no dossel, enquanto que na área em regeneração a maior riqueza foi no sub-bosque, composta, sobretudo, de espécies típicas de sol e generalistas e com formas de crescimento mais resistentes à dessecação do habitat.

A fragmentação e a perda de habitat são consideradas uns dos efeitos mais deletérios para a brioflora em ambientes florestais e podem acarretar uma considerável perda de espécies, até 50% ou mais, especialmente daquelas intolerantes à dessecação (Gradstein 1992b; Sillet et al. 1995; Costa 1999). Apesar de reservar uma das maiores biodiversidade do planeta, esse tipo de pressão antrópica é recorrente na Floresta Atlântica brasileira, sendo considerado o Domínio mais degradado e fragmentado do País (Rede de ONGs da Mata Atlântica 2006). Apesar disso, reserva uma considerável riqueza de briófitas, sendo apontado como o Domínio mais rico do País (Gradstein et al. 2001; Gradstein and Costa 2003), razão de grande relevância e urgência de conservação.

Vários estudos com epífitas vasculares têm documentado alteração composicional e perda de riqueza e abundância em consequência de perturbações antrópicas (Barthlott et al. 2001; Nadkarni and Solano 2002; Wolf 1995). Porém, criptógamos de dossel, principalmente em florestas tropicais, são muito menos investigados com esse enfoque (Acebey et al. 2003). Incorporar os estratos superiores ao investigar o grupo na Floresta Atlântica pode fornecer retratos mais verossímeis dos processos ecológicos alterados, tendo em vista que briófitas são plantas extremamente sensíveis à degradação do habitat (Alvarenga, L.D.P. and Pôrto, K.C., dados não publicados).

Nesse estudo procurou-se analisar a distribuição vertical e horizontal da brioflora epífita em uma paisagem fragmentada e sob pressão antrópica na Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. Sendo assim, foi objetivo verificar se, nesse tipo de paisagem, (1) um pequeno número de forófitos (4-5) é capaz de abrigar uma riqueza de briófitas epífitas representativa da área; (2) como a composição, riqueza, diversidade e as guildas de tolerância

à luminosidade de respondem ao gradiente vertical e a distância da borda; (3) o dossel é mais rico e diverso que as zonas inferiores, como observado em outras áreas de Florestas Tropicais.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no maior fragmento da Estação Ecológica de Murici (EsEc Murici) (Lat. 09°11'05" – 09°16'48"S; Long. 35°45'20"-35°55'12"O), situada nos Municípios de Murici e Messias, Alagoas, Brasil (Fig. 1). A área possui 6.116,00 ha e faz parte do Domínio Floresta Atlântica, sendo classificada como Floresta ombrófila aberta baixo-montana (Velooso et al. 1991). É considerada de extrema importância biológica e prioritária para a conservação dos grupos de flora, invertebrados, répteis, anfíbios, aves e mamíferos (Conservation Internacional do Brasil et al. 2000).

A área possui relevo montanhoso, com altitude, variando entre 100 e 643m. O clima é do tipo As', quente e úmido, segundo Koeppen, com estação chuvosa de outono-inverno, sendo maio, junho e julho, os meses mais chuvosos e dezembro, janeiro e fevereiro, os mais secos. A pluviosidade média anual é ca. 2.200mm (Informação do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Pernambuco, dados referentes ao período de 1961 a 1990).

O fragmento selecionado para estudo possui 2.628,00 ha, tem largura máxima de aproximadamente 2.000m e está circundado por uma matriz de pasto e canavial. A densidade média de árvores é de 1.926,7 indivíduos/ha (comunicação pessoal, Oliveira, J.R.P.M.).

Amostragem

Com o auxílio de um mapa digitalizado do fragmento, obtido através de imagem de satélite de 2003 (SPOT 4 Datum SAD 69), foram sorteados 15 pontos geográficos aleatórios (distantes pelo menos 100m entre si e 10m de clareira) através da ferramenta "Animal Movement" do programa Arcview 3.2a. Os pontos foram distribuídos em cinco faixas (com 3 sítios de coleta em cada uma) de distância da borda: 0-200m, 201-400, 401-600m, 601-800m, 801-1100m. Posteriormente, esses pontos foram localizados em campo com auxílio de um aparelho de GPS (Garmin 60CSX) e serviram como referência para a seleção, em cada um, de uma fanerógama arbórea de dossel, com altura entre 15-30m.

Os forófitos foram escalados utilizando-se a técnica de ascensão single rope (Perry 1978; Moffet and Lowman 1995). Em cada árvore foi coletada uma amostra de briófitas (ca. 100cm²) em cinco zonas de altura (Pócs 1982 com modificações): Z1. base (nível do solo até 2m de alt.), Z2. tronco (2-10m de alt.), Z3. 1^a ramificação, Z4. 2^a ramificação e Z5. dossel externo ou últimas ramificações e galhos mais finos (Fig. 2), perfazendo um total de 70 amostras, tendo em vista que cinco zonas não apresentaram exemplares de briófitas. Quando não foi possível a coleta *in loco*, os galhos mais finos foram cortados com um podão, derrubados e apanhados ao solo. O trabalho de campo foi conduzido de Janeiro a Agosto de 2008.

Em laboratório, as amostras foram identificadas até o nível específico, utilizando-se, basicamente, a seguinte literatura: Gradstein (1994); Sharp et al. (1994); Buck (1998); Gradstein et al. (2001); Gradstein and Costa (2003); Ilkiu-Borges (2005) e, quando necessário, confirmadas por especialistas. As espécies foram classificadas de acordo com a sua tolerância à luminosidade em típicas de sol, sombra e generalistas seguindo a literatura (Gradstein 1992b; Gradstein et al. 2001) e, em alguns casos, com base na consulta a especialistas e experiência em campo das autoras.

Após estudo, todo o material testemunho foi registrado e depositado no Herbário UFP – Geraldo Mariz, do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco.

Análise dos dados

A suficiência amostral foi verificada através do Índice de Chao 2 (Chao 1984):

$$S1 = Sobs + (a^2/2b)$$

onde *S1* é o número estimado de espécies; *Sobs*, o número observado de espécies; *a*, o número de espécies registradas apenas uma vez (singletons); e *b*, o número de espécies reportadas duas vezes (doubletons). Os forófitos foram tratados como amostras independentes.

A diversidade específica foi calculada através do índice de Shannon (*H'*) (Ricklefs 2001). Neste cálculo a abundância relativa refere-se à frequência de cada espécie no total de amostras, e não à frequência de indivíduos, visto que as briófitas, diferentemente das plantas vasculares, ocorrem em grupos de indivíduos com pequeno tamanho ou densamente ramificados, o que impossibilita a sua contagem (Mägdefrau 1982).

Foi feita a análise de variância não-paramétrica Kruskal-Wallis e, posteriormente, o teste de Bonferroni para avaliar a diferença significativa da riqueza total e das guildas de tolerância à luminosidade e da diversidade entre os níveis de altura no forófito e entre as faixas de distância da borda. Para verificar diferenças significativas da composição entre as faixas de distância da borda e as zonas de altura no forófito foi realizada uma Análise de Ordenação NMDS (Nonmetric multidimensional scaling), baseada na versão quantitativa do índice de Sørensen (Bray-Curtis), para obtenção dos escores florísticos das amostras em relação ao primeiro eixo. Posteriormente, esse dado foi comparado através do teste de Kruskal-Wallis.

Para caracterizar a variação da frequência das espécies entre as zonas e descrever relações entre os eixos florísticos e as espécies também foi utilizado o método de ordenação NMS. Para melhorar a interpretação dos resultados, espécies com < 5 assinalamentos foram omitidas (Baldwin and Bradfield 2005). A análise de ordenação foi desenvolvida usando-se o programa PC-ORD 4.10.

Resultados

Foram encontradas 78 espécies, distribuídas em 20 famílias e 44 gêneros, sendo 53 (68%) Marchantiophyta e 25 (32%) Bryophyta (Tabela 1). Um total de 361 assinalamentos de briófitas epífitas foi registrado nos forófitos estudados. As espécies de maior frequência foram: *Cheilolejeunea rigidula* (Mont.) R.M. Schust., *Ceratolejeunea cornuta* (Lindenb.) Schiffn., *Symbiezidium barbiflorum* (Lindenb. & Gottsche) A. Evans, *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton e *Syrhropodon parasiticus* (Sw. ex Brid.) Paris. Vinte e três espécies apresentaram apenas um assinalamento.

Lejeuneaceae foi a família mais representativa, com 38 espécies (49%), seguida por Calymperaceae e Jubulaceae, com seis (8%) e Plagiochilaceae, com quatro (5%). O Índice Chao 2 demonstrou que nas 15 árvores inventariadas foram coletadas 75% das espécies esperadas para a área, enquanto que um pequeno número de árvores (4 – 5) representou apenas ca. 50% do esperado, indicando não ser suficiente para uma representatividade segura de espécies (Tabela 2). Com relação à classificação por guildas de tolerância à luminosidade, predominaram as generalistas, com 40 espécies (51%), seguidas por típicas de sombra, 23 (29%) e de sol, 15 (19%).

No gradiente horizontal, i.e., entre as faixas de distância da borda, não foi verificada diferença significativa da composição ($H(4, N=70) = 0,001; p = 0,993$), riqueza total ($H(4, N=70) = 5,445; p = 0,244$), riqueza de espécies generalistas ($H(4, N=70) = 3,040; p = 0,551$), típicas de sol ($H(4, N=70) = 4,551; p = 0,336$) e de sombra ($H(4, N=70) = 6,179; p = 0,186$) e da diversidade ($H(4, N=70) = 8,056; p = 0,025$) (Fig. 3).

No gradiente vertical, a riqueza por amostra variou entre zero e 15 espécies, ambos os valores correspondentes ao dossel externo (Z5). A diversidade variou entre 4,51 bits.ind⁻¹ e 5,15 bits.ind⁻¹. As maiores riqueza e diversidade médias foram observadas no tronco (Z2) e na 2ª ramificação (Z4), respectivamente (Fig. 4a). No entanto, houve pouca variação entre as zonas, não havendo diferença significativa entre elas da composição ($H(4, N=70) = 0,599$), da riqueza ($H(4, N=70) = 6,08; p = 0,193$) e da diversidade ($H(4, N=70) = 5,35; p = 0,186$) (Fig. 4). Não houve diferença significativa da riqueza das generalistas e típicas de sombra e de sol no gradiente vertical ($p > 0,05$). Por sua vez, quando observadas graficamente, as consideradas espécies típicas de sombra tiveram a sua menor representatividade no dossel externo, ocorrendo o inverso com as xerófitas.

A análise de ordenação ratificou esse padrão (Fig. 5), onde as espécies típicas de sombra foram mais representativas até a 1ª ramificação (Z3), enquanto as generalistas e as típicas de sol foram mais conspícuas na 2ª ramificação (Z4) e no dossel externo (Z5). Apesar disso, não foi observada uma estratificação no gradiente vertical, tendo em vista que não houve formação de grupos de espécies nas zonas.

Discussão

Vários autores sugerem que, em Florestas Tropicais Úmidas, a amostragem de briófitas epífitas em 4-5 árvores desde a base até o dossel externo seria o suficiente para um inventário satisfatório da área de estudo (Gradstein 1992a; Gradstein et al. 1996, 2003; Acebey et al. 2003). No entanto, este fato não foi evidenciado no presente estudo, tendo em vista que foi necessário o triplo do esforço amostral (15 árvores) para obtenção do mesmo percentual de espécies coletadas por aqueles autores. Este resultado sugere uma elevada diversidade beta no local, ou seja, a alta substituição de espécies de um microhabitat para outro, demonstrando a própria heterogeneidade ambiental do remanescente (Tonhasca 2005). Hábitats complexos, como é característico de Florestas Tropicais Úmidas, criam oportunidades de instalação e sobrevivência de um número maior de espécies, em virtude da

capacidade de suporte do meio (Andow 1991), aumentando as vantagens de estabelecimento e colonização para as diversas espécies exigentes quanto ao nicho ecológico e a necessidade de maior esforço amostral (Santos et al. 2006).

Além da necessidade de maior esforço amostral, pôde-se observar que os valores de riqueza encontrados também foram reduzidos em relação aos registrados para briófitas no gradiente vertical de outros remanescentes de Florestas Tropicais. Por exemplo, observou-se maior semelhança nos valores de riqueza com aqueles relatados em onze árvores em uma floresta seca nas Guianas por Cornelissen and ter Steege (1989): 81 táxons, 28 musgos e 53 hepáticas. Por outro lado, Acebey et al. (2003), ao inventariar apenas seis forófitos, registraram riqueza similar à encontrada para as quinze árvores da Estação Ecológica de Murici: 80 espécies, 48 hepáticas e 32 musgos.

Já Montfoort and Ek (1990) registraram em 28 forófitos (22 espécies) de Floresta Tropical de terras baixas na Guiana Francesa 154 espécies, sendo 66 musgos e 88 hepáticas, chegando um único indivíduo de *Protium sp.* a suportar 106 espécies. Wolf (1995), ao estudar briófitas e macrolíquens em 21 árvores numa floresta alto montana na Colômbia, também obteve elevada riqueza: 120 espécies de briófitas. Com relação ao primeiro trabalho, esse elevado valor de riqueza pode ser explicado pela maior quantidade de forófitos analisados, quase o dobro do presente estudo. Já no segundo, pode ser esclarecido pela formação vegetacional estudada, alta montana, que é reconhecidamente um ambiente bastante propício ao estabelecimento e ao desenvolvimento de briófitas, devido, em geral, aos mais altos índices pluviométricos, solos ricos em húmus, grande variação topográfica, alta umidade do ar constante, baixas temperaturas e altos níveis de intensidade luminosa (Gradstein et al. 2001; Costa and Lima 2005).

No que concerne a zonação nos forófitos, não foi constatada contribuição do dossel na riqueza de espécies e na distribuição espacial dos das briófitas como é recorrente na literatura para epífitas vasculares (Kelly 1985; Malcom 1995; Tobin 1995; Riede 2002) e briófitas (Cornelissen and ter Steege 1989; Cornelissen and Gradstein 1990; Montfoort and Ek 1990; Gradstein 1995; Wolf 1995) em Florestas Tropicais. Houve pouca variação da riqueza e da diversidade de espécies entre as zonas, sendo que o Dossel externo apresentou praticamente o mesmo número de espécies da base e foi inferior ao tronco, o que demonstra que os estratos abaixo ao dossel têm grande importância para a diversidade local. Uma explicação para a ausência de zonação na brioflora pode ser relacionada com a própria estrutura da vegetação local, Floresta Ombrófila Aberta, além de eventos históricos de estiagem e condições

ambientais mais secas na região Nordeste em comparação com a Amazônica e os Andes, onde os outros estudos foram realizados. Estes fatores podem ter favorecido a criação de microhabitats mais secos no sub-bosque, permitindo espécies xerófitas ocuparem com mais frequência esse estrato do que ocupariam em outras regiões mais úmidas.

A relevância do sub-bosque em termos de riqueza também foi observada para epífitas vasculares por Krömer et al. (2007) que compararam a amostragem no gradiente vertical com plots no sub-bosque e relataram que 20% da flora encontrada era restrita ao sub-bosque, incluindo pteridófitas e as famílias Araceae e Piperaceae. Contudo, os autores alertam que os números apresentados por eles devem ser interpretados como uma estimativa aproximada da contribuição verdadeira do sub-bosque, tendo em vista que os plots não eram diretamente comparáveis com árvores individuais. Mas, como o esforço amostral foi igual para as duas faixas analisadas, eles puderam afirmar que os dados apresentados ofereciam uma satisfatória aproximação da riqueza total.

Por outro lado, o dossel externo apresentou o maior número de espécies exclusivas, 14, sendo todas típicas de sol e generalistas, enquanto as umbrófilas restringiram-se aos estratos inferiores. Foi possível verificar a presença marcante de determinadas espécies nas zonas mais altas, destacando-se algumas consideradas típicas de sol, *Frullania apiculata* (Reinw. et al.) Nees e *F. caulisequa* (Nees) Nees, *F. kunzei* (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb. e *Harpalejeunea stricta* (Lindenb. & Gottsche) Steph., e generalistas, *Anoplolejeunea conferta* (Meissn.) A. Evans, *Ceratolejeunea cornuta* (Lindenb.) Schiffn., *Cheilolejeunea trifaria* (Reinw. et al.) Mizut., *Drepanolejeunea fragilis* Bischl., *Lejeunea flava* (Sw.) Nees e *Microlejeunea epiphyllae* Bischl. No entanto, essas espécies não podem ser consideradas típicas de estratos superiores, tendo em vista que também foram reportadas em outros estudos brioflorísticos no sub-bosque de Floresta Atlântica (Germano and Pôrto 1997; Pôrto and Germano 2002; Germano and Pôrto 2005; Alvarenga and Pôrto 2007), inclusive para a Estação Ecológica na qual o fragmento estudado está inserido (Alvarenga et al. 2008).

Esses resultados não suportam a expectativa de que haveria uma expressiva estratificação na distribuição de briófitas no gradiente vertical de forófitos, apesar de ter havido preferência de espécies por determinadas zonas. Comunidades bem definidas de briófitas, por nível de altura, foram retratadas por Cornelissen and ter Steege (1989) que encontraram a base de tronco representada sobretudo por *Leucobryum* e espécies compartilhadas com troncos mortos, bem como o dossel externo com *Sematophyllum*

subpinnatum (Brid.) E. Britton e *Frullania apiculata* (Reinw. et al.) Nees. Estudos com epífitas vasculares mostram que uma distribuição vertical diferenciada é observada em florestas com dossel fechado, onde as condições ambientais são marcadamente distintas ao contrário de habitats abertos (Werneck and Espírito-Santo 2002; Krömer and Kessler 2006).

Da mesma forma, não foi constatada diferenças na composição, riqueza total e das guildas de tolerância e da diversidade com o gradiente horizontal, i.e., entre as faixas de distância da borda. Sendo assim, a própria heterogeneidade ambiental do remanescente pode ser um fator importante da falta de diferenciação do gradiente vertical e entre a borda e o interior.

Outra alteração observada nesse estudo foi a mudança de nicho das espécies, tendo em vista que não houve variação da frequência das generalistas, umbrófilas e xerófitas na zonação.

Alterações composicionais na brioflora foram detectadas por Costa (1999) em fragmentos de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. A autora comparou a brioflora epífita de sub-bosque com algumas coletas de dossel de seis tipos florestais em diferentes estágios sucessionais e observou que espécies típicas de sombra tiveram menor representatividade em florestas degradadas, intensamente degradadas e secundárias. Esse padrão também foi registrado por Wolf (2005) para epífitas vasculares, que detectou a perda de espécies características de ambientes méxicos sendo estas substituídas por espécies tolerantes à dessecação em uma floresta de pinheiros sob pressão antrópica no México. Nos sítios com maior incidência luminosa, bromélias com metabolismo CAM ocorreram em maior proporção, enquanto *Tillandsia guatemalensis* L.B. Smith, méstica com metabolismo C3, pteridófitas e orquídeas perderam significativa abundância. Os autores indicam a baixa diversidade de microclimas como a razão para tais resultados. De fato, em uma floresta tropical de planície na Índia as alterações da flora epífita foram fortemente correlacionados com o microclima e a indisponibilidade física e fisiológica de habitat, tais como grau de cobertura de dossel, riqueza de textura dos troncos e de arquitetura das árvores, umidade relativa do ar, temperatura e incidência de luz (Padmawathe et al. 2004).

Com base nesses resultados, pode-se concluir que para obtenção de uma amostragem representativa de briófitas no gradiente vertical é necessário investigar um número maior de forófitos do que aquele relatado em outros inventários em Florestas Tropicais. Além disso, nesse tipo de ambiente, um eficiente inventário brioflorístico pode ser obtido considerando apenas os estratos inferiores ao dossel, tendo em vista a não estratificação de espécies no

gradiente vertical. Estes fatos reforçam a necessidade de conservação de uma grande área para a manutenção das populações de briófitas, e de esforços mais eficientes de proteção da área contra ações antrópicas.

Agradecimentos

As autoras agradecem a Leandro Nepomuceno Agra e Wanstampton Silva pelo apoio técnico na ascensão ao dossel dos forófitos. A Jailton Fernandes, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – Murici, Alagoas, pelo suporte logístico durante o trabalho de campo. Ao Dr. William Buck, do New York Botanical Garden, a Dr. Denise Pinheiro da Costa, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, ao Dr. Cid José Passos Bastos, da Universidade Federal da Bahia, e ao Msc. Hermes Cassiano de Oliveira, pela ajuda na identificação e confirmação de algumas espécies. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e à Fundação O Boticário de Proteção À Natureza pelo suporte financeiro.

Referências bibliográficas

- Acebey A, Gradstein SR, Krömer T (2003) Species diversity and habitat diversification of epiphytic bryophytes in submontane forest and fallows in Bolivia. *J Trop Ecol* 19: 9-18
- Alvarenga LDP, Pôrto KC (2007) Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. *Biol Conserv* 34 (3): 415-427
- Alvarenga LDP, Oliveira JRPM, Silva MPP, Costa SO, Pôrto KC (2008) Liverworts of Alagoas State, Brazil. *Acta Bot Brasil* 22(3): 878-890
- Andow DA (1991) Vegetation diversity and arthropod population response. *An Rev Ent* 36: 561-586.
- Baldwin LK, Bradfield GE (2005) Bryophyte community differences between edge and interior environments in temperate rain-forest fragments of coastal British Columbia. *Can J For Res* 35: 580-592

- Barthlott W, Schimdt-Neuerburg V, Nieder J, Engwald S (2001) Diversity and abundance vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecol* 152: 145-156
- Buck WR (1998) Pleurocarpous Mosses of the West Indies. *Mem New York Bot Gard* 1: 1-401
- Chang S-C, Lai I-L, Wu J-T (2002) Estimation of Fog Deposition on Epiphytic Bryophytes in a Subtropical Montane Forest Ecosystem in Northeastern Taiwan. *Atmosf Res* 64: 159-167
- Chao A (1984) Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scan J Stat* 11: 265–270
- Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2000) Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. MMA, Brasília
- Cornelissen JHC, Gradstein SR (1990) On the occurrence of bryophytes and macrolichens in different lowland rain forest types at Mabura Hill, Guyana. *Trop Bryol* 3: 29-35
- Cornelissen JH, ter Steege. H (1989) Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *J Trop Ecol* 5: 131-150
- Costa DP (1999) Epiphytic Bryophyte Diversity in Primary and Secondary Lowland Rainforest in Southeastern Brazil. *Bryologist* 102: 320-326
- Costa DP, Lima FM (2005) Moss diversity in the tropical rainforests of RJ, Southeastern Brazil. *Revta Brasil Bot* 28(4): 671-685
- Germano SR, Pôrto KC (1997) Ecological analysis of epixylic bryophytes in relation to the decomposition of the substrate (Municipality of Timbaúba - Pernambuco, Brazil). *Cryptogamie Bryol Lichénol* 18: 143-150
- Germano SR, Pôrto KC (2005) A bryophyte checklist of the Ecological Reserve of Gurjaú, Pernambuco, Brazil. *Trop Bryol* 26: 1-12
- Gradstein SR, Pócs T (1989) Bryophytes. In: Lieth H, Werger MJA (eds) *Tropical Rain Forest Ecosystems*. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, pp 311-325

- Gradstein SR (1992)a The vanishing tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens. In: Bates W, Farmer AM (eds) *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Clarendon Press, Oxford, pp 234-258
- Gradstein SR (1992)b Threatened bryophytes of the Neotropical Rain Forest: a status report. *Trop Bryol* 6: 83-93
- Gradstein SR (1994) Lejeuneaceae; Ptychantheae, Brachiolejeuneae. *Flora Neotr Mono* 62: 1-225
- Gradstein SR (1995) Bryophyte diversity of the tropical rainforest. *Arch des Sci [Société de physique et d'histoire naturelle de Genève]* 48: 91-96
- Gradstein SR, Costa DP (2003) Liverworts and Hornworts of Brazil. *Mem New York Bot Gard* 87: 1-318
- Gradstein SR, Hietz P, Lücking R, Lücking A, Sipman HJM, Vester HFM, Wolf JHD, Gardette E (1996) How to sample the epiphytic diversity of tropical rain forests. *Ecotropica* 2: 59-72
- Gradstein SR, Churchill SP, Salazar Allen N (2001) Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Mem New York Bot Gard* 86: 1-577
- Gradstein SR, Nadkarni NM, Krömer T, Holz I, Nöske N (2003) A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of Tropical Rain Forest. *Selbyana* 24(1): 105-111
- Ilkiu-Borges AL (2005) A taxonomic monograph of the genus *Prionolejeunea* (Lejeuneaceae, Jungermanniopsida). Tese de doutorado. Cuvillier Verlag, Göttingen
- Kelly DL (1985) Epiphytes and climbers of a Jamaican rain forest: vertical distribution, life forms and life histories. *J Biog* 12: 223-241
- Krebs CJ (1989) *Ecological Methodology*. Harper Collins, New York.
- Krömer T, Kessler M (2006) Filmy ferns (Hymenophyllaceae) as high-canopy epiphytes. *Ecotropica* 12: 57-63
- Krömer T, Kessler M, Gradstein SR (2007) Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecol* 189: 261-278

- Mägdefrau K (1982) Life forms of bryophytes. In: Smith AJE (eds) *Bryophyte Ecology*. Chapman & Hall, London, pp. 45-57
- Malcom JR (1995) Forest structure and the abundance and diversity of neotropical small mammals. In: Lowman MD, Nadkarni NM (eds) *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego, pp 179-197
- Moffet MW, Lowman MD (1995) Canopy access techniques. In: Lowman MD, Nadkarni NM (eds) *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego, pp 3-26
- Montfoort D, Ek RC (1990) Vertical distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in a Lowland Rain Forest in French Guiana. Institute of Systematic Botany, Utrecht
- Nadkarni NM, Solano R (2002) Potential effects of climate change on canopy communities in a tropical cloud forest: an experimental approach. *Oecologia* 131: 580-586
- Padmawathe R, Qureshi Q, Rawat GS (2004) Effects of selective logging on vascular epiphyte diversity in a moist lowland forest of eastern Himalaya, India. *Biol Conserv* 119: 81-92
- Perry DR (1978) A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10: 155 -157
- Pôrto KC, Germano SR (2002) Biodiversidade e importância das briófitas na conservação dos ecossistemas naturais de Pernambuco. In: Tabarelli M, Silva JMC (orgs) *Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco*. Editora Massangana, Recife, pp 125-152
- Pôrto KC, Alvarenga LDP, Santos GH (2006) Briófitas. In: Pôrto KC, Almeida-Cortez JS, Tabarelli M (eds) *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade 14, Brasília, pp 123-146
- Rede de ONGs da Mata Atlântica (2006) *Mata Atlântica, uma rede pela floresta*. Campanili M, Prochnow M (orgs). RMA, Brasília
- Richards PW (1984) The Ecology of Tropical Forest Bryophytes. In: Schuster RM (ed) *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory, Nichinan, pp 1233-1270
- Ricklefs RE (2001) *The economy of nature*. 5th ed. W.H. Freeman, New York.

- Riede K (2002) Monitoring Biodiversity: Analysis of Amazonian rainforest sounds. In: Mitchell AW, Secoy K, Jackson T (eds) The Global canopy handbook - Techniques of access and study in the forest roof. GCP & The Ruffor Foundation, Oxford, pp 149-151
- Santos MS, Louzada JNC, Dias N, Zanetti R, Delabie JHC, Nascimento IC (2006) Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. *Iheringia* 96(1): 95-101
- Sharp AJ, Crum H, Eckel PM (1994) The moss flora of Mexico. *Mem New York Bot Gard* 69: 1-1113
- Sillett SC, Gradstein SR, Griffin III D (1995) Bryophyte diversity of *Ficus* tree crowns from intact cloud forest and pasture in Costa Rica. *Bryologist* 98: 251-260
- Ter Steege H, Cornelissen JHC (1989) Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21: 331-339
- Tobin JE (1995) Ecology and diversity of tropical forest canopy ant. In: Lowman MD, Nadkarni NM (eds) *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego, pp 129-147
- Tonhasca JrA (2005) *Ecologia e Historia Natural da Mata Atlântica*. Ed. Interciência, Rio de Janeiro.
- Uniyal PL (1999) Role of Bryophytes in Conservation of Ecosystems and Biodiversity. *The Botanica* 49: 101-115
- Veloso HP, Rangel Filho ALR, LIMA, JCA (1991) *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro
- Werneck MS, Espírito-Santo MM (2002) Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brazil. *Biotropica* 34:51-57
- Wolf JHD (1994) Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in the northern Andes. *Vegetatio* 112: 15-28
- Wolf JHD (1995) Non-vascular epiphyte diversity patterns in the canopy of an upper Montane Rain Forest (2550-3670m), central cordillera, Colombia. *Selbyana* 16(2): 185-195
- Wolf JHD (2005) The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *For Ecol Manage* 212:376-393

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1 Ocorrência total e por nível de altura nos forófitos e tolerância à luminosidade das espécies de briófitas epífitas do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. Números entre parênteses significam, respectivamente, número de gêneros e espécies. Z1 = base; Z2 = tronco; Z3 = 1ª ramificação; Z4 = 2ª ramificação; Z5 = dossel externo.

Táxons	Zona					Total	Tolerância à luminosidade
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5		
MARCHANTIOPHYTA							
BRYOPTERIDACEAE (1/1)							
<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	3	3	0	1	2	9	sombra
CEPHALOZIELLACEAE(1/1)							
<i>Cylindrocolea rhizantha</i> (Mont.) R.M. Schust.	0	0	1	1	0	2	sombra
JUBULACEAE (1/6)							
<i>Frullania apiculata</i> (Reinw. et al.) Nees	0	1	2	1	5	9	sol
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	0	0	1	1	6	8	sol
<i>Frullania dusenii</i> Steph.	0	0	0	0	1	1	sol
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	0	0	0	2	3	5	sol
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Ångstr.	0	0	0	0	1	1	sol
<i>Frullania setigera</i> Steph.	1	1	1	1	0	4	Sol
LEJEUNEACEAE (18/38)							
<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn.) A. Evans	0	1	0	0	4	5	generalista
<i>Aphanolejeunea truncatifolia</i> Horik.	0	1	0	0	0	1	sombra
<i>Archilejeunea fuscescens</i> (Hampe ex Lehm.) Fulford	3	0	0	0	0	3	generalista
<i>Ceratolejeunea ceratantha</i> (Nees & Mont.) Steph.	0	1	1	0	0	2	generalista
<i>Ceratolejeunea coarina</i> (Gottsche) Steph.	0	1	0	0	0	1	generalista
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn.	1	4	3	7	8	23	generalista
<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.	3	2	3	3	2	13	generalista
<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust.	1	0	0	0	0	1	generalista
<i>Cheilolejeunea adnata</i> (Kunze) Grolle	3	2	1	1	1	8	generalista
<i>Cheilolejeunea holostipa</i> (Spruce) Grolle & R-L. Zhu	1	0	0	0	0	1	generalista
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R.M. Schust.	4	4	8	7	4	27	generalista
<i>Cheilolejeunea trifaria</i> (Reinw. et al.) Mizut.	1	2	2	2	3	10	generalista
<i>Colura tortifolia</i> (Nees & Mont.) Steph.	0	0	0	0	1	1	sol
<i>Diplasiolejeunea brunnea</i> Steph.	0	0	0	0	3	3	sol
<i>Diplasiolejeunea rudolphiana</i> Steph.	0	0	0	0	1	1	sol
<i>Drepanolejeunea fragilis</i> Bischl.	0	2	1	2	8	13	generalista
<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph.) Bischl.	0	1	1	0	1	3	generalista
<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph.	0	0	2	3	3	8	sol
<i>Harpalejeunea tridens</i> (Besch. & Spruce) Steph.	1	0	0	0	0	1	generalista
<i>Lejeunea caespitosa</i> Lindenb.	0	0	0	0	1	1	generalista
<i>Lejeunea caulicalyx</i> (Steph.) M.E. Reiner & Goda	1	0	1	1	0	3	generalista
<i>Lejeunea cerina</i> (Lehm. & Lindenb.) Gottsche, Lindenb. & Nees	1	1	2	0	0	4	generalista
<i>Lejeunea controversa</i> Gottsche	0	0	0	0	4	4	generalista
<i>Lejeunea filipes</i> Spruce	0	0	7	0	0	7	sombra
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	0	0	0	1	5	6	generalista
<i>Lejeunea grossitexta</i> (Steph.) E. Reiner & Goda	1	0	1	1	0	3	generalista

Táxons	Zona					Total	Tolerância à luminosidade
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5		
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	0	0	0	0	4	4	generalista
<i>Lejeunea oligoclada</i> Spruce	0	1	1	0	0	2	generalista
<i>Lepidolejeunea involuta</i> (Gottsche) Grolle	0	2	3	1	0	6	sombra
<i>Lopholejeunea subfusca</i> (Nees) Schiffn.	0	0	0	0	1	1	sol
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	0	0	0	0	5	5	generalista
<i>Omphalanthus filiformis</i> (Sw.) Nees	0	0	1	1	0	2	generalista
<i>Prionolejeunea aemula</i> (Gottsche) A. Evans	1	0	0	0	0	1	sombra
<i>Prionolejeunea denticulata</i> (Weber) Schiffn.	4	1	0	0	0	5	generalista
<i>Prionolejeunea scaberula</i> (Spruce) Steph.	0	1	0	0	0	1	sombra
<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb. & Gottsche) A. Evans	4	2	3	3	5	17	generalista
<i>Taxilejeunea obtusangula</i> (Spruce) A. Evans	1	1	0	0	0	2	generalista
<i>Vitalianthus bischlerianus</i> (Pôrto & Grolle) R.M. Schust. & Giancotti	0	0	1	0	0	1	sombra
METZGERIACEAE (1/2)							
<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	1	2	1	2	2	8	generalista
<i>Metzgeria ciliata</i> Raddi	0	0	0	0	1	1	generalista
PLAGIOCHILACEAE (1/4)							
<i>Plagiochila aerea</i> Tayl.	3	2	0	1	0	6	sombra
<i>Plagiochila disticha</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	1	1	1	0	0	3	sombra
<i>Plagiochila distinctifolia</i> Lindenb.	0	0	0	0	1	1	sombra
<i>Plagiochila montagnei</i> Nees	0	1	2	0	1	4	sombra
RADULACEAE (1/1)							
<i>Radula kegelii</i> Gottsche ex Steph.	2	1	1	0	0	4	sombra
BRYOPHYTA							
BRACHYTHECIACEAE (2/2)							
<i>Squamidium brasiliensis</i> (Hornsch.) Broth.	1	1	2	0	1	5	sombra
<i>Zelometeorim patulum</i> (Hedw.) Manuel	0	1	0	0	1	2	generalista
CALYMPERACEAE (3/6)							
<i>Calymperes palisotii</i> Schwägr.	0	1	0	0	0	1	generalista
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	1	2	5	4	0	12	generalista
<i>Syrrhopodon incompletus</i> Schwägr.	3	0	0	0	0	3	sombra
<i>Syrrhopodon ligulatus</i> Schwägr.	0	1	1	1	0	3	sombra
<i>Syrrhopodon parasiticus</i> (Sw. ex Brid.) Paris	2	2	3	5	2	14	sol
<i>Syrrhopodon prolifer</i> Schwägr.	1	0	0	0	0	1	generalista
DICRANACEAE (1/1)							
<i>Leucoloma serrulatum</i> Brid.	2	3	1	1	0	7	sombra
FISSIDENTACEAE (1/1)							
<i>Fissidens guianensis</i> Montagne	1	0	0	0	0	1	sombra
HOOKERIAACEAE (1/1)							
<i>Crossomitrium patrisae</i> (Brid.) Müll. Hal.	0	1	0	0	1	2	generalista
HYPNACEAE (1/1)							
<i>Ectropothecium leptochaeton</i> (Schwägr.) W.R. Buck	0	0	0	0	1	1	generalista
NECKERACEAE (2/1)							
<i>Porotrichum substriatum</i> (Hampe) Mitt.	1	1	0	0	0	2	sombra
ORTHOTRICHACEAE (2/3)							
<i>Groutiella apiculata</i> (Hook.) Crum & Steere	0	0	1	0	1	2	sol
<i>Groutiella mucronifolia</i> (Hook. & Grev.) H. A. Crum & Steere	0	0	0	2	0	2	sol
<i>Macromitrium punctatum</i> (Hook. & Grev.) Brid.	0	1	2	0	0	3	sol

Táxons	Zona					Total	Tolerância à luminosidade
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5		
PHYLLOGONIACEAE (1/1)							
<i>Phyllogonium viride</i> Brid.	1	1	1	1	0	4	sombra
PILOTRICHACEAE (2/2)							
<i>Lepidopilidium brevisetum</i> (Hampe) Broth.	0	0	0	1	1	2	sombra
<i>Lepidopilum scabrisetum</i> (Schwägr.) Steere	1	0	0	0	0	1	sombra
PTEROBRYACEAE (1/1)							
<i>Jaegerina scariosa</i> (Lorentz) Arzeni	0	1	1	0	1	3	generalista
PYLAISIADELPHACEAE (2/2)							
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	0	0	0	2	0	2	generalista
<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.	0	1	0	0	0	1	generalista
SEMATOPHYLLACEAE (2/3)							
<i>Acroporium estrellae</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck & Schäf.-Verw.	0	0	1	0	0	1	sombra
<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	1	2	3	6	4	16	generalista
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	3	0	1	0	0	4	generalista
Nº de assinalamentos	60	61	67	66	107	361	

Tabela 2 Número de espécies de briófitas epífitas observadas (Sobs), singletons e doubletons, espécies estimadas (Chao 2) e porcentagem de coletadas por forófito no remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.

Forófito	Sobs	Singletons	Doubletons	Chao 2	% spp. coletadas
1	13,19	9,73	3,59	120,47	10,94
2	22,43	13,96	6,28	80,72	27,78
3	29,08	16,09	8,1	65,19	44,60
4	34,49	16,78	9,27	65,29	52,82
5	38,88	17,52	10,07	69,25	56,14
6	42,51	17,54	10,65	69,24	61,39
7	45,55	17,53	11,1	70,8	64,33
8	48,13	17,48	11,42	73,04	65,89
9	50,32	17,34	11,76	74,11	67,89
10	52,22	17,09	11,93	74,86	69,75
11	53,87	16,8	11,99	75,83	71,04
12	55,34	16,23	12,19	75,98	72,83
13	56,66	15,92	12,4	76,64	73,93
14	57,87	15,59	12,44	76,95	75,20
15	59	15,19	12,34	77,69	75,94

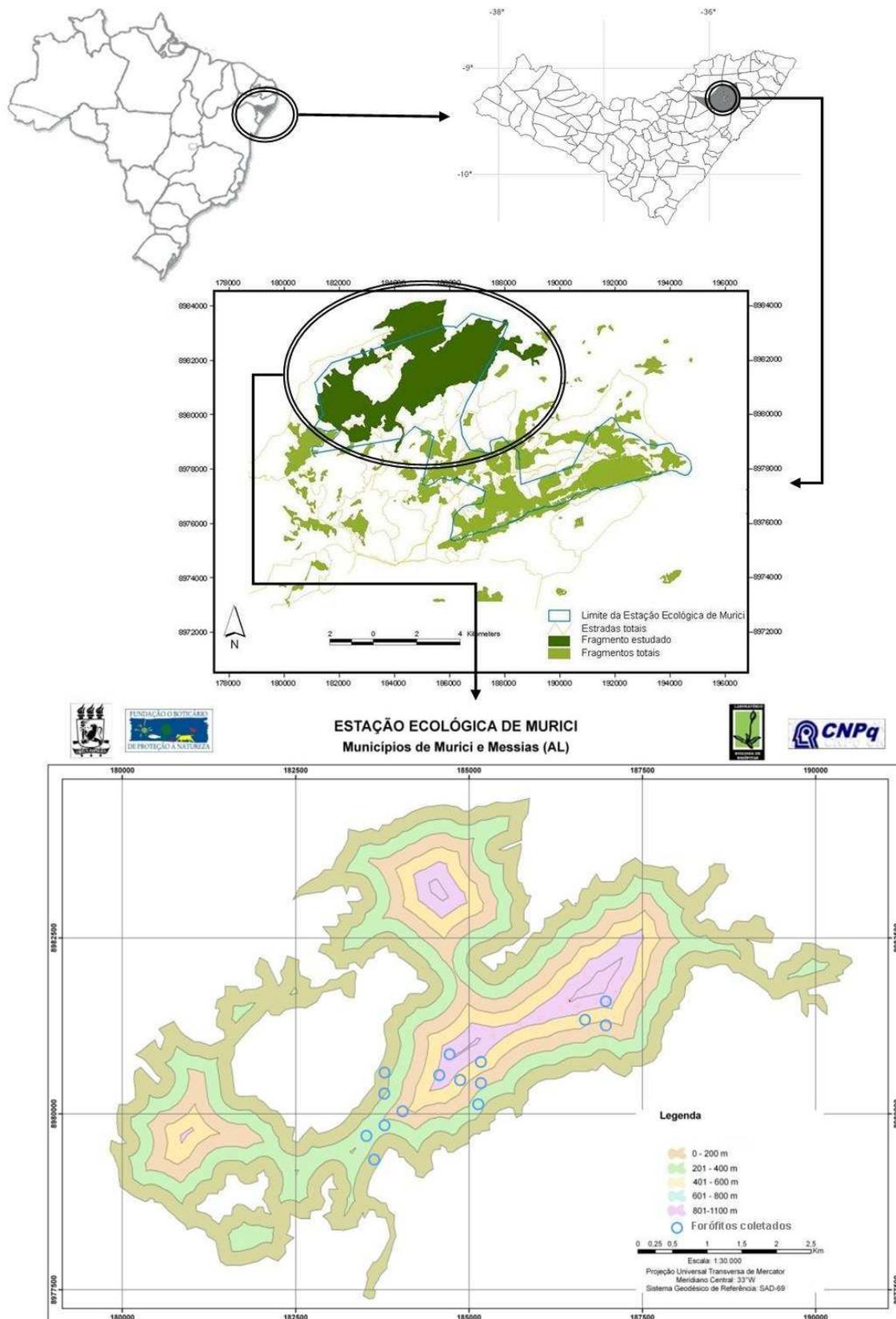


Fig. 1 Localização do remanescente e dos forófitos amostrados na Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.

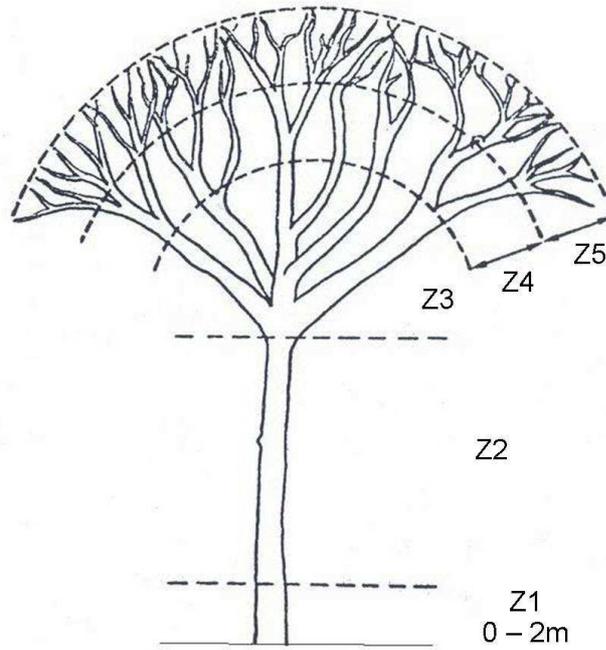


Fig. 2 Esquema dos níveis de altura (Pócs 1982, com modificações) em uma árvore de dossel. Esquema modificado de ter Steege and Cornelissen (1989). Z1 = base; Z2 = tronco; Z3 = 1ª ramificação; Z4 = 2ª ramificação; Z5 = dossel externo.

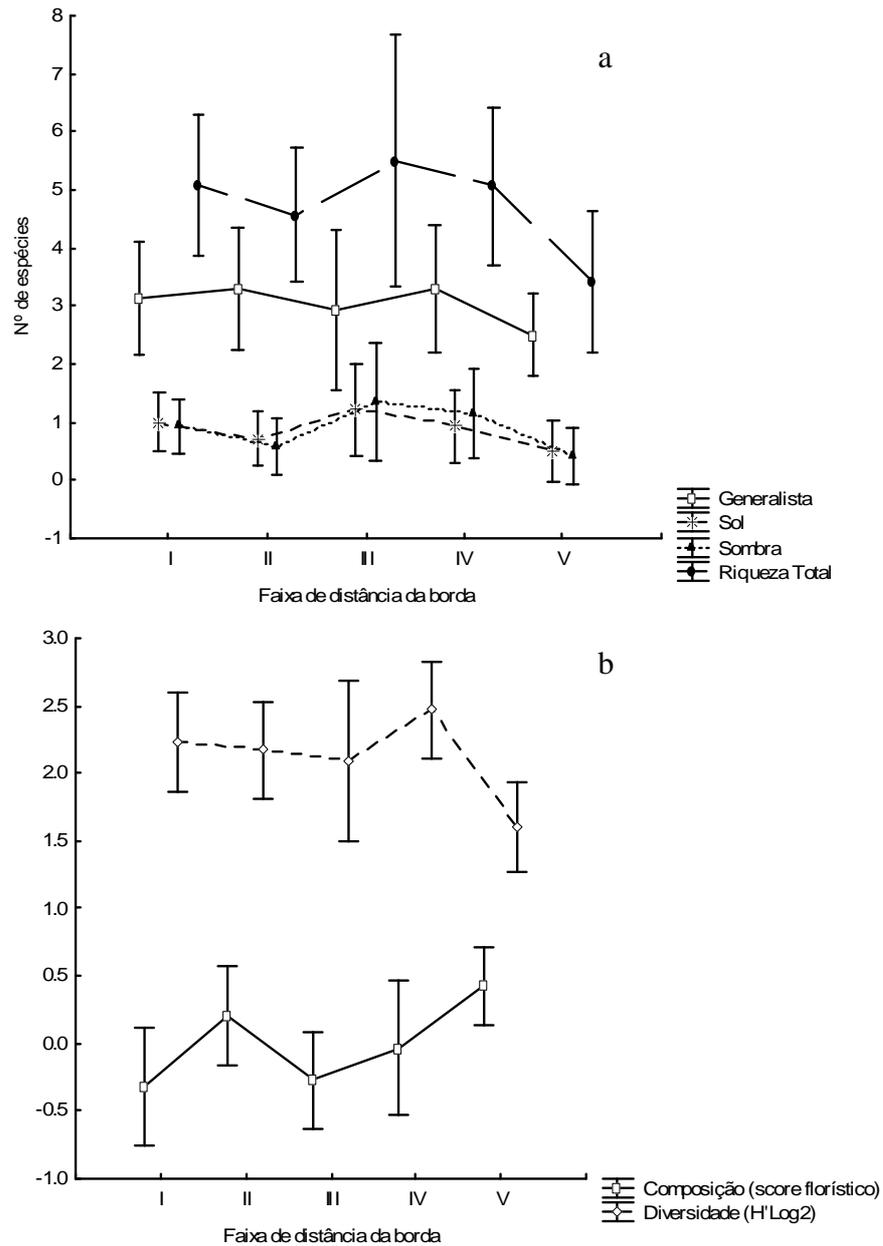


Fig 3. Mediana ± EP da riqueza total e das guildas de tolerância à luminosidade (a) e composição e diversidade ($H' \log_2$) (b) de briófitas epífitas por faixa de distância da borda no remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. I = 0 – 200 m; II = 201 – 400 m; III = 401- 600 m; IV = 601- 800 m; V = 801- 1084 m.

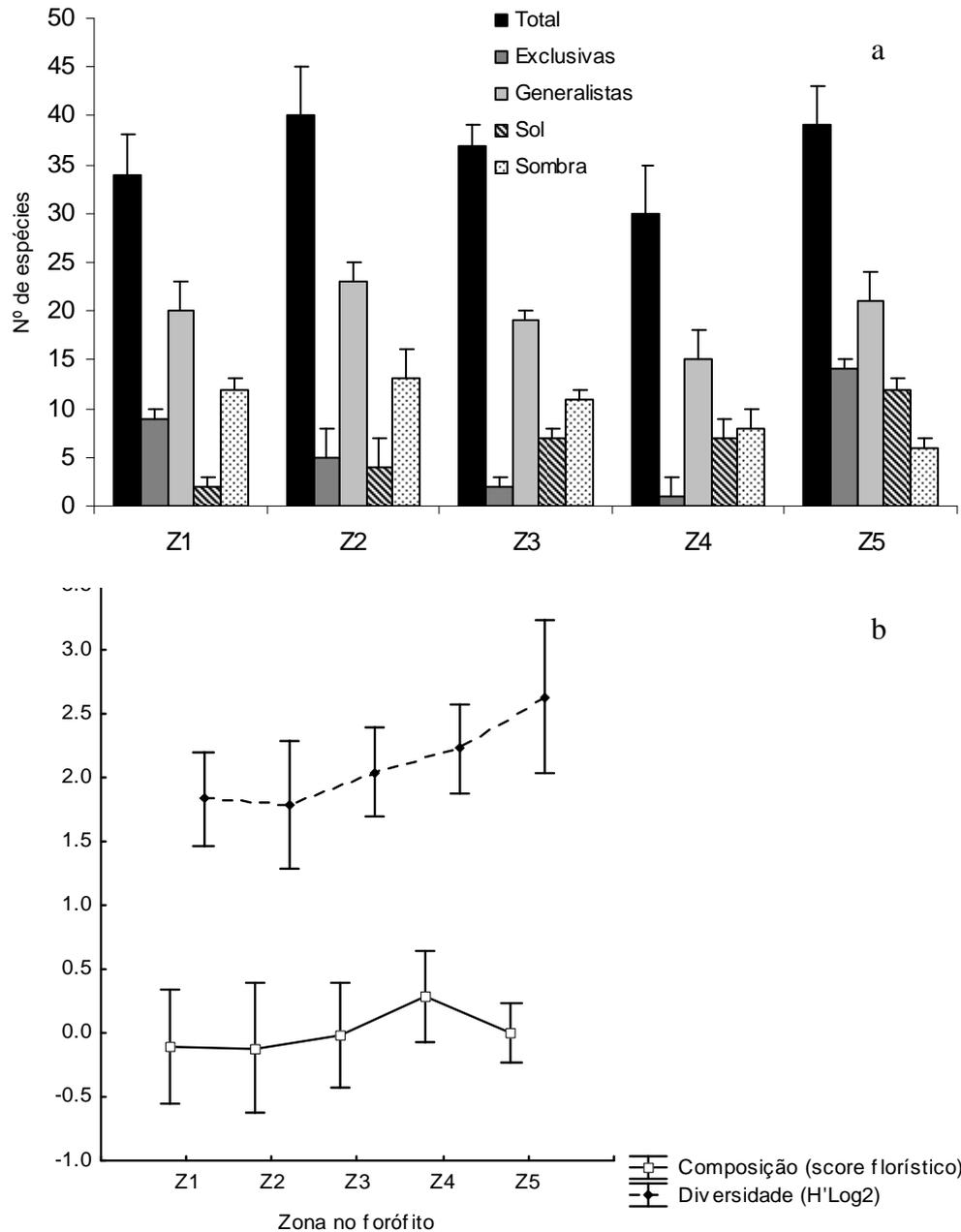


Fig 4 Mediana \pm EP da riqueza total e das guildas de tolerância à luminosidade (a) e composição e diversidade ($H' \log_2$) (b) de briófitas epífitas por zona de altura nos forófitos no remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. Z1 = base; Z2 = tronco; Z3 = 1ª ramificação; Z4 = 2ª ramificação; Z5 = dossel externo.

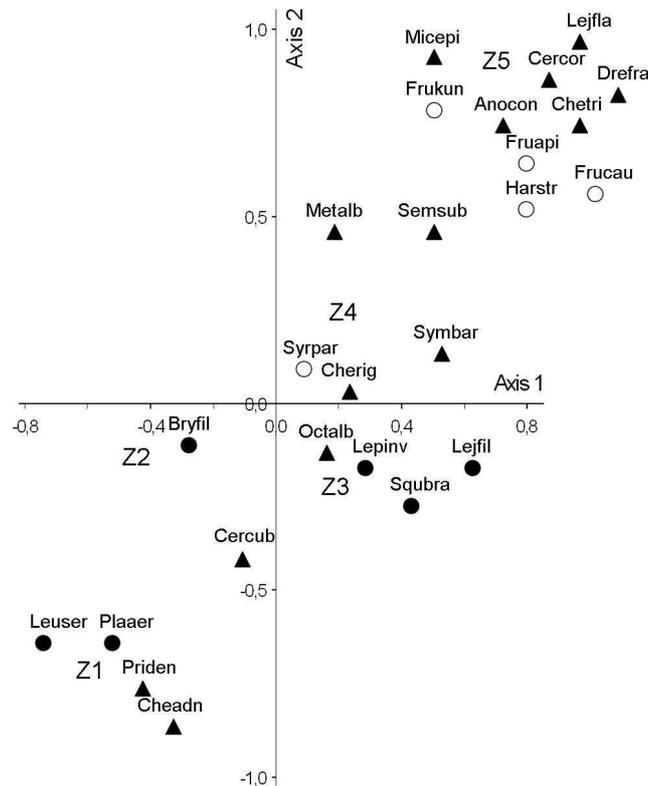


Fig 5. Plot de ordenação NMS (nonmetric multidimensional scaling) para a matriz de composição de espécies sobreposta ao número de assinalamentos das espécies com > 5 assinalamentos. Z1 = base; Z2 = tronco; Z3 = 1ª ramificação; Z4 = 2ª ramificação; Z5 = dossel externo. ▲ = espécies generalistas; ● = típicas de sombra; ○ = típicas de sol. Ordenação baseada em uma solução bi-dimensional com estresse final de 3,23. A abreviação das espécies combina as três primeiras letras do gênero e do epíteto (ver Tabela 1 para lista de espécies).

ANEXOS

Anexo 1. Normas para publicação no periódico PLANT ECOLOGY.



Aims and scope

Plant Ecology (formerly, *Vegetatio*) publishes original scientific papers dealing with the ecology of vascular plants and bryophytes in terrestrial, aquatic and wetland ecosystems. Papers reporting on descriptive, historical, and experimental studies of any aspect of plant population, physiological, community, ecosystem and landscape ecology as well as on theoretical ecology are within the scope of the journal. Symposium proceedings, review articles, book reviews, and comments on recent papers in the journal are also published.

Title page

Title Page

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author
-

Abstract

Please provide an abstract of 100 to 150 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Abstracts for practitioners

Abstract for practitioners

Springer is working closely with ConservationEvidence which aims to make conservation management more effective through the dissemination of information to practitioners. Authors are invited to submit an additional abstract for ConservationEvidence if they feel that their paper is of relevance to the initiative.

Text

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Note: If you use Word 2007, do not create the equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead.
- Save your file in doc format. Do not submit docx files.
-

Word template

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

LaTeX macro package

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes on the title page are not given reference symbols. Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data).

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

References

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted (Becker and Seligman 1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1993).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

- Journal article
 - Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329
 - Article by DOI
 - Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. Doi:10.1007/s001090000086
 - Book
 - South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London
 - Book chapter
 - Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257
 - Online document
 - Doe J (1999) Title of subordinate document. In: *The dictionary of substances and their effects*. Royal Society

of Chemistry. Available via DIALOG. <http://www.rsc.org/dose/title> of subordinate document.
Accessed 15 Jan 1999

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table heading. The table title should explain clearly and concisely the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table heading.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Artwork Guidelines

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

Electronic Figure Submission

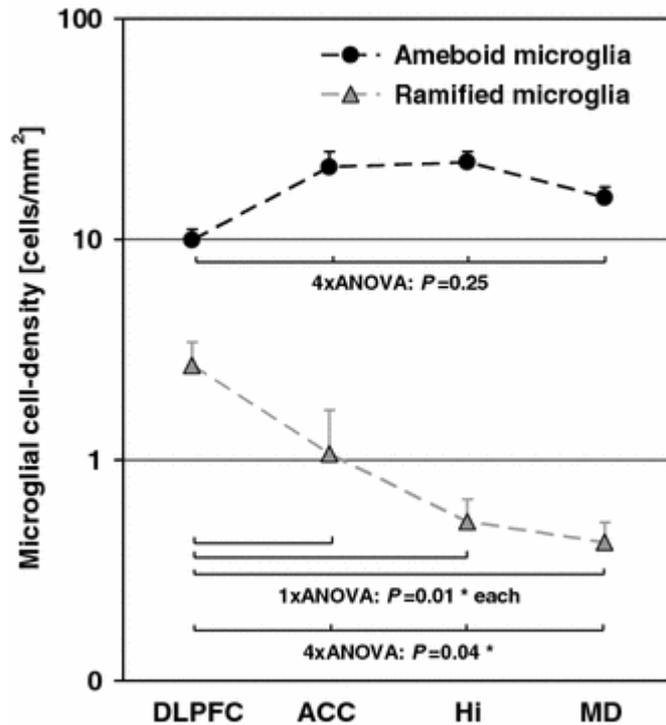
Supply all figures electronically.

- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.
-

Line Art

Definition: Black and white graphic with no shading.

- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Line drawings should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
-

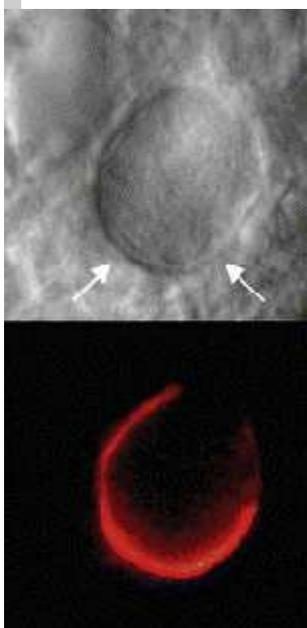


Halftone Art

Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

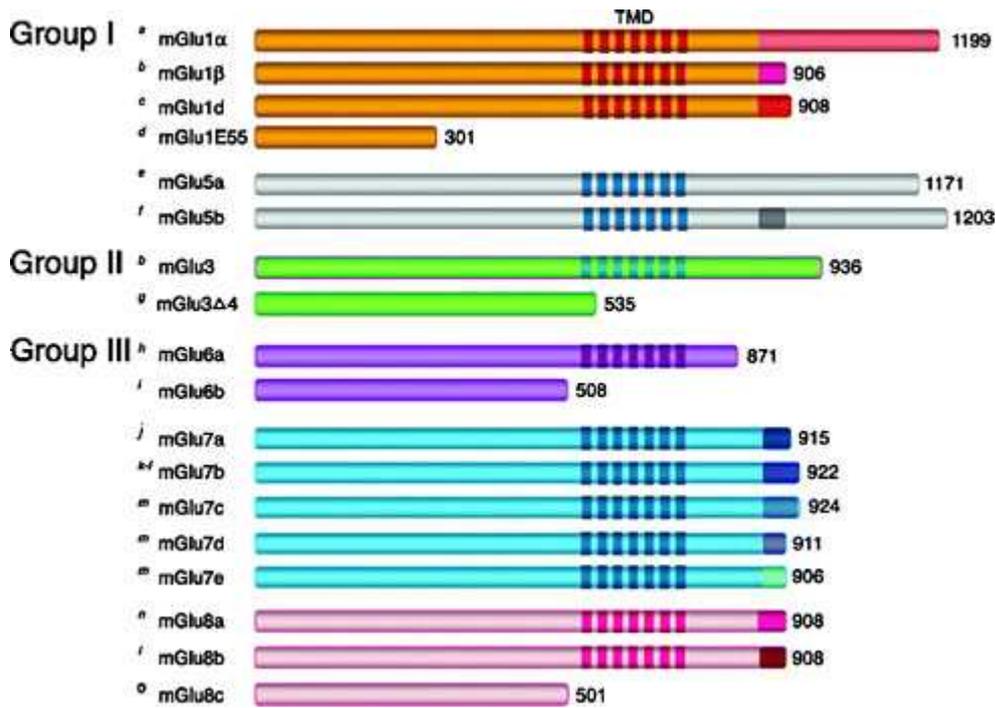
Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.



Combination Art

Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.

Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.



Color Art

Color art is free of charge for online publication.

- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible.
 - Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.

■ Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).

- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.

- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc."

Figure Captions

Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts.

Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.

- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

When preparing your figures, size figures to fit in the column width.

- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Electronic Supplementary Material

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

Always use MPEG-1 (.mpg) format.

-

Text and Presentations

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.

- A collection of figures may also be combined in a PDF file.
-

Spreadsheets

Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.

- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

-

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables (e.g., "... as shown in Animation 3").
- Name your files accordingly, e.g., Animation3.mpg.
 -

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.
-

Processing of supplementary files

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.
-

Languages

Articles and abstracts must be in English or in the journal's official language(s), but the journal accepts additional abstracts in other languages of the author's choice (for instance in the author's first language, if not English or the journal's official language). Such abstracts are optional. Authors would need to supply such abstracts themselves, certify that they are a faithful translation of the official abstract, and they must be supplied in Unicode (see www.unicode.org for details), especially if they are using non-roman characters.

<http://www.unicode.org>

Such abstracts in other languages will carry a disclaimer:

"This abstract is provided by the author(s), and is for convenience of the users only. The author certifies that the translation faithfully represents the official version in the language of the journal, which is the published Abstract of record and is the only Abstract to be used for reference and citation."

5. MANUSCRITO 2

**ESTRUTURA ESPACIAL DE COMUNIDADES DE BRIÓFITAS NO
GRADIENTE MARGEM-NÚCLEO EM UM REMANESCENTE DE
FLORESTA ATLÂNTICA DO NORDESTE BRASILEIRO**

Artigo a ser submetido ao periódico

Biological Conservation

para publicação

ESTRUTURA ESPACIAL DE COMUNIDADES DE BRIÓFITAS NO GRADIENTE MARGEM-
NÚCLEO EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA DO NORDESTE
BRASILEIRO

Mércia P. P. Silva^a, Kátia C. Pôrto^a

^a*Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Av. Prof. Moraes Rego s/n - Cidade
Universitária, 50670 – 901, Recife, PE, Brazil;*

Resumo

A riqueza e a diversidade de briófitas epífitas e epífilas foram investigadas desde a margem até o centro de um remanescente de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. O fragmento apresenta 2.628ha, largura máxima de ca. 2.000m e altitude entre 300 e 650m. Coletas de briófitas foram realizadas em toda a extensão do remanescente, em 60 pontos geográficos sorteados aleatoriamente e distribuídos em cinco faixas de distância (12 sítios de coleta em cada faixa) em relação a borda: 0-200m, 201-400m, 401-600m, 601-800m, 801-1100m. Em cada ponto também foi tomada uma fotografia hemisférica para determinação do grau de abertura do dossel, mensurado através do índice de área foliar, e da quantidade de luz que atinge o sub-bosque, por meio da transmitância luminosa. Além dessas variáveis microambientais, analisou-se a altitude de cada ponto. Não foi observada variação significativa da riqueza e da diversidade com a distância da borda, mesmo a 1.084m. Por outro lado, foi ressaltada a importância de microambientes com melhor integridade de dossel e maior altitude como sítios determinantes para a riqueza, diversidade e qualidade da brioflora local, principalmente para as espécies mais sensíveis a degradação, como as epífilas e as umbrófilas. Esses resultados evidenciam que briófitas respondem melhor a condições microambientais específicas e esparsas no fragmento do que a distância da borda por si só. Além disso, refletem a situação atual de degradação e perda de habitat dos fragmentos de Floresta Atlântica da região, sendo seus efeitos notáveis em toda a extensão do remanescente e não apenas com a proximidade da borda, reforçando a urgência de conservação desse Domínio Vegetacional.

Palavras-chave: efeito de borda, briófitas, Floresta Tropical, microhabitat, conservação.

Abstract

The richness and diversity of epiphyte and epiphyllous bryophyte were investigated from the edge up to the centre of an Atlantic Forest remnant in the Northeast of Brazil. The remnant has 2.628ha, width of approximately 2.000m and altitude from 300 to 650m. Bryophyte collections were carried out in whole extension of the remnant in 60 geographical randomized points, being distributed in five distance belts (12 collection sites in each belt) in relation of the edge: 0-200m, 201-400m, 401-600m, 601-800m, 801-1100m. In each site also a hemispherical photography was taken for determination of the degree of canopy opening, measured through the leaf area index, and of the quantity of light that reaches the understory, measured through light transmittance. The altitude of each site was added up to these microhabitat variables. There was not observed significant variation of the richness and diversity even with the distance of the edge up to 1.084m. On the other hand, was emphasized the importance of microhabitats with better canopy upright and greater altitude for determinate local bryophyte flora, principally for species most sensitive the degradation, like epiphyllous and shade-typical. These results show up that bryophytes respond better to microhabitat specific and scattered conditions in the remnant instead of edge distance. Besides, the results reflect the current situation of habitat degradation in the Atlantic Forest remnants, being his notable effects in the whole extension of the remnant reinforcing the urgency of conservation of this Domain.

Keyword: edge effect, bryophyte, Tropical Rain Forest, microhabitat, conservation.

Introdução

A fragmentação e a perda de habitat representam as maiores ameaças à sobrevivência de muitas espécies animais e vegetais (Laurance, 1999; Brooks et al., 2002; Fahrig, 2003) sendo amplamente conhecido que a extinção de espécies e a erosão da diversidade genética assumem maiores proporções na região tropical (Myers, 1988; Sodhi, 2008). Isto é resultado das altas taxas de desmatamento em muitos países, apesar de Florestas Tropicais abrigarem mais espécies de plantas e animais do que qualquer outro bioma no mundo (Gentry, 1992; Galindo-Leal and Câmara, 2005; Giuliette et al., 2005).

A Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil, principalmente da porção ao norte do Rio São Francisco, tem sofrido especialmente com a perda e a fragmentação de habitat devido à exploração desordenada de seus recursos, que remonta ao tempo de colonização do País e se

continua até hoje, sendo a maioria de seus fragmentos de pequeno tamanho e isolados (Ranta et al., 1998). Quando florestas contínuas são convertidas em fragmentos de tamanho, forma e isolamento variáveis, os processos ecológicos são fortemente alterados (Laurance, 1991; Rheault et al., 2003; Zartman and Shaw, 2006; Alvarenga and Pôrto, 2007) e uma das principais conseqüências da fragmentação é o aumento de áreas de borda florestal (Murcia, 1995). Há muitos efeitos da criação abrupta de uma borda, como alterações nas taxas de predação (Niehaus et al., 2003), invasão de plantas exóticas em comunidades naturais (Honnay et al., 2002) e alterações microclimáticas no remanescente.

A criação de zonas de borda representa condições mais extremas de temperatura, umidade e luminosidade, que influenciam diretamente a distribuição de algumas espécies, tendo em vista que essas áreas se tornam inadequadas para organismos adaptados a condições do interior da floresta (Murcia, 1995; Didham, 1997; Laurance, 1997; Renhorn et al., 1997; Harper et al., 2005). Além disso, a criação de condições mais secas no sub-bosque favorece a ocorrência de espécies xerófitas e/ou generalistas mais comuns em ambientes ensolarados, como o dossel florestal (Acebey et al., 2003; Alvarenga and Pôrto, dados não publicados).

Dessa forma, organismos poiquilohídricos (i.e. não possuem mecanismos especializados para perda e regulação de água; Proctor, 1990), como as briófitas, serão fortemente influenciados por mudanças microclimáticas criadas pela borda. Por exemplo, a redução da abundância de certas espécies de hepáticas em zonas de borda em uma paisagem no norte da Suécia foi atribuída a condições microclimáticas mais secas (Moen and Jonsson, 2003).

De um modo geral, têm-se observado que as diferentes comunidades de briófitas respondem de maneira variada à degradação do habitat, sendo as epífilas (colonizadoras de folhas vivas) reconhecidamente mais sensíveis, seguidas pelas epífitas e epíxilas (colonizadoras de troncos vivos e mortos, respectivamente) (Richards, 1984; Gradstein, 1997).

Os poucos trabalhos que tratam do efeito de borda sobre briófitas estão restritos a Florestas Temperadas e estimam uma largura entre 45 – 80m (Norton, 2002; Moen and Jonsson, 2003; Baldwin and Bradfield, 2005; Hylander, 2005).

No Brasil, o tema foi investigado para diferentes comunidades de briófitas (epífitas, epífilas e epíxilas) em dez remanescentes de variados tamanhos e formas em uma Unidade de Conservação de Floresta Atlântica na região Nordeste (Alvarenga et al., dados não

publicados; Silva and Pôrto in press). Na faixa amostrada (0 - 100m) não houve diferença significativa na riqueza, diversidade e abundância das espécies e uma análise holística de métricas de ecologia de paisagem e efeito de borda explicou mais eficientemente as respostas obtidas. Por exemplo, as epífilas apresentaram menor representatividade em fragmentos pequenos, isolados e com forma irregular e as espécies generalistas predominaram nas três comunidades examinadas. As autoras expuseram diferentes hipóteses para explicar os resultados, dentre elas a de que o efeito se estenderia além dos 100m e, que as briófitas por terem a sua biologia relacionada a microhabitats específicos, deveriam responder de forma não linear à distância da borda.

Considerando essas premissas, este trabalho teve por objetivo elucidar como a riqueza, diversidade e as guildas de tolerância à luminosidade de briófitas epífitas e epífilas respondem à graduação margem – centro em um fragmento de Floresta Atlântica Nordestina de grande tamanho e largura.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em um fragmento da Estação Ecológica de Murici (Lat. 09°11'05" – 09°16'48"S; Long. 35°45'20 - 35°55'12"O), situada nos Municípios de Murici e Messias em Alagoas (Figura 1). A área foi instituída como Unidade de Conservação através de decreto lei de 28 de maio de 2001, pertence ao ecossistema Floresta Atlântica e é classificada como Floresta ombrófila aberta baixo-montana (Veloso et al., 1991). Possui ca. 6.116,00 ha, altitude compreendida entre 300 e 650m e pluviosidade média anual de ca. 2.200mm. O fragmento selecionado para estudo é o maior da Unidade de Conservação, possui 2.628,00 ha, largura máxima de aproximadamente 2.000m e está circundado por uma matriz de pasto e canavial.

Desenho experimental e amostragem

Sessenta pontos geográficos (distantes pelo menos 100m entre si e 10m de clareira) foram aleatorizados no mapa digitalizado do fragmento em toda sua extensão através da ferramenta Animal Movement do programa Arcview 3.2a. Os pontos foram distribuídos em cinco faixas (com 12 sítios de coleta em cada uma) de distância da borda: 0-200m, 201-400,

401-600m, 601-800m, 801-1100m. Posteriormente, os pontos foram localizados em campo com o auxílio de um aparelho de GPS (Garmin 60CSX). Optou-se pelo delineamento experimental baseado na randomização de pontos porque evidências têm indicado que uma amostragem sistemática (transectos, por exemplo) em um ecossistema natural complexo conduz a estimativas errôneas ou a comparações irreais das biotas (Krebs, 1989). Além da randomização oferecer segurança estatística, esse método ainda possibilita uma melhor amostragem, em comparação com a metodologia de transectos, capaz de indicar a grande variabilidade ambiental, o que pode resultar em, provavelmente, maior riqueza e diversidade para uma mesma área amostral (Durigan, 2004).

Cada ponto geográfico serviu como referência para a demarcação de uma parcela de 25m² (5 X 5m) onde foram coletadas amostras de briófitas e determinado o grau de abertura do dossel (Índice de área foliar – IAF), com base em fotografia hemisférica, utilizando-se câmera digital NIKON (Coolpix 5400) e lente “olho-de-peixe” (fisheye Nikon FC-E9), alinhada com o norte magnético por meio de uma bússola. A câmera foi posicionada sobre um tripé ajustável a um metro acima do solo e nivelada horizontalmente com exposição de 90° a partir do zênite (Sanches, 2008). Com o objetivo de evitar a incidência direta de raios solares, o que poderia alterar as análises, as fotografias foram tomadas sempre em horário crepuscular (16h15min – 17h15min) (Comeau, 2000). A distância da borda mais próxima em relação a cada ponto de coleta foi determinada pela extensão “Spatial Analyst” do programa Arcview 3.2a e analisada por categorias de distância (faixas concêntricas de 200m cada até o âmago do fragmento) e por cada ponto de coleta.

As amostras de briófitas (100 cm²) foram coletadas da base até 2,0m de altura em troncos vivos de árvores com DAP >0,30<1,0m, e em folhas vivas, 3-5 folhas mais velhas e/ou com maior cobertura de briófitas, de arbusto ou árvore jovem (Gradstein et al., 1996).

Tratamento dos dados

Para a análise das fotos hemisféricas foi utilizado o programa Gap Light Analyzer versão 2.0 (Frazer et al., 1999). Foram estimados o índice de área foliar (IAF – proporção entre área total de folhas e unidade de área do terreno) e a transmitância luminosa difusa, que quantifica a incidência de luz no solo da floresta. Esta última é particularmente utilizada nas comparações relativas entre locais da floresta (Frazer et al., 1999), enquanto a primeira é de importância para o entendimento dos processos de troca de energia e nutrientes entre o dossel,

o sub-bosque e a atmosfera (Vose et al., 1995). A altitude de cada ponto, obtida com o altímetro digital embutido no aparelho de GPS, também foi incluída nas análises.

As amostras foram identificadas ao nível específico através de literatura básica (Gradstein, 1994; Sharp et al., 1994; Buck, 1998; Gradstein and Costa, 2003) e, quando necessário, confirmadas por especialistas. As espécies foram classificadas quanto à tolerância à luz, em típicas de sol, sombra e generalistas, de acordo com literatura (Gradstein, 1992; Gradstein et al., 2001) e, em alguns casos, com base na consulta a especialistas e na experiência em campo das autoras. Uma espécie deixou de ser classificada por insuficiência de informações.

A riqueza específica e a diversidade de briófitas epífitas e epífilas foram determinadas e avaliadas para cada ponto de coleta e por faixa de distância da borda. A diversidade específica foi calculada através do índice de Shannon (H') (Ricklefs 2001). Neste cálculo a abundância relativa refere-se à frequência de cada espécie no total de amostras, e não à frequência de indivíduos, visto que as briófitas, diferentemente das plantas vasculares, ocorrem em grupos de indivíduos com pequeno tamanho ou densamente ramificados, o que impossibilita a sua contagem (Mägdefrau, 1982). O logaritmo usado foi o da base 2, o qual é expresso por bits.ind-1, sendo considerados baixos os valores iguais ou inferiores a 1 bits.ind-1, médios os iguais a 2 bits.ind-1 e altos os iguais ou superiores a 3 bits.ind-1 (Ricklefs 2001).

Análise dos dados

O Coeficiente de Correlação de Spearman foi utilizado para a análise das relações entre a riqueza e a diversidade de briófitas com a distância da borda e os parâmetros microclimáticos IAF, transmitância luminosa difusa e altitude. Além disso, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e posteriormente o teste de Bonferroni (Arango, 2005) para determinar diferenças das variáveis ambientais e brioflorísticas entre as faixas de distância da borda.

Para analisar se houve dependência das variáveis brioflorísticas com as independentes foram realizados testes de Regressão Linear Múltipla. As variáveis foram logaritmicamente transformadas para adequação ao teste (Zar, 1996), realizado com o programa BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007). Com o intuito de averiguar se a composição florística pode ser explicada pela distância geográfica entre os pontos, isto é, se houve a formação de grupos de pontos favoráveis ao desenvolvimento de briófitas, foi realizado o teste de Mantel (Mantel, 1967),

utilizando-se o programa Fitopac 1. Este teste é uma regressão entre duas matrizes: na primeira as variáveis florísticas são transformadas em matrizes de distância ou de similaridade e comparada com uma segunda de distância geográfica (Mantel, 1967).

Para verificar a existência de relação entre a composição florística com os fatores ambientais analisados, foi utilizada a ordenação das espécies (> 5 assinalamentos, Baldwin and Bradfield, 2005) e variáveis ambientais pelo método de Análise Canônica de Correspondência (CCA). Esse método realiza uma análise direta de gradientes, pressupondo respostas unimodais, baseadas na média ponderada dos dados (Ter Braak, 1987). Na CCA, os eixos são definidos em combinação com as variáveis ambientais, produzindo diagramas ("biplots") em que são apresentados conjuntamente espécies como pontos ótimos aproximados no espaço bidimensional, e variáveis ambientais, como vetores ou flechas, indicando a direção das mudanças destas variáveis no espaço de ordenação (Ter Braak, 1987). Esse diagrama possibilita a visualização de um padrão de variação da comunidade, bem como das características principais responsáveis pelas distribuições das espécies ao longo das variáveis ambientais (Ter Braak, 1987).

Resultados

A menor e a maior distância da borda para coleta do material botânico foram, respectivamente, 13 e 1084 m. O Índice de Área Foliar no gradiente variou entre 1,60 e 2,42, com média de $2,06 \pm 0,18$, enquanto a transmitância luminosa oscilou entre 3,00 e 5,61 Mols $m^{-2} d^{-1}$, com média de $4,22 \pm 0,52$. A altitude apresentou variação entre os pontos de coleta de 360 a 643m (Tabela 1).

Apesar da relativa pequena variação na altitude, esse fator foi significativamente diferente entre as faixas (H (N = 60) = 11,93, $p = 0,01$) e negativamente correlacionado com a distância da borda ($r_s = -0,3703$, $p = 0,0036$). Os demais parâmetros ambientais não mostraram variação significativa com a faixa de distância da borda (IAF: H (N = 60) = 2,75, $p = 0,59$; Transmitância: H = 6,99, $p = 0,13$) (Figura 2). Ademais, o IAF ($r_s = 0,3236$, $p = 0,0116$) foi positivamente correlacionado com a altitude.

Foram registradas 93 espécies, sendo 75 epífitas e 34 epífilas. Trinta e oito espécies foram coincidentes entre as duas comunidades, enquanto 14 ocorreram exclusivamente como epífilas (Tabela 2). As espécies mais frequentes foram *Cheilolejeunea rigidula* (Mont.) R.M. Schust., *Leptolejeunea elliptica* (Lehm. & Lindenb.) Schiffn., *Sematophyllum subsimplex*

(Hedw.) Mitt., *Diplasiolejeunea brunnea* Steph. e *Syrrhopodon parasiticus* (Sw. ex Brid.) Paris, todas consideradas generalistas ou típicas de sol.

Quanto à classificação por tolerância à luz, foram registradas 50 espécies generalistas, 29 típicas de sombra e 13 de sol. As generalistas predominaram praticamente em todos os pontos de coleta, ocorrendo em apenas cinco deles com menos de 50% das espécies.

A riqueza entre os pontos variou de 1 a 15 espécies. Os valores de diversidade para a área situaram-se entre baixos e altos, oscilando entre 0 (ocorrência de uma única espécie por ponto de coleta, o que impossibilita o cálculo da diversidade) e 3,91 bits.ind⁻¹.

Não foi observada diferença significativa de nenhum dos parâmetros brioflorísticos entre as faixas de distância da borda (Figura 3), apesar de a riqueza total e de epífitas e epífilas tenderem a aumentar ligeiramente até os 800m. A faixa mais distante da borda apresentou os menores valores de riqueza total, por comunidade e por guilda, e de diversidade, assumindo valores muito próximos aos da faixa 0-200m.

Os valores de diversidade ($r_s = 0,403$, $p = 0,001$), riqueza total ($r_s = 0,403$, $p = 0,001$), de epífitas ($r_s = 0,321$, $p = 0,012$), epífilas ($r_s = 0,362$, $p = 0,004$), generalistas ($r_s = 0,294$, $p = 0,022$) e de sombra ($r_s = 0,483$, $p = 0,0001$) foram positivamente correlacionadas com a altitude. O IAF foi positivamente correlacionado com a riqueza de típicas de sombra ($r_s = 0,292$, $p = 0,022$), enquanto influenciou negativamente as típicas de sol ($r_s = 0,483$, $p = 0,041$). A análise de regressão confirmou a altitude como o fator mais importante para as variáveis brioflorísticas estudadas (Tabela 3) e, em segunda instância, o IAF foi relevante para a riqueza total ($R^2 = 2,05\%$; $p = 0,045$), de epífilas ($R^2 = 4\%$; $p = 0,030$) e para as espécies típicas de sol ($R^2 = 10,48\%$ $p = 0,004$), sendo esta última de forma negativa. A distância da borda explicou menos de 0,5% as variáveis brioflorísticas, ou seja, foi a variável que menos contribuiu para elucidar a distribuição da brioflora local. A distância geográfica não pôde explicar a distribuição florística total de briófitas ($rM = 0,21$; $p = 0,09$), nem de epífitas ($rM = 0,18$; $p = 0,10$) e nem de epífilas ($rM = 0,12$; $p = 0,16$).

Os autovalores (“eigenvalues”) para os três primeiros eixos de ordenação foram 0,341; 0,258; 0,145, sendo responsáveis, respectivamente, por 18,5%; 20% e 22,1% da variação total acumulada na média ponderada das 25 espécies com mais de cinco assinalamentos em relação às variáveis ambientais analisadas. A distância da borda não apresentou relação com a ocorrência de nenhuma espécie e foi omitida da análise.

Para o primeiro eixo da ordenação nove espécies destacaram-se por apresentar correlação com o aumento da altitude e do IAF, sendo elas, principalmente, espécies típicas de sombra: *Bryopteris filicina* (Sw.) Nees, *Leucoloma serrulatum* Brid., *Phyllogonium viride* Brid., *Plagiochila aerea* Tayl., *Prionolejeunea scaberula* (Spruce) Steph. e *Radula kegelii* Gottsche ex Steph (Figura 4).

Sete espécies, seis generalistas e uma típica de sol, foram positivamente relacionadas com a transmitância luminosa, *Cheilolejeunea adnata* (Kunze) Grolle, *Crossomitrium patrisae* (Brid.) Müll. Hal., *Diplasiolejeunea brunnea* Steph., *Pilosium chlorophyllum* (Hornsch.) Müll. Hal., *Prionolejeunea denticulata* (Weber) Schiffn., *Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt., *Symbiezidium barbiflorum* (Lindenb. & Gottsche) A. Evans.

Por outro lado, sete generalistas e duas típicas de sol apresentaram baixos índices de correlação com os três primeiros eixos de ordenação, revelando um comportamento próximo ao indiferente em relação às variáveis ambientais estudadas, a saber: *Ceratolejeunea cornuta* (Lindenb.) Schiffn., *Ceratolejeunea* sp., *Cheilolejeunea rigidula* (Mont.) R.M. Schust., *Jaegerina scariosa* (Lorentz) Arzeni, *Lejeunea caespitosa* Lindenb., *Lejeunea flava* (Sw.) Nees, *Leptolejeunea elliptica* (Lehm. & Lindenb.) Schiffn., *Rectolejeunea berteriana* (Gottsche ex Steph.) A. Evans e *Syrhropodon parasiticus* (Sw. ex Brid.) Paris.

Discussão

Em Florestas Tropicais, o efeito de borda tem sido mensurado para diversos grupos vegetais (Paciencia and Prado, 2005; Nascimento and Laurance, 2006; Santos et al., 2008), animais (Stevens and Husband, 1998), suas interações (Melo et al., 2006) e fatores abióticos (Camargo and Kapos, 1995; Kapos et al., 1997; Turton and Freiburger, 1997). O maior volume de trabalhos publicados trata da Floresta Amazônica (Malcolm, 1994; Laurance et al., 2002) e evidencia a grande variação da distância da largura da borda em função do grupo estudado, embora os efeitos mais perceptíveis se estendam até 100m (Laurance et al., 2002).

No fragmento estudado, não foram detectadas diferenças significativas das variáveis brioflorísticas de sub-bosque, mesmo a uma distância da borda de até 1.084 m. Esse resultado contradiz o que é relatado para briófitas, principalmente quando pertinente as regiões Temperada e/ou Boreal (Norton, 2002; Moen and Jonsson, 2003; Baldwin and Bradfield, 2005; Gignac and Dale, 2005; Hylander, 2005). Esses estudos evidenciam um gradiente de condições físicas bem definido na direção borda-núcleo, sendo que o efeito de borda para

briófitas pode ser expresso até 45m da margem (Norton, 2002; Moen and Jonsson, 2003). Mudanças substanciais na composição, abundância e representatividade de grupos funcionais (Baldwin and Bradfield, 2005, 2007), abundância de espécies de musgos (Harper et al., 2004) e hepáticas (Moen and Johnsson, 2003) têm sido reportadas com a proximidade da borda.

Nos poucos trabalhos sobre efeito de borda direcionados a briófitas em Florestas Tropicais foram observados uma aparente não interferência da borda nos primeiros 100m (Zartman and Nascimento, 2006; Alvarenga et al., dados não publicados; Silva and Pôrto, in press). Zartman and Nascimento (2006) estudaram a abundância de espécies epífilas nessa faixa de amostragem em fragmentos de 1ha, 10ha e 100ha de floresta contínua na Amazônia e não perceberam diferenças significativas com a distância da borda. Por outro lado, ressaltaram o tamanho do fragmento como um fator determinante.

Em trabalhos recentes abordando aspectos de populações e comunidades de briófitas nos 100 primeiros metros de fragmentos de Floresta Atlântica (Alvarenga et al., dados não publicados; Silva and Pôrto, in press), não foi evidenciada influência marcante da borda, tendo em vista que muitos fragmentos funcionavam apenas como borda. Por sua vez, foi necessário a análise conjunta de diversas variáveis para o melhor entendimento dos processos ecológicos das briófitas, tais como tamanho, grau de proximidade com outros fragmentos e porcentagem de vegetação secundária. As autoras atribuem esses resultados a uma possível não linearização do efeito de borda, devido à simplificação ambiental dos fragmentos, causada por constantes distúrbios antrópicos. Silva and Pôrto (in press) ressaltam, ainda, que a importância da análise holística dos fatores ambientais em Floresta Atlântica diz respeito ao histórico de uso. Em áreas isentas ou com pouca alteração antrópica pode ser possível o isolamento e o controle de um único parâmetro ambiental para estudo de fragmentação e efeito de borda. No caso da Floresta Atlântica, onde o processo de degradação ocorre desde a colonização e perdura até os dias atuais, e o grau de ameaça é bastante diversificado e ocorre concomitantemente (caça, corte de madeira, queimada, etc.) somente a conjunção de variáveis decorrentes da antropização expressa de forma mais fidedigna o comportamento e a distribuição da brioflora.

Portanto, em Florestas Tropicais tão degradadas como a Floresta Atlântica Nordestina a distribuição da brioflora, parece estar mais relacionada a fatores outros, como características da paisagem e pressão antrópica do que à distância da borda por si só. Resultados semelhantes foram observados para outros grupos biológicos. Por exemplo, Lawes et al. (2005) reportaram que a densidade e a riqueza de plântulas eram mais controladas por distúrbios locais, por

exemplo, herbivoria, cobertura por herbáceas e perda de habitat, do que pela proximidade da borda em fragmentos florestais na África do Sul. Por sua vez, Dixo and Martins (2008) não constataram diferenças significativas da riqueza, diversidade e abundância de sapos e lagartos, organismos sensíveis às alterações ambientais, entre borda e interior de fragmentos florestais no sul da Bahia, Brasil. Já Espírito-Santo et al. (2002) não evidenciaram relação da distribuição de espécies arbóreas com a distância da borda, ressaltando o tipo de solo e a topografia como preditores mais significativos em um remanescente de Floresta Atlântica em Minas Gerais.

A falta de um ambiente característico de floresta primária a grandes distâncias da borda no remanescente estudado, mesmo sendo um dos maiores do Nordeste Brasileiro, reflete a situação atual de degradação dos fragmentos de Floresta Atlântica da região, principalmente daqueles localizados ao norte do Rio São Francisco. Nesse ambiente, devido ao elevado nível de destruição, remanescem apenas 2% da cobertura vegetal original (Tabarelli et al. 2008), com a maioria dos fragmentos de ca. 10ha ou menos (Viana et al., 1997; Ranta et al., 1998), onde a sobrevivência das espécies ocorrentes é incerta (Silva and Tabarelli, 2000, 2001). A perda de espécies de plantas devido a interrupções de processos ecológicos chaves como polinização e dispersão por grandes mamíferos têm sido reiterada mesmo nos raros fragmentos grandes (>100ha), que já não são mais capazes de abrigar significativas áreas de floresta primária, levando a extinção de espécies (Mendes Pontes et al., 2007; Silva and Mendes Pontes, 2008; Tabarelli et al., 2008). De acordo com Tabarelli et al. (2008), para a manutenção de uma área núcleo característica em Floresta Atlântica, considerando-se que os remanescentes possuem diversas formas e histórico de uso, é necessário 10.000ha de área. Dessa forma, como a maioria dos remanescentes de Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco é de pequeno tamanho (< 100 ha) e intensamente degradados, a detecção de áreas núcleo e efeito de borda linear para tanto para briófitas, bem como para outros grupos biológicos, nesse ecossistema parece improvável.

A Estação Ecológica de Murici, apesar de ser uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, isto é, onde só são permitidas atividades científicas e educacionais, práticas ilícitas, como caça, extração de madeira e ampliação das áreas de lavoura, cana-de-açúcar e pastagem, são recorrentes. Além disso, no intuito de fugir à fiscalização dos órgãos competentes, as agressões ao habitat não ocorrem de forma linear no fragmento, mas de maneira difusa (observação pessoal), o que parece justificar a grande representatividade de espécies generalistas em todos os pontos de coleta. Essa degradação aleatória pode levar a um

efeito de borda extensivo no fragmento, e sugere que o estabelecimento e o desenvolvimento de organismos sensíveis, como as briófitas, estejam mais relacionados à ocorrência de determinadas condições microclimáticas restritas a alguns poucos microhabitats que funcionam como refúgios para essas plantas.

Sendo assim, condições esparsas e ímpares, com microclimas mais amenos, dentro das manchas de habitat ainda podem ser evidenciadas por abrigar maior riqueza e diversidade de briófitas, sobretudo espécies mais sensíveis a degradação de habitat, como epífilas e típicas de sombra. De fato, a distância da borda não foi capaz de explicar a riqueza e a diversidade de briófitas, mas sim um conjunto de condições microclimáticas particulares em algumas áreas dispersas no fragmento, sendo essas condições particularmente determinadas pela maior altitude e melhor integridade de dossel. Este resultado provavelmente se deve ao fato de que no fragmento estudado as áreas mais elevadas são de difícil acesso à exploração, como retirada de madeira, por exemplo.

O índice de área foliar está diretamente relacionado a evapotranspiração e a produtividade do ambiente, refletindo de forma eficiente a integridade do dossel (Xavier and Vettorazzi, 2003). A Floresta Atlântica carece de investigação em relação a medidas de índice de área foliar. Porém, os valores deste índice mensurados no remanescente estudado situaram-se próximos aos de Florestas Tropicais perturbadas (Xavier and Vettorazzi, 2003; Kaláscska et al., 2004) e de formações relativamente homogêneas, como a Floresta Boreal Decídua (Asner et al., 2003). Além disso, mostraram-se inferiores mesmo aos de áreas de floresta secundária e com corte seletivo na Amazônia (Aragão et al., 2005), e aquém (Média de 2,06) do que seria esperado para uma área de Floresta Tropical Úmida (Média de 4,9, Asner et al., 2003), evidenciando ainda mais a degradação do habitat.

Apesar disso, o índice de área foliar mostrou relação positiva com a brioflora, influenciando negativamente as espécies xerófitas, enquanto favoreceu, sobretudo, as típicas de sombra e as epífilas. Essas últimas são consideradas mais sensíveis que as epífitas devido a uma série de características, dentre elas pequeno porte e adaptações a efemeridade do substrato, como rizóides em discos adesivos, reprodução por copiosos propágulos assexuais e neotenia (Gradstein, 1997). A recorrente afirmação que essa comunidade é mais sensível a alterações no microclima do que as epífitas foi ratificada nesse estudo.

Apesar da pequena variação altitudinal do fragmento estudado, este fator parece ter contribuído para a brioflora local. A altitude é um parâmetro reconhecidamente importante

para a riqueza, diversidade e abundância de briófitas em Florestas Tropicais Úmidas (Frahm, 1990; Pôrto, 1992; Gradstein et al., 2001). Com o aumento da altitude há uma redução na temperatura e aumento da umidade relativa do ar, o que, muitas vezes, promove a formação de nebulosidade (Rizzini, 1997). Nessas condições, as briófitas são favorecidas (Pôrto, 1992; Costa and Lima, 2005). A preferência de briófitas por climas amenos está relacionada a sua ecofisiologia. Frahm (1990) menciona que, devido à sua natureza poiquilohídrica, briófitas desenvolvem densas populações em locais de elevada altitude, já que nessas áreas seu crescimento não é interrompido por períodos secos, mesmo nas horas mais quentes do dia, e condições atmosféricas de umidade permitem que suas células se mantenham constantemente túrgidas.

Sendo assim, o presente estudo demonstrou que a riqueza e a diversidade de briófitas não são alteradas uniformemente no fragmento da Estação Ecológica de Murici, sendo o gradiente margem-interior pouco consistente para a explicação das variáveis brioflorísticas nessa paisagem fragmentada. Portanto, briófitas respondem mais eficientemente a condições microclimáticas ímpares e estão sendo ameaçadas pelos efeitos deletérios da degradação do habitat, principalmente as espécies típicas de sombra e as epífilas, que podem se extinguir localmente, devido a diminuição de condições favoráveis à sua sobrevivência. Dessa forma, esforços mais eficientes de proteção da área contra ações antrópicas, como retirada de madeira, são fundamentais para a implementação de estratégias de manejo e conservação do ecossistema estudado.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Dr. William Buck, do New York Botanical Garden, a Dr. Denise Pinheiro Costa, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, ao Dr. Cid José Passos Bastos, da Universidade Federal da Bahia, e ao Msc. Hermes Oliveira pela confirmação de algumas espécies. A Msc. Nívea Santos pela ajuda nas análises estatísticas. Ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia – CNPq e a Fundação O Boticário de Proteção À Natureza pelo suporte financeiro.

Referências bibliográficas

- Acebey, A., Gradstein, S.R., Krömer, T., 2003. Species diversity and habitat diversification of epiphytic bryophytes in submontane forest and fallows in Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 19, 9-18.
- Alvarenga, L.D.P., Pôrto, K.C., 2007. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* 34(3), 415-427.
- Aragão, L.E.O.C., Shimabukuro, Y.E., Espírito Santo, F.D.B., Williams, M., 2005. Landscape pattern and spatial variability of leaf área index in Eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management* 211, 240–256.
- Arango, H.G., 2005. *Bioestatística teórica e computacional*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Asner, G.P., Scurlock, J.M.O., Hicke, J.A., 2003. Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies. *Global Ecology & Biogeography* 12, 191–205.
- Ayres, M., Ayres, Jr.M., Ayres, D.L., Santos, A.S., 2007. *BioEstat 5.0: Aplicações Estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq, Manaus.
- Baldwin, L.K., Bradfield, G.E., 2005. Bryophyte community differences between edge and interior environments in temperate rain-forest fragments of coastal British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research* 35, 580-592.
- Baldwin, L.K., Bradfield, G.E., 2007. Bryophyte responses to fragmentation in temperate coastal rainforests: A functional group approach. *Biological Conservation* 136(3), 408-422.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Konstant, W.R., Flick, P., Pilgrim J., Oldfield, S., Magin, G., Hilton-Taylor, C., 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16 (4), 909-923.
- Buck, W.R., 1998. Pleurocarpous Mosses of the West Indies. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 1, 1-401.

- Camargo, J.L.C., Kapos, V., 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 11, 205-221.
- Comeau, P., 2000. Measuring Light in the Forest. Extension Note. B.C. Ministry of Forests Research Branch.
- Costa, D.P., Lima, F.M., 2005. Moss diversity in the tropical rainforests of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 28, 671-685.
- Didham, R.K., 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonia, in: Laurance, W.F., Bierregaard, Jr. R.O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 55-70.
- Dixo, M., Martins M., 2008. Are leaf-litter frogs and lizards affected by edge effects due to forest fragmentation in Brazilian Atlantic forest? *Journal of Tropical Ecology* 24, 551–554.
- Durigan, G., 2004. Métodos para análise de vegetação arbórea, in: Cullen, Jr.L., Rudran, R., Valladares-Padua, C. (Orgs), *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da UFPR, Curitiba, pp.455-471.
- Espírito-Santo, F.D.B., Oliveira-Filho, A.T.M., Souza, E.L.M., Fontes, J.S., Marques, M.A.L., Melo, J.J.G.S., 2002. Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. *Acta Botânica Brasílica* 16 (3), 331-356.
- Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34, 487 – 515.
- Frahm, J.P., 1990. The effect of light and temperature on the growth of the bryophytes of tropical rain forests. *Nova Hedwigia* 51, 151-164.
- Frazer, G.W., Canham, C.D., Lertzman, K.P., 1999. Gap light analyzer (GLA): imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs. Users Manual and Program Documentation, version 2.0. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- Galindo-Leal, C.G., Câmara, I.D., 2005. *Mata Atlântica Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas*. Conservation International, Belo Horizonte.

- Gentry, A.H., 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63, 19-28.
- Gignac, L.D., Dale, M.R.T., 2005. Effects of fragment size and habitat heterogeneity on cryptogam diversity in the Low-boreal forest of Western Canada. *Bryologist* 108, 50-66.
- Gradstein, S.R., 1992. 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., 1997. The taxonomic diversity of epiphyllous bryophytes. *Abstracta Botanica* 21(1), 15-19.
- Gradstein, S.R., Costa, D.P., 2003. Liverworts and Hornworts of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 87, 1-318.
- Gradstein, S.R., Hietz, P., Lücking, R., Lücking, A., Sipman, H.J.M., Vester, H.F.M., Wolf, J.H.D., Gardette, E., 1996. How to sample the epiphytic diversity of tropical rain forests. *Ecotropica* 2, 59-72.
- Gradstein, S.R., Churchill, S.P., Salazar, A.N., 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 86, 1-577.
- Harper, K.A., Lesieur, D., Bergeron, Y., Drapeau, P., 2004. Forest structure and composition at young fire and cut edges in black spruce boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research* 34, pp. 289–302.
- Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Esseen, P.A., 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19(3), 768-782.
- Honnay O., Verheyen K., Hermy M., 2002. Permeability of ancient forest edges for weedy plant species invasion. *Forest Ecology and Management* 161, pp. 109–122.
- Hylander, K., 2005. Aspect modifies the magnitude of edge effects on bryophyte growth in boreal forests. *Journal of Applied Ecology* 42, 518-525.
- Kalácska, M., Sánchez-Azofeifa G.A., Rivarda, B., Calvo-Alvarado J.B., Journetc, A.R.P., Arroyo-Moraa, J.P., Ortiz-Ortiz, D., 2004. Leaf area index measurements in a tropical

- moist forest: A case study from Costa Rica. *Remote Sensing of Environment* 91(2), 134-152.
- Kapos, V., Wandelli, E., Camargo, J.L., Ganade, G., 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia, in: Laurance, W.F., Bierregaard, Jr. R.O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 33-44.
- Krebs, C.J., 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins, New York.
- Laurance, W.F., 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., 1997. Hyper-disturbed parks: edge effects and the ecology of isolated rainforest reserves in Tropical Australia. in: Laurance, W.F., Bierregaard, Jr R.O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 71-83.
- 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., Sampaio, E., 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 13(3), 605-618.
- Laurance, W.F., 1999. Reflections on the deforestation crisis. *Biological Conservation* 91, 109-117.
- Lawes, M.J., Lamb, B.C.C., Boudreau, S., 2005. Area- but no edge-effect on woody seedling abundance and species richness in old Afromontane forest fragments. *Journal of Vegetation Science* 16, 363-372.
- Mägdefrau, K., 1982. Life forms of bryophytes, in: Smith, A.J.E. (Ed), *Bryophyte Ecology*. Chapman & Hall, London, pp. 45-57.
- Malcolm, J.R., 1994. Edge effects in central Amazonian forest fragments. *Ecology* 75, 2438-2445.
- Mantel, N., 1967. The Detection of Disease Clustering and a Generalized Regression Approach. *Cancer Research* 27, 209-220.

- Melo, F.P.L., Dirzo R., Tabarelli, M., 2006. Biased seed rain in forest edges: evidence from the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* 132, pp. 50–60.
- Mendes Pontes, A.R., Normande I.C., Fernandes, A.C.A., Ribeiro, P.F.R., Soares, M.L., 2007. Fragmentation causes rarity in common marmosets in the Atlantic forest of northeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16, 1175–1182.
- Moen, J., Jonsson, B.G., 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 of Ecology Evolution* 10, 58-62.
- Myers, N., 1988. Threatened biotas: “hot spots” in tropical forests. *Environmentalist* 8, 187–208.
- Nascimento, H.E.M.; Laurance, W.F., 2006. Efeito de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme. *Acta Amazônica* 36, 183-192.
- Niehaus, A.C., Heard, S.B., Hendrix, S.D., Hillis, S.L., 2003. Measuring edge effects on nest predation in forest fragments: do finch and quail eggs tell different stories? *American Midland Naturalist* 149, 335–343.
- Norton, D.A., 2002. Edge effects in a lowland temperate New Zealand rainforest. *Doc Science Internal Series* 27, 1-33.
- Paciencia, M.L.B., Prado, J., 2005. Effects of forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain forest in Brazil. *Plant Ecology* 180, 87-104.
- Pôrto, K.C., 1992. Bryoflores d’une forêt de plaine et d’une forêt d’altitude moyenne dans l’État de Pernambuco (Brésil); Analyse écologique comparative des forêts. *Cryptogamie Bryologie Lichénologie* 13, 187-219.
- Proctor, M.C.F., 1990. The physiological basis for bryophyte production. *Botanical Journal of the Linnean Society* 104, 61–77.
- Ranta, P., Blom, T., Niemelä, J., Joensuu, E., Siitonen, M., 1998. The Atlantic Rain Forest of Brasil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7, 385 -403.

- Renhorn, K.E., Esseen, P.A., Palmqvist, K., Sundberg, B., 1997. Growth and vitality of epiphytic lichens. I. Responses to microclimate along a forest edge-interior gradient. *Oecologia*. 109, 1–9.
- Rheault, H., Drapeau, P., Bergeron, Y., Esseen, P.A., 2003. Edge effects on epiphytic lichen in managed black spruce forests of eastern North America. *Canadian Journal of Forest Research* 33, 23–32.
- Richards, P.W., 1984. The Ecology of Tropical Forest Bryophytes, in: Schuster, R.M. (Ed), *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory, Nichinan, pp. 1233-1270.
- Ricklefs, R.E., 2001. *The economy of nature*. 5th ed. W.H. Freeman, New York.
- Rizzini, C.T., 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil :aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. 2nd ed. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro.
- Sanches, L., Andrade, N.L.R., Nogueira, J.S., Biudes, M.S., Vourlitis, G.L., 2008. Índice de área foliar em floresta de transição amazônia cerrado em diferentes métodos de estimativa. *Ciência e Natura* 30(1), 57 – 69.
- Santos, B.A., Peres C.A., Oliveira M.A., Grillo A., Alves-Costa, C.P., Tabarelli, M., 2008. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biological Conservation* 141(1), 249-260.
- Sharp, A.J., Crum, H., Eckel, P.M., 1994. The moss flora of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 69, 1-1113.
- Silva, Jr.A.P., Mendes Pontes, A.R., 2008. The effect of a mega-fragmentation process on large mammal assemblages in the highly-threatened Pernambuco Endemism Centre, north-eastern Brazil. *Biodiversity and Conservation* 17, 1455-1464.
- Silva, J.M.C., Tabarelli, M., 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of the northeast Brazil. *Nature* 404, 72-74.
- Silva, J.M.C., Tabarelli, M., 2001. The future of the Atlantic Forest in northeast Brazil. *Conservation Biology* 15(4), 819-820.
- Sodhi, N.S., 2008. Tropical biodiversity loss and people – A brief review. *Basic and Applied Ecology* 9, 93–99.
- Stevens, S.M., Husband, T.P., 1998. The influence of edge on small mammals: evidence from Brazilian Atlantic forest fragments. *Biological Conservation* 85, 1-8.

- Tabarelli, M., Lopes, A.V., Peres, C.A., 2008. Edge-effects drive Tropical Forest fragments towards an early-successional system. *Biotropica* 40, 657-661.
- Ter Braak, C.J.F., 1987. The analysis of environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69, 69-77.
- Turton, S.M., Freiburger, H.J., 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small Tropical Forest Remnant on the Atherton Tableland, Northeastern Australia, in: Laurance, W.F., Bierregaard, Jr.R.O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 45-54.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R., LIMA, J.C.A., 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Viana, V.M., Tabanez, A.J., Batista, J.L., 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest, in: Laurance, W.F., Bierregaard, Jr.R.O. (Eds), *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp 351–365.
- Vose, J.M., Sullivan N.H., Clinton, B.D., Bolstad, P.V., 1995. Vertical leaf area distribution, light transmittance, and application of the Beer-Lambert Law in four mature hardwood stands in the southern Appalachians. *Canadian Journal of Forest Research* 25, 1036-1043.
- Xavier, A.C., Vettorazzi, C.A., 2003. Leaf area index of ground covers in a subtropical watershed. *Scientia Agricola* 60(3), 425-431.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*, 4th edn. Prentice Hall, New Jersey.
- Zartman, C.E., Nascimento, H.E.M., 2006. Are habitat-tracking metacommunities dispersal limited? Inferences from abundance-occupancy patterns of epiphylls in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 127, 46-54.
- Zartman, C.E., Shaw A.J., 2006. Metapopulation extinction thresholds in rainforest remnants. *The American Naturalist* 167, 177-189.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Características microambientais dos pontos de coleta, ordenadas por faixa de distância da borda, do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.

Faixa de distância	Distância da borda (m)	Índice de Área Foliar	Transmitância luminosa difusa (Mols m ⁻² d ⁻¹)	Altitude (m)
I	13	1,91	4,64	507
	29	1,93	4,42	580
	32	2,40	3,77	581
	38	2,18	3,80	560
	87	2,03	4,04	410
	126	2,42	3,47	530
	129	1,98	4,42	518
	141	2,09	3,89	545
	151	1,92	4,50	560
	152	2,04	3,00	360
	163	2,19	3,66	452
	175	2,26	3,85	388
Média ± DV		2,11±0,18	3,95±0,48	499±77,3
II	243	2,37	3,51	501
	250	2,06	4,12	520
	256	1,92	4,52	531
	257	1,60	5,61	420
	270	2,13	5,05	576
	304	2,32	4,11	643
	306	1,93	4,57	479
	308	1,94	3,99	478
	310	2,14	4,11	491
	325	2,37	3,70	466
	327	2,12	4,08	470
	355	2,15	4,17	472
Média ± DV		2,08±0,22	4,29±0,57	504±58,4
III	406	2,32	3,38	488
	407	2,09	3,85	570
	416	1,81	4,96	425
	433	2,14	4,00	415
	442	2,03	4,49	609
	442	2,20	3,66	534
	451	2,17	3,84	576
	454	2,00	4,57	584
	510	2,05	4,79	628
	529	2,18	3,41	484
	540	2,29	3,62	437
	552	1,98	4,57	469
Média ± DV		2,10±0,14	4,09±0,55	518±74,7
	613	1,88	4,66	467
	637	2,21	4,03	634

Tabela 2 (cont.)

	640	1,95	4,58	465
	651	1,71	4,73	441
	666	2,35	3,79	550
	670	1,76	4,62	465
IV	685	1,81	5,16	418
	687	2,20	3,67	643
	730	1,87	4,15	452
	745	1,95	4,40	462
	752	2,32	3,86	471
	763	2,19	4,17	456
	Média ± DV		2,01±0,22	4,31±0,44
	802	1,87	4,61	437
	809	2,29	3,44	444
	812	1,97	4,93	447
	832	2,07	4,76	459
	832	1,84	4,81	429
V	857	2,16	4,09	441
	860	1,99	4,47	456
	861	1,94	5,21	422
	924	1,79	4,73	426
	948	2,10	3,97	446
	983	2,27	4,20	456
	1084	1,98	3,95	460
Média ± DV		2,02±0,16	4,43±0,50	444±13,1

Tabela 2. Frequência total e por comunidade e tolerância à luminosidade dos táxons de briófitas registrados para o remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. Valores entre parênteses indicam número de gêneros e espécies, respectivamente. EPT = Epífitas; EPL = Epífila.

Táxons	EPT	EPL	Total	Tolerância à luminosidade
MARCHANTIOPHYTA				
ANEURACEAE (1/1)				
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	1	0	1	generalista
BRYOPTERIDACEAE (1/1)				
<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	6	0	6	sombra
JUBULACEAE (1/3)				
<i>Frullania apiculata</i> (Reinw. et al.) Nees	1	0	1	sol
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	0	1	1	sol
<i>Frullania setigera</i> Steph.	1	0	1	sol
LEJEUNEACEAE (22/47)				
<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn.) A. Evans	1	0	1	generalista
<i>Aphanolejeunea camillii</i> (Lehm.) R.M. Schust.	0	1	1	sombra
<i>Aphanolejeunea gracilis</i> Jovet-Ast	1	1	2	sombra
<i>Aphanolejeunea truncatifolia</i> Horik.	0	3	3	sombra
<i>Archilejeunea fuscescens</i> (Hampe ex Lehm.) Fulford	2	0	2	generalista
<i>Ceratolejeunea ceratantha</i> (Nees & Mont.) Steph.	1	0	1	generalista
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn.	12	4	16	generalista
<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.	3	2	5	generalista
<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust.	1	1	2	generalista
<i>Ceratolejeunea</i> sp.	10	0	10	generalista
<i>Cheilolejeunea adnata</i> (Kunze) Grolle	7	0	7	generalista
<i>Cheilolejeunea oncophylla</i> (Angstr.) Grolle & E. Reiner	3	0	3	generalista
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R.M. Schust.	26	3	29	generalista
<i>Cheilolejeunea trifaria</i> (Reinw. et al.) Mizut.	3	0	3	generalista
<i>Cololejeunea obliqua</i> (Nees & Mont.) Schiffn.	0	8	8	generalista
<i>Cololejeunea subcardiocarpa</i> Tixier	0	3	3	generalista
<i>Colura tortifolia</i> (Nees and Mont.) Steph.	0	1	1	sol
<i>Cyclolejeunea convexistipa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	1	3	4	sombra
<i>Diplasiolejeunea brunnea</i> Steph.	0	18	18	sol
<i>Diplasiolejeunea pellucida</i> (Meissn.) Schiffn.	0	1	1	sol
<i>Diplasiolejeunea rudolphiana</i> Steph.	0	1	1	sol
<i>Drepanolejeunea bidens</i> (Steph.) A. Evans	0	1	1	generalista
<i>Drepanolejeunea fragilis</i> Bischl.	3	10	13	generalista
<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph.) Bischl.	1	3	4	generalista
<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph.	1	1	2	sol
<i>Lejeunea caespitosa</i> Lindenb.	1	5	6	generalista
<i>Lejeunea caulicalyx</i> (Steph.) M.E. Reiner & Goda	3	1	4	generalista
<i>Lejeunea cerina</i> (Lehm. & Lindenb.) Gottsche, Lindenb. & Nees	1	0	1	generalista
<i>Lejeunea controversa</i> Gottsche	0	1	1	generalista
<i>Lejeunea filipes</i> Spruce	2	0	2	sombra
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	1	6	7	generalista
<i>Lejeunea oligoclada</i> Spruce	2	0	2	generalista
<i>Lejeunea tapajosensis</i> Spruce	1	0	1	generalista
<i>Leptolejeunea elliptica</i> (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	0	22	22	sol
<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	1	0	1	sol

Tabela 2 (cont.)

Táxons	EPT	EPL	Total	Tolerância à luminosidade
<i>Lopholejeunea nigricans</i> (Lindenb.) Schiffn.	1	0	1	sol
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	0	1	1	generalista
<i>Prionolejeunea aemula</i> (Gottsche) A. Evans	1	0	1	sombra
<i>Prionolejeunea denticulata</i> (Weber) Schiffn.	5	1	6	generalista
<i>Prionolejeunea scaberula</i> (Spruce) Steph.	5	0	5	sombra
<i>Rectolejeunea berteroana</i> (Gottsche ex Steph.) A. Evans	12	2	14	generalista
<i>Rectolejeunea emarginuliflora</i> (Gottsche) A. Evans	4	0	4	generalista
<i>Rectolejeunea flagelliformis</i> Evans	3	0	3	generalista
<i>Stictolejeunea squamata</i> (Willd. ex Weber) Schiffn.	1	1	2	generalista
<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb. & Gottsche) A. Evans	12	3	15	generalista
<i>Vitalianthus bischlerianus</i> (Pôrto & Grolle) R.M. Schust. & Giancotti	2	0	2	sombra
METZGERIACEAE (1/2)				
<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	3	2	5	generalista
<i>Metzgeria brasiliensis</i> Schiffn.	1	0	1	generalista
PLAGIOCHILACEAE (1/4)				
<i>Plagiochila aerea</i> Tayl.	7	0	7	sombra
<i>Plagiochila disticha</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	1	0	1	sombra
<i>Plagiochila distinctifolia</i> Lindenb.	0	1	1	sombra
<i>Plagiochila montagnei</i> Nees	3	0	3	sombra
RADULACEAE (1/1)				
<i>Radula kegelii</i> Gottsche ex Steph.	7	0	7	sombra
BRYOPHYTA				
BRACHYTHECIACEAE (2/3)				
<i>Squamidium brasiliensis</i> (Hornsch.) Broth.	2	1	3	sombra
<i>Squamidium nigricans</i> (Hook.) Broth.	1	0	1	sombra
<i>Zelometeorim patulum</i> (Hedw.) Manuel	4	2	6	generalista
BRYACEAE (1/1)				
<i>Brachymenium klotzschii</i> (Schwägr) Paris	1	0	1	-
CALYMPERACEAE (3/7)				
<i>Calymperes afzellii</i> Sw.	4	0	4	generalista
<i>Calymperes lonchophyllum</i> Schwägr.	2	0	2	generalista
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	4	0	4	generalista
<i>Syrrhopodon incompletus</i> Schwägr.	3	0	3	sombra
<i>Syrrhopodon ligulatus</i> Schwägr.	1	0	1	sombra
<i>Syrrhopodon parasiticus</i> (Sw. ex Brid.) Paris	18	0	18	sol
<i>Syrrhopodon prolifer</i> Schwägr.	3	0	3	generalista
DICRANACEAE (1/1)				
<i>Leucoloma serrulatum</i> Brid.	6	0	6	sombra
FISSIDENTACEAE (1/3)				
<i>Fissidens prionodes</i> Montagne	1	0	1	generalista
<i>Fissidens guianensis</i> Montagne	2	0	2	sombra
<i>Fissidens radicans</i> Montagne	5	0	5	generalista
HOOKERIAACEAE (1/1)				
<i>Crossomitrium patrisae</i> (Brid.) Müll. Hal.	6	8	14	generalista
LEUCOBRYACEAE (2/2)				
<i>Leucobryum martianum</i> (Hornsch.) Hampe ex Müll. Hal.	2	0	2	sombra
<i>Ochrobryum subulatum</i> Hampe in Besch.	1	0	1	sombra
METEORACEAE (1/1)				
<i>Meteoridium remotifolium</i> (Müll. Hal.) Manuel	2	0	2	generalista

Tabela 2 (cont.)

Táxons	EPT	EPL	Total	Tolerância à luminosidade
NECKERACEAE (2/2)				
<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt	1	0	1	generalista
<i>Porotrichum substriatum</i> (Hampe) Mitt.	2	0	2	sombra
PHYLLOGONIACEAE (1/1)				
<i>Phyllogonium viride</i> Brid.	6	0	6	sombra
PTEROBRYACEAE (2/2)				
<i>Henicodium geniculatum</i> (Mitt.) W.R. Buck	1	0	1	sol
<i>Jaegerina scariosa</i> (Lorentz) Arzeni	17	0	17	generalista
PYLAISIADELPHACEAE (2/2)				
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	2	0	2	generalista
<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.	1	0	1	generalista
RACOPILACEAE (1/1)				
<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	1	0	1	sombra
SEMATOPHYLLACEAE (1/2)				
<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	3	0	3	generalista
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	19	0	19	generalista
STEREOPHYLLACEAE (1/1)				
<i>Pilosium chlorophyllum</i> (Hornsch.) Müll. Hal.	6	0	6	generalista
THUIDIACEAE (1/1)				
<i>Pelekium schistocalyx</i> (Hedw.) Touw.	1	0	1	sombra

Tabela 3. Coeficientes de Regressão múltipla (valores de R^2 , β e p) entre as variáveis brioflorísticas e as ambientais do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. Valores em negrito indicam significância estatística.

		Distância da borda (m)	Índice de área foliar	Transmitância luminosa difusa (Mols m ⁻² d ⁻¹)	Altitude (m)
Riqueza total	R^2	0,01%	2,05%	1,61%	26%
	β	1,4277	-1,9987	-0,6607	5,2985
	p	0,158	0,045	0,511	<0,001
Diversidade	R^2	0,01%	1,24%	1,69%	16%
	β	0,8681	-1,5893	-0,4035	3,8842
	p	0,389	0,117	0,688	0,003
Epífitas	R^2	0,12%	0,17%	1,33%	20%
	β	0,7045	-0,9077	0,0805	3,9487
	p	0,940	0,484	0,936	0,002
Epífilas	R^2	0,50%	2,35%	1,81%	14%
	β	1,6576	-2,2224	-0,9382	4,2903
	p	0,103	0,030	0,352	<0,001
Generalista	R^2	0,28%	2,66%	2,97%	11%
	β	1,1911	-1,6760	-0,3331	3,4948
	p	0,238	0,099	0,740	0,009
Sol	R^2	0,05%	10,48%	4,76%	8%
	β	0,3031	-2,9578	-0,9963	2,8609
	p	0,792	0,004	0,323	0,005
Sombra	R^2	0,23%	8,96%	1,22%	35%
	β	1,3050	0,5528	0,0503	5,0190
	p	0,197	0,046	0,960	<0,001

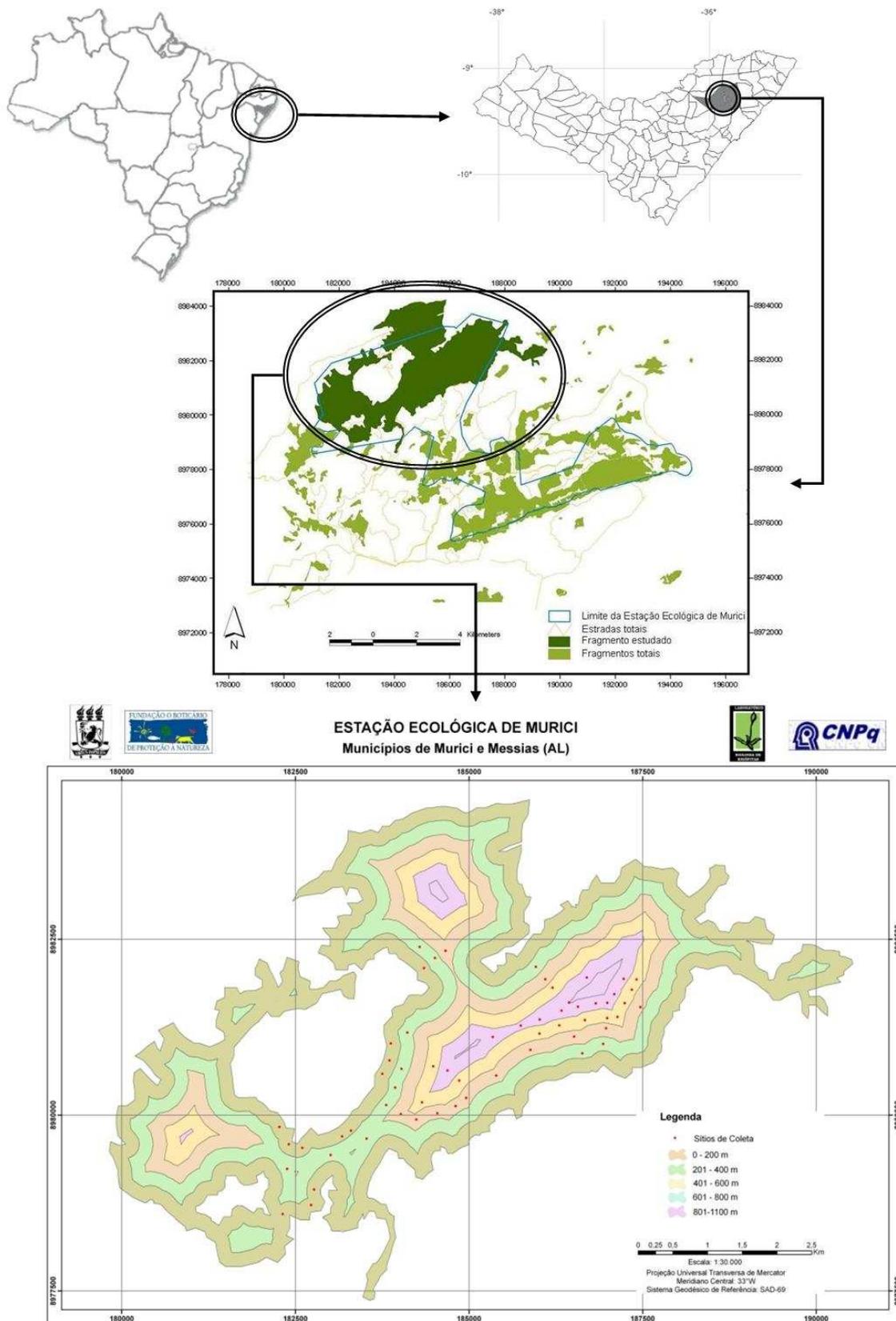


Figura 1. Localização do remanescente e dos plots amostrados na Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.

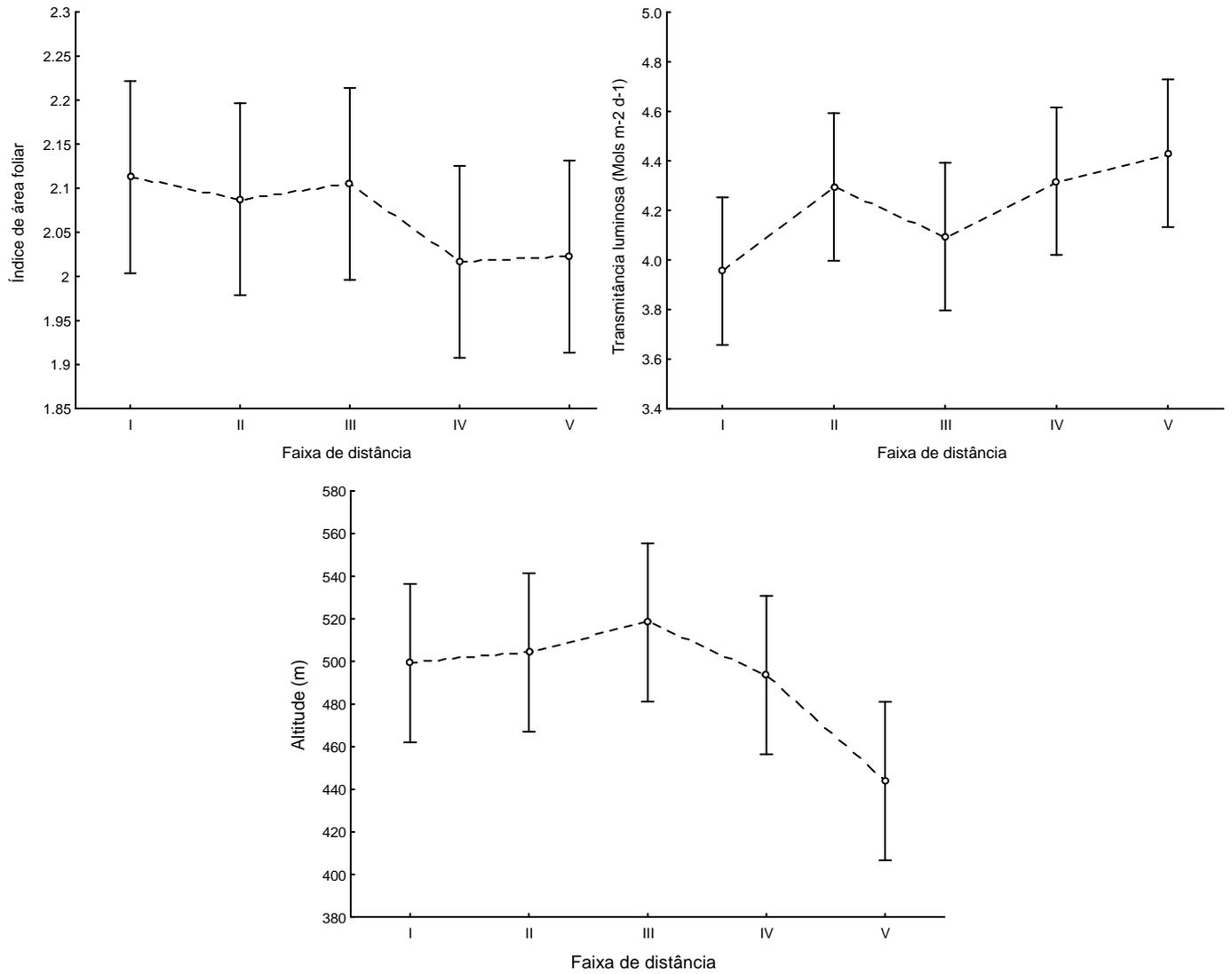


Figura 2. Média dos parâmetros ambientais \pm DP nas faixas de distância da borda do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. I = 0 – 200 m; II = 201 – 400 m; III = 401- 600 m; IV = 601- 800 m; V = 801- 1084 m.

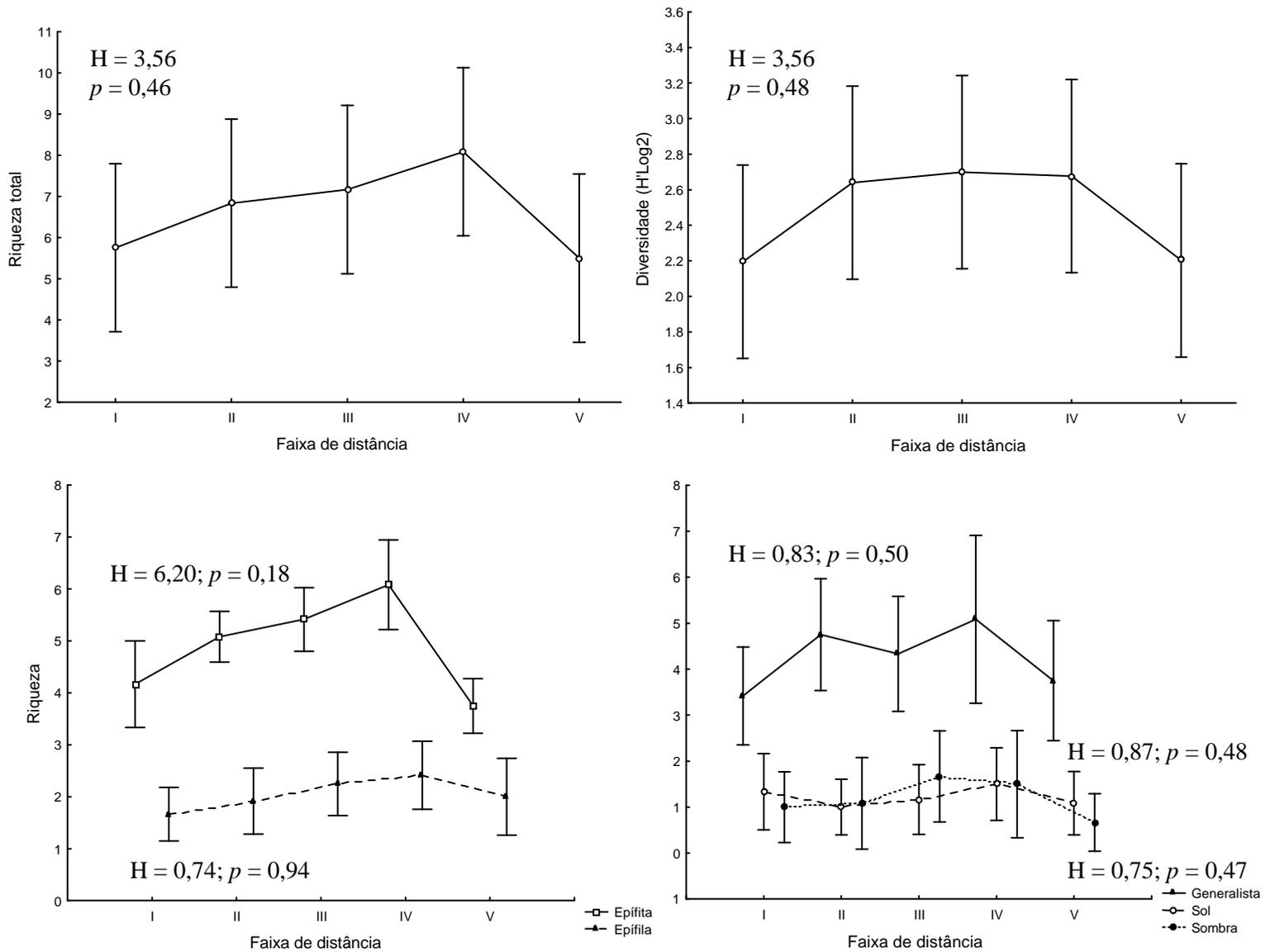


Figura 3. Mediana \pm EP da riqueza total e diversidade de briófitas, riqueza das epífitas e epífilas e das guildas de tolerância à luminosidade em relação à faixa de distância da borda do remanescente da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil.. I = 0 – 200 m; II = 201 – 400 m; III = 401- 600 m; IV = 601- 800 m; V = 801- 1084 m.

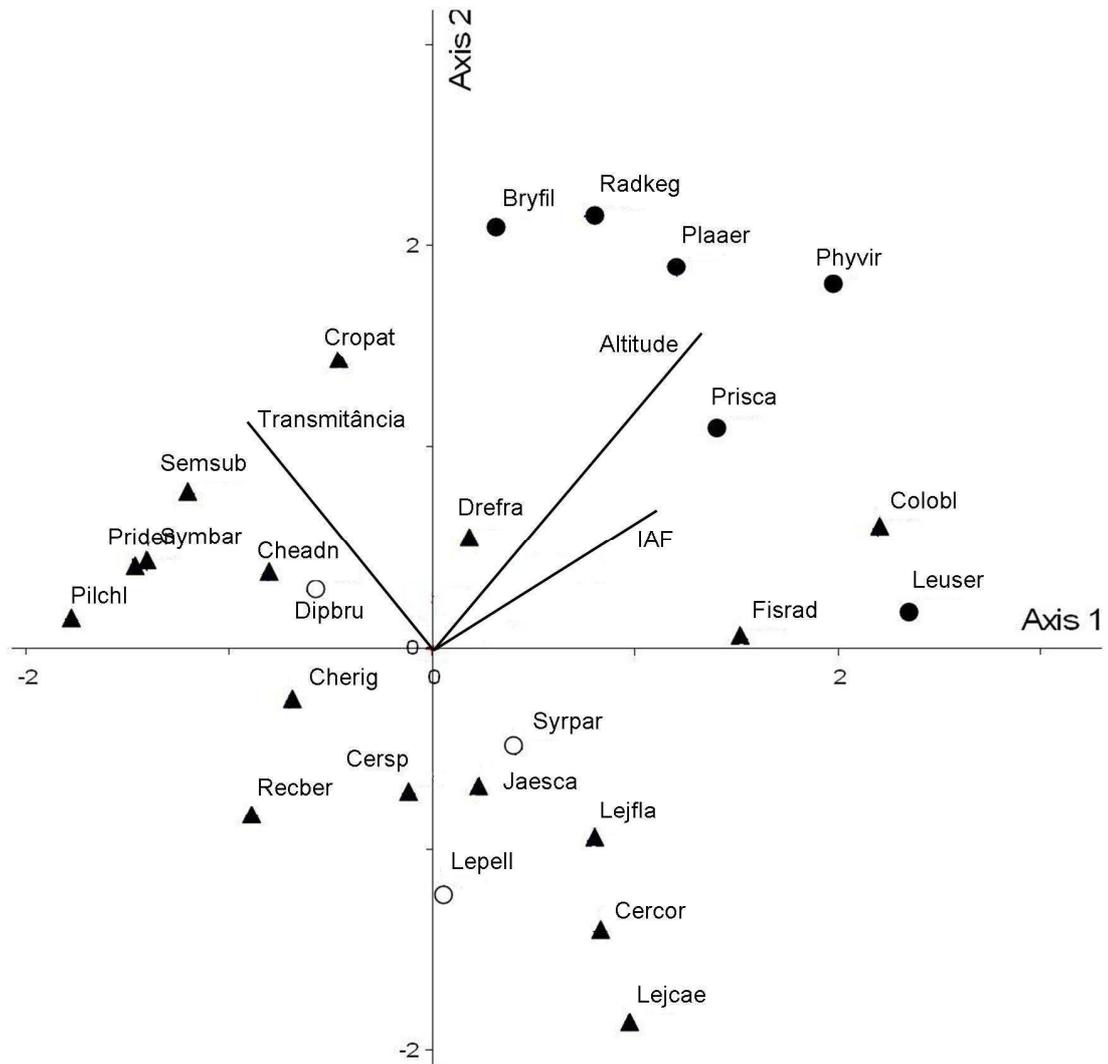


Figura 4. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da Análise Canônica de Correspondência para as espécies de briófitas (> 5 assinalamentos) do sub-bosque do fragmento da Estação Ecológica de Murici, Alagoas, Brasil. ▲ = espécies generalistas; ● = típicas de sombra; ○ = típicas de sol. A abreviação das espécies combina as três primeiras letras do gênero e do epíteto (ver Tabela 1 para a lista de espécies).

ANEXOS

Anexo 1. Normas para publicação no periódico BIOLOGICAL CONSERVATION



Guide for Authors

Please read all information carefully and follow the instructions in detail when preparing your manuscript.

Manuscripts that are not prepared according to our guidelines will be sent back to authors without review. A checklist for manuscript submission can be found at the end of the Guide for Authors.

Biological Conservation encourages the submission of high-quality manuscripts that advance the science and practice of conservation, or which demonstrate the application of conservation principles for natural resource management and policy. Given the broad international readership of the journal, published articles should have global relevance in terms of the topics or issues addressed, and thus demonstrate applications for conservation or resource management beyond the specific system or species studied.

Types of Contributions

1. Full length articles (Research papers)

Research papers report the results of original research. The material must not have been previously published elsewhere. Full length articles are usually up to 8,000 words.

2. Review articles

Reviews should address topics or issues of current interest. They may be submitted or invited. Review articles are usually up to 12,000 words.

3. Systematic reviews

Systematic review is a methodology used to summarize, appraise and communicate the results and implications of a large quantity of research and information. Although the manuscript should report the main outcomes of the systematic review, it is expected that the full review and associated data will be made available online. The length of a systematic review should not exceed 8,000 words.

For a more elaborate explanation of systematic reviews, please check the following link: <http://www.cebc.bangor.ac.uk/introSR.php>. Authors who intend to write a systematic review are kindly asked to contact Andrew Pullin first.

4. Short communications

Short communications are meant to highlight important research that is novel or represents highly significant preliminary findings, and should be less than 4,000 words.

5. Book Reviews

Book reviews will be included in the journal on a range of relevant titles that are not more than two years old. These are usually less than 2,000 words.

6. Letters to the Editor.

Letters to the editor are written in response to a recent article appearing in the journal. Letters should be less than 1,600 words.

Editorial Process

Publishing space in the journal is limited, such that many manuscripts must be rejected. To expedite the processing of manuscripts, the journal has adopted a two-tier review process. During the first stage of review, the handling editor evaluates the manuscript for appropriateness and scientific content, taking advice where appropriate from members of the editorial board. Criteria for rejection at this stage include:

- Manuscript lacks a strong conservation focus or theme, or management implications not well-

developed. Please note that research on a rare or endangered species or ecosystem is not sufficient justification to merit publication in *Biological Conservation*. Published research must also advance the science and practice of conservation biology, and thus have broader application for a wide international audience.

- **Manuscript subject matter more appropriate for another journal.** Natural history or biodiversity surveys, including site descriptions, are usually better suited for other outlets, such as a regional or taxon-specific journal. Similarly, manuscripts with a primarily behavioral, genetic or ecological focus are more appropriate for journals in those fields. For example, studies reporting on disturbance effects, species interactions (e.g., predator-prey, competitive, or pollinator-host plant interactions), species-habitat relationships, descriptive genetics (e.g., assays of genetic variation within or between populations), or behavioral responses to disturbance will be referred elsewhere if they lack a clear conservation message. Authors are advised to contact an Editor prior to submission if there are any questions regarding the appropriateness of a manuscript for the journal.
- **Study primarily of local or regional interest.** *Biological Conservation* is international in scope, and thus research published in the journal should have global relevance, in terms of the topics or issues addressed.
- **Study poorly designed or executed.** Research lacks spatial or temporal replication, has insufficient sample sizes, or inadequate data analysis. Such obvious indications of poor-quality science will be cause for immediate rejection.
- **Manuscript poorly written.** Poor writing interferes with the effective communication of science. Authors for whom English is not the first language are advised to consult with a technical language editor before submission.
- **Conservation research ethics violated.** Research was unnecessarily destructive, was conducted for the express purpose of causing harm/mortality (e.g., simulation of treatment or disturbance effects on survivorship), or violated ethics in the treatment and handling of animals. Where appropriate, authors must provide a statement and supporting documentation that research was approved by the authors' institutional animal care and use committee(s).

Manuscripts that pass this first stage of editorial review are then subjected to a second stage of formal peer review. This involves evaluation of the manuscript by at least two specialists within the field of study, which may include one or more members of the editorial board. Beyond a critical assessment of the scientific content and overall presentation, referees are asked to evaluate the originality, likely impact and global relevance of the research. Referees make a recommendation to the handling editor, but note that it is ultimately the decision of the handling editor as to whether a manuscript is accepted for publication in *Biological Conservation*.

Editor-in-Chief

Dr. Richard B. Primack
Biology Department
Boston University
5 Cummington Street
Boston, MA 02215
USA
Phone: 1-617-353-2454
Email: primack@bu.edu

Manuscript submission

Biological Conservation uses an online, electronic submission system. By accessing the website <http://ees.elsevier.com/bioc> you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. When submitting a manuscript to Elsevier Editorial System (EES), authors need to provide an electronic version of their manuscript. For this purpose, original source files, not PDF files, are preferred. The author should specify a category designation for the manuscript (full length article, review article, short communications, letters, book reviews), choose a set of classifications from the prescribed list provided online, and select a preferred editor. Choice of editor cannot be guaranteed, as allocation depends on editor's workload and availability.

a) Original work

Submission of an article implies that it is original research that is not being considered simultaneously for publication elsewhere. Submission of multi-authored manuscripts must be with the consent of all the participating authors.

b) Cover letter

Submission of a manuscript must be accompanied by a cover letter that includes the following statements or acknowledgements:

- The work is all original research carried out by the authors.
- All authors agree with the contents of the manuscript and its submission to the journal.
- No part of the research has been published in any form elsewhere, unless it is fully acknowledged in the manuscript. Authors should disclose how the research featured in the manuscript relates to any other manuscript of a similar nature that they have published, in press, submitted or will soon submit to *Biological Conservation* or elsewhere.
- The manuscript is not being considered for publication elsewhere while it is being considered for publication in this journal.
- Any research in the paper not carried out by the authors is fully acknowledged in the manuscript.
- All sources of funding are acknowledged in the manuscript, and authors have declared any direct financial benefits that could result from publication.
- All appropriate ethics and other approvals were obtained for the research. Where appropriate, authors should state that their research protocols have been approved by an authorized animal care or ethics committee, and include a reference to the code of practice adopted for the reported experimentation or methodology. The Editor will take account of animal welfare issues and reserves the right not to publish, especially if the research involves protocols that are inconsistent with commonly accepted norms of animal research.

c) Confirmation of submission

After the editorial office has received your submission, you will receive a confirmation, and information about the further proceeding. The handling editor will carry out a light review and decide whether a paper falls within the scope of the journal and is of sufficient standard to be sent for independent peer-review. Any manuscript not being sent for independent peer-review will be returned to the author(s) as soon as possible.

d) Conflicts of Interest

To allow scientists, the public, and policy makers to make more informed judgements about published research, **Biological Conservation** adopts a strong policy on conflicts of interest and disclosure. Authors should acknowledge all sources of funding and any direct financial benefits that could result from publication. Editors likewise require reviewers to disclose current or recent association with authors and other special interest in this work.

e) Potential reviewers

Authors are at liberty to suggest the names of up to three potential reviewers (with full contact details). Potential reviewers should not include anyone with whom the authors have collaborated during the research being submitted.

III. Setting up and formatting your manuscript

1. General information

Set up your document one-sided, using double spacing and wide (3 cm) margins. Use continuous line numbering throughout the document. Avoid full justification, i.e., do not use a constant right-hand margin. Ensure that each new paragraph is clearly indicated. Number every page of the manuscript, including the title page, references tables, etc. Present tables and figure legends on separate pages at the end of the manuscript. Layout and conventions must conform with those given in this guide to authors. **Journal style has changed over time so do not use old issues as a guide.** Number all pages consecutively. Italics are not to be used for expressions of Latin origin, for example, *in vivo*, *et al.*, *per se*. Use decimal points (not commas); use a space for thousands (10 000 and above).

2. Preparation of illustrations

We urge you to visit the Elsevier Electronic Artwork Guide at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

3. Language

Please assure your manuscript is written in excellent English (American or British usage is accepted, but not a

mixture of these). Authors whose first language is not English are encouraged to have the paper edited by a native English speaker prior to submission. Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/wps/find/authorshome.authors/languagepolishing> or contact authorsupport@elsevier.com for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions http://www.elsevier.com/wps/find/termsconditions.cws_home/termsconditions.

IV. Structure of the manuscript

1. Title page

a) Title of manuscript

State the title of the manuscript. The title should be concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

b) Author(s) names and affiliation(s)

State the authors' first and family names (put family name in capitals) and affiliations. Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names and only in English. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and also in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and e-mail address of each author. Once a manuscript is submitted, authorship cannot be changed. In case a change in authorship is requested, the manuscript must be withdrawn and be resubmitted as new submission.

c) Corresponding author

Clearly indicate who is the corresponding author, willing to handle correspondence at all stages of reviewing and publication, also post-publication. Ensure the corresponding author's telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.

d) Present address

If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

e) Abstract

Provide a concise and factual abstract (maximum length of 250 words). The abstract should state briefly the purpose of the research, the methods, the principal results, major points of discussion, and conclusions. An abstract is often presented separate from the article, so it must be able to stand alone. References should therefore be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Non-standard or uncommon abbreviations should be avoided.

f) Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Avoid the use of entire phrases as keywords and do not repeat words that were already used in the title. Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

2. Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background to the international context in which the research is carried out.

3. Materials and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

4. Results

Provide your main results in a concise manner. Avoid overlap between figures, tables, and text.

5. Discussions and Conclusions

Indicate significant contributions of your findings, their limitations, advantages and possible applications. Discuss your own results in the light of other international research and draw out the conservation implications.

6. Acknowledgements

Place acknowledgements as a separate section after the discussion and before the references. Include information on grants received and all appropriate ethics and other approvals obtained for the research.

7. Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: (Eq. A.1), (Eq. A.2), etc.; in a subsequent appendix, (Eq. B.1) and so forth.

8. References

Assertions made in the paper that are not supported by your research must be justified by appropriate references. Follow the journal format for references precisely (see section V. below for more detailed information). Ensure all references cited in the text are in the reference list (and vice versa).

9. Captions, tables, and figures

Present these, in this order, at the end of the manuscript. They are described in more detail below (see section VI.). High-resolution graphics files must always be provided separate from the main text file in the final version accepted for publication.

Colour diagrams can be printed (see below).

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions on a separate page, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration or table. Keep text in the illustrations and tables themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

10. Footnotes

Footnotes should not be used.

11. Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI) for all scientific and laboratory data. If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI.

Common names must be in lower-case except proper nouns. All common names must be followed by a scientific name in parentheses in italics. For example, bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*). Where scientific names are used in preference to common names they should be in italics and the genus should be reduced to the first letter after the first mention. For example, the first mention is given as *Tursiops aduncus* and subsequent mentions are given as *T. aduncus*.

12. Preparation of supplementary data

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, large tables, background datasets, sound clips, stellar diagrams and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data are provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit <http://www.elsevier.com>. Supplementary data must be supplied at submission so that it can be refereed.

V. Referencing

1. Citations in the text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Unpublished results and personal communications should not be in the reference list, but may be mentioned in the text. Conference proceedings, abstracts and grey literature (research reports and limited circulation documents) are not acceptable citations. Citation of a reference as 'in press' means that the item has been accepted for publication.

2. Citing and listing of web references

As a minimum, the full URL and last access date should be given. Any further information, if known (author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

3. Citing in the text

Citations in the text should be:

Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity), the year of publication;

Two authors: both authors' names, the year of publication; use 'and' between names not '&'. Three or more authors: first author's name followed by et al., the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be given chronologically with the earliest first and if several from the same year then they should be given alphabetically. If there are several from the same author in the same year then they are given as author, yeara, b (eg 1996a,b] (not yeara, yearb)

Examples: "as demonstrated (Allan and Jones, 1995; Smith et al., 1995; Woodbridge, 1995; Allan, 1996a, b, 1999). Kramer et al. (2000) have recently shown"

4. List of references

References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication. You may use the DOI (Digital Object Identifier) and the full journal reference to cite articles in press. The format for listing references is given below and must be followed precisely.

Examples:

Reference to a journal publication. Give the journal title in full:

Moseby, K.E., Read, J.L., 2006. The efficacy of feral cat, fox and rabbit exclusion fence designs for threatened species protection. *Biological Conservation* 127, 429-437.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, 3rd edn. Macmillan, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281-304.

5. Digital Object Identifier (DOI):

In addition to regular bibliographic information, the digital object identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*): doi:10.1016/j.physletb.2003.10.071

NB: Please give as much bibliographic information as possible with the DOI. Please give the name(s) of the author(s), title of the paper, journal name and if possible year of publication.

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change.

VI. Manuscript handling after acceptance

1. Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright see <http://www.elsevier.com/authorsrights>). This transfer will ensure the widest possible dissemination of information. A letter will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript. A form facilitating transfer of copyright will be provided.

If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has pre-printed forms for use by authors in these cases: contact ES Global Rights Department, P.O. Box 800, Oxford, OX5 1DX, UK; phone: (+44) 1865 843830, fax: (+44) 1865 853333, e-mail: permissions@elsevier.com

2. Costs for colour prints

a) Colour illustrations in print

Colour illustrations in print will be charged to the author. Illustration costs are EURO 350 for every first page. All subsequent pages cost EURO 175.

b) Colour illustrations on the web (ScienceDirect)

Colour illustrations in the web (ScienceDirect) are free of charge. If you want a colour illustration on the web and the same illustration in black and white in the print version of the journal, please note that you will then have to submit two different illustration files, one colour and one black and white version.

3. Proofs

When your manuscript is received by the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not to be regarded as 'drafts'.

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author, to be checked for typesetting/editing and should be returned within 2 days of receipt, preferably by email. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Any amendments may be charged to the author. Proofreading is solely the author's responsibility.

Should you choose to mail your corrections, please return them to: Log-in Department, Elsevier, Stover Court, Bampfylde Street, Exeter, Devon EX1 2AH, UK.

A form with queries from the copyeditor may accompany your proofs. Please answer all queries and make any corrections or additions required. The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated. Return corrections within 2 days of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this.

Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted.

4. Tracking your article

Authors can keep a track on the progress of their accepted article, and set up e-mail alerts informing them of changes to their manuscript's status, by using the "Track a Paper" feature, which can be obtained at: <http://www.elsevier.com/>. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided when an article is accepted for publication.

5. Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free paper offprints. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

VII. Submission Checklist

It is hoped that this list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal's editor for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present for submission:

- One author designated as corresponding author.
- Full contact addresses of all author(s).
- Covering letter stating that the manuscript is original work, that it is not being submitted elsewhere, that all authors agree with the content and to the submission, any research in the paper not carried out by the authors is fully acknowledged in the manuscript and where necessary all appropriate ethics and other approvals were obtained for the research.
- The names and contacts of three potential reviewers are provided.
- The manuscript is one-sided, double spaced, page numbered and line-numbered throughout.
- The name and address of the author(s) is only stated on the first title page and nowhere else in the manuscript, except for quoting own work.
- The second title page contains the title, abstract and keywords.
- All tables (including title, description and caption) are included.
- All illustrations (including title, description and caption) are included.
- Manuscript has been "spellchecked", and checked by someone fluent in English who understands the subject material of the manuscript.
- References are in the correct format for the journal (see above).
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- All tables and figures have been referred to in the text.
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)

For any further information please contact the Author Support Department at authorsupport@elsevier.com or <http://www.elsevier.com/>

6 CONCLUSÕES GERAIS

- A degradação de habitat altera negativamente os padrões das comunidades de briófitas tanto no gradiente vertical quanto na graduação margem-núcleo do remanescente de Floresta Atlântica da Estação Ecológica de Murici, favorecendo a ocorrência de espécies generalistas em detrimento das de nichos mais estreitos, como as típicas de sol e de sombra.
- A própria estrutura da vegetação local, Floresta Ombrófila Aberta, e heterogeneidade ambiental, além de eventos históricos de estiagem e condições ambientais mais secas na região Nordeste, podem ter influenciado a não estratificação vertical e horizontal de briófitas epífitas.
- Propriedades microclimáticas indicativas de qualidade de microhabitat, como grau de abertura do dossel e altitude, explicam eficientemente as variações na riqueza, diversidade e estrutura espacial de briófitas epífitas e epífilas de sub-bosque no remanescente estudado, enquanto a distância da borda e a quantidade de luz que atinge o sub-bosque foram irrelevantes.
- No maior remanescente da Estação Ecológica de Murici não existe área núcleo propícia ao desenvolvimento de briófitas, sendo os efeitos de borda estendidos em todo fragmento. Tendo em vista que na Floresta Atlântica ao Nordeste (ao norte do Rio São Francisco) restam poucos remanescentes que alcançam 2.000ha e que estes são constantemente sujeitos a contínua interferência humana, é improvável que seja detectado efeito de borda para as briófitas nesse ambiente. Este fato reforça a necessidade de esforços mais eficientes de conservação e a implementação de estratégias de manejo e conservação desses remanescentes.

7 RESUMO

As briófitas funcionam como grupo chave para elucidar respostas às variações ambientais dada a sua elevada sensibilidade ao microclima e a especificidade por microhabitats. Este trabalho objetivou aprofundar o conhecimento sobre a ecologia de comunidades de briófitas epífitas e epífilas face ao processo de fragmentação em um remanescente (2.628ha) de Floresta Atlântica da Estação Ecológica de Murici, Alagoas (09°11'05"-09°16'48"S/35°45'20"-35°55'12"O), Nordeste do Brasil. Assim, a composição, riqueza, diversidade e estratificação de briófitas epífitas foram analisadas no gradiente vertical em 15 forófitos de dossel subdivididos em cinco zonas de altura; e epífitas e epífilas de sub-bosque foram investigadas desde a margem até o centro do remanescente em relação a cinco faixas concêntricas de 200m de largura cada e por sítio de coleta. Foram registradas 78 espécies de briófitas epífitas no gradiente vertical e 93 espécies no sub-bosque, sendo 75 epífitas e 34 epífilas. Estimou-se ser necessário o triplo do esforço de coleta sugerido na literatura para amostragem representativa na zonação vertical em Florestas Tropicais. Não foi observado padrão na distribuição horizontal e vertical de espécies, sendo que os estratos inferiores ao dossel externo apresentaram significativa contribuição para a brioflora. Estes fatos evidenciam que a própria heterogeneidade ambiental do remanescente pode ser um fator importante da falta de diferenciação do gradiente vertical e entre a borda e o interior. Epífitas e epífilas de sub-bosque não responderam a distância da borda até o centro do remanescente, 1.084m, sendo os efeitos de borda notáveis em toda a sua extensão. Condições microambientais específicas e esparsas no fragmento, como maior grau de abertura do dossel e altitude, elucidaram a distribuição, principalmente, de espécies sensíveis, como epífilas e umbrófilas. A presença de área núcleo não foi detectada, o que é alarmante, haja visto que o remanescente é um dos maiores fragmentos da Floresta Atlântica acima do Rio São Francisco. Sendo assim, é improvável a detecção de efeito de borda para briófitas nos remanescentes ainda existentes nessa região biogeográfica da Floresta Atlântica, o que reforça a sua urgência de conservação.

Palavras-chave: brioflora, efeito de borda, gradiente vertical, microhabitat, conservação, Floresta Tropical.

8 ABSTRACT

Bryophytes work like a key group to elucidate answers to the environmental variations because his elevated sensibility to microclimate and especific microhabitats. This study aimed to deepen the knowledge on the ecology of epiphyte and epiphyllous bryophyte communities in relation to fragmentation in an Atlantic Forest remnant (2.628ha) of the Ecological Station of Murici, Alagoas (09°11'05"-09°16'48"S / 35°45'20"-35°55'12"W), Northeast of Brazil. So, the composition, richness, diversity and stratification of epiphyte bryophytes were analysed in the vertical gradient in 15 phorophytes subdivided in five height zones; and epiphyte and epiphyllous of understorey were investigated from the edge up to the centre of the remnant regarding five concentric belts of 200m of width each and for collection site. 78 species were registered in the vertical gradient and 93 species in the understorey, being 75 epiphyte and 34 epiphyllous. It was stimated to be necessary the triple of the effort of collection suggested in the literature for representative sampling in the vertical zonation in Tropical Forests. Standard was not observed in the horizontal and vertical distribution of species, being the inferior strata a significant contribution for the bryophyte flora. These results demonstrate that the environmental heterogeneity of the remnant per se can be an important factor of the lack of differentiation in the vertical gradient and between the edge and the interior. These facts to do reference to processes of canopy simplification resulting from the structural alterations of the forest fragmentation and from the selective logging. Epiphytes and epiphyllous of understorey did not answer the distance of the edge up to the centre of the remnant, 1.084m, being the notable effects of edge in the whole his extension. Microenvironmental specific and scattered conditions in the remnant, like greater degree of canopy opening and altitude, elucidated the distribution, principally, of sensitive species, like epiphytes and shade-typical. The presence of area nucleus was not detected, which is alarming, because that remnant is one of the biggest of the Atlantic Forest above the São Francisco River. Being so, there is still unlikely the detection of effect of edge for bryophytes in the existent remnants in this biogeographic region of the Atlantic Forest, which reinforces his urgency of conservation.

Keywords: bryophyte flora, edge effect, vertical gradient, microhabitat, conservation, Tropical Rain Forest.