

LISI DÁMARIS PEREIRA ALVARENGA

**ESTRUTURA ESPACIAL E ECOLOGIA DE BRIÓFITAS EPÍFITAS E
EPÍFILAS DE REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA NA
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE MURICI, ALAGOAS**

RECIFE

2007

LISI DÁMARIS PEREIRA ALVARENGA

**ESTRUTURA ESPACIAL E ECOLOGIA DE BRIÓFITAS EPÍFITAS E
EPÍFILAS DE REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA NA
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE MURICI, ALAGOAS**

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

Orientadora: DRA. KÁTIA CAVALCANTI PÔRTO
Área de Concentração: ECOLOGIA VEGETAL
Linha de pesquisa: ECOLOGIA DE CRIPTÓGAMOS

RECIFE

2007

Alvarenga, Lisi Damaris Pereira

Estrutura espacial e ecologia de Briófitas epífitas e epífilas de remanescentes de Floresta Atlântica na Estação Ecológica de Murici, Alagoas. / Lisi Damaris Pereira Alvarenga. – Recife: O Autor, 2007.

124 folhas : il., fig., tab.

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

Inclui bibliografia

1. Briófitas – Ecologia - Alagoas 2. Floresta Atlântica 3. Brioflora. Título.

582.32
588

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

UFPE
CCB – 2007-117

LISI DÁMARIS PEREIRA ALVARENGA

“ESTRUTURA ESPACIAL E ECOLOGIA DE
BRIÓFITAS EPÍFILAS E EPÍFITAS DE
REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA
NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE MURICI,
ALAGOAS.”

BANCA EXAMINADORA:



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



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



Prof.^a. Dra. Maria Elena Reiner-Drehwald
Universidade de Gottingen-Alemanha

Recife-PE.
2007

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao meu Deus Jeová, pela vida para apreciar sua criação.

A meus pais, Hermes e Viviane, e meu irmão Ulises, minhas maiores motivações de viver e andar na verdade.

A minha grande amiga Kátia, por me orientar em minha profissão e me ensinar tantos valores pessoais.

Às minhas avós Sineide e Lúcia e toda minha família, pelo carinho e apreço.

A minha amiga Carol, por ter escolhido se tornar parte da minha família e hoje ser mais que uma irmã para mim, um exemplo, uma fonte de encorajamento.

Minhas queridas irmãs Rafaela, Mariana, Aninha, Viviane e Babi, por cuidarem de mim e me proporcionarem uma amizade tão sincera.

A Yuri, pois há amigos que se apegam mais que irmãos e deveras este também tem me premiado com tal amizade sincera e proveitosa.

A Minhas amigas a quem prezo muito Emily, Helen, Marilha e Tarciana, pela amizade.

A Juliana, Mercinha, Sarinha e Isita pelos momentos divertidos que passamos juntas neste nosso trabalho de briólogas, e também a Mateus, Helen, Mauro, Gilcean, Wan e sua esposa Juliana e nosso guia de campo Chico, por toda a camaradagem que farão saudosas mesmo as madrugadas de sono perdidas.

Aos meus amigos Claudinha e Alcindo, pela amizade e por compartilhar vários momentos alegres comigo.

A Karla e Anissa por fazerem perdurar uma grande amizade apesar dos caminhos aos quatro cantos deste Brasil que tomamos, e a Michelline, também por valorizar a amizade apesar dos rumos distintos.

A Janaína, Ursula, Shirley, Gisele, Anderson e Eduardo, grandes ecólogos e taxonomistas, colegas que tornaram divertidos mesmo momentos difíceis do nosso mestrado e viveram comigo a satisfação após árduo trabalho nesta nossa pós-graduação.

A Marcos, Dayana, Pedro, Rafael, Clayton, Flora, Diogo, Yana, Fátima e Katarina pelo companheirismo, pelo apoio e a amizade.

Aos professores Adalberto Santos, Ary Oliveira Filho, Sigrid Leitão, Cecília Costa, pela ajuda nas análises numéricas dos manuscritos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa - CNPq, à Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, pelo apoio logístico e financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

**“Pois as suas qualidades invisíveis são
claramente vistas desde a criação do mundo em
diante, porque são percebidas por meio das
coisas feitas, mesmo seu sempiterno poder e
Divindade...”
Romanos 1:20**

**A meu amado irmão
German Ulises, meu
exemplo de vida, dedico
este trabalho**

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO 1 - HEPÁTICAS DO ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL		Página
Figura 1. Distribuição geográfica das hepáticas ocorrentes em Alagoas. O percentual de contribuição das barras pretas é de 1,8% e das brancas é de 0,9%. 1. América do sul e Costa Rica; 2. Brasil, Paraguai e norte da Argentina; 3. Costa Rica e Brasil; 4. Costa Rica, leste das Índias, Chocó e Brasil; 5. Dominica, Peru, Argentina e Brasil; 6. Leste das Índias, América do sul e Brasil; 7. Neotropicos e América subtropical; 8. Neotropicos e leste da África; 9. Norte dos Andes e sudeste do Brasil.....		30
Figura 2. Riqueza das famílias de hepáticas de Alagoas.....		30
 MANUSCRITO 2 - INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES DA PAISAGEM E CONSERVAÇÃO DE REMANESCENTES FLORESTAIS SOBRE A ESTRUTURA METAPOPULACIONAL DE BRIÓFITAS EPÍFILAS EM FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA		
Figura 1. Localização dos fragmentos florestais da EsEc Murici. Os números dos fragmentos são atribuídos em ordem decrescente de tamanho. A linha em cinza demarca a área legalmente incluída na EsEc Murici.....		65
Figura 2. Riqueza média ($\pm$ EP) de briófitas epífilas por classes de tamanho de fragmento obtidas na EsEc Murici, Alagoas.....		66
Figura 3. Riqueza média ($\pm$ EP) de briófitas epífilas nos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas.....		66
Figura 4. Riqueza média ($\pm$ EP) de briófitas epífilas pelas classes de distância de borda os fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas.....		67
Figura 5. Frequência média ($\pm$ EP) das classes de abundância das briófitas epífilas registradas nos fragmentos da EsEc Murici, Alagoas.....		67
Figura 6. Diagrama da Análise de Correspondência Canônica (CCA) baseado na composição de espécies de briófitas epífilas e nas métricas da paisagem dos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. Valores em parênteses correspondem à riqueza de espécies. As variáveis que mostraram influência significativa foram área plana (Áreapl), área superficial (Áreasup), proporção de área nuclear (Áreanuc%), proporção de vegetação secundária (Vegsec%), isolamento (Isolam) e altitude média		

(Altitude). Eigenvalues: eixo 1 = 0.291, eixo 2 = 0.104. Explicação cumulativa em percentagem explicada pelos dois eixos = 50.9..... 68

Figura 7. Distribuição das espécies de briófitas epífilas em intervalos de constância (número de fragmentos colonizados) na EsEc Murici, Alagoas..... 69

Figura 8. Padrões de ocupação registrados nas comunidades de briófitas epífilas dos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. Cada círculo indica uma espécie e aumenta sua dimensão quando espécies se somam. As linhas tracejadas indicam a média de frequência e abundância. Os quadrantes (em sentido horário) significam padrão urbano (1º quadrante, acima à esquerda), “core” (2º), rural (3º) e satélite (4º). O fragmento F6 foi excluído por apresentar apenas quatro espécies sobrepostas na representação gráfica, todas satélites..... 70

MANUSCRITO 3 - IMPACTOS DA PERDA DE HABITAT SOBRE A ESTRUTURA ESPACIAL DE EPÍFITAS: UMA INFERÊNCIA A PARTIR DO GRADIENTE VERTICAL DE BRIÓFITAS EM FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA

Figura 1. Fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas, evidenciando o mosaico de matrizes onde os remanescentes estão inseridos (a) e a perda de área de cobertura vegetal em duas décadas (b). Os números dos fragmentos são atribuídos em ordem decrescente de tamanho..... 100

Figura 2. Métricas dos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas. Tamanho (área plana) de fragmento apresenta correlação significativa com proporção de área nuclear (coeficiente de correlação de Pearson $r = 0.8559$, $p = 0.0032$), proporção de vegetação secundária ($r = -0.751$, $p = 0.0196$) e índice de forma ($r = 0.7537$, $p = 0.019$). As correlações são marginalmente significativas com altitude ($r = 0.6015$, $p = 0.0865$), razão área superficial/ área plana ($r = 0.6350$, $p = 0.0661$) e índice de proximidade (coeficiente de correlação de Spearman $r_s = 0,6000$, $p = 0,0875$). Correlações entre as demais métricas mostraram apenas que a proporção de vegetação secundária é vinculada à de área nuclear ($r = -0.8112$, $p = 0.0079$) e à altitude ($r = -0.6804$, $p = 0.0436$)..... 101

Figura 3. Gradiente do índice de proximidade, proporção de vegetação secundária e de área nuclear dos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. A superfície indica as tendências lineares observadas ao longo dos três eixos..... 102

Figura 4. Riqueza de briófitas epífitas dos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas..... 102

Figura 5. Padrão de riqueza de briófitas epífitas ao longo do gradiente vertical nos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. As barras representam a altura média (+ máxima) das árvores, os círculos representam a riqueza (nº de espécies) e cada sequência vertical de círculos representa um forófito. A abundância apresentou o mesmo padrão que a riqueza..... 103

-
- Figura 6. Gradiente vertical da riqueza e abundância média ($\pm$ 1DS) por plot de briófitas epífitas dos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas. As linhas completas representam o grupo 1 e as tracejadas representam o grupo 2. Os níveis de altura correspondem a base (a), tronco inferior (b), tronco médio (c), tronco superior (d) e dossel (e)..... 104
-
- Figura 7. Gradiente vertical da riqueza e abundância total das espécies de briófitas típicas de sombra, generalistas e típicas de sol nos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. Quadros representam a presença do grupo no determinado nível e os valores correspondem a riqueza (a, c, d) e a abundância (b, d, f). Os níveis de altura correspondem a base (a), tronco inferior (b), tronco médio (c), tronco superior (d) e dossel (e)..... 105
- Figura 8. Similaridade florística entre os níveis de altura dos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas. Números indicam fragmentos e letras indicam os níveis de altura [base (a), tronco inferior (b), tronco médio (c), tronco superior (d) e dossel (e)]...... 106

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO 1 - HEPÁTICAS DO ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL

Página

Tabela 1. Hepáticas do Estado de Alagoas. Informações sobre substrato (folha – FL, tronco vivo – TV, tronco morto – TM) e estrato florestal de ocorrência dizem respeito apenas à EsEc Murici. Subdossel aqui é considerado o estrato acima de 4 m. Novas referências para o Nordeste do Brasil são apontadas com asterisco.....	24
--	----

MANUSCRITO 2 - INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES DA PAISAGEM E CONSERVAÇÃO DE REMANESCENTES FLORESTAIS SOBRE A ESTRUTURA METAPOPOPULACIONAL DE BRIÓFITAS EPÍFILAS EM FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA

Tabela 1. Propriedades dos fragmentos florestais estudados na EsEc Murici, Alagoas..	59
Tabela 2. Proporção (%) de populações observadas com estruturas sexuadas (esporófitos, periantos e perigônios) e assexuadas (propágulos) e frequência (assinalamentos) das espécies de briófitas ocorrentes na EsEc Murici, Alagoas.....	60
Tabela 3. Padrões de ocupação, proporção (%) de estruturas sexuadas e assexuadas, frequência e constância (nº de fragmentos colonizados) das espécies de briófitas epífilas ocorrentes na EsEc Murici, Alagoas. Os fragmentos são listados em ordem decrescente de riqueza e as espécies em ordem decrescente de constância. Os padrões são “core” (C), rural (R), urbana (U) e satélite (S).....	61

MANUSCRITO 3 - IMPACTOS DA PERDA DE HABITAT SOBRE A ESTRUTURA ESPACIAL DE EPÍFITAS: UMA INFERÊNCIA A PARTIR DO GRADIENTE VERTICAL DE BRIÓFITAS EM FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA

Tabela 1. Propriedades dos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas.....	96
Tabela 2. Frequência das espécies de briófitas epífitas de sombra, generalistas e típicas de sol nos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. As espécies são listadas na seguinte ordem: comuns aos fragmentos dos dois grupos, exclusivas do grupo 1 e exclusivas do grupo 2. Seis espécies não foram incluídas na tabela por não haver informação suficiente sobre seu nicho.....	97

SUMÁRIO

	Pág.
AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	Vii
LISTA DE TABELAS	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Brioflora de Alagoas.....	2
2.2 Estudos sobre conservação de briófitas no Brasil	2
2.3 Ecologia de populações de briófitas.....	3
2.4 Ecologia de comunidades de briófitas.....	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
4. MANUSCRITO 1 - hepáticas do estado de Alagoas, Brasil	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	13
Introdução.....	13
Material e métodos.....	14
Resultados e discussão.....	15
Agradecimentos.....	19
Referências Bibliográficas.....	19
Tabelas e figuras.....	23
5. MANUSCRITO 2 - influência das propriedades da paisagem e conservação de remanescentes florestais sobre a estrutura metapopulacional de briofitas epífilas em Floresta Atlântica brasileira	35
Resumo.....	32
Abstract.....	33
1. Introdução.....	34
2. Material e métodos.....	38
3. Resultados	42
3. Discussão	45
3. Conclusões.....	50
Agradecimentos.....	51
Referências Bibliográficas.....	52
Tabelas e figuras.....	58

6. MANUSCRITO 3 - impactos da perda de habitat sobre a estrutura espacial de epífitas: uma inferência a partir do gradiente vertical de briófitas em Floresta

Atlântica brasileira.....	71
Resumo.....	72
Abstract.....	73
Introdução.....	73
Metodologia.....	76
Resultados	79
Discussão	82
Agradecimentos.....	89
Referências Bibliográficas.....	90
Tabelas e figuras.....	95
7. CONCLUSÕES GERAIS.....	107
8. RESUMO.....	109
9. ABSTRACT.....	111
ANEXOS.....	113

1. INTRODUÇÃO

As briófitas incluem três divisões de plantas criptogâmicas terrestres, Marchantiophyta, Anthocerophyta e Bryophyta, que compartilham um conjunto de vários caracteres não especializados, como a ausência de sistema vascular lignificado e cutícula epidérmica e a predominância da geração gametofítica no ciclo de vida (Shaw & Goffinet 2000). São representadas por aproximadamente 15.000 espécies de ampla distribuição mundial (Gradstein et al. 2001), alcançando os maiores índices de riqueza e diversidade nos neotrópicos (Richards 1984).

Inventários de briófitas têm sido realizados com diversas finalidades, desde conhecer a distribuição geográfica do grupo, até compreender seu funcionamento e contribuição ecológica no ecossistema, bem como as variações na sua estrutura em resposta a oscilações e intensidades de fatores bióticos e abióticos. Tais considerações fornecem alicerce para a avaliação dos efeitos da atividade antrópica na diversidade brioflorística. Por exemplo, estudos que comparam áreas preservadas com perturbadas (Pócs 1980; Hyvönen et al. 1987; Kantvilas & Jarman 1993; Costa 1999; Hallinbäck & Hodgetts 2000; Acebey et al. 2003; Zartman 2003) ou que documentam a situação da brioflora inicial e posterior à um distúrbio ambiental (Greven 1992; Kooijman 1992) têm revelado que a comunidade experimenta alterações não apenas na composição, riqueza, diversidade, e abundância mas também, e conseqüentemente, nos processos ecológicos básicos como dinâmica de guildas e de metapopulações (Gradstein 1992; Söderström & Herben 1997; Söderström 1998; Acebey et al. 2003).

Pesquisas sobre conservação de briófitas são bastante oportunas para o ecossistema Floresta Atlântica, em razão do quadro de baixa integridade e conservação dos remanescentes em contraste com elevados graus de biodiversidade (Myers et al. 2000). O processo de perda de habitat vem ocorrendo em taxas alarmantes e os remanescentes passam cada vez mais para uma condição de inviabilidade de manutenção da diversidade em longo prazo (Sanderson et al. 2003). Ainda assim, estudos sobre briófitas em Floresta Atlântica com enfoque diretamente conservacionista são ainda relativamente poucos (Costa 1999; Pôrto et al. 2006, Alvarenga & Pôrto 2007).

Assim, visando atender à necessidade de ampliar o conhecimento para este enfoque, o presente projeto se propôs a inventariar as briofloras epífita e epífila desde o sub-bosque até o dossel em remanescentes florestais de uma unidade de conservação, a Estação Ecológica de Murici, em Alagoas, Brasil. A escolha do sítio em Alagoas foi feita devido à carência de

conhecimento sobre briófitas para este Estado. Assim, o estudo teve basicamente o objetivo de ampliar o conhecimento sobre briófitas do Estado de Alagoas e investigar os aspectos em nível populacional (fertilidade, abundância e dinâmica de metapopulações) e de comunidades (composição, riqueza, diversidade e estrutura dos grupos ecológicos ou guildas) para esclarecer a dinâmica das briófitas face à perda de habitat.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Brioflora de Alagoas

Todas as regiões do Brasil são relativamente bem conhecidas com relação à brioflora, com exceção do Centro-Oeste e de alguns Estados isolados do Nordeste, como é o caso de Alagoas, para onde não havia sido concluído até o presente quase nenhum levantamento brioflorístico sistemático, sendo a única informação proveniente de pequenas coletas esparsas e esporádicas, resultados das quais estão, na maioria, reunidos nos catálogos de Yano (1981; 1984; 1989; 1995, 2006). Recentemente, Pôrto et al. (2006) realizaram um levantamento em quatro remanescentes de Floresta Atlântica na divisa com Pernambuco e elevaram a riqueza de briófitas do Estado para 77 espécies, sendo 32 hepáticas e 45 musgos, mas este valor é relativamente baixo quando comparados aos dos demais Estados do Nordeste, especialmente Pernambuco e Bahia (Pôrto & Germano 2002).

2.2 Estudos sobre conservação de briófitas no Brasil

Os estudos abordando diretamente conservação de briófitas no Brasil são bastante recentes e relativamente reduzidos em número. Preocupante é o fato que todos os biomas brasileiros estão submetidos a pressões antrópicas e dentre os mais ameaçados está justamente o que abriga a maior diversidade de briófitas, Floresta Atlântica (Gradstein et al. 2001; Brasil - MMA 2002). A Floresta Atlântica conjuga fatores como elevada biodiversidade e baixa cobertura remanescente, que atualmente é apenas 7% da original (Tonhasca 2005). Apropriadamente à urgente necessidade, foi neste bioma e na Amazônia que foram procedidos os primeiros trabalhos abordando o impacto da degradação ambiental sobre briófitas: Costa (1999) e Alvarenga & Pôrto (2007), para Floresta Atlântica, e Zartman (2003), Zartman & Nascimento (2006) e Zartman & Shaw (2006), para a Amazônia.

A maioria dos trabalhos brioflorísticos realizados em Floresta Atlântica nos últimos 15 anos consistem de levantamentos com considerações taxonômicas e ecológicas (Pôrto 1990, 1992; Costa 1992; Pôrto et al. 1993; Germano & Pôrto 1996; 1998a e 1998b, 2004; Oliveira e Silva & Yano 1998; Visnadi & Vital 2000; Oliveira e Silva et al. 2002; Valdevino & Pôrto

2002; Visnadi 2002; Costa & Moura 1996; Costa & Silva 2003), bem como sínteses de tais (Pôrto 1996; Pôrto & Germano 2002, ambos para a região Nordeste). Todos têm trazido importante contribuição para a compreensão da distribuição geográfica das espécies e aspectos como raridade e endemismo. Contudo, o primeiro trabalho sobre impactos da degradação de habitat propriamente ditos foi de autoria de Costa (1999), que confirmou importantes aspectos sobre a resistência e a resiliência do grupo em ecossistemas tropicais. A autora comparou a riqueza e as formas de crescimento das epífitas em remanescentes de Floresta Atlântica com diferentes níveis de conservação e constatou que as divergências podiam ser explicadas satisfatoriamente pelas condições de continuidade do dossel, umidade e diversidade de microclimas e microhabitats. A brioflora de Floresta Atlântica pode exigir um período de tempo livre de perturbação muito superior ao que levou à sua alteração, e no caso da área estudada por Costa (1999) esse tempo pode ser de até 80 anos.

Posteriormente, Alvarenga & Pôrto (2007) mostraram que remanescentes grandes e pouco isolados em uma paisagem fragmentada conseguem abrigar maior riqueza e abundância de briófitas e maior proporção de espécies típicas de sombra quando comparados à remanescentes pequenos. Alvarenga & Pôrto (2007) também confirmaram a maior fragilidade da comunidade epifila. Zartman (2003) já havia obtido resultados semelhantes na Amazônia, onde o desequilíbrio em processos populacionais mostrou ser a causa das respostas observadas em nível de comunidades, isto é, a perda de riqueza e abundância (Zartman & Nascimento 2006; Zartman & Shaw 2006).

Para entender como a brioflora reage aos distúrbios antrópicos em Floresta Atlântica, ainda são necessários mais estudos. É preciso localizar e explorar os processos e as características ao nível de populações por trás das respostas evidentes em nível de comunidades, como por exemplo, a alteração composicional e perda de riqueza.

2.3 Ecologia de populações de briófitas

Alterações no habitat, especialmente microclimáticas, muitas vezes decorrentes de distúrbios antrópicos podem afetar caracteres dos gametófitos e esporófitos de briófitas. Hedenäs (2001) menciona que em musgos pleurocárpicos a disponibilidade hídrica explica filogeneticamente a maior parte da variação nos caracteres morfológicos, tais como comprimento da costa, tamanho das células alares e comprimento da seta. Ademais, alterações morfológicas são perceptíveis mesmo em populações locais, isto é, sem envolver componentes filogenéticos. Montfoort & Ek (1990) relataram adaptações morfológicas perceptíveis ao comparar briófitas de sub-bosque e de dossel, as espécies neste último estrato

tendendo a exibir maior proporção de borda hialina (algumas espécies de Calymperaceae) e de hialocistos (Leucobryaceae), todas estruturas anatômicas especializadas para o armazenamento de água e proteção em condições xerofíticas. Cornelissen & ter Steege (1989) também citaram a coloração escura das espécies típicas de dossel como uma proteção contra a forte incidência de raios solares. Estudos sobre a variação de caracteres morfológicos são complexos e exigem extensiva amostragem de estruturas anatômicas além de testes genéticos.

Um caráter mais acessível em estudos ecológicos é a fertilidade. As briófitas são caracterizadas pela alternância de gerações com predominância da fase gametofítica (n) no ciclo de vida (Schofield 1985). A produção dos gametângios, que gera os gametas para fecundação e desenvolvimento do esporófito ($2n$), indica a fertilidade dos gametófitos, isto é, a expressão sexual (Schofield 1985; Oliveira & Pôrto 2005). Visto que são plantas adaptadas a condições de baixa luminosidade e elevada umidade, elas respondem rapidamente a alterações microclimáticas e a perda de hábitat pode afetar negativamente a expressão sexual das briófitas (Hallinbäck & Hodgetts 2000). A reprodução assexuada também é um mecanismo importante de dispersão e formação de novas populações (Cleavitt 2002; Pôrto & Oliveira 2002) e também pode ser afetada por fatores ambientais. Tais relações de microclima com reprodução repercutem na abundância (tamanho populacional ou grau de cobertura no substrato). O lento metabolismo e a conseqüente baixa produção de propágulos, bem como baixa probabilidade de estabelecimento nas adjacências, podem levar a um déficit nas taxas de crescimento e ao passar por sucessivos momentos de dessecação, diários ou anuais, a população tenderá a retrair seu tamanho (Frahm 1987; 1990; Hansson et al. 1992).

Os diferentes mecanismos de dispersão aliados a outros aspectos intraespecíficos, como taxas de crescimento, levam as espécies a diferentes padrões de frequência e abundância, que em conjunto geram os padrões de ocupação da espécie em nível de paisagem (Hansson et al. 1992; Söderström 1998; Cleavitt 2005). Por exemplo, espécies que lançam mão da produção de esporos grandes ou com prevalência da reprodução vegetativa (propágulos assexuados tendem a ser maiores e não têm o mesmo alcance de distância que os esporos) são mais bem sucedidas na dinâmica intrapopulacional e os processos internos são decisivos para a persistência da espécie. Ela consistirá, provavelmente, de populações pouco frequentes regionalmente e abundantes localmente. Este tipo de estratégia, por outro lado, torna o estabelecimento de colônias em novos sítios relativamente raro, e, portanto, a espécie se torna mais vulnerável a distúrbios nas colônias existentes (Söderström & Herben 1997). O mesmo se dá para as espécies com reprodução sexuada esporádica, como as dióicas que

produzem gametófitos unissexuais e são mais sujeitas à casualidade para a reprodução sexuada (Cleavitt 2005).

Espécies com diferentes estratégias de vida também são afetadas com intensidades distintas. Por exemplo, Herben & Söderström (1992), estudando espécies residentes (com ciclo de vida longo e com reprodução sexuada tardia) e fugitivas (com ciclo de vida curto), observaram que o aumento da distância entre sítios de colonização prejudicava muito mais estas últimas. Em concordância, Alvarenga & Pôrto (2007) também registraram maior sensibilidade das briófitas epífilas, que, de forma geral, têm ciclos de vida mais curtos que as epífitas, ao grau de isolamento dos remanescentes florestais. A propósito, este trabalho fornece o primeiro retrato dos processos populacionais afetados pela fragmentação e perda de habitat na Floresta Atlântica. Várias outras premissas lançadas nos trabalhos sobre metapopulações, a grande maioria feita em florestas temperadas, também foram confirmadas por Zartman & Nascimento (2006) e Zartman & Shaw (2006), na Amazônia.

2.4 Ecologia de comunidades de briófitas

A literatura é relativamente vasta sobre a mudança drástica de composição e perda de riqueza e diversidade diante da pressão antrópica na estrutura das comunidades (Hallinbäck & Hodgetts 2000). A comunidade epífila, que é exclusiva de ecossistemas tropicais, é considerada a mais especializada e sensível (Richards 1984; Gradstein 1997). Isto alude a um aspecto importante na ecologia de comunidade. Quanto mais especializado um grupo, menor a amplitude do seu nicho e, portanto, menor sua chance de sobreviver sob limitações de algum recurso (Putman 1996). A brioflora epífila, por se desenvolver sobre um tipo de substrato que pouco ou nada contribui na disponibilidade hídrica ambiental, depende diretamente da umidade atmosférica (Gradstein 1997). Pequenas alterações neste recurso levam a uma perda, inicialmente, dos táxons especialistas (típicos de folha) e, posteriormente, da comunidade inteira.

Acebey et al. (2003) sugeriram que a amplitude de nicho relacionada à distribuição vertical (sub-bosque, subdossel e dossel) pode ser um ótimo parâmetro para determinar a vulnerabilidade das espécies epífitas diante das mudanças no habitat. Eles compararam seis sítios representativos de florestas intactas e capoeiras de diferentes idades na Bolívia e notaram que as espécies de sombra são mais fortemente prejudicadas pelo desflorestamento, com três quartos estando completamente ausentes em sítios degradados, seguido das típicas de sol, com quase a metade ausentes, ao passo que as generalistas foram aparentemente

indiferentes. Assim, espécies com menores nichos (especialistas) parecem ter menores chances de sobreviver ao desflorestamento que aquelas com nichos maiores.

Outro aspecto interessante observado por Acebey et al. (2003) foi a grande similaridade entre as espécies do dossel dos sítios de floresta intacta com as do sub-bosque dos sítios perturbados, onde briófitas no dossel foram praticamente ausentes. Tendo em mente que as espécies típicas de dossel são adaptadas a condições microclimáticas mais severas, preceitos simples levariam a esperar o empobrecimento das epífitas de sub-bosque e a prevalência do dossel em áreas perturbadas. Mas o que foi observado por Acebey et al. (2003), na realidade, revela que as condições microclimáticas no dossel em áreas perturbadas simplesmente inviabilizam a permanência das briófitas neste estrato, mesmo as adaptadas a microclimas mais severos, e que o sub-bosque passa a corresponder ao dossel de áreas intactas. Isto significa que as guildas de briófitas se deslocam fisicamente, as típicas de dossel passando a colonizar o sub-bosque.

Assim, o estudo do gradiente vertical possibilita uma análise mais cabal de como as comunidades são afetadas em seus processos ecológicos. Trabalhos de relevância investigando tal gradiente incluem ter Steege & Cornelissen (1988), Cornelissen & ter Steege (1989), Cornelissen & Gradstein (1990), Montfoort & Ek (1990), Wolf (1995) e Acebey et al. (2003). Somente um trabalho (Costa 1999), foi realizado no Brasil. Todos eles revelaram diferenças significativas na composição e riqueza específicas e de formas de vida ao longo do gradiente vertical e alterações nessas sinúsias diante de variáveis ambientais. ter Steege & Cornelissen (1988) forneceram uma orientação sobre a metodologia de estudos brioflorísticos incluindo dossel, a qual é revisada e sistematizada por Gradstein et al. (1996). Cornelissen & ter Steege (1989), Cornelissen & Gradstein (1990) e Montfoort & Ek (1990) mostraram que o dossel de florestas de terras baixas pode abrigar uma elevada riqueza de briófitas, podendo ser até 50% exclusivas deste substrato (Cornelissen & Gradstein 1990). Assim, a riqueza pode estar sendo subestimada em estudos convencionais que exploram apenas o sub-bosque, no caso de florestas relativamente conservadas (Gradstein 1995).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acebey, A., Gradstein, S.R. and T. Krömer. 2003. Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* **19**: 9-18.

- Alvarenga, L. D. P. and K.C. Pôrto. 2007. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* **34** (3): 415-427
- Brasil – MMA 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/ Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília.
- Cleavitt, N.L. 2002. Stress tolerance of rare and common moss species in relation to their occupied environments and asexual dispersal potential. *Journal of Ecology* **90**: 785-795.
- Cleavitt, N.L. 2005. Patterns, hypotheses and processes in the biology of rare Bryophytes. *The Bryologist* **108**(4): 554–566
- Cornelissen, J.H.C. and H. ter Steege. 1989. Distribution and ecology of epiphytic Bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *Journal of Tropical Ecology* **5**: 131-150.
- Cornelissen, J.H.C. and S.R. Gradstein. 1990. On the occurrence of Bryophytes and macrolichens in different lowland rain forest types at Mabura Hill, Guyana. *Tropical Bryology* **3**: 29-35.
- Costa, D.P. 1992. Hepáticas do Pico da Caledônia, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* **6**(1): 3-39.
- Costa, D.P. 1999. Epiphytic Bryophyte Diversity in Primary and Secondary Lowland Rainforest in Southeastern Brazil. *The Bryologist* **102** (2): 320-326.
- Costa, D.P. and A.C. Moura. 1996. Metzgeriaceae (Hepaticopsida) de Nova Friburgo, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Hoehnea* **23**(1): 103-122.
- Costa, D.P. and A.G. Silva. 2003. Briófitas da Reserva Natural da Vale do Rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Sér.)* **16**: 21-38.
- Frahm, J.-P. 1987. Which factors control the growth of epiphytic bryophytes in tropical rainforest? *Symposia Biologica Hungarica* **35**: 639-648.
- Frahm, J.-P. 1990. The effect of light and temperature on the growth of the bryophytes of tropical rain forest. *Nova Hedwigia* **51**: 151-164.
- Germano, S.R and K.C. Pôrto. 1996. Floristic survey of epixylic Bryophytes of an area remnant of the Atlantic Forest (Timbaúba – PE, Brazil) 1. Hepaticopsida (except Lejeuneaceae) and Bryopsida. *Tropical Bryology* **12**: 21-28.

- Germano, S.R. and K.C. Pôrto. 1998a. Briófitas epíxilas de uma área remanescente de floresta atlântica (Timbaúba, PE, Brasil). 2. Lejeuneaceae. *Acta Botanica Brasilica* **12**(1): 53-66.
- Germano, S.R. and K.C. Pôrto. 1998b. Adições à brioflora do estado de Pernambuco, Brasil. *Hoenea* **25**(2): 121-131.
- Germano, S.R. and K.C. Pôrto. 2004. Novos Registros de Briófitas para Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **18**(2): 343-350.
- Gradstein, S.R. 1992. The vanishing tropical rain forest as an environment for Bryophytes and Lichens. Pages 234-258 in: J.W. Bates and A.M. Farmer editors. *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Clarendon Press, Oxford.
- Gradstein, S.R. 1995. Bryophyte diversity of the tropical rainforest. *Archives de Sciences de Genève* **48**(1):91-96
- Gradstein, S.R. 1997. The taxonomic diversity of epiphyllous Bryophytes. *Abstracta Botanica* **21**(1): 15-19.
- Gradstein, S.R., Churchill, S.P. and N. Salazar Allen. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **86**: 1-577.
- Gradstein, S.R.; Hietz, P.; Lücking, R.; Lücking, A.; Sipman, H.J.M; Vester, H.F.M; Wolf, J.H.D. and E. Gardette. 1996. How to sample the epiphytic diversity of tropical rain forests. *Ecotropica* **2**: 59-72.
- Greven, H.C. 1992. Changes in the Moss Flora of the Netherlands. *Biological Conservation* **59**: 13-137.
- Hallinbäck, T. and N.G. Hodgetts, editors. 2000. Mosses, Liverworts and Hornworts. Status survey and conservation action plan for Bryophytes. IUCN/SSC. Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Hansson, L., Söderström, L and C. Solbreck. 1992. The ecology of dispersal in relation to conservation. Pages 162-200 in: L. Hansson editor. *Ecological Principles of Nature Conservation*. Elsevier, London.
- Hedenäs, L. 2001. Environmental factors potentially affecting character states in pleurocarpous mosses. *The Bryologist* **104**(2): 72-91.
- Herben, T. and L.Söderström. 1992. Which habitat parameters are most important for the persistence of a Bryophyte species on patchy, temporary substrates. *Biological Conservation* **59**: 121-126.
- Hyvönen, J., T. Koponen and D. H. Norris 1987. Human influence on the moss flora of tropical rain forest in Papua New Guinea. *Symposia Biologica Hungarica* **35**: 621-629.

- Kantvilas, G. and S.J. Jarman 1993. The Cryptogamic flora of an isolated rainforest fragment in Tasmania. *Botanical Journal of the Linnean Society* **11**: 211-228.
- Kooijman, A.M. 1992. The decrease of rich fen bryophytes in the Netherlands. *Biological Conservation* **59**: 139-143.
- Montfoort, D. and R.C. Ek. 1990. Vertical distribution and ecology of epiphytic Bryophytes and lichens in a lowland rain forest in French Guiana. Institute of Systematic Botany, Utrecht.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B. and J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**: 853-858.
- Oliveira e Silva, M. I. M. N. and O. Yano. 1998. Ocorrências novas de Briófitas para o Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* **21**(2): 125-134.
- Oliveira e Silva, M. I. M. N., Milanez, A.I. and O. Yano. 2002. Aspectos ecológicos de briófitas em áreas preservadas de Mata Atlântica, Rio de Janeiro, Brasil. *Tropical Bryology* **22**: 77-102.
- Oliveira, S.M. and K.C. Pôrto. 2005. Sporophyte production population structure of two species of Pottiaceae in an Atlantic Forest remnant in Pernambuco, Brazil. *Cryptogamie Bryologie*, **26** (30): 239 – 247.
- Pócs, T. 1980. The epiphytic biomass and its effect on the water-balance of two rain forest types in the Uluguru mountains. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* **26**:143–167.
- Pôrto, K.C. 1990. Bryoflores d'une forêt de plaine et d'une forêt d'altitude moyenne dans l'État de Pernambuco (Brésil); Analyse floristique. *Cryptogamie, Bryologie Lichénologie* **11**(2): 109-161.
- Pôrto, K.C. 1992. Bryoflores d'une forêt de plaine et d'une forêt d'altitude moyenne dans l'État de Pernambuco (Brésil) 2. Analyse écologique comparative des forêts. *Cryptogamie, Bryologie Lichénologie* **13**(3): 187-219.
- Pôrto, K.C. 1996. Briófitas. Pages 91-103 in: E.V.S.B Sampaio, S. J. Mayo and M. R. V Barbosa, editors. *Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectivas*. Sociedade Botânica do Brasil, Regional Pernambuco, Recife.
- Pôrto, K.C. and S.R. Germano. 2002. Biodiversidade e importância das briófitas na conservação dos ecossistemas naturais de Pernambuco. Pages 125-152 in: Tabarelli, M. and Silva, J. M. C. editors. *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. SECTMA – Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Recife.

- Pôrto, K.C. and S. M. Oliveira. 2002. Reproductive phenology of *Octoblepharum albidum* (Bryopsida, Leucobryaceae) in a tropical lowland forest of north-eastern Brazil. *Journal of Bryology* **24**: 291-294.
- Pôrto, K.C., Belo, M.M.L., Fonseca, E.R. and E.C. Silva. 1993. Brioflora da Reserva do Gurjaú (Cabo - PE). *Biologica Brasílica* **5**(1/2): 27-42.
- Pôrto, K.C., Alvarenga, L. D. P and G.H.F. Santos. 2006. Briófitas. Pages 123-146 in: K.C. Pôrto, J.S Almeida-Côrtez and M. Tabarelli, editors. *Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco*. Brasil – MMA, Brasília.
- Putman, R.J. 1996. *Community Ecology*. TJ Press (Padstow) Ltd., London.
- Richards, P.W. 1984. The ecology of tropical forest bryophytes. Pages 1233-1270 in: R.M. Schuster, editor. *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- Sanderson, J., Alger, K., Fonseca, G.A.B., Galindo-Leal, C., Inchausty, V.H. and K. Morrison. 2003. *Biodiversity conservation corridors: planning, implementing, and monitoring sustainable landscapes*. CABS/Conservation International, Washington.
- Schofield, W.B. 1985. *Introduction to Bryology*. MacMillan Publishing, New York.
- Shaw, J. and B. Goffinet, editors. 2000. *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Söderström, L. 1998. Modelling the dynamics of bryophyte populations. Pages 97-109 in: J.W Bates., N.W Ashton and J.G. Duckett editors. *Bryology for the Twenty – first Century*. Brytish Biological Society, England.
- Söderström, L. and T.Herben. 1997. Dynamics of Bryophyte metapopulations. *Advances in Bryology* **6**: 205-240.
- Ter Steege, H. and J.H.C. Cornelissen. 1988. Collecting and studying bryophytes in the canopy of standing rain forest trees. Pages 285-290 in: J.M. Glime, editor. *Methods in Bryology*. Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- Tonhasca jr, A. 2005. *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Valdevino, J.A., Sá, P.S.A. and K.C. Pôrto. 2002. Musgos pleurocárpicos de mata serrana em Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* **16**(2): 161-174.
- Visnadi, S.R. 2002. Meteoriaceae (Bryophyta) da Mata Atlântica do estado de São Paulo. *Hoehnea* **29**(3): 159-187.

- Visnadi, S.R. and D.M. Vital. 2000. Lista das briófitas ocorrentes no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – PEFI. *Hoehnea* **27**(3): 279-294.
- Wolf, J.H.D. 1995. Non-vascular epiphyte diversity patterns in the canopy of an upper montane rain forest (2550–3670), Central Cordillera Colombia. *Selbyana* **16**: 185-195
- Yano, O. 1981. A checklist of Brazilian mosses. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* **50**: 279-456.
- Yano, O. 1984. Checklist of Brazilian liverworts and hornworts. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* **56**: 481-548.
- Yano, O. 1989. An additional checklist of Brazilian bryophytes. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* **66**: 371-434.
- Yano, O. 1995. A new additional annotated checklist of Brazilian bryophytes. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* **78**: 137-182.
- Yano, O. 2006. Novas adições as briófitas brasileiras. *Boletim do Instituto de Botanica* **18**: 229-233.
- Zartman, C.E. 2003. Habitat fragmentation impacts on epiphyllous bryophyte communities in Central Amazonia. *Ecology* **84**(4): 948-954.
- Zartman, C.E and H. Nascimento. 2006 Are patch-tracking metacommunities dispersal limited? Inferences from abundance-occupancy patterns of epiphylls in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* **127**: 46–54.
- Zartman C. E. and A. J. Shaw. 2006. Metapopulation extinction thresholds in rain forest remnants. *The American Naturalist* **167**:177–189.

4. MANUSCRITO 1

HEPÁTICAS DO ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL

ARTIGO A SER ENVIADO AO PERIÓDICO **ACTA BOTANICA BRASILICA**

Hepáticas do Estado de Alagoas, Brasil

Lisi Dámaris Pereira Alvarenga^{1,2}, Juliana Rosa do Pará Marques de Oliveira¹, Mércia Patrícia Pereira Silva¹, Sarah Oliveira da Costa¹ e Kátia Cavalcanti Pôrto¹

RESUMO (Hepáticas do Estado de Alagoas e novas ocorrências para o Nordeste do Brasil). No presente trabalho, são compiladas as espécies de hepáticas ocorrentes no Estado de Alagoas, resultantes de informações disponíveis em catálogos e trabalhos anteriores e do inventário inédito de uma importante unidade de conservação do Estado, a Estação Ecológica (EsEc) Murici (9°11'05" - 9°16'48"S; 35°45'20" - 35°55'12"O). São referidas para Alagoas 113 espécies de hepáticas, tendo 106 delas ocorrido na EsEc Murici. Setenta e nove espécies são genuinamente novas ocorrências para o Estado de Alagoas, oito das quais são novas também para a região Nordeste do Brasil. São fornecidos dados sobre a distribuição geográfica das espécies no Brasil e no mundo, e adicionalmente, comentários taxonômicos e ecológicos relevantes das novas ocorrências para o Nordeste.

Palavras – chave: Briófitas, novas ocorrências, Floresta Atlântica, Alagoas.

ABSTRACT (Liverworts of Alagoas State and new occurrences to Northeastern of Brazil). A compiled list of liverworts from Alagoas State is presented here, joining information of catalogues and previous papers and the inedit survey in the Ecologic Station (EsEc) Murici (9°11'05" - 9°16'48"S; 35°45'20" - 35°55'12"W). One hundred thirteen liverworts are registered in Alagoas State, 106 of them occurring in EsEc Murici. Seventy nine are new occurrences to Alagoas, being eight of them new occurrences to Northeastern region of Brazil too. Data is provided here about geographic distribution in Brazil and world and, additionally, ecologic and taxonomic comments for the new occurrences to Northeastern.

Keywords: Bryophytes, new occurrences, Atlantic Forest, Alagoas

Introdução

A brióflora do Estado de Alagoas é uma das menos estudadas da região nordeste do Brasil. Até o presente não havia sido realizado nenhum levantamento brioflorístico sistemático em Alagoas, sendo os únicos registros provenientes de coletas esparsas e esporádicas, resultados das quais estão reunidos nos catálogos de Yano (1981; 1984; 1989;

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Laboratório Biologia de Briófitas, CCB, Av. Prof. Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária, CEP 50670-901 - Recife, PE, Brasil

² Autora para correspondência: lisidamaris@yahoo.com.br

1995; 2006). Recentemente, Pôrto *et al.* (2006) realizaram um levantamento em quatro remanescentes de Floresta Atlântica e elevaram a riqueza de briófitas do Estado para 76 espécies, sendo 31 hepáticas e 45 musgos, e Yano & Peralta (2007) acresceram a listagem por publicar 36 novas ocorrências (26 musgos e 10 hepáticas) para Alagoas. Mas ainda assim estes valores são relativamente baixos quando comparados a outros Estados, como Pernambuco e Bahia (Pôrto & Germano 2002; Bôas-Bastos, S.B.V., comunicação pessoal).

Adicionalmente, a brioflora de Alagoas vem ser acrescida com os resultados do levantamento concluído na Estação Ecológica (EsEc) Murici, que compreende um dos principais representantes de Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil. A EsEc Murici foi criada em maio de 2001 com uma área de 6.116,43 ha e é considerada prioritária para a conservação da Biodiversidade do Brasil (Brasil - MMA 2000). O inventário da EsEc Murici forneceu um total de 181 espécies, sendo 106 hepáticas, 72 musgos e três táxons que aguardam tratamento taxonômico mais especializado.

No presente trabalho, são compiladas as espécies de hepáticas ocorrentes no Estado de Alagoas, reunindo as informações já divulgadas e o inventário concluído na EsEc Murici. São fornecidos dados sobre a distribuição geográfica das espécies no Brasil e no mundo e adicionalmente, comentários taxonômicos e ecológicos das novas ocorrências para o Nordeste.

Material e métodos

A EsEc Murici (9°11'05" - 9°16'48"S; 35°45'20" - 35°55'12"O) situa-se nos municípios de Murici e Messias, a 50 km de Maceió, Alagoas (Moura 2006). A área em que a reserva esta inserida possui 200-600m de altitude e clima quente e úmido, com estação seca no verão e chuvosa no outono-inverno, precipitação e temperatura anual média de 2167,7 e 24°C, respectivamente (Instituto Nacional de Meteorologia, dados referentes ao período 1961 a 1990). A cobertura vegetal é classificada como Floresta Atlântica Ombrofila Aberta Submontana (Velooso *et al.* 2001).

O material botânico estudado consistiu em amostras de briófitas epífitas, epífilas e epíxilas coletadas de acordo com a metodologia padrão (Brito & Pôrto 2000) em sub-bosque e dossel (Gradstein *et al.* 1996). O material foi examinado em laboratório e para a identificação específica e o embasamento dos comentários taxonômicos e ecológicos foi utilizada a seguinte bibliografia: Fulford (1963, 1966, 1968, 1976), Stotler (1970), Kron (1988), Reiner-Drewald & Goda (2000), Gradstein & Costa (2003) e Dauphin (2003). Eventualmente, identificação dos espécimens foram confirmadas por especialistas. Para a distribuição

geográfica dos taxóns foram consultados os trabalhos de Yano (1984, 1989, 1995, 2004, 2005, 2006), Bastos & Yano (2004, 2006), Câmara & Vital (2004), Câmara & Costa (2006), Costa & Silva (2003), Costa, Imbassahy, & Silva (2005), Ganacevich & Mello (2006), Germano & Pôrto (2005), Gradstein & Costa (2003), Joyce, Mello & Yano (2006), Molinaro & Costa (2001), Oliveira *et al.* (2007), Paixão & Mello (2006), Patrus & Starling (2006), Pôrto *et al.* (2006), Valente & Pôrto (2006a, 2006b), Vilas Bôas-Bastos, Bastos & Ballejos (2006), Yano & Bordin (2006), Yano & Câmara (2004), Yano & Costa (2000) e Yano & Peralta (2005, 2006). O sistema de classificação seguido foi o de Crandall-Stotler & Stotler (2000). Todas as amostras se encontram registradas no herbário UFP-Geraldo Mariz, da Universidade Federal de Pernambuco.

Na listagem das espécies de hepáticas registradas para o Estado de Alagoas, as referências a locais adicionais à EsEc Murici são provenientes dos catálogos de Yano (1981, 1984, 1989, 1995, 2006), Gradstein & Costa (2003) e Pôrto *et al.* (2006).

Resultados e discussão

São registradas para Alagoas 116 espécies de hepáticas, 37 citadas em catálogos e trabalhos previos e 79 ocorrentes exclusivamente na EsEc Murici e, portanto, referidas pela primeira vez para o Estado. Oito hepáticas são também novas referências para a região Nordeste. Os táxons são listados em ordem alfabética de famílias e espécies, acompanhados de dados sobre locais de ocorrência no Estado, substratos e estratos florestais de ocorrência na EsEc Murici e distribuição geográfica mundial e no Brasil (Tab. 1).

A grande maioria das espécies mostrou padrão de distribuição neotropical e juntamente com aquelas de distribuição pantropical e afro-americana, representaram ca. 75% das hepáticas registradas para Alagoas (Fig. 1). Lejeuneaceae foi muito mais representativa dentre as famílias e isto é fidedigno ao material de onde provem as citações, que foi oriundo predominantemente de Mata Atlântica (Fig 2). Esta família é predominante em ambientes tropicais, especialmente florestais (Gradstein *et al.* 2001).

A seguir são fornecidos comentários ecológicos e taxonômicos das novas ocorrências para o Nordeste.

ANEURACEAE

Aneura pinguis (L.) Dumort., Comment. Bot. 115. 1822.

Material examined: **BRASIL. Alagoas:** Município de Murici, ESEC Murici, 02/XII/2004, sobre tronco morto, K.C. Pôrto (UFP 45851); *ibid.* 02/XII/2004, sobre tronco morto, K.C. Pôrto (UFP 45850).

Comentários: Foi posicionada dentro do gênero *Riccardia* S.F. Gray até décadas recentes. Ela difere, contudo, deste gênero pelos seguintes caracteres: talos menos ramificados, largos, robustos e opacos; inúmeros oleocorpos diminutos por célula; caliptra pilosa e padrão anômalo da ornamentação da parede da cápsula. Ela é reconhecida em campo mesmo quando estéril pelo talo conspícuo, lustroso, de coloração verde a verde-amarelado. Dentre as espécies de *Aneura* Dumort. ocorrentes no Brasil, *A. pinguis* é a única que apresenta talo em secção transversal com 10-18 (20) células de espessura, ao passo que as demais são menos espessas, com até nove células. Descrição e ilustração desta espécie pode ser encontrada em Schuster (1992). No Brasil ela era conhecida para um estado da região Norte e outro do Centro-Oeste e para a região Sudeste. É sub-cosmopolita e ocorre em altitudes desde o nível do mar até 800 metros. Na EsEc Murici foi encontrada crescendo sobre tronco morto.

LEJEUNEACEAE

Aphanolejeunea asperima Steph., Sp. Hepat. 5: 859. 1916.

Material examined: **BRASIL. Alagoas:** Município de Murici, ESEC Murici, 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45822); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45823); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45825); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45829); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45830); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45833); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45845); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45831); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45842); *ibid.* 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45844).

Comentários: Caracteriza-se pelos lóbulos bem desenvolvidos na maioria dos filídios, alcançando de 2/5 a 2/3 do comprimento do lobo e com o primeiro dente longo falcado, e a superfície dos lóbulos, lobos e periantos, coberta por papilas cônicas. As células das margens dos lobos e lóbulos dos filídios também são conicamente protuberantes. *Aphanolejeunea asperima* assemelha-se a *A. microscópica* (Tayl.) A.Evans, mas nesta última os lóbulos são proporcionalmente maiores, alcançando 2/3 a 4/5 do comprimento do lobo. Uma descrição dos principais caracteres de *A. asperima* pode ser encontrada em Gradstein & Costa (2003). É registrada apenas para a Patagônia e o Brasil ocorrendo como epífila em áreas de 1450 a

2000 metros de altitude. No Brasil era conhecida para as regiões Sul e Sudeste. Na EsEc Murici foi encontrada crescendo sobre folha de sub-bosque.

Aphanolejeunea camillii (Lehm.) R.M. Schust., Hepat. Anthocer. N. Amer. 4: 1297. 1980.

Material examined: **BRASIL. Alagoas:** Município de Murici, ESEC Murici, 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45844); *ibid.*, 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45827).

Comentários: É caracterizada pelos filídios tipicamente elípticos, rômnicos ou lanceolados, mais largos na região mediana, aproximadamente simétricos e com ápice agudo terminando em uma célula. Também os lóbulos reduzidos na maioria dos filídios, porém eventualmente bem desenvolvidos, alcançando $\frac{1}{4}$ do comprimento do lobo. *Aphanolejeunea camillii* assemelha-se a *Aphanolejeunea paucifolia* (Spruce) E. Reiner, mas é claramente distinta pelos filídios, que nesta última são assimétricos, com a porção mais larga próxima à base, terminando num ápice de uma fileira de três a quatro células e com lóbulos sempre reduzidos. Descrição dos principais caracteres e ilustrações de *A. camillii* podem ser encontradas em Gradstein & Costa (2003). *Aphanolejeunea camillii* é comum nos neotrópicos, ocorrendo desde o México até o Paraguai e o norte da Argentina. No Brasil era conhecida para as regiões Norte e Sudeste. Na EsEc Murici foi encontrada crescendo sobre folha em sub-bosque.

Cololejeunea lanciloba Steph., Hedwigia 34: 250. 1895.

Material examined: **BRASIL. Alagoas:** Município de Murici, ESEC Murici, 03/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45828).

Comentários: É caracterizada pela margem hialina composta de células retilíneas nos filídios e pelos lóbulos planos, paralelos ao caulídio e variáveis quanto à forma, mas frequentemente bilobados e com ápice arredondado. *Cololejeunea lanciloba* assemelha-se a *Cololejeunea latilobula* (Herzog) Tixier, porém nesta última os lóbulos são sempre ligulados, largos e com ápices obtusos, ao passo que em *C. lanciloba* o lóbulo é bilobado, pode possuir dentes marginais e apresentar o ápice eventualmente agudo. Descrição e ilustrações da espécie podem ser encontradas em Tixier (1991), onde é descrita como *Cololejeunea evansii* P. Tixier. *Cololejeunea lanciloba* é pantropical e cresce sobre folhas em altitudes de até 50 metros. No Brasil possui ocorrência restrita a apenas um estado da região Norte, para onde foi referida pelo nome precedente, *Cololejeunea tonkinensis* Steph. Na EsEc Murici ocorreu como epífila em sub-bosque.

Diplasiolejeunea latipuensis Tixier, Cryptog., Bryol. Lichénol. 16: 230. 1995.

Material examined: **BRASIL. Alagoas:** Município de Murici, ESEC Murici, 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45843).

Comentários: Caracteriza-se pelos lóbulos cilíndricos e alongados, com o primeiro dente conspicuo e em forma de “T”, composto de 8-20 células, e os ápices dos anfigastros obtusos. O tamanho do dente do lóbulo, particularmente, diferencia *D. latipuensis* das demais espécies do gênero que apresentam tal dente em forma de “T”. Descrição e ilustrações da espécie são encontradas em Tixier (1991). *Diplasiolejeunea latipuensis* ocorre nas Guianas e no Brasil, e neste último apresenta distribuição restrita a apenas um Estado do Sudeste. Na EsEc Murici foi encontrada crescendo sobre folha em sub-bosque.

Drepanolejeunea campanulata (Spruce) Steph., Sp. Hepat. 5: 328. 1913.

Material examined: **BRASIL. Alagoas:** Município de Murici, ESEC Murici, 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45826).

Comentários: Caracteriza-se pela presença de dentes ao longo de ambas as margens dos filídios, ventral e dorsal, a maioria deles compostos de uma ou duas células, e pela presença de um dente conspicuo, composto de duas a três células, posicionado justamente na junção do lobo com a quilha do lóbulo. A espécie assemelha-se a *Drepanolejeunea lichenicola* (Spruce) Steph., mas nesta última o dente pré-apical do lóbulo é longo, curvado, usualmente cruzando o dente apical, ao passo que em *D. campanulata* ele é curto e inconspicuo. Descrição e ilustrações da espécie são encontradas em Bischler (1964). *Drepanolejeunea campanulata* é conhecida para o Equador, Peru e para o sudeste do Brasil. Na EsEc Murici foi encontrada crescendo sobre folhas e tronco vivo em sub-bosque, sub-dossel e dossel.

Drepanolejeunea crucianella (Tayl.) A. Evans, Bull. Torrey Bot. Club 30: 33. 1903.

Material examined: **BRASIL. Alagoas:** Município de Murici, ESEC Murici, 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45822); ibid. 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45824); ibid. 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45833); ibid. 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45841); ibid. 02/XII/2004, sobre folha, K.C. Pôrto (UFP 45845).

Comentários: É facilmente reconhecida pela presença de dentes longos, formados de 2 a 6 células de comprimento e 1 a 3 células de largura na base, em ambas as margens dos filídios. A espécie é semelhante a *Drepanolejeunea palmifolia* (Nees) Steph., mas nesta última os dentes estão presentes apenas nas margens dorsais dos filídios. Descrição e ilustrações da espécie são encontradas em Bischler (1964). *D. crucianella* ocorre geralmente em florestas de

baixa altitude crescendo sobre folhas. É uma espécie neotropical e no Brasil é restrita a dois Estados do Norte. Na EsEc Murici ocorreu como epífila em sub-bosque.

Harpalejeunea tridens (Besch. & Spruce) Steph., Sp. Hepat. 5: 263. 1913.

Material examined: **BRASIL. Alagoas:** Município de Murici, ESEC Murici, 02/XII/2004, sobre tronco morto, K.C. Pôrto (UFP 45849); ibid. 25/III/2006, sobre tronco vivo, L.D.P. Alvarenga (UFP 45846); ibid. 25/III/2006, sobre tronco vivo, L.D.P. Alvarenga (UFP 45847); ibid. 25/III/2006, sobre tronco vivo, L.D.P. Alvarenga (UFP 45848);

Comentários: Possui filídios com as margens tipicamente crenadas, com ápice agudo a pilífero, terminando em uma fileira de 3 a 4 células, e com um ou mais dentes conspícuos ao longo da margem dorsal. A espécie é encontrada crescendo sobre tronco vivo e folhas em florestas tropicais de baixas altitudes. Descrição e ilustrações da espécie são encontradas em Evans (1903), onde foi descrita como *Harpalejeunea heterodonta* A. Evans. No Brasil era referida apenas para um Estado da região Sudeste. Na EsEc Murici ocorreu sobre troncos vivos e em decomposição, em sub-bosque, sub-dossel e dossel.

Agradecimentos

As autoras agradecem aos especialistas Dra. Anna Luiza Ilkiu-Borges, do Museu Paraense Emílio Goeldi, Dra. Denise Pinheiro Costa, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Dr. Alfons Schafer-Verwimp, Dra. Elena Reiner-Drehwald, Dr. Rob Gradstein, da Universidade de Göttingen, Alemanha, Dr. Tamas Pócs, do Ezsterhazy Teachers' College, Hungria, e à Dra. Olga Yano do Instituto de Botânica de São Paulo, pelo auxílio na identificação de algumas amostras, e à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências bibliográficas

- Bastos, C.J.P. & Yano, O. 2004. New records of Lejeuneaceae (Marchantiophyta) for the Brazil. **Acta Botanica Malacitana** 29: 13-21.
- Bastos, C.J.P. & Yano, O. 2006. Briófitas de restinga das regiões Metropolitana de Salvador e Litoral Norte do Estado da Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 198-205.
- Bischler, H. 1964. Le genre *Drepanolejeunea* Steph. en Amérique Centrale et Méridionale. **Revue Briologique et Lichénologique** 33(1-2): 15-133.
- Brasil – MMA. 2002. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente/SBF.

- Câmara, P.E.A.S. & Vital, D.M. 2004. Briófitas do Município de Poconé, Pantanal de Mato Grosso, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18(4): 881-886.
- Câmara, P.E.A.S. & Costa, D.P. 2006. Hepáticas e antóceros das matas de galeria da Reserva Ecológica do IBGE, RECOR, Distrito Federal, Brasil. **Hoehnea** 33(1): 79-87.
- Castle, H. 1962. A revision of the Genus *Radula*. Part II. Subgenus *Acroradula*. Section 7. Lingulatae. **Revue Bryologique et Lichénologique** 31(3-4): 139-151.
- Costa, D.P. & Silva, A.G. 2003. Briófitas da Reserva Natural do Rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, Nova Série**, 16: 21-38.
- Costa, D.P., Imbassahy, C.A.A. & Silva, V.P.A.V. 2005. Checklist and distribution of mosses, liverworts and hornworts of Rio de Janeiro state, Brazil. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** 98: 259-298.
- Crandall-Stotler, B. & Stotler, R.E. 2000. Morphology and classification of the Marchantiophyta. Pp. 21-70. In: A.J. Shaw & B. Goffinet (orgs.) **Bryophyte Biology**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Dauphin, G. 2003. Ceratolejeunea. **Flora Neotropica, monograph** 90(27): 1-86.
- Evans, A. 1902. Hepaticae of Puerto Rico. III. *Harpalejeunea*, *Cyrtolejeunea*, *Euosmolejeunea* and *Trachylejeunea*. **Bulletin of the Torrey Botanical Club** 30: 544-563.
- Fulford, M.H. 1963. Manual of the leafy Hepaticae of Latin America – Part I. **Memoirs of The New York Botanical Garden** 11(1): 1-172.
- Fulford, M.H. 1966. Manual of the leafy Hepaticae of Latin America – Part II. **Memoirs of The New York Botanical Garden** 11(2): 173-276.
- Fulford, M.H. 1968. Manual of the leafy Hepaticae of Latin America – Part III. **Memoirs of The New York Botanical Garden** 11(3): 277-392.
- Fulford, M.H. 1976. Manual of the leafy Hepaticae of Latin America – Part IV. **Memoirs of The New York Botanical Garden** 11(4): 393-535.
- Ganacevich, N.A. & Mello, Z.R. 2006. Briófitas da Biquinha de Anchieta, São Vicente, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 75-84.
- Germano, S.R. & Pôrto, K.C. 2005. A Bryophyte Checklist of the Ecological Reserve of Gurjaú, Pernambuco, Brazil. **Tropical Bryology** 26:1-12.
- 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. & Costa, D.P. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 87: 1-318.

- Joyce, M.V., Mello, Z.R. & Yano, O. 2006. Briófitas da Ilha de Palmas, Guarujá, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 101-109.
- Kron, K.A. 1988. Taxonomic study of Venezuelan members of *Frullania* Raddi subg. *Meteoriopsis* Spruce. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** 64: 347-358.
- Molinaro, L.C. & Costa, D.P. 2001. Briófitas do arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** 52 (81): 107-124.
- Moura, F.B.P. 2006. **A Mata Atlântica em Alagoas**. Maceió, Editora da UFAL.
- Oliveira, J.R.M., Alvarenga, L.D.P. & Pôrto, K.C. 2006. Briófitas da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal, material coletado por Daniel Moreira Vital. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 181-195.
- Paixão, R.C. & Mello, Z.P. 2006. Brioflora ao longo da Trilha do Costão, Peruíbe, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 85-90.
- Patrus, P. & Starling, M.F.V. 2006. Briófitas da Serra do Curral, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 123-129.
- Pôrto, K.C. & Germano, S.R. 2002. Biodiversidade e importância das briófitas na conservação dos ecossistemas naturais de Pernambuco. Pp. 125-152. In: M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. SECTMA – Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Recife.
- Pôrto, K.C., Alvarenga, L.D.P. & Santos, G.H.F. 2006. Briófitas. Pp. 123-146. In: K.C. Pôrto, M. Tabarelli & J.S. Almeida-Cortez (orgs.). **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente/SBF.
- Reiner-Drehwald, M.E. & Goda, A. 2000. Revision of the genus *Crossotelejeunea* (Lejeuneaceae, Hepaticae). **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** 89: 1-54.
- Stotler, R.E. 1970. The Genus *Frullania* in Latin America. **Nova Hedwigia** 18: 397-555.
- Schuster, R.M. 1992. **The Hepaticae and Anthocerotae of North America**. Chicago, Field Museum of Natural History, v. 5.
- Tixier, P. 1991. Bryophyta exótica – 9. Quelques Lejeuneaceae (Hépatiques) nouvelles pour l'Amérique du Sud. **Candollea** 46(2): 267-302.
- Valente, E.B. & Pôrto, K.C. 2006a. Briófitas do afloramento rochoso na Serra da Jiboia, município de Santa Teresinha, Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 207-211.
- Valente, E.B. & Pôrto, K.C. 2006b. Novas ocorrências de hepáticas (Marchantiophyta) para o Estado da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20(1): 195-201.

- Veloso, H.P., Rangel-Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Vilas Bôas-Bastos, S.B., Bastos, C.J.P. & Ballejos, J. 2006. Novas ocorrências de hepáticas (Marchantiophyta) para o Estado da Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 142-147.
- Yano, O. 1981. A checklist of Brazilian mosses. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** 50: 279-456.
- Yano, O. 1984. Checklist of Brazilian liverworts and hornworts. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** 56: 481-548.
- Yano, O. 1989. An additional checklist of Brazilian bryophytes. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** 66: 371-434.
- Yano, O. 1995. A new additional annotated checklist of brazilian bryophytes. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory** 78: 137-182.
- Yano, O. 2004. Novas ocorrências de briófitas para vários estados do Brasil. **Acta Amazonica** 34(4): 559-576.
- Yano, O. 2005. Adição às Briófitas da Reserva Natural do Rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, Nova Série**, 18: 5-48.
- Yano, O. 2006. Novas adições as briófitas brasileiras. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 229-233.
- Yano, O. & Costa, D.P. 2000. **Flora dos Estados de Goiás e Tocantins: Criptógamos: Briófitas v. 5**. Goiânia, Editora da UFG.
- Yano, O. & Câmara, P.E. 2004. Briófitas de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica** 34(3): 445-457.
- Yano, O. & Peralta, D.F. 2005. Hepáticas (Marchantiophyta) de Mato Grosso, Brasil. **Hoehnea** 32(2): 185-205.
- Yano, O. & Bordin, J. 2006. Novas ocorrências de briófitas para o Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 111-122.
- Yano, O. & Peralta, D.F. 2007. Novas ocorrências de briófitas para os Estados de Alagoas e Sergipe, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional** 64(4): 287-297.
- Yano, O. & Peralta, D.F. 2006. Briófitas coletadas por Daniel Moreira Vital no Estado da Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** 18: 33-73.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Hepáticas do Estado de Alagoas. Informações sobre substrato (folha – FL, tronco vivo – TV, tronco morto – TM) e estrato florestal de ocorrência dizem respeito apenas à EsEc Murici. Subdossel aqui é considerado o estrato acima de 4 m. Novas referências para o Nordeste do Brasil são apontadas com asterisco.

TAXON	LOCAL	SUBSTRATO	ESTRATO FLORESTAL	DISTRIBUICAO MUNDIAL	DISTRIBUICAO NO BRASIL
MARCHATIOPHYTA					
ANEURACEAE					
<i>*Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	EsEc Murici	TM	Sub-bosque	Subcomsmopolita	AM, MG, MS, RJ, SP
<i>Riccardia amazonica</i> (Spruce) R.W. Arnell	EsEc Murici	TM	Sub-bosque	Afro-americana	AC, AM, AP, ES, MS, PA, PE, RJ, RS, SP
BRYOPTERIDACEAE					
	EsEc Murici, Messias e União dos Palmares e Boca da Mata				
<i>Bryopteris diffusa</i> (Sw.) Nees		TV	Sub-bosque	Neotropical	AL, AM, BA, CE, ES, MG, MT, PA, PE, PR, RJ, RS, SC, SE, SP
<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AL, AM, BA, CE, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, RR, RS, SC, SP
CEPHALOZIELLACEAE					
<i>Cylindrocolea rhizantha</i> (Mont.) R.M. Schust.	EsEc Murici	TM	Sub-bosque	Neotropical	AC, BA, ES, PE, RJ, SP
CORSINIACEAE					
<i>Cronisia paradoxa</i> Berk.	Junqueiro	-	-	Neotropical	AL, BA, CE, ES, GO, MT, SP
GEOCALYCACEAE					
<i>Lophocolea liebmanniana</i> Gottsche	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	AC, AM, PA, PE, MT, SP
<i>Lophocolea martiana</i> Nees	EsEc Murici	TM	Sub-bosque	Afro-americana	AM, AP, BA, CE, ES, MG, PA, PE, PR, RJ, RS, SC, SE, SP
JUBULACEAE					
<i>Frullania apiculata</i> (Reinw. et al.) Nees	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	AM, BA, GO, PA, PE, RJ, SP
<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	ES, GO, MG, PE, RJ, RS, SC, SP, BA, CE
<i>Frullania breuteliana</i> Gottsche	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	RJ, PE, RS, SP
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AL, AC, BA, CE, ES, MG, PA, PE, RJ, RO, RR, RS, SC, SE, SP
<i>Frullania dusenii</i> Steph.	EsEc Murici	TV	Dossel	Neotropical	ES, PE, RJ, RR, RS, SC, SE, SP
<i>Frullania ericoides</i> (Nees) Mont.	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Pantropical	AC, AM, BA, CE, ES, GO, MG, MS, MT,

					PA, PB, PE, PR, RJ, RS, SE, SP
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AM, BA, CE, ES, MG, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RR, RS, SE, SP
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Angstr.	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	BA, CE, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RS, SE, SP
<i>Frullania serrata</i> Gottsche	Serra Grande	-	-	Asia, Africa e Brasil	AL, RS, SC
LEJEUNEACEAE					
<i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Kruijt.	Marechal Deodoro	-	-	Afro-americana	AL, DF, MG, PR, RS, RJ, SC, SP
<i>Acrolejeunea torulosa</i> (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	Barra de São Miguel	-	-	Neotropical	AC, AL, AM, BA, ES, GO, MA, MT, MS, PA, RJ, RO, RR, SP
<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn.) A. Evans	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	BA, ES, MG, PA, PE, RJ, RS, SP
* <i>Aphanolejeunea asperrima</i> Steph.	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Neotropical	MG, SC
* <i>Aphanolejeunea camillii</i> (Lehm.) R.M. Schust.	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Neotropical	AM, MG, PA, RJ
<i>Aphanolejeunea truncatifolia</i> Horik.	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	AM, BA, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PE, RJ, RS, SC, SP
<i>Archilejeunea fuscescens</i> (Hampe ex Lehm.) Fulford	EsEc Murici e Serra Grande	TV	Dossel	América do sul e Costa Rica	AC, AL, AM, BA, PA, PE, RJ, RR
<i>Archilejeunea parviflora</i> (Nees) Schiffn.	EsEc Murici	TM	Sub-bosque	Neotropical	AC, AM, BA, MG, MS, PA, PE, RJ, RO, RR, RS, SP
<i>Caudalejeunea lehmaniana</i> (Gottsche) A. Evans	EsEc Murici, Marechal Deodoro e Serra Grande	TV, FL	Sub-bosque	Afro-americana	AL, AM, BA, CE, ES, MT, PA, PE, PR, RS, RO, RR, SC, SE SP
<i>Ceratolejeunea coarina</i> (Gottsche) Steph.	EsEc Murici	TM, FL	Sub-bosque	Neotropical	AC, AM, AP, BA, MA, PA PR, SP
<i>Ceratolejeunea confusa</i> R.M. Schust.	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Costa Rica, Leste das Índias, Chocó e Brasil	AM, PE, SP
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn.	EsEc Murici e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	AC, AL, AM, AP, BA, CE, PA, PE, PR, RJ, RO, SC, SP
<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AM, AP, BA, CE, ES, PA, PB, PE, RJ, RO, SP
<i>Ceratolejeunea dussiana</i> (Steph.) G. Dauphin	EsEc Murici	TV	Sub-bosque	Neotropical	BA, PA
<i>Ceratolejeunea falax</i> (Lehm. & Lindenb.) Bonner	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AM, MG, PE, RJ, RO, SP
<i>Ceratolejeunea guianensis</i> (Nees & Mont.) Steph.,	EsEc Murici e Serra Grande	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AM, AL, BA, PA, PE
<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust.	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AM, BA, ES, MG, PA, PE, RJ, RR, SP

<i>Ceratolejeunea minuta</i> Dauphin	EsEc Murici	TV	Sub-bosque	Brasil e Guianas	BA, PA, PE AM, BA, ES, GO, MG, MT, PA, PE, RJ, SC, SP
<i>Cheilolejeunea acutangula</i> (Nees) Grolle	EsEc Murici	TV	Sub-bosque	Neotropical	AC, AL, AM, BA, ES, MG, MT, PA, PE, PR, RR, SC, SP
<i>Cheilolejeunea adnata</i> (Kunze) Grolle	EsEc Murici e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AM, BA, CE, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, SP
<i>Cheilolejeunea clausa</i> (Nees. & Mont.) R.M. Schust.	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	BA, ES, MG, MS, MT, RS, SP
<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm. & Lindenb.) Kachr. & R.M. Schust.	EsEc Murici	TV	Dossel	Neotropical	BA, ES, MG, PA, PR, RJ, SP
<i>Cheilolejeunea holostipa</i> (Spruce) Grolle & R.-L.. Zhu	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	BA, MG, PR, RJ, RR, SP AC, AL, AM, AP, BA, CE, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RR, SC, SE, SP
<i>Cheilolejeunea oncophylla</i> (Angstr.) Grolle & E. Reiner	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	AC, AL, AM, BA, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RR, SC, SE, SP
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R. M. Schust.	EsEc Murici, Marecha Deodoro e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Afro-americana	AC, AL, AM, BA, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RR, SC, SE, SP
<i>Cheilolejeunea trifaria</i> (Reinw. et al.) Mizut.	EsEc Murici e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	AM, BA, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RO, RR, SC, SP
<i>Cololejeunea cardiocarpa</i> (Mont.) A. Evans	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Pantropical	AM
<i>*Cololejeunea lanciloba</i> Steph.	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Pantropical	
<i>Cololejeunea obliqua</i> (Nees & Mont.) Schiffn.	EsEc Murici e Serra Grande	FL	Sub-bosque	Neotropical	AC, AL, AM, PA, PE, PR, RJ, SC, SP
<i>Cololejeunea subcardiocarpa</i> Tixier	EsEc Murici e Serra Grande	TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AL, AM, BA, ES, MG, MT, PE, PR, RJ, SC, SP
<i>Cololejeunea submarginata</i> Tixier	Marechal Deodoro	-	-	Neotropical	AL, AM, GO, MT
<i>Colura tortifolia</i> (Nees & Mont.) Steph.	EsEc Murici	FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, CE, PA, PE, RJ, SP
<i>Cyclolejeunea convexistipa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	EsEc Murici e Serra Grande	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AL, AM, AP, BA, CE, PA, SP
<i>Cyclolejeunea luteola</i> (Spruce) Grolle	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque	Neotropical	AM, BA, MG, MT, PA, PE, RJ, RR, SP
<i>Diplasiolejeunea brunnea</i> Steph.	EsEc Murici, Marecha Deodoro e Serra Grande	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AL, AM, BA, CE, MT, PA, RJ, SP
<i>Diplasiolejeunea cavifolia</i> Steph.	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	CE, PE, PR, SC, SP
<i>Diplasiolejeunea cobrensis</i> Gottsche ex Steph.	Marechal Deodoro	-	-	Pantropical	AL, BA, PE, RO
<i>*Diplasiolejeunea latipuenis</i> Tixier	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Guiana e Brasil	SP
<i>Diplasiolejeunea pellucida</i> (Meissn.) Schiffn.	EsEc Murici e Serra Grande	FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AL, AM, BA, PA, RJ, SC, SP

<i>Diplasiolejeunea rudolphiana</i> Steph.	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	AC, AM, BA, ES, PB, PE, RJ, SC, SE, SP
<i>Drepanolejeunea bidens</i> Steph.	Serra Grande	-	-	Neotropical	AL, AM, MG, PB, PE, RR, SP
* <i>Drepanolejeunea campanulata</i> (Spruce) Steph.	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Norte dos Andes e Sudeste do Brasil	RJ, SC, SP
* <i>Drepanolejeunea crucianella</i> (Tayl.) A. Evans	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Neotropical	AM, PA
<i>Drepanolejeunea fragilis</i> Bischl.	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AM, BA, ES, PA, PE, RJ, RR, SP
<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph.) Bischl.	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AM, BA, ES, MS, PE, PR, RJ, RS, SC, SP
<i>Frullanooides corticalis</i> (Lehm. & Lindenb.) Slageren	EsEc Murici	TV	Sub-bosque, dossel	Neotropical	BA, MG, MT, RJ, RR, SP
<i>Harpalejeunea oxyphylla</i> (Nees & Mont.) Steph.	EsEc Murici	TM, FL	Sub-bosque	Neotropical	AM, BA, PA, PB, PE, RJ, SP
<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph.	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, BA, PA, PE, RJ, SP
* <i>Harpalejeunea tridens</i> (Besch. & Spruce) Steph.	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Leste das Índias, norte da América do Sul e Brasil	SP
<i>Lejeunea caespitosa</i> Lindenb.	EsEc Murici e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Afro-americana	AC, AL, BA, CE, ES, MS, MT, PA, PE, RJ, SP
<i>Lejeunea cancellata</i> Nees & Mont. ex Mont.	Serra Grande	-	-	Cuba, USA, Argentina e Brasil	AL, BA, CE, AS, MS, MT, RJ, SC, SP
<i>Lejeunea cerina</i> (Lehm. & Lindenb.) Gottsche	EsEc Murici	TV	Sub-bosque, dossel	Neotropical	AC, ES, PE, RJ, SP
<i>Lejeunea controversa</i> Gott.	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	AC, MS, PA, SP
<i>Lejeunea ellioti</i> Spruce	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	BA
<i>Lejeunea filipes</i> Spruce	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Dominica, Peru, Argentina e Brasil	BA, MS, SP
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	AC, AM, BA, CE, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RR, RS, SP
<i>Lejeunea glauscecens</i> Gottsche	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	AC, BA, CE, ES, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, RR, SP
<i>Lejeunea grossiretis</i> (Steph.) E. Reiner & Goda	EsEc Murici	TM	Sub-bosque	Brasil	BA, MG, RJ, SP
<i>Lejeunea grossitexta</i> (Steph.) E. Reiner & Goda	EsEc Murici	TM, FL	Sub-bosque	Brasil, Paraguai e Norte da Argentina	ES, MG, PE, PR, RJ, SC, SP
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	Barra de São Miguel, EsEc Murici, Maceió, Penedo e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AL, AM, BA, CE, ES, MS, MT, PA, PB, PE, RJ, RR, SP

<i>Lejeunea phyllobola</i> Nees & Motn.	EsEc Murici e Penedo	TV, TM	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Afro-americana Brasil e Norte da Argentina	AC, AL, AM, BA, CE, ES, MS, PA, RJ, RS, SP
<i>Lejeunea puiggariana</i> Steph.	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	MS, MT, PE, SP
<i>Lejeunea quinqueumbonata</i> Spruce	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Brasil e Argentina	AM, BA, PA, PE
<i>Lejeunea tapajosensis</i> Spruce	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	AC, BA, ES, PA, PE
<i>Lepidolejeunea involuta</i> (Gottsche) Grolle	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, dossel	Neotropical	AM, ES, PA, PE, PR, RO, RR, SP
<i>Leptolejeunea elliptica</i> (Lehm. & Lindeb.) Schiffn.	EsEc Murici e Serra Grande	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AL, BA, ES, MG, PE, RJ, RS, SC, SP
<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	BA, ES, MG, PE, RJ, RS, SC, SP
<i>Lopholejeunea subfusca</i> (Nees) Schiffn.	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	AC, AM, BA, CE, ES, MG, MS, MT, PA, PB, PE, RJ, RO, RR, SC, SP
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical Neotropicos e Norte América	AP, BA, ES, MG, MS, PA, PB, PE, SP
<i>Neurolejeunea breutelli</i> (Gottsche) A. Evans	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Neotropicos e Leste da África	BA, ES, MG, PA, PE, RJ, RS, SC, SP
<i>Odontolejeunea lunulata</i> (Weber) Schiffn.	EsEc Murici	FL	Dossel		AC, AP, AM, BA, CE, ES, MG, MT, PA, PE, PR, RR, RS, SP
<i>Prionolejeunea denticulata</i> (Weber) Schiffn.	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AM, CE, PA, PE, RJ
<i>Pycnolejeunea contigua</i> (Nees) Grolle	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Pantropical	AM, BA, CE, ES, ES, MG, PA, PE, RR, RS, SC, SP
<i>Pycnolejeunea macroloba</i> (Nees & Mont.) Schiffn.	EsEc Murici e Junqueiro	TV	Sub-bosque	Neotropical	AL, AM, BA, CE, ES, PA, PE, SP
<i>Rectolejeunea berteriana</i> (Gottsche ex Steph.) A. Evans	EsEc Murici	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AM, BA, ES, PA, PE, PR, RJ, SC, SP
<i>Rectolejeunea emarginuliflora</i> (Gottsche) A. Evans	EsEc Murici	TV	Sub-bosque	Neotropical	BA, SP
<i>Rectolejeunea flageliformis</i> Evans	EsEc Murici	TM, FL	Sub-bosque	Neotropical	BA, PE, SP
<i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i> (Nees) Gradst.	EsEc Murici e Serra Grande	TV	Dossel	Pantropical	AC, AL, AM, BA, CE, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PE, RJ, RR, RS, SC, SE, SP
<i>Stictolejeunea squamata</i> (Willd. ex Weber) Schiffn.	EsEc Murici e Serra Grande	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	AC, AL, AM, AP, BA, ES, MG, PA, PE, RJ, RS, SP
<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb. & Gottsche) A. Evans	EsEc Murici e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AL, AM, BA, ES, PA, PE, RJ, SC, SP
<i>Taxilejeunea obtusangula</i> (Spruce) A. Evans	Serra Grande	-	-	Neotropical	AL, AM, RR
<i>Vitalianthus bischlerianus</i> (Pôrto & Grolle) R.M. Schust. & Giancotti	EsEc Murici	TV, FL	Sub-bosque	Neotropical	BA, PE, PR, RJ, SC, SP
<i>Xylolejeunea crenata</i> (Nees & Mont.) X.-L. He	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	AM, BA, MA, MG, PA, PE, RJ, RO, RR,

& Grolle					SP
LEPIDOZIACEAE					
<i>Arachniopsis diacantha</i> (Mont.) Howe	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Pantropical	AC, AM, BA, ES, PA, PE, PR, RJ, RS, SP
<i>Bazzania heterostipa</i> (Steph.) Fulford, Bull.	EsEc Murici	TM	Sub-bosque	Brasil	ES, MG, PE, PR, RJ, RS, SC, SP
METZGERIACEAE					
<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	EsEc Murici	TM, FL	Sub-bosque	Pantropical	BA, CE, ES, MG, PA, PE, PR, RJ, RS, SC, SP
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.	EsEc Murici	TV	Dossel	Subcomsmopolita	CE, ES, MG, PE, PR, RJ, RS, SP
<i>Metzgeria dichotoma</i> (Sw.) Nees	EsEc Murici e Serra Grande	FL	Sub-bosque	Neotropical Neotropicos e Norte América	AL, GO, MG, PB, PE, RJ, RS, SP
<i>Metzgeria myriopoda</i> Lindb.	EsEc Murici	FL	Sub-bosque		ES, PE, MG, RJ, RS, SC, SP
PLAGIOCHILACEAE					
<i>Plagiochila disticha</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	EsEc Murici e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AL, AM, AP, CE, DF, ES, MG, MS, MT, PA, PB, PE, RJ, RR, RS, SC, SP
<i>Plagiochila distinctifolia</i> Lindenb.	EsEc Murici	TV	Dossel	Neotropical	AM, PA, PE, MG, RJ
<i>Plagiochila gymnocalycina</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	EsEc Murici	TV	Sub-bosque	Neotropical	AC, MG, PE, RJ, SC, SP
<i>Plagiochila martiana</i> (Nees) Lindenb.	EsEc Murici e Serra Grande	TV, TM, FL	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AL, CE, DF, ES, MG, MS, MT, PE, PR, RJ, RS, SC, SP
<i>Plagiochila montagnei</i> Nees	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque, sub-dossel, dossel	Neotropical	AC, AM, AP, BA, ES, PA, PE, PR, RJ, SP
RADULACEAE					
<i>Radula flaccida</i> Lindenb. & Gottsche	EsEc Murici	FL	Sub-bosque	Afro-americana	AC, AM, BA, MG, PA, PR, RR, SP
<i>Radula kegelii</i> Gottsche ex Steph.	EsEc Murici	TV, TM	Sub-bosque	Neotropical	AL, AM, AP, BA, BA, ES, MG, MT, PA, PR, RJ, RS, SC, SP
<i>Radula ligula</i> Steph.	EsEc Murici	TM	Sub-bosque	Brasil e Argentina	PR, RJ, RS, SC
<i>Radula recubans</i> Tayl.	EsEc Murici, Marecha Deodoro e Serra Grande	TV, TM	Sub-bosque	Neotropicos e América subtropical	PR, RJ, RS, SC
RICCIACEAE					
<i>Riccia vitalii</i> Jovet-Ast.	Arapiraca	-	-	Costa Rica e Brasil	AC, AL, PA, PE, RJ, RS, SP
					AL, AM, BA, CE, ES, GO, MA, MS, PB, , PE, PI, RN, SE, TO

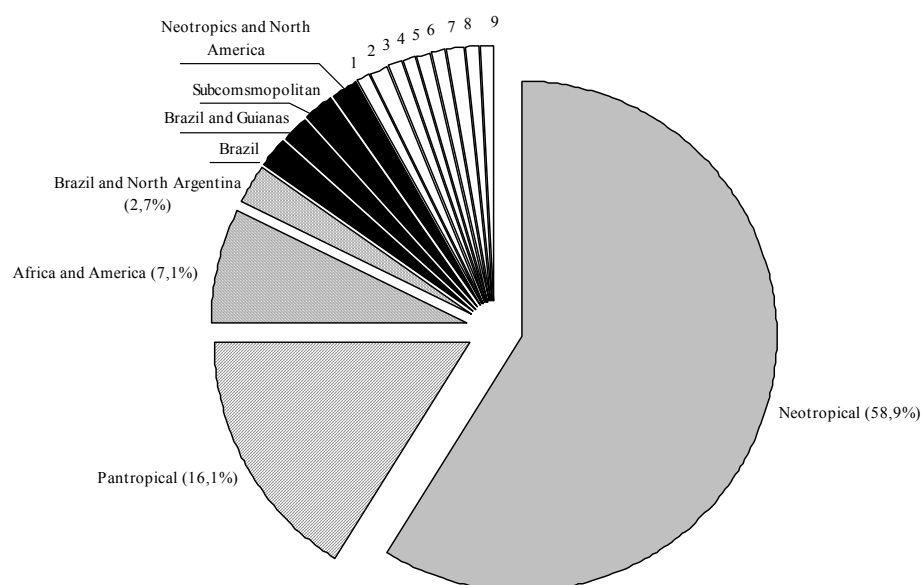


Figura 1. Distribuição geográfica das hepáticas ocorrentes em Alagoas. O percentual de contribuição das barras pretas é de 1,8% e das brancas é de 0,9%. 1. América do sul e Costa Rica; 2. Brasil, Paraguai e norte da Argentina; 3. Costa Rica e Brasil; 4. Costa Rica, leste das Índias, Chocó e Brasil; 5. Dominica, Peru, Argentina e Brasil; 6. Leste das Índias, América do sul e Brasil; 7. Neotropicos e América subtropical; 8. Neotropicos e leste da África; 9. Norte dos Andes e sudeste do Brasil.

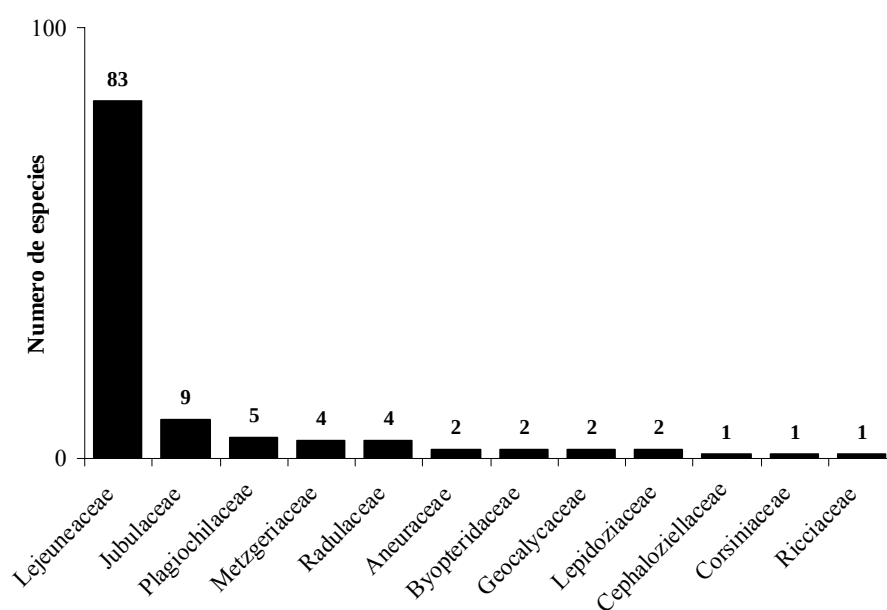


Figura 2. Riqueza das famílias de hepáticas de Alagoas.

5. MANUSCRITO 2

INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES DA PAISAGEM E CONSERVAÇÃO DE REMANESCENTES FLORESTAIS SOBRE A ESTRUTURA METAPOPULACIONAL DE BRIOFITAS EPÍFILAS EM FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA

ARTIGO A SER ENVIADO AO PERIÓDICO **OECOLOGIA**

Influência das propriedades da paisagem e conservação de remanescentes florestais sobre a estrutura metapopulacional de epífilas em Floresta Atlântica brasileira

Lisi D.P. Alvarenga^{*3} e Kátia C. Pôrto^{*}

Resumo. Padrões de riqueza e distribuição de espécies de briófitas em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica em Alagoas, Brasil (Estação Ecológica Murici - 9°11'05"-9°16'48"S; 35°45'20"- 35°55'12"O), foram investigados para acessar o efeito da perda de habitat sobre a estrutura metapopulacional de epífilas. Coletas e um senso do número de forófitos colonizados e do grau de cobertura das populações nos mesmos foram feitas no sub-bosque dos primeiros 100 metros de borda de dez fragmentos. Foram observadas tendências decrescentes de abundância local e regional com a perda de habitat e isso está possivelmente a atrelado à reduzida expressão sexual e assexual nas populações. Embora a fertilidade não tenha sido correlacionada com constância nos fragmentos, espécies frequentemente férteis colonizaram um significativo maior número de sítios dentro dos mesmos. Espécies dióicas particularmente mostraram menor proporção de populações férteis bem como baixa frequência nos fragmentos. Métricas da paisagem, principalmente tamanho e isolamento do fragmento, juntamente com indicativos de qualidade de habitat como um todo (proporção de vegetação secundária) explicaram melhor a variação na riqueza e ocupação (abundância local e regional) das epífilas do que a distância de borda. Isto sugere que os efeitos da fragmentação em escala local desempenham um papel coadjuvante na brioflora após determinado tempo decorrido. É possível que o presente

^{*} Endereço: Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Laboratório Biologia de Briófitas, CCB, Av. Prof. Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária, CEP 50670-901 - Recife, PE, Brasil.

³ Email para correspondência: lisidamaris@yahoo.com.br

estudo tenha retratado este estágio sucessional, onde aspectos locais já não impactam a brioflora com a mesma clareza que o isolamento. Os resultados acrescem o suporte empírico de que em grupos que exibem estrutura metapopulacional os efeitos da fragmentação e perda de habitat são negativos e longo-temporais. Áreas prioritárias para conservação devem levar em consideração tanto a quantidade de habitat remanescente como a conectividade entre as diversas manchas em que esta está distribuída na paisagem.

Palavras – chave: Fragmentação de habitat, padrões de ocupação, paisagem, efeito de borda, briófitas.

Abstract. Richness and occupancy patterns of bryophytes in a fragmented landscape of Tropical Rain Forest in Alagoas, Brazil (Murici Ecological Station - 9°11'05"-9°16'48"S/35°45'20"-35°55'12"O), were investigated to assess the effects of the loss of habitat over the structure of epiphyllous metapopulations. Bryophytes were collected in understory of ten forest fragments up to 100m from the edge. A sense of number of colonized phorophytes as well as the degree of populations cover on phorophytes (leaves) was made. Decreasing trends on regional and local abundance were caused by loss of habitat quality and this is likely related to reduced sexual and asexual expression of populations. Although fertility was not related to constancy in the fragments, frequent fertile species colonized a significant greater number of sites within them than infertile ones. Dioicous species, in particular, had lower proportions of fertile populations and lower frequencies within fragments. Metrics of landscape, mainly size and isolation, and indicative properties of habitat quality (secondary vegetation percentual) explained better the variation in epiphylls richness and occupancy (local and regional abundance) than edge distance. This suggests that the effects of habitat fragmentation at local scale may play a

secondary role in the bryophytes flora after a long time free of disturbance. It is possible that the present study has portrayed this successional stage, where local aspects does not impact the flora as clearly as the isolation. The results increase empirical support for the notion that taxa with metapopulational structure are prone to negative and long-term effects in fragmented scenarios. The prospection of priority areas for the conservation must take in account the remaining habitat amount as well as the connectivity among the diverse patches in the landscape.

Keywords: Habitat fragmentation, occupancy patterns, landscape, edge effects, Bryophytes.

1. Introdução

As espécies de briófitas epífilas, que colonizam a superfície de folhas de plantas vasculares, constituem a comunidade mais sensível e exigente quanto a microclima (Gradstein et al. 2001). Elas são sujeitas a imposições ambientais, como a duração efêmera do substrato e sua pequena contribuição hídrica e nutricional para a planta, que lhes impuseram a seleção de caracteres bastante especializados (Richards 1984). Por exemplo, as epífilas possuem ciclos de vida curtos, com copiosa produção de diásporos para disseminação de novas populações (Zartman 2003). Também, exibem forte afinidade a ambientes sombreados e com elevada umidade atmosférica, ocorrendo exclusivamente em florestas tropicais (Gradstein 1997). Estas propriedades as tornam um grupo-chave em estudos sobre conservação, pois tal caráter sensível e dinâmico dos processos populacionais permite acessar respostas às variações ambientais em escalas espaciais e temporais relativamente menores àquelas das plantas superiores e mesmo das demais briófitas (Zartman e Nascimento 2006; Pharo e Zartman 2007).

Em razão da maciça perda de habitat aliada a elevados graus de endemismo e diversidade, a Floresta Atlântica brasileira é considerada o quarto hotspot mundial para conservação da biodiversidade (Myers 2000). Como vem ocorrendo em florestas de todo o mundo, o ritmo de desmatamento e exploração da Floresta Atlântica brasileira a tem levado a um estado crítico de conservação. No Nordeste do país, restam apenas 5,6% da cobertura original representados por fragmentos pequenos e inseridos em matrizes hostis como pastagens e plantações de cana-de-açúcar (Silva e Tabarelli 2001). A grande maioria dos remanescentes possui menos de 50 ha, o que significa que eles podem não ser ecologicamente viáveis em longo prazo se levado em conta o efeito de borda (Ranta et al. 1998; Silva e Tabarelli 2001), que para diversos grupos biológicos ultrapassa a marca dos 100 metros (Laurence et al. 2002; Oliveira et al. 2004).

Uma das conseqüências graves da fragmentação do habitat é a criação de bordas artificiais associada a uma abrupta alteração das condições microclimáticas (Murcia 1995; Gaston et al. 2000). Com o decorrer do tempo, o local é mantido livre de perturbações, a borda criada tende a se selar pela proliferação de lianas e plantas sucessionais secundárias que reduzem a permeabilidade e a intensidade do gradiente microclimático, mas o novo equilíbrio, se atingido, pode consistir de uma estrutura florestal fisionômica e funcionalmente distinta da original (Camargo e Kapos 1995; D'Angelo et al. 2004). Esta é a situação hodierna da grande maioria dos fragmentos de Floresta Atlântica, o que torna urgente a seleção de áreas prioritárias para conservação, por meio de estudos da riqueza e ecologia de grupos biológicos (Brasil-MMA 2000).

Estudos na Amazônia Central mostraram que fragmentos pequenos abrigam uma riqueza e abundância consideravelmente baixa de briófitas epífilas e que não há uma resposta ao gradiente de distância de borda (Zartman 2003; Zartman e Nascimento 2006).

Os fragmentos estudados nesses estudos podem na maioria das vezes, conforme explanam os autores, consistir de áreas completamente dominadas pelo efeito de borda, se este ultrapassa 100 metros, para o que já existe vasto suporte empírico (Zartman e Nascimento 2006). Nesse caso o efeito de borda e de área se sobrepõe e podem ser confundidos. De qualquer maneira, a melhor explicação dos dados em função do tamanho de fragmento encontrados na Amazônia sugere pelo menos em parte que alterações do habitat em escala de paisagem são mais importantes que alterações locais (aferidas pela distância da borda). Por conseguinte, processos populacionais das briófitas em escala de paisagem, como dispersão e colonização de novos sítios, certamente são afetados. O desequilíbrio nas taxas de extinção e (re-) colonização limitam o sucesso das briófitas em fragmentos pequenos (Zartman e Shaw 2006).

De acordo com a teoria de metapopulações, o aspecto mais crítico da fragmentação do habitat é a redução do tamanho dos fragmentos e o crescente isolamento entre eles (Hastings 1991). Tais eventos levam ao decréscimo das populações regionais e locais, isto é, do número de populações total dos fragmentos e do tamanho das populações nos substratos individuais, o que acarreta menor produção líquida de diásporos e da conectividade entre as populações, aumentando o risco de extinção (Söderström 1998).

Algumas espécies podem ser mais vulneráveis nesse cenário, como por exemplo aquela naturalmente raras no ambiente. Diferentes mecanismos de dispersão aliados a outros aspectos intra-específicos, como taxas de crescimento, levam a diferentes padrões de frequência e abundância, que em conjunto geram os padrões de ocupação das espécies em nível de paisagem (Hansson et al. 1992; Holt et al. 2002). Assim, as espécies podem ser frequentes e abundantes (core), frequentes e pouco abundantes (rurais), pouco frequentes e abundantes (urbanas); e pouco frequentes e pouco abundantes (satélite) (Söderström 1989).

Estes padrões não são estáticos. Uma espécie bem distribuída em um determinado ambiente pode perder representatividade com a modificação do habitat que ocorre naturalmente, em uma escala de milhares de anos (Primack e Rodrigues 2001). No entanto, o homem tem acelerado as mudanças na qualidade e disponibilidade de habitats através de destruição direta ou indireta, como por alterações climáticas, de tal forma que as extinções têm ocorrido em taxas mais aceleradas (Primack e Rodrigues 2001; Cleavitt 2005). Precedendo as extinções, alterações na frequência e abundância ocorrem nas comunidades como um todo.

Espécies que lançam mão da produção de esporos grandes ou com prevalência da reprodução vegetativa (propágulos assexuados tendem a ser maiores e não têm o mesmo alcance de distância que os esporos) tendem a gerar populações pouco frequentes regionalmente e abundantes localmente (Söderström e Herben 1997). Este tipo de estratégia torna o estabelecimento de colônias em novos sítios relativamente raro, e, portanto, a espécie é mais sensível a distúrbios nas colônias existentes (Söderström 1998). O mesmo se aplica em teoria para as espécies com reprodução sexuada esporádica, como por exemplo, aquelas que possuem gametófitos unissexuais, ou seja, dióicas (Cleavitt 2005).

À parte da contribuição inicial de Alvarenga e Pôrto (2007), quase nada se sabe a respeito da influência de fatores em escala de paisagem e de origem antrópica sobre aspectos metapopulacionais das briófitas em Floresta Atlântica. Por conseguinte, o presente estudo visou retratar a comunidade epífila em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica nordestina para testar as algumas premissas embasadas em modelos metapopulacionais e responder às seguintes questões: 1) Como varia a riqueza e a abundância da comunidade entre fragmentos e no gradiente de distância de borda e quais são os parâmetros ambientais que melhor explicam tal variação? 2) O padrão de ocupação

das espécies é alterado em fragmentos menos preservados ou no gradiente de distância de borda? 3) Partindo do pressuposto que o tempo no qual a comunidade está submetida às pressões de alteração de paisagem é suficiente para ter alterado sua estrutura metapopulacional, as espécies dióicas e as naturalmente raras em sítios preservados (padrão satélite) exibem maior sensibilidade, isto é, possuem menor nível de ocupação na paisagem colonizando menos fragmentos? São elas as primeiras a desaparecer nos fragmentos menos preservados?

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

Briófitas epífilas foram inventariadas em 10 fragmentos de Floresta Atlântica (Tabela 1) pertencentes à Estação Ecológica (EsEc) Murici, em Alagoas (9°11'05"- 9°16'48"S; 35°45'20"- 35°55'12"O) (Figura 1). A reserva situa-se numa área com clima quente e úmido com distinção apenas entre estação seca e chuvosa, precipitação e temperatura anual média de 2167,7 mm e 24°C, respectivamente (Instituto Nacional de Meteorologia, dados referentes ao período de 1961 a 1990). A cobertura vegetal é classificada como Floresta Atlântica Ombrofila Aberta Submontana (Veloso et al. 2001).

Os fragmentos foram enumerados de acordo com a ordem decrescente de tamanho e foram selecionados a partir de um mosaico montado de fotografias aéreas tiradas em 2002, georeferenciado e criado no software ERDAS® 8.6 e mapas elaborados com o software Arcview 3.2a. (M. Dantas de Paula, dados não publicados). Os sítios estudados estão livres de corte seletivo intenso (formação de bordas) a mais ou menos dez anos (exploração madeireira ocorre em sítios de interior de mata conforme observações pessoais e informações fornecidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

Renováveis – IBAMA, Alagoas) e sofrem praticamente as mesmas pressões quanto ao uso. As métricas de paisagem e análises cartográficas (Tabela 1) incluem parâmetros indicativos de perda de habitat e pressão antrópica (área total, isolamento, forma, área nuclear livre de influência de borda e proporção de vegetação secundária dos fragmentos) (Ranta et al. 1998; Fahrig 2001, 2003; Hill e Curren 2003) e parâmetros de relevância para briófitas (altitude e topografia) (Gradstein et al. 2001).

2.2 Coleta e estimativa dos dados

Epífilas de sub-bosque foram coletadas em 10 parcelas de 25m² a cada 10 metros ao longo de quatro transectos de 100 metros perpendiculares à margem em cada fragmento. Nos dois maiores fragmentos foram traçados três transectos adicionais para satisfação das exigências quanto a esforço amostral, testadas através das curvas de coletor com o programa PRIMER 5 (Clarke e Warwick 1994). Em cada parcela foi feito o censo do número total de forófitos (arbustos e árvores jovens de até 2m) e dos respectivos graus de cobertura (abundância de briófitas sobre as folhas) e foram coletadas folhas representativas daqueles colonizados por epífilas (Gradstein et al. 1996). O grau de cobertura é uma inferência subjetiva referente a cada forófito individual e foi feita de acordo com a proporção do mesmo colonizada por populações de briófitas. Assim, os forófitos foram classificados nas seguintes categorias de abundância: nula (AB 0) - sem populações de briófitas; baixa (AB 1) - 20% da área foliar colonizada, em média; média (AB 2) - 20% a 50% da área foliar colonizada, em média; alta (AB 3) - >50% da área foliar colonizada, em média.

O material botânico foi examinado em laboratório e a expressão sexual (fertilidade) foi aferida através de dados de presença-ausência de periantos (porventura de arquegônios e brácteas periqueciais) e perigônios em hepáticas e esporófitos em musgos. A reprodução assexuada foi assinalada quando observada a produção de gemas e/ou filídios caducos. A fertilidade de determinada espécie é expressa em termos de percentagem total de populações com estruturas reprodutivas sexuadas. Dados sobre dioicicidade e monoicicidade também foram computados para cada espécie com base no material examinado e em literatura (Bischler 1964; Schuster 1980; Reese 1993; Gradstein 1994; Buck 1998; Reiner-Drehwald e Goda 2000; Gradstein e Costa 2003).

2.3 Análise dos dados

Para testar a influência do tamanho dos fragmentos nas variáveis das briofloras e evitar pseudo-replicação, estes foram classificados em pequenos (0 – 100 ha), médios (100 – 500 ha) e grandes (>500 ha). A riqueza e a abundância de briófitas foram então comparadas entre fragmentos, classes de tamanho e classes de distância de borda através de análises de variância com teste de Kruskal – Wallis e comparações múltiplas com o teste de Bonferroni (Sokal e Rolf 1999). Visto que existem quatro parcelas para cada classe de distância de borda em cada fragmento, estas não são verdadeiras réplicas e sim sub-amostras (Zar 1996). Assim, para as análises estatísticas foram utilizados valores médios em cada classe de distância. A relação entre constância nos fragmentos e fertilidade, isto é, número de fragmentos que determinada espécie coloniza e a sua respectiva fertilidade foi avaliada através do índice de correlação de Spearman (Sokal e Rolf 1995). Neste teste, espécies com menos de três assinalamentos foram excluídas para evitar resultados

tendenciosos já que são valores muito pequenos para estimar proporção de populações férteis. Todas as análises estatísticas foram procedidas no programa STATISTICA 6.0.

Para retratar o padrão de ocupação das espécies na paisagem foram conjugados dados de frequência e abundância (grau de cobertura) (Hansson et al. 1992). A abundância de uma dada espécie (A_X) foi aferida conforme a equação $A_X = \Sigma (KA_{XF}) / nE$, onde A_{XF} é a abundância dos forófitos nos quais a espécie ocorreu, K é um peso que corresponde à categoria de abundância (variando de um a três, vide categorias de abundância em “coleta e estimativa dos dados”) e nE é o número total de ocorrências (frequência) da espécie. Assim, a abundância no presente estudo abrange não só o número de forófitos colonizados, mas também o grau de colonização em cada um deles.

Para analisar as tendências nos padrões de ocupação, as espécies foram classificadas nas categorias satélite, rural, urbana e “core” (Holt et al. 2002). Esta classificação foi padronizada para o grupo com a média de frequência e abundância do conjunto de espécies ocorrentes na EsEc Murici e sendo válida apenas para o presente estudo. Assim, para qualquer espécie, valores de abundância menores que a média são considerados baixos e se conjugados com valores de frequência também abaixo da média levam à categoria satélite.

As relações entre a brioflora e as variáveis ambientais (Tabela 1) foram analisadas através de uma ordenação gerada pela análise de correspondência canônica (CCA, Canonical Correspondence Analysis). Este método de ordenação consiste em sintetizar, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação multidimensional de um conjunto de variáveis (Valentin 2001). As variáveis bióticas e ambientais são transformadas em coordenadas (scores) correspondentes à sua projeção em cada eixo de ordenação (eigenvector). O autovalor (eigenvalue) é o peso relativo de cada eixo na explicação da variância total dos dados. Parte-se do princípio de que a variação da vegetação, em termos

de abundância das espécies, está intimamente ligada às variáveis ambientais. Assim, uma matriz primária contendo os dados de frequência das espécies de briófitas por fragmento e uma matriz secundária contendo as variáveis ambientais, todas as variáveis computadas como quantitativas, foram fornecidas para a análise. Os dados foram log-transformados para normalizar e reduzir a heterogeneidade de variâncias. Testes de permutações de Monte Carlo foram feitas para testar a significância do primeiro eixo, usando uma aleatorização com 99 permutações. As variáveis ambientais não significativas foram excluídas do biplot. A análise foi procedida no programa PC-ORD 4.10.

3. Resultados

3.1 Riqueza e abundância

A riqueza de briófitas diferiu entre classes de tamanho dos fragmentos (Figura 2) e entre fragmentos (Figura 3) ($p < 0,0001$), mas não mostrou nenhuma tendência no gradiente de distância de borda ($p = 0,7724$) (Figura 4). Fragmentos grandes abrigaram uma riqueza maior que os médios e pequenos ($p < 0,0001$), porém os médios e pequenos não diferiram entre si significativamente ($p = 0,1497$). A riqueza não apresentou uma tendência linear com o tamanho de fragmento. Dois fragmentos pequenos (F7 e F9) se destacaram, alcançando valores próximos ou superiores a alguns fragmentos grandes (Figura 3). De fato, F7 foi o único fragmento dentre os médios e pequenos com o qual a riqueza de F3, mais rico da área, não diferiu significativamente. Por outro lado, as diferenças entre F7 e os quatro mais pobres (F5, F6, F8 e F10) foi altamente significativa ($p < 0,0001$).

Diferenças significativas na abundância de briófitas entre os fragmentos foram obtidas principalmente na categoria de abundância baixa (AB 1) (Figura 5). A frequência desta categoria em F3 foi mais alta que todos os fragmentos ($p < 0,0001$). As demais

categorias de abundância foram sempre menos freqüentes no ambiente e diferiram apenas entre F6 e os mais ricos (F1 e F3) ($p < 0,05$) (Figura 5).

A análise de ordenação explicou nos dois principais eixos 51% da variação dos dados e mostrou que a área total (plana e superficial), proporção de área nuclear e altitude são os parâmetros ambientais aparentemente mais favoráveis para riqueza de briófitas em oposição ao grau de isolamento e proporção de vegetação secundária, que estiveram associados com os fragmentos mais pobres da área (Figura 6).

3.2 *Espécies dióicas versus monóicas*

Foram estudadas 871 populações de 61 espécies (53 hepáticas e 8 musgos). Destas espécies, 51% são autóicas, 39% são dióicas e as demais produzem gametófitos ora unissexuados ora bissexuados, isto é, podem ser autóicas ou dióicas. Tanto dióicas como autóicas tiveram representatividade aproximada em termos de número de populações (assinalamentos), mas estas últimas evidenciaram fertilidade e produção de propágulos assexuados muito mais frequentemente (Tabela 2) e, ainda assim, não foram mais constantes nos fragmentos (Figura 7). Fertilidade não foi correlacionada com constância ($r_s = 0,1036$, $p = 0,5858$) mas sim com freqüência, independentemente da sexualidade ($r_s = 0,4421$, $p = 0,0144$), isto é, espécies frequentemente férteis não colonizam necessariamente um maior número de fragmentos mas sim de sítios dentro dos fragmentos. Um retrato da variação da fertilidade da comunidade inteira ao longo dos fragmentos da EsEc Murici feito por Alvarenga e Pôrto (*in press*) constataram que a freqüência absoluta de populações com expressão sexual e assexual decresce com a perda de riqueza, porém, ocorrendo o inverso em termos de proporção. Isto significa que ambientes adversos afetam a expressão de

eventos reprodutivos e, ademais, as espécies que persistem nos fragmentos pobres são justamente as que conseguem se expressar sexualmente sob tais condições.

Novamente, não houve tendências no gradiente de distância de borda (autóicas, $p = 0,6033$; dióicas, $p = 0,5423$). Quando testadas as diferenças na riqueza de autóicas e dióicas entre os fragmentos, é observado para ambas o padrão encontrado para a comunidade inteira. No entanto, este padrão muda para diferenças mais atenuadas quando os fragmentos são comparados em termos de abundância das espécies e as dióicas contribuem mais para as diferenças significativas.

3.3 Padrões de ocupação

As comunidades dos fragmentos mais ricos alcançaram os maiores valores de frequência e abundância, tendo representantes nos quatro padrões de ocupação em F2, F3 e F7 e no caso de F1, tendo o maior índice de abundância local (Figura 8) pela espécie *Odontolejeunea lunulata*. Dentre os demais fragmentos, apenas F5 abrigou uma espécie “core” (Figura 8), *Leptolejeunea elliptica* (Tabela 3), ao passo que nos demais foi observada a perda de representatividade na ocupação. Todas as espécies que ocorreram em mais de oito fragmentos foram “core” ou rurais nos fragmentos mais ricos (os grandes e F7), ao passo que aquelas com distribuição restrita na paisagem (registrados para sete ou menos fragmentos) são geralmente urbanas e satélites mesmo nos fragmentos mais ricos (Tabela 3). Cinco espécies, contudo, foram exceções notórias: *Colura tortifolia*, *Crossomitrium patrisiae*, *Cololejeunea obliqua*, *Diplasiolejeunea brunnea* e *Drepanolejeunea mosenii*. Estas ocorreram praticamente em apenas F1 e F3 (com mais de 95% dos seus assinalamentos) e tiveram elevada representatividade neles, figurando como espécies “core”. Ademais, suas populações mostraram estruturas de reprodução sexuada e

assexuada com considerável frequência (Tabela 3). As demais espécies que ocorreram em menos de oito fragmentos ocorreram principalmente nos mais ricos (os grandes e F7) e, com exceção de *Lejeunea flava*, sempre conjugaram padrão de ocupação restrito (urbanas ou satélites) com baixas proporções de reprodução sexuada ou assexuada (Tabela 3, ignorar espécies com menos de três assinalamentos ao comparar proporção de estruturas reprodutivas, veja “análise de dados”). Mesmo em algumas das espécies generalistas (presentes em oito ou mais fragmentos) foram observadas perdas em frequência e abundância. Essa perda, contudo, não é proporcional ao tamanho e sim à riqueza dos fragmentos.

4. Discussão

4.1 *Efeito de borda e das propriedades da paisagem sobre a comunidade epífila*

O tamanho e isolamento de fragmentos florestais explicam melhor a riqueza e abundância de epífilas que distância de borda nos fragmentos de Floresta Atlântica estudados, corroborando os resultados observados para epífilas na Amazônia para a essa comunidade (Zartman 2003; Zartman e Nascimento 2006). Tais respostas às propriedades em escala de paisagem e a falta de tendências no gradiente de distância de borda podem estar indicando que efeitos da fragmentação em escala local desempenham um papel coadjuvante ou secundário em comparação a fatores em nível de paisagem. Contudo, várias ressalvas a esta conclusão se fazem necessárias no presente estudo. Pelo menos outras três hipóteses podem explicar a insensibilidade à distância de borda.

Primeiro, em Floresta Atlântica existe o agravante de que a exploração dos recursos florestais e a conseqüente depauperação de habitat ocorrem de uma forma difusa, isto é, não necessariamente da borda em direção ao interior de mata (Tonhasca 2005), o que leva a

uma aleatorização de focos de degradação dentro dos fragmentos. A facilidade de acesso a sítios longe da borda torna fragmentos pequenos mais propensos a atividades depredatórias como extração de madeira e caça (Cullen et al. 2000; Laurence et al. 2002; Tonhasca 2005). A própria EsEc Murici, embora sendo uma Unidade de Conservação de proteção integral com permissão unicamente para pesquisa científica e educacional compatíveis com o plano de manejo (Lei 9.965 e 9985)(Rylands e Brandon 2004), encontra-se sujeita a esse tipo de pressão. A caça e a extração de madeira costumam ocorrer clandestinamente nos fragmentos da Estação e para burlar a fiscalização tendem a se concentrar em sítios outros que não a borda (conforme observações pessoais e informações fornecidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Alagoas). Assim, a definição de efeito de borda no contexto torna-se demasiado simplificada para os fins. Muitos fatores podem interferir potencialmente nas respostas à distância de borda, como por exemplo, o tipo e o histórico de exploração do fragmento, idade, fisionomia e orientação da borda e tipo e manejo da matrix circundante (Murcia 1995; Harper et al. 2004). Na EsEc Murici, apenas histórico e fisionomia não foram homogeneizados entre as bordas, mas estas podem ter sido suficientes para explicar parte dos resultados obtidos. Uma abordagem mais realística do efeito de borda sobre a brioflora seria obtida com uma análise prévia do gradiente borda – interior de microclima propriamente dito.

Uma segunda hipótese é que a extensão do efeito de borda ultrapassa 100 metros para briófitas. Assim, sendo, estudos incluindo uma faixa maior, especialmente para fragmentos grandes, possivelmente evidenciariam resultados mais fidedignos à definição simplificada de efeito de borda. O alcance do efeito de borda varia substancialmente dependendo do grupo ou variável abiótica que está sendo analisado (Murcia 1995; Primack e Rodrigues 2001; Laurence 2002). Por exemplo, em fragmentos da Amazônia, ao passo que a umidade

relativa do ar é alterada no entorno dos primeiros 50 metros, a mortalidade das árvores é alterada até aproximadamente 300 metros adentro da mata (Laurence 2002). Zartman e Nascimento (2006) acreditam que é por este motivo que fragmentos de 1 e 10 ha abrigam riqueza e abundância significativamente menores que a de fragmentos de 100 ha e de floresta contínua. Logo, os fragmentos pequenos podem ser funcionalmente áreas de borda em sua totalidade. Na EsEc Murici, a percentagem de área nuclear mostrou ser importante para alguns dos fragmentos ricos de acordo com análise de ordenação, embora os fragmentos F3 e F9 tenham fugido a essa regra, apresentando uma porção muito pequena ou nula fora da influência dos 300 metros de borda e, no entanto, ricos em espécies. O fator que pode haver compensado em F3 é o elevado gradiente altitudinal. Os topos de morros mais elevados comumente recebem maior proporção de precipitação oculta e isso é muito positivo para briófitas (Richards 1984; Uniyal 1999; Chang et al. 2002; Alvarenga e Pôrto 2007). O caso do fragmento F9, contudo, não parece encontrar explicação nos fatores abordados neste estudo.

Uma terceira hipótese é a possibilidade das bordas serem seladas visto que as bordas na EsEc Murici foram formadas há mais de dez anos. Estresses microclimáticos são claramente importantes durante os primeiros anos após a fragmentação, devido à súbita incidência de luz, aumento de temperatura e velocidade de ventos e diminuição da umidade relativa do ar, que acarretam mortalidade de árvores de grande porte e um consequente alteração estrutural e fisionômica generalizada (Kapos 1989; Laurence et al. 2002; D'angelo et al. 2004). Após anos livre de ação antrópica, contudo, a borda tende a selar pela proliferação de lianas e sucessoras secundárias, amenizando a intensidade dos gradientes microclimáticos.

4.2 Alterações sobre a estrutura das metapopulações

Os resultados na EsEc Murici sugerem que a redução de tamanho e o isolamento dos fragmentos representam alterações negativas na disponibilidade e disposição espacial de habitat na paisagem e são limitantes na dinâmica metapopulacional (Hansson et al. 1992; Söderstrom e Herben 1997). Briófitas delegam grande parte do sucesso aos eventos de colonização constante de novos sítios e por isso dependem estritamente da dispersão (Soderstrom e Herben 1997; Stark 2002). A fragmentação do habitat afeta as briófitas neste aspecto em duas escalas: local, com alteração de microclima e repercussões nas taxas de reprodução (Alvarenga e Pôrto, *in press*) e regional, levando as populações a uma disjunção que inviabiliza o fluxo de diásporos (Zartman e Shaw 2006). Assim, é possível que o controle demográfico das populações na EsEc Murici esteja abalado pelo desequilíbrio nas taxas de crescimento (extinção e colonização) e imigração (Pharo e Zartman 2007).

A expressão sexual e assexual da comunidade como um todo de fato foi afetada com a perda de qualidade de habitat na EsEc Murici (Alvarenga e Pôrto, *in press*). As espécies com representantes em oito ou mais fragmentos também decresceram em proporção de populações férteis, com exceção apenas de *Cololejeunea subcardiocarpa*, *Lejeunea caespitosa*, *Leptolejeunea elliptica* e *Lejeunea flava* (Alvarenga e Pôrto, *in press*), que foram indiferentes quanto à expressão sexual e já são apontadas na literatura como espécies generalistas e indicadoras de ambientes perturbados (Gradstein 1997; Pócs e Tóthmérés 1997).

Embora a fertilidade não tenha sido correlacionada com constância nos fragmentos, espécies frequentemente férteis colonizaram um significativo maior número de sítios dentro dos mesmos. Tendo em mente que as populações férteis de espécies autóicas foram bem mais freqüentes, foi corroborada a hipótese de que espécies que investem esporadicamente

em reprodução sexuada como as dióicas são mais suscetíveis à alterações na estrutura metapopulacional. Somando-se a isto, foi verificada que espécies dióicas contribuem mais para as diferenças significativas na abundância da comunidade entre os fragmentos. Esta conclusão se aplica, contudo, apenas em uma escala local (dentro dos fragmentos) e não em escala regional (na paisagem, no número de fragmentos colonizados), mas já fornece subsídio suficiente para incorporar os argumentos em prol da necessidade de preservação do habitat para a persistência das briófitas epífilas em Floresta Atlântica. Löbel et al. (2006) também comprovaram que espécies dióicas em uma floresta temperada, que se dispersavam principalmente por propágulos assexuais, via de regra maiores e de menor alcance que os sexuais, têm ocupação mais restrita na paisagem. Os autores detectaram pouca influência da conectividade sobre a abundância destas espécies e atentam para o fato de que o “efeito de resgate”, que postula a dependência da dispersão para a manutenção do equilíbrio dinâmico das metapopulações, desempenha um papel ínfimo na manutenção das mesmas.

O déficit de eventos reprodutivos pode ser uma das causas das alterações observadas nos padrões de ocupação das espécies na EsEc Murici. As comunidades dos fragmentos mais ricos alcançaram os maiores valores de frequência e abundância, ao passo que nos demais foi observada a diminuição de ocupação. Apenas as espécies com elevada frequência nos fragmentos ricos e, provavelmente, mais preservados colonizaram mais de oito fragmentos. Particularmente, as espécies urbanas foram restritas aos fragmentos mais ricos da área e isto sugere novamente que processos em escala local ocorrem primeiramente àqueles em escala regional. Isto procede, pois a alteração de microclima decorrente da fragmentação e perda de habitat não leva à extinção súbita das populações, mas sim gradual, com uma precedente perda de abundância local (Alvarenga e Pôrto 2007).

As exceções na relação entre nível de colonização na paisagem e padrão de ocupação nos fragmentos preservados, a saber, as espécies *Colura tortifolia*, *Crossomitrium patrisiae*, *Cololejeunea obliqua*, *Diplasiolejeunea brunnea* e *Drepanolejeunea mosenii*, que mostraram elevada fertilidade e foram abundantes, porém exclusivas de fragmentos preservados, sugerem que outros aspectos à parte de abundância e fertilidade, não mensurados no presente estudo, certamente limitam a dinâmica metapopulacional. Eles podem ser competição, taxas de crescimento, colonização, extinção, tamanho de diásporos, estabelecimento de diásporos e tolerância ambiental (Söderstrom e Herben 1997). Para ilustrar, na EsEc Murici, *Harpalejeunea stricta* mostrou baixas percentagens de reprodução sexuada e assexuada, mas esteve presente em oito fragmentos. O caráter generalista e pioneiro que deve lhe dar resistência a distúrbios ambientais suporta este resultado (Schuster 1992). Um outro exemplo foi dado por Söderström (1989) que encontrou duas espécies “core”, *Pitilidium pulcherrimum* (G.Web.) Vainio e *Tetraphis pellucida* Hedw., caracterizam-se por produzir muitos esporos, porém grandes e com baixa probabilidade de alcance a longas distâncias. No entanto, ambas mostraram insensibilidade a flutuações nos parâmetros ambientais, sugerindo estabilidade e resistência aos distúrbios.

5. Conclusões

O fato de tamanho e isolamento terem explicado melhor as variações na riqueza e abundância de epífilas do que a distância de borda pode ser devido a aspectos não mensurados no presente estudo. Assim, o observado na EsEc Murici não indica que o grupo está livre do efeito de borda, apenas aponta para a necessidade de uma definição e uma metodologia mais minuciosas. É possível que a qualidade de habitat não esteja vinculada à distância de borda, pois quando esta foi aferida nos fragmentos (proporção de vegetação

secundária) mostrou certa importância nos resultados na análise de ordenação. Contudo, medidas diretas de microclima se fazem ainda necessárias para conclusões mais precisas.

A falta de respostas ao gradiente de borda remete a outro aspecto importante. Os efeitos da fragmentação em escala local podem desempenhar um papel coadjuvante ou secundário na brioflora após determinado tempo decorrido. Este tempo pode levar ao selamento da borda, mas os efeitos negativos da fragmentação perduram por mais tempo em cenários onde o isolamento de manchas de habitat é irreversível e as populações exibem dinâmica metapopulacional. É possível que o presente estudo tenha retratado este estágio sucessional, onde aspectos locais já não impactam a brioflora com a mesma clareza que o isolamento. A flora de cada fragmento aparentemente já divergiu para estados de conservação distintos, porém homogêneos nos próprios fragmentos.

Portanto, o presente estudo acresce o suporte empírico para uma visão mais ampla e realista dos efeitos da fragmentação e perda de habitat. Em grupos que exibem estrutura metapopulacional, como as briófitas, os efeitos são negativos e longo-temporais. A seleção de áreas prioritárias para conservação devem levar em consideração tanto a área de habitat remanescente como também a conectividade entre as diversas manchas de habitat em que ela se distribui na paisagem.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Dr. Adalberto Santos, da Universidade de Viçosa e ao Dr. Ary Teixeira Oliveira Filho, da Universidade Federal de Lavras, pelas contribuições nas análises estatísticas. Este estudo teve apoio financeiro da Fundação O Boticário de Proteção à Natureza e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, e do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento – CNPq e foi desenvolvido conforme

as normas e com as devidas licenças do Ministério do Meio Ambiente – MMA e do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

Referências Bibliográficas

- Alvarenga LDP, Pôrto KC (2007) Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* 34 (3): 415-427.
- Alvarenga LDP, Pôrto KC *In press*. Fertilidade e tipos de reprodução de Briófitas epífilas em uma área de Mata Atlântica: implicações conservacionistas. *Revista Brasileira de Biociências*.
- Bischler H (1964) Le genre *Drepanolejeunea* Steph. en Amérique Centrale et Méridionale. *Revue Briologique et Lichénologique* 33(1-2): 15-133.
- Brasil – MMA (2000) Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/ Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília.
- Buck WR (1998) Pleurocarpous Mosses of the West Indies. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 1: 1-401.
- Camargo JLC, Kapos V (1995) Complex edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 11: 151-158.
- 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. *Atmospheric Research* 64: 159-167.

Clarke KR, Warwick RM (1994) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK.

Cleavitt NL (2005) Patterns, hypotheses and processes in the biology of rare Bryophytes. *The Bryologist* 108(4): 554–566

Cullen L, Bodmer RE, Pádua CV (2000) Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic forest, Brazil. *Biological conservation* 95: 49-56.

D'Angelo SA, Andrade ACS, Susan GL, Laurence WF, Mesquita CG (2004) Inferred causes of tree mortality in fragmented and intact Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology* 20: 243-246.

Fahrig L (2001) How much habitat is enough? *Biological Conservation* 100: 65-74.

Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487 – 515.

Gascon C, Williamson GB, Fonseca GAB (2000) Receding edges and vanishing reserves. *Science* 288: 1356-1358.

Gradstein SR (1994). *Lejeuneaceae; Ptychantheae, Brachiolejeuneae*. *Flora Neotropica Monograph* 62: 1-225.

Gradstein SR (1997) The taxonomic diversity of epiphyllous Bryophytes. *Abstracta Botanica* 21(1): 15-19.

Gradstein SR, Costa DP (2003) The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 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. Memoirs of the New York Botanical Garden 86: 1-577.

Hastings A (1991) Structured models of metapopulations dynamics. Biological Journal of Linnean Society 42: 57-71.

Hansson L, Söderström L, Solbreck C (1992). The ecology of dispersal in relation to conservation. In: Hansson L. (ed.) Ecological principles of nature conservation. Elsevier, London. pp 162-200.

Harper KA, Macdonald E, Burton PJ, Chen J, Nrososke KD, Saunders SC, Euskirchen ES, Roberts D, Jaiteh MS, Esseen P (2004). Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. Conservation Biology 19: 768-782.

Hill JL, Curren PJ (2003) Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. Journal of Biogeography 30: 1391-1403.

Holt AR, Gaston KJ, He F (2002). Occupancy – abundance relationships and spatial distribution: a review. Basic and Applied Ecology 3: 1-13.

Kapos V (1989) Effects of isolation on water status of forest patches in the Brazilian Amazon. Journal of Tropical Ecology 5: 173-185.

Laurence WF, Lovejoy TE, Vosconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, Gascon C, Bierregaard RO, Laurence SG, Sampaio E (2002) Ecosystem decay of Amazonian Forest fragments: a 22-year investigation. Conservation Biology 16(3): 605-618.

Löbel S, Snäll T, Rydin H (2006) Metapopulation processes in epiphytes inferred from patterns of regional distribution and local abundance in fragmented forest landscapes. Journal of Ecology 94: 856-868.

- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Murcia C (1995) Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree* 10(2): 58-62.
- Oliveira MA, Grillo AS, Tabarelli M (2004) Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in trees species assemblages. *Orix* 38: 389-394.
- Pharo EJ, Zartman CE (2007) Bryophytes in a changing landscape: The hierarchical effects of habitat fragmentation on ecological and evolutionary processes. *Biological Conservation* 135(3): 315-325.
- Pócs T, Tóthmérész B (1997) Foliicolous bryophyte diversity in tropical rainforest. *Abstracta Botanica* 21(1): 135-144.
- Primack RB, Rodrigues H (2001) *Biologia da conservação*. Midiograf, Londrina.
- Ranta P, Blom T, Niemelä J, Joensuu E, Siitonen M (1998) The fragmented Atlantic Rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7: 385-403.
- Reiner-Drehwald ME, Goda A (2000) Revision of the genus *Crossotelejeunea* (Lejeuneaceae, Hepaticae). *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 89: 1-54.
- Reese, W.D. 1993. *Calymperaceae*. *Flora Neotropica*, monograph 50: 1-102.
- 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.
- Rylands AB, Brandon K (2005) Brazilian protected areas. *Conservation Biology* 19(3): 612-618.
- Schuster RM (1992). *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*, vol. 5. Field Museum of Natural History, Chicago.

Silva JMC, Tabarelli M (2001) The future of the Atlantic Forest in northeastern Brazil. *Conservation Biology* 15(4): 819-820.

Söderström L (1989) Regional distribution patterns of Bryophyte species on Spruce logs in northern Sweden. *The Bryologist* 92(3): 349-355.

Söderström L (1998) Modelling the dynamics of Bryophyte populations. In: Bates JW, Ashton NW, Duckett JG (eds.) *Bryology for the twenty – first century*. Brytish Biological Society, England. pp 97-109.

Söderström L, Herben T (1997) Dynamics of Bryophyte metapopulations. *Advances in Bryology* 6: 205-240.

Sokal RR, Rolf PK (1999) *Biometry*, 3rd edition. W.H. Freeman and Company, New York.

Stark LR (2002) Ohenology and its repercussions on the reproductive ecology of mosses. *The Bryologist* 105(2): 204-218.

Tonhasca jr A (2005) *Ecologia e história natural da Mata Atlântica*. Editora 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*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

Valentin JL (2000) *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

Zar JH (1996) *Biostatistical analysis*, 4th edition. Prentice Hall, New Jersey.

Zartman CE (2003) Habitat fragmentation impacts on epiphyllous Bryophyte communities in Central Amazonia. *Ecology* 84(4): 948-954.

Zartman CE, Nascimento H (2006) Are patch-tracking metacommunities dispersal limited?

Inferences from abundance-occupancy patterns of epiphylls in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 127: 46–54.

Zartman CE, Shaw AJ (2006) Metapopulation extinction thresholds in rain forest remnants. *The American Naturalist* 167(2): 177-187.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Propriedades dos fragmentos florestais estudados na EsEc Murici, Alagoas.

Frag.	Á. Plana ¹ (ha)	Área superficial ² (ha)	Surf ratio ³	Área nuclear ⁴ (ha)	Área nuclear (%)	Altitude Média ⁵ (m)	Vegetação secundária ⁶ (ha)	Vegetação secundária (%)	Índice de proximidade ⁷	Índice de forma ⁸
F1	2628.629	3000.336	1.141	1153.422	43.87	389.114	227.462	7.58	624.232	3.746
F2	854.478	910.750	1.066	61.138	7.15	288.708	191.438	21.02	34653.445	4.475
F3	504.058	597.940	1.186	0.719	0.14	318.888	110.583	18.49	184746.811	4.181
F4	356.894	377.007	1.056	128.639	36.04	266.288	55.114	14.61	99989.729	1.572
F5	296.503	313.037	1.056	0.243	0.08	361.818	40.856	13.05	28191.976	3.811
F6	236.525	252.083	1.066	17.336	7.32	280.362	19.567	7.76	6804.715	2.233
F7	84.550	90.670	1.072	6.170	7.29	417.977	13.719	15.13	40125.462	1.401
F8	80.735	87.428	1.083	0.000	0.00	247.872	23.315	26.66	1954.49	2.054
F9	25.771	26.564	1.031	0.000	0.00	338.349	6.519	24.54	519.255	1.680
F10	22.976	23.834	1.037	0.000	0.00	141.184	7.688	32.25	87.354	1.440

1. *Área plana* - Área em um plano bidimensional.

2. *Área superficial* - Área em um plano tridimensional correspondente à área superficial real

3. *Surf ratio* - Medida da rugosidade do terreno. Quanto maior o índice, mais acidentado e maior a variação da elevação do fragmento. Esta métrica é biologicamente significativa para a quantificação de microhabitats em cada fragmento.

4. *Área nuclear* - Área remanescente após remoção de 300 metros de borda.

5. *Altitude média* - Medida através da média do valor de altitude de cada pixel do modelo de elevação relativo ao fragmento.

6. *Vegetação secundária* – Medida a partir de uma classificação não-supervisionada com ênfase na estrutura da vegetação remanescente em áreas primárias e secundárias.

7. *Índice de proximidade* – Medida da razão entre a área do fragmento pelo quadrado da distância mais próxima aos fragmentos dentro do raio de busca. Quando o índice é zero, não existem fragmentos dentro do raio de busca. O índice aumenta quanto mais e maiores forem os fragmentos dentro da área de busca.

8. *Índice de forma* - Razão entre o perímetro do fragmento e o perímetro mínimo de um fragmento com a mesma área (um círculo perfeito). O índice alcança um mínimo de 1 caso o fragmento tenha uma forma circular perfeita e se distancia de 1 quanto mais irregular sua forma. Valores altos geralmente indicam um baixo percentual de área núcleo.

Tabela 2. Proporção (%) de populações observadas com estruturas sexuadas (esporófitos, periantos e perigônios) e assexuadas (propágulos) e frequência (assinalamentos) das espécies de briófitas ocorrentes na EsEc Murici, Alagoas.

ESPÉCIES	ESPORÓFITOS	PERIANTOS	ANTERÍDIOS	PROPÁG. ASSEXUADOS	ASSINAL.
Autóicas	47.92	47.92	31.60	59.84	386
Dióicas	13.77	13.22	6.33	4.40	363
Autóicas ou monóicas	17.21	17.21	9.83	0.08	122
Todas	29.39	29.16	18.03	28.47	871

Tabela 3. Padrões de ocupação, proporção (%) de estruturas sexuadas e assexuadas, frequência e constância (nº de fragmentos colonizados) das espécies de briófitas epífilas ocorrentes na EsEc Murici, Alagoas. Os fragmentos são listados em ordem decrescente de riqueza e as espécies em ordem decrescente de constância. Os padrões são “core” (C), rural (R), urbana (U) e satélite (S).

ESPÉCIE	F3	F1	F7	F2	F4	F9	F5	F10	F8	F6	E. sexuadas	E. Assexuadas	Frequência	Constância
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	C	R	C	R	R	R	U	R	S	S	14.63	0.00	82	10
<i>Cololejeunea subcardiocarpa</i> Tixier	C	R	R	R	S	R	S	R	R	S	88.18	100.00	110	10
<i>Lejeunea caespitosa</i> Lindenb.	R	R	C	R	R	R	S	S	S	-	29.69	3.13	64	9
<i>Drepanolejeunea fragilis</i> Bischl.	R	R	C	R	R	R	U	S	S	-	21.05	0.00	76	9
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R. M. Schust.	R	R	C	R	S	R	U	-	S	S	21.74	4.35	46	9
<i>Leptolejeunea elliptica</i> (Lehm. & Lindeb.) Schiffn.	C	R	R	R	R	S	C	S	S	-	27.27	0.00	88	9
<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph.	C	R	C	C	S	S	U	U	-	-	8.89	0.00	45	8
<i>Aphanolejeunea truncatifolia</i> Horik.	C	R	R	R	-	S	S	S	S	-	33.33	100.00	36	8
<i>Diplasiolejeunea cavifolia</i> Steph.	U	U	U	S	S	U	U	-	-	-	58.82	100.00	17	7
<i>Diplasiolejeunea rudolphiana</i> Steph.	U	S	U	R	S	S	U	-	-	-	50.00	100.00	16	7
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	C	S	R	R	S	-	U	U	-	-	34.21	0.00	38	7
<i>Syrrhopodon parasiticus</i> (Sw. ex Brid.) Paris	U	S	S	U	S	S	-	-	-	-	0.00	0.00	13	6
<i>Rectolejeunea berteriana</i> (Gottsche ex Steph.) A. Evans	R	R	C	S	R	S	-	-	-	-	13.51	0.00	37	6
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	U	R	U	S	-	S	-	-	-	-	0.00	0.00	14	5
<i>Ceratolejeunea guianensis</i> (Nees & Mont.) Steph.	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	0.00	0.00	9	5

ESPÉCIE	F3	F1	F7	F2	F4	F9	F5	F10	F8	F6	E.sexuadas	E. Assexuadas	Frequencia	Constância
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn.	S	S	S	-	S	-	U	-	-	-	18.18	0.00	11	5
<i>Lopholejeunea subfusca</i> (Nees) Schiffn.	-	U	U	S	S	S	-	-	-	-	0.00	0.00	8	5
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	U	-	-	S	S	S	-	-	-	-	16.67	0.00	6	4
<i>Cheilolejeunea adnata</i> (Kunze) Grolle	-	U	S	S	S	-	-	-	-	-	10.00	0.00	10	4
<i>Ceratolejeunea fallax</i> (Lehm. & Lindenb.) Bonner	-	U	C	-	-	S	-	U	-	-	0.00	0.00	8	4
<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn.) A. Evans	U	S	S	-	-	-	-	-	-	-	33.33	33.33	3	3
<i>Meteoridium remotifolium</i> (Müll. Hal.) Manuel	U	R	-	-	-	-	U	-	-	-	0.00	0.00	9	3
<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.	U	-	-	U	S	-	-	-	-	-	0.00	25.00	4	3
<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph.) Bischl.	C	S	-	-	-	S	-	-	-	-	35.71	0.00	14	3
<i>Crossomitrium patrisiae</i> (Brid.) Müll. Hal.	C	S	-	-	S	-	-	-	-	-	14.29	35.71	14	3
<i>Diplasiolejeunea brunnea</i> Steph.	C	R	-	-	S	-	-	-	-	-	90.00	100.00	20	3
<i>Symbleizidium barbiflorum</i> (Lindenb. & Gottsche) A. Evans	-	U	U	-	-	S	-	-	-	-	0.00	0.00	4	3
<i>Cololejeunea obliqua</i> (Nees & Mont.) Schiffn.	-	C	-	-	S	-	-	U	-	-	43.75	100.00	16	3
<i>Aphanolejeunea camillii</i> (Lehm.) R.M. Schust.	U	U	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	100.00	2	2
<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	U	-	U	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	2	2
<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust.	U	-	-	-	-	S	-	-	-	-	50.00	50.00	2	2
<i>Aphanolejeunea asperrima</i> Steph.	U	-	S	-	-	-	-	-	-	-	0.00	75.00	4	2
<i>Cheilolejeunea holostipa</i> (Spruce) Grolle & R.-L. Zhu	-	U	-	-	-	S	-	-	-	-	0.00	0.00	2	2

ESPÉCIE	F3	F1	F7	F2	F4	F9	F5	F10	F8	F6	E.sexuadas	E. Assexuadas	Frequencia	Constância
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	-	S	-	-	-	S	-	-	-	-	0.00	0.00	2	2
<i>Cololejeunea cardiocarpa</i> (Mont.) A. Evans	-	-	-	S	-	-	-	-	-	S	100.00	100.00	5	2
<i>Colura tortifolia</i> (Nees & Mont.) Steph.	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.00	100.00	5	1
<i>Neckeropsis disticha</i> (Hedw.) Kindb.	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Metzgeria myriopoda</i> Lindb.	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Metzgeria dichotoma</i> (Sw.) Nees	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Lejeunea quinqueumbonata</i> Spruce	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Lejeunea grossitexta</i> (Steph.) E. Reiner & Goda	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Cyclolejeunea luteola</i> (Spruce) Grolle	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00	1	1
<i>Vitalianthus bischlerianus</i> (Pôrto & Grolle) R.M. Schust. & Giacontti	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	2	1
<i>Lejeunea filipes</i> Spruce	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00	0.00	1	1
<i>Odontolejeunea lunulata</i> (Weber) Schiffn.	-	U	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00	1	1
<i>Neurolejeunea breutelli</i> (Gottsche) A. Evans	-	U	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Diplasiolejeunea latipuensis</i> Tixier	-	U	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00	1	1
<i>Cyclolejeunea convexistipa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	100.00	1	1
<i>Calymperes afzellii</i> Swartz	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1

ESPÉCIE	F3	F1	F7	F2	F4	F9	F5	F10	F8	F6	E.sexuadas	E. Assexuadas	Frequencia	Constância
<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	0.00	0.00	2	1
<i>Rectolejeunea flagelliformis</i> Evans	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	100.00	0.00	1	1
<i>Pycnolejeunea contigua</i> (Nees) Grolle	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Pilosium chlorophyllum</i> (Hornsch.) Müll. Hal.	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Harpalejeunea oxyphylla</i> (Nees & Mont.) Steph.	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Angstr.	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Drepanolejeunea campanulata</i> (Spruce) Steph.	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Cololejeunea lanciloba</i> Steph.	-	-	-	U	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00	1	1
<i>Cheilolejeunea trifaria</i> (Reinw. et al.) Mizut.	-	-	-	-	-	-	U	-	-	-	0.00	0.00	1	1
<i>Caudalejeunea lehmaniana</i> (Gottsche) A. Evans	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	50.00	0.00	2	1
<i>Calymperes palisotii</i> Schwägr.	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1	1

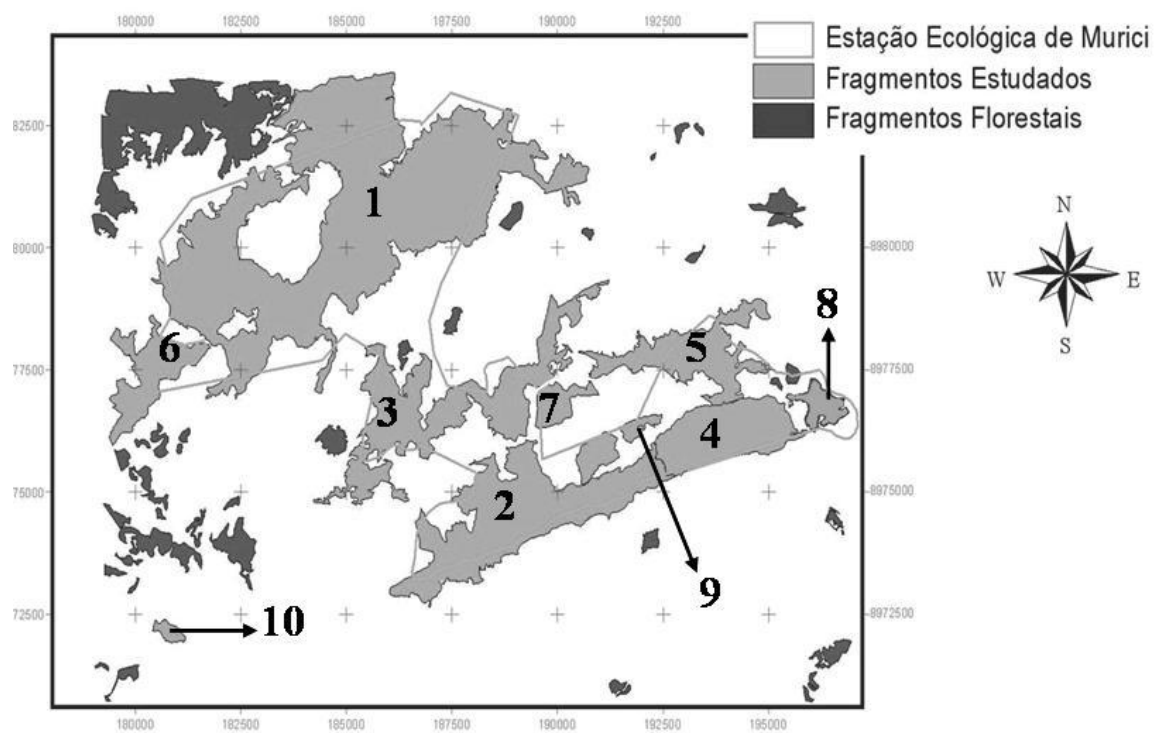


Figura 1. Localização dos fragmentos florestais da EsEc Murici. Os números dos fragmentos são atribuídos em ordem decrescente de tamanho. A linha em cinza demarca a área legalmente incluída na EsEc Murici.

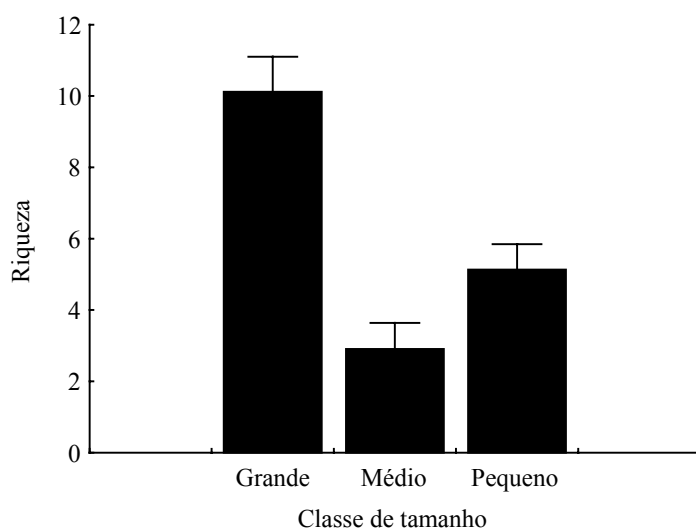


Figura 2. Riqueza média ($\pm$ EP) de briófitas epífilas por classes de tamanho de fragmento obtidas na EsEc Murici, Alagoas.

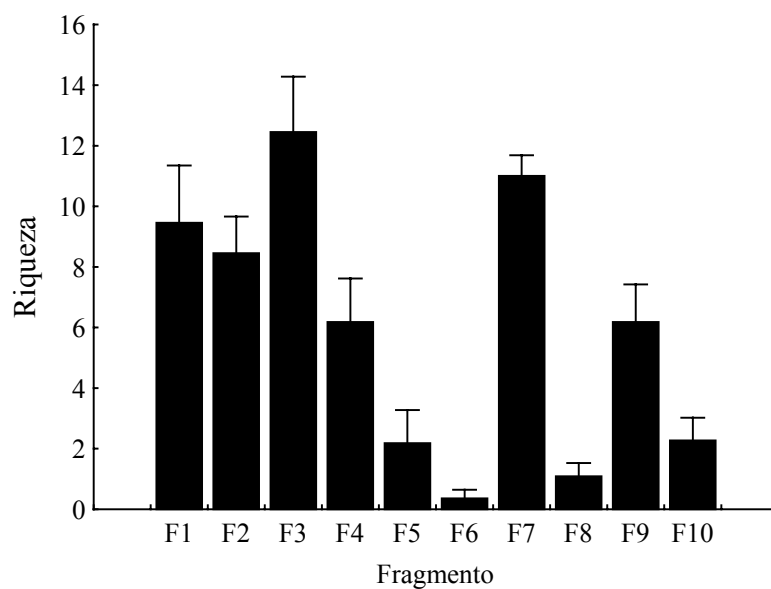


Figura 3. Riqueza média ($\pm$ EP) de briófitas epífilas nos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas.

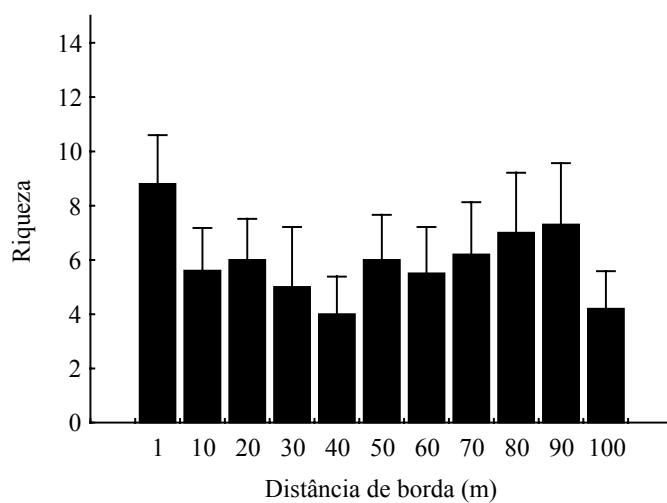


Figura 4. Riqueza média ($\pm$ EP) de briófitas epífilas pelas classes de distância de borda os fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas.

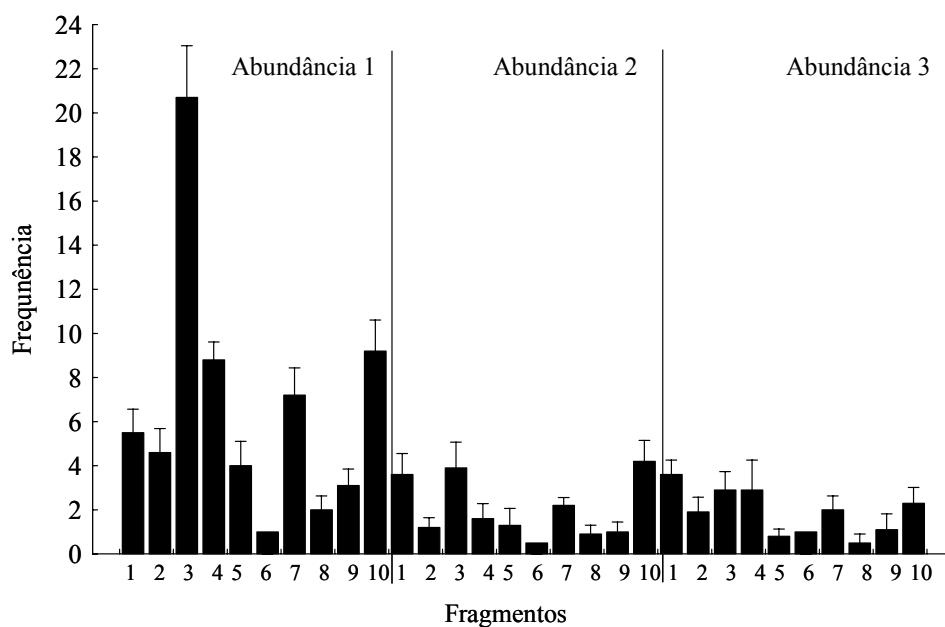


Figura 5. Frequência média ($\pm$ EP) das classes de abundância das briófitas epífilas registradas nos fragmentos da EsEc Murici, Alagoas.

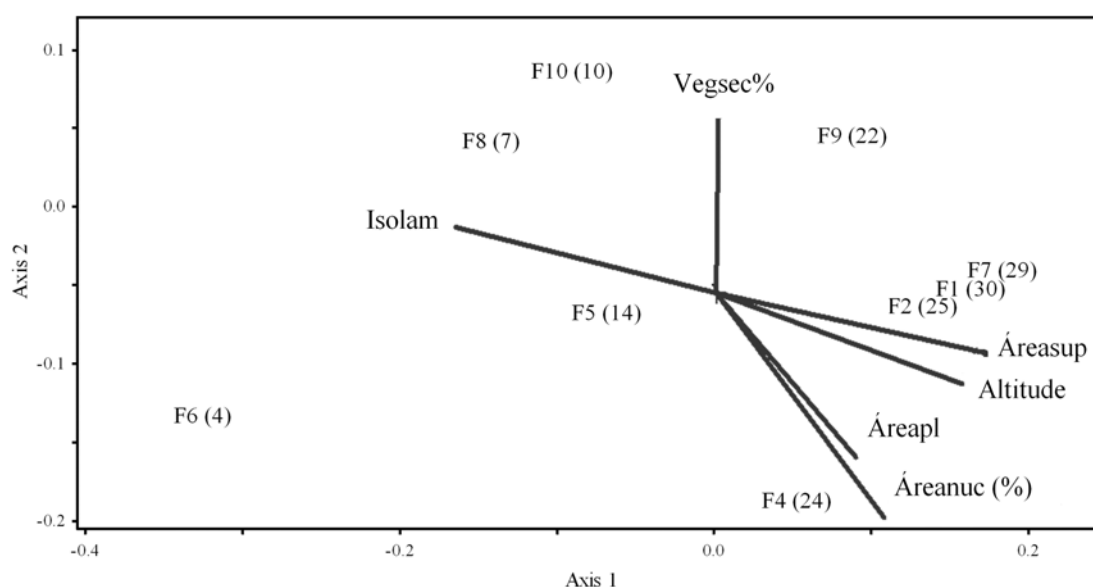


Figura 6. Diagrama da Análise de Correspondência Canônica (CCA) baseado na composição de espécies de briófitas epífilas e nas métricas da paisagem dos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. Valores em parênteses correspondem à riqueza de espécies. As variáveis que mostraram influência significativa foram área plana (Áreapl), área superficial (Áreasup), proporção de área nuclear (Áreanuc%), proporção de vegetação secundária (Vegsec%), isolamento (Isolam) e altitude média (Altitude). Eigenvalues: eixo 1 = 0.291, eixo 2 = 0.104. Explicação cumulativa em percentagem explicada pelos dois eixos = 50.9.

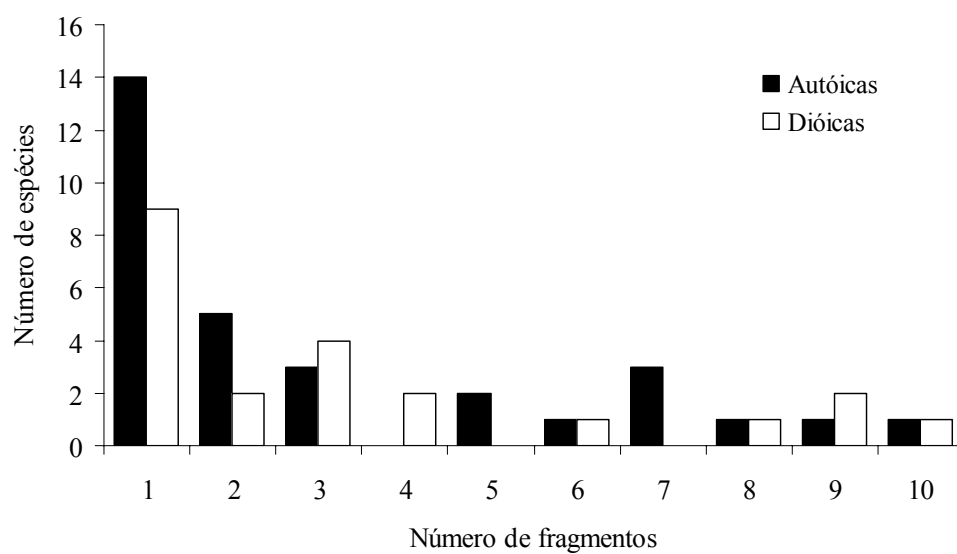


Figura 7. Distribuição das espécies de briófitas epífilas em intervalos de constância (número de fragmentos colonizados) na EsEc Murici, Alagoas.

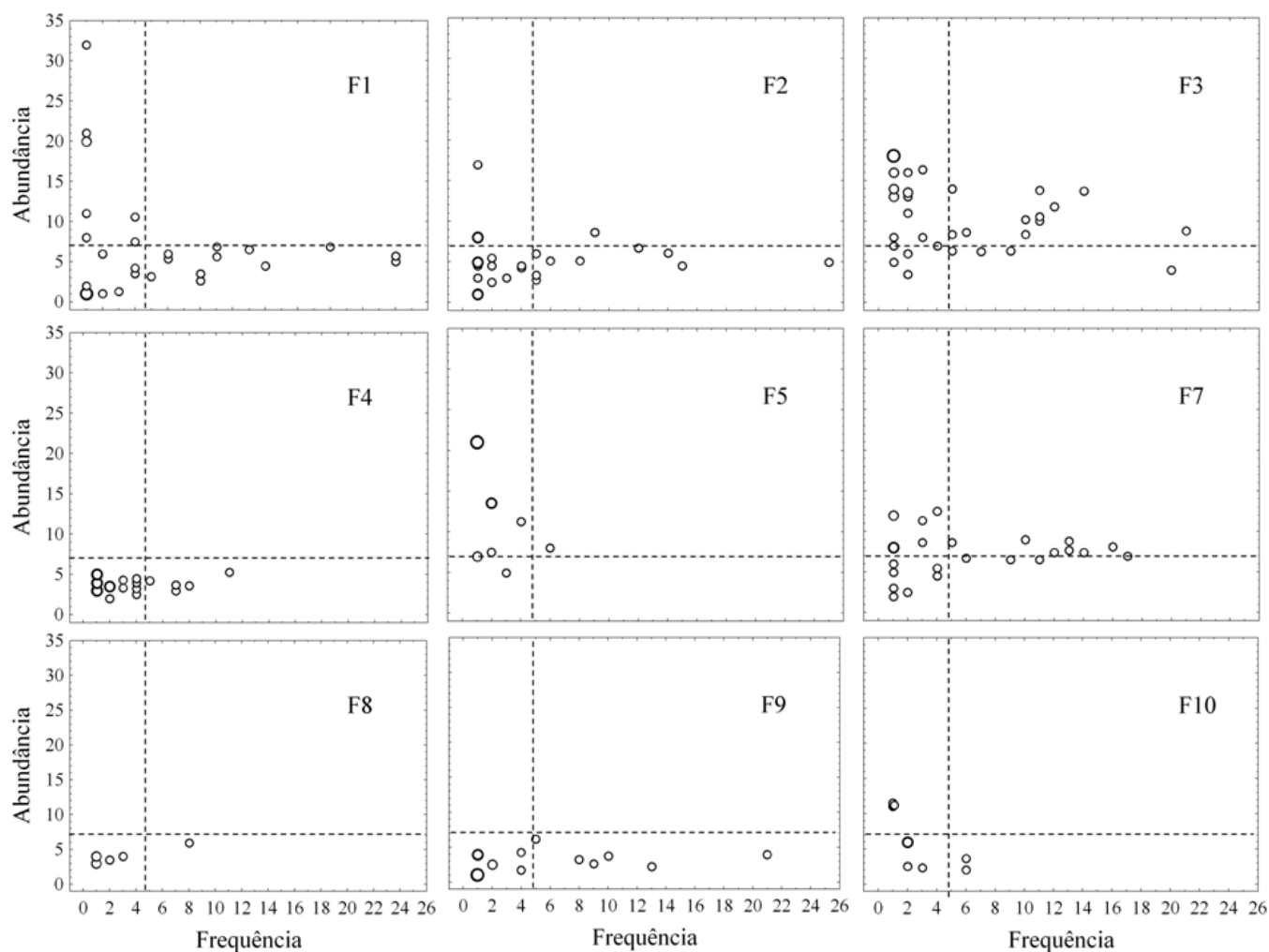


Figura 8. Padrões de ocupação registrados nas comunidades de briófitas epífilas dos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. Cada círculo indica uma espécie e aumenta sua dimensão quando espécies se somam. As linhas tracejadas indicam a média de frequência e abundância. Os quadrantes (em sentido horário) significam padrão urbano (1º quadrante, acima à esquerda), “core” (2º), rural (3º) e satélite (4º). O fragmento F6 foi excluído por apresentar apenas quatro espécies sobrepostas na representação gráfica, todas satélites.

6. MANUSCRITO 3

IMPACTOS DA PERDA DE HABITAT SOBRE A ESTRUTURA ESPACIAL DE EPÍFITAS: UMA INFERÊNCIA A PARTIR DO GRADIENTE VERTICAL DE BRIÓFITAS EM FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA

ARTIGO A SER ENVIADO AO PERIÓDICO **CONSERVATION BIOLOGY**

Impactos da perda de habitat sobre a estrutura espacial de epífitas: uma inferência a partir do gradiente vertical de briófitas em Floresta Atlântica brasileira

Lisi D.P. Alvarenga^{*4} e Kátia C. Pôrto^{*}

Resumo. A distribuição vertical de riqueza, abundância e composição de briófitas epífitas foi estudada em fragmentos de Floresta Atlântica brasileira com diversos estados de conservação pertencentes à Estação Ecológica Murici (9° S, 35° W) com o objetivo de comparar tanto a variação horizontal (entre sítios) como a vertical (entre alturas de forófitos) e testar hipóteses concernentes à vulnerabilidade diante da perda de habitat vinculada à amplitude de nicho. Em um mesmo número de forófitos, quatro remanescentes conservados abrigaram uma riqueza total praticamente três vezes superior aos cinco menos conservados. Epífitas não chegaram a colonizar sequer troncos inferiores (2-10 metros) na maioria dos fragmentos não conservados, ficando restritas às bases com comunidades bastante descaracterizadas em seu componente florístico, isto é, fortemente dominadas por espécies generalistas e xerófitas, ao passo que 95% das espécies típicas de sombra foram confinadas aos fragmentos conservados. Somando-se isto ao fato de que houve uma grande similaridade do dossel dos fragmentos conservados com o sub-bosque dos não conservados, os resultados sugerem que a perda de habitat leva a um deslocamento das guildas típicas de sol do dossel para o sub-bosque. Isto esclarece eventos precedentes à extinção, resultado culminante da fragmentação e perda de habitat, de grupos biológicos em ecossistemas florestais. Ademais, mostra que remanescentes florestais capazes de abrigar floras epífitas ricas até o dossel possuem mais de 300 ha, o que está longe de ser um tamanho comum nos remanescentes de Floresta Atlântica brasileira e, portanto, reforça a necessidade de conservação dos poucos remanescentes que ainda alcançam tais marcas.

Palavras – chave: Guildas, conservação de epífitas, florestas tropicais, grupos ecológicos, comunidades de dossel.

^{*} Endereço: Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Laboratório Biologia de Briófitas, CCB, Av. Prof. Moraes Rêgo, s/n, Cidade Universitária, CEP 50670-901 - Recife, PE, Brasil.

⁴ Email para correspondência: lisidamaris@yahoo.com.br

Abstract. The vertical distribution of richness, abundance and composition of epiphytic bryophytes was studied in a gradient of conservation level (nine fragments) in Brazilian Atlantic rain forest in Murici Ecological Station (9° S, 35° W), Northeastern Brazil. The aim was to compare horizontal (among sites) as well as the vertical (among phorophytes heights) turnover and to test hypothesis based on niche breadth vulnerability. In the same number of phorophytes, four conserved fragments sheltered nearly three times more species than five less conserved ones. Epiphytes have not colonized even inferior trunks in the majority of not conserved fragments, being restricted to the bases with communities deprived of characteristics in its floristic component because of strong dominance of xerophytic and generalist species, while 95% of the shade typical species were confined to the conserved fragments. Adding this to the great similarity of preserved fragments canopy and understory of disturbed ones, the results suggest that the habitat loss leads to a displacement of typical sun guilds from the canopy to low forest strata. This clarifies preceding events to extinctions, the culminating consequence of the habitat loss, of biological groups in forest ecosystems. In addition, the fragments forest capable to harbor rich epiphytes flora up to the canopy possess more than 300 ha, which is distant of being a common size in the Brazilian Atlantic rain forest remnants. Therefore, these results strengthen the need of conservation of the few ones that still reach such marks.

Keywords: Guilds, epiphytes conservation, tropical rain forest, functional groups, canopy communities

Introdução

Epífitas e funções no ecossistema

O epifitismo é um hábito marcadamente presente nas florestas tropicais e é desenvolvido principalmente por orquídeas, bromélias, aráceas, briófitas e pteridófitas que colonizam vastas superfícies dos troncos, ramos e lianas lenhosas desde o sub-bosque até o dossel da floresta (Richards 1984; Benzing 1995). São adaptadas à vida acima da camada do solo e dependem diretamente da umidade atmosférica e da água proveniente de precipitação interna, isto é, da água da chuva que escorre pela vegetação e levando por lixiviação elementos nutrientes (Tonhasca 2005). Visto que em florestas tropicais são registradas as mais elevadas taxas de precipitação e umidade relativa do ar, as epífitas são

largamente favorecidas e constituem um componente importante destes ecossistemas, chegando a representar, por exemplo, desde um quarto até a metade da flora vascular (Benzing 1990) sem mencionar as criptógamas avasculares que perfazem um substancial contingente da biomassa total, especialmente nas florestas montanas (Richards 1984).

Epífitas desempenham um importante papel ecológico. Contribuem no balanço hídrico e na captação e retenção de nutrientes atmosféricos, particularmente nitrogênio (Coxson & Nadkarni 1995; Rhoades 1995) e proporcionam habitats para inúmeros microorganismos (Richards 1984), são apreciadas em propósitos medicinais, agrícolas e hortícolas (Benzing 1990; Barthlott et al. 2001), além de serem excelentes bioindicadores de alterações microclimáticas (Hallinbäck & Hodgetts 2000; Nadkarni & Solano 2002).

Briófitas epífitas formam vastos tapetes quando em condições favoráveis e devido à ausência de cutícula epidérmica absorvem rapidamente fluidos do meio externo, contribuindo consideravelmente para a incorporação de água e nutrientes, já tendo sido registradas taxas de 81% e 50%, respectivamente, da fixação total (Veneklaas et al. 1990; Chang et al. 2002). A ecofisiologia de alguns táxons em particular lhes permite tolerar ciclos de dessecação e re-hidratação ou mesmo a retardá-los. Assim, conseguem crescer sobre substratos expostos e pobres em nutrientes e facilitar a fixação de outras plantas, iniciando uma sucessão que pode culminar numa rica biota de epífitas vasculares (Uniyal 1999; Benzing 1990). A biota também enriquece em microorganismos e pequenos vertebrados que se alojam, ovodepositam e porventura se nutrem das briófitas (Rhoades 1995; Uniyal 1999). Assim, a integridade da brioflora epífita é fundamental na manutenção dos processos bióticos e abióticos de ecossistemas tropicais.

Disposição espacial de epífitas e perda de habitat

Epífitas fanerógamas são mais bem representadas a partir das primeiras ramificações dos forófitos devido a restrições impostas principalmente pelo próprio porte (Benzing 1995; ter Steege & Cornellissen 1989) ao passo que pteridófitas e briófitas, quando em condições propícias, são abundantes em toda a extensão dos mesmos (Tryon & Tryon 1982; Rhoades 1995). Ao longo desta extensão são claras as mudanças gradativas na riqueza, composição e abundância das floras. Táxons umbrófilos, como *Calymperes* spp.,

mostram preferência por sítios sombreados e úmidos da base ao passo que táxons xerófitos, como *Frullania* spp. e *Macromitrium* spp., colonizam o dossel, muitas vezes formando comunidades (sinúcias) bem delimitadas (Cornelissen & ter Steege 1989; Leerdam & Veneklaas 1990).

A fragmentação e a perda de habitat têm sido apontadas como as principais ameaças à biodiversidade nos ecossistemas florestais (Laurence 1999). Ao longo do processo de alterações sinérgicas decorrentes da fragmentação, a biota pode convergir para uma composição taxonômica pouco similar àquela original. A grande maioria dos remanescentes de Floresta Atlântica, por exemplo, caem em faixas de conformação na paisagem (fragmentos pequenos, irregulares e isolados) vinculadas a alterações drásticas de fisionomia e composição do componente arbóreo (Ranta et al. 1998; Tabarelli et al. 1999; Fahrig 2001, 2003; Hill e Curran 2003; Oliveira et al. 2004). Estas alterações por sua vez repercutem numa perda quantitativa e qualitativa de habitat para as epífitas, isto é, perda física de substratos disponíveis (Barthlott et al. 2001) e alteração de microclima e disponibilidade fisiológica dos substratos (Kapos 1989; Barthlott et al. 2001; Padmawathe et al. 2004).

Vários estudos têm documentado em epífitas vasculares a perda de riqueza e abundância e a alteração composicional decorrentes de perturbações antrópicas (Hietz-Seifert et al. 1996; Barthlott et al. 2001; Nadkarni & Solano 2002; Padmawathe et al. 2004; Wolf 2005). Porém criptógamos de dossel, principalmente em florestas tropicais, são muito menos investigados (Rhoades 1995). Estudos com briófitas epífitas que incluem apenas o sub-bosque têm sido esclarecedores no âmbito da conservação em paisagens fragmentadas e antropizadas (Snäll et al. 2003; 2004; 2005; Löbel et al. 2006; Alvarenga & Pôrto 2007). Entretanto, incorporar os estratos superiores pode fornecer retratos mais verossímeis dos processos ecológicos alterados. Cornelissen & ter Steege (1989), Cornelissen & Gradstein (1990), Montfoort & Ek (1990) e Costa (1999) comprovaram a elevada riqueza que o dossel em florestas tropicais de terras baixas pode abrigar, podendo ser até 50% da brioflora exclusiva deste estrato (Cornelissen & Gradstein 1990), e assim a riqueza pode estar sendo subestimada em estudos convencionais que exploram apenas o sub-bosque, ao menos no caso de florestas relativamente conservadas (Gradstein 1995).

Dentre os principais estudos realizados com briófitas em gradiente vertical (Cornelissen & ter Steege 1989; Cornelissen & Gradstein 1990; Montfoort & Ek 1990; Wolf 1995; Costa 1999; Acebey et al. 2003) apenas Costa (1999) e Acebey et al. (2003) abordaram aspectos diretamente relacionados com conservação, e dentre as epífitas vasculares, os estudos têm se concentrado em comparações horizontais, ou seja, entre sítios. Portanto, alterações na estrutura espacial incluindo o gradiente vertical de epífitas ainda representa uma vasta arena para incrementar a fundamentação da ecologia da conservação de epífitas. Acebey et al. (2003) sugerem que a amplitude de nicho relacionada à distribuição vertical (sub-bosque, subdossel e dossel) de briófitas pode ser um ótimo parâmetro para determinar a vulnerabilidade das espécies epífitas diante das mudanças no habitat. Isto pode esclarecer quais são as modificações no nicho realizado de espécies diante das perturbações no habitat e pode acrescer o suporte empírico para ações conservacionistas.

Objetivos

O presente estudo consistiu de uma análise do gradiente vertical de briófitas epífitas em remanescente de Floresta Atlântica brasileira com diferentes estados de conservação. O grau de conservação dos fragmentos foi aferido principalmente através de métricas de paisagem e dados cartográficos. O objetivo foi comparar tanto a variação horizontal (entre sítios) como a vertical (entre alturas de forófitos) para testar as hipóteses sobre amplitude de nicho, isto é, para saber se espécies com nichos menores (especialistas) e típicos de florestas maduras (por exemplo, afins de ambientes sombrios e úmidos) são as primeiras a desaparecer em fragmentos menos conservados e se o sub-bosque destes passa a corresponder a ambientes naturalmente mais hostis (secos), como por exemplo o dossel de fragmentos conservados.

Metodologia

Área de estudo

A brioflora epífita foi inventariada em nove fragmentos de Floresta Atlântica brasileira pertencentes à Estação Ecológica (EsEc) Murici, Alagoas – Nordeste do Brasil (9° S, 35° W) (Fig. 1), considerada uma das áreas mais importantes e prioritárias para a

conservação da Biodiversidade do Brasil (Brasil - MMA 2000). A reserva situa-se numa área com variação altitudinal aproximada de 100 a 650 metros, clima quente e úmido com distinção apenas entre estação seca e chuvosa e possui precipitação e temperatura anual média de 2167,7 mm e 24°C, respectivamente (Instituto Nacional de Meteorologia, dados referentes ao período de 1961 a 1990). A cobertura vegetal é classificada como Floresta Atlântica Ombrofila Aberta Submontana (Veloso et al. 2001). A área vem sofrendo considerável pressão antrópica (Fig. 1b) e fornece um bom cenário para se avaliar impacto da perda de habitat sobre briófitas epífitas.

Estimativa da perda de habitat

A partir de um mosaico montado de fotografias aéreas tiradas em 2002, georeferenciado com base no datum SAD 69 e criado no software ERDAS® 8.6 e mapas elaborados com o software Arcview 3.2a (M. Dantas de Paula, dados não publicados) foram selecionados nove fragmentos florestais da EsEc Murici para o presente estudo (Fig. 1). As métricas de paisagem e análises cartográficas (Tabela 1) incluem parâmetros diretamente indicativos de perda de habitat e pressão antrópica (área total, isolamento, matriz circundante, forma, área nuclear livre de influência de borda e proporção de vegetação secundária dos fragmentos) (Ranta et al. 1998; Fahrig 2001, 2003; Hill e Curran 2003) e parâmetros de relevância para briófitas (altitude e topografia) (Gradstein et al. 2001). A matriz circundante foi determinada por uma classificação supervisionada em uma imagem SPOT 4 de Dezembro de 2003, com base em pontos de controle GPS coletados em campo. As classes de uso da terra foram “Mata”, “Cana-de-açúcar”, “Pasto”, “Água”, “Construções” e “Uso misto” (Fig. 1). A classificação foi realizada no ERDAS 8.6 usando o algoritmo de máxima verossimilhança.

Os fragmentos foram enumerados em ordem decrescente de tamanho porque esta métrica apresentou correlação com os principais atributos indicativos de grau de conservação e com parâmetros de relevância para briófitas (Fig. 2) (para a relação entre fragmentação e perda de habitat veja Fahrig 2001 e 2003). Apenas o índice de forma mostra uma tendência contrária ao esperado, isto é, os maiores fragmentos da área foram também os mais irregulares. No entanto, este índice tem se mostrado irrelevante em estudos adicionais com briófitas na EsEc Murici (Pôrto et al., dados não publicados) e sequer é

correlacionado com proporção de área nuclear (coeficiente de correlação de Pearson $r = 0,4091$; $p = 0.2742$). Por conseguinte, apenas área nuclear, vegetação secundária e isolamento foram selecionados e plotados para ilustrar o grau de conservação (Fig. 3). Os fragmentos acima da linha de tendência (F1 – F4) na Fig. 3 foram tomados como modelo (serão chamados doravante de fragmentos conservados ou grupo 1) e contrastados com os demais (não conservados ou grupo 2) quanto ao gradiente vertical de riqueza, abundância e composição de brioflora.

Coleta e estimativa dos dados florísticos

Em cada fragmento foi feito um reconhecimento prévio para localização de árvores colonizadas por briófitas até pelo menos as primeiras ramificações no dossel e com textura do tronco semelhante (árvores do tronco liso foram evitadas). Este reconhecimento foi concomitante a um inventário mais extenso do sub-bosque onde foram medidos aspectos da fisionomia arbórea, incluindo a altura. Após a seleção dos forófitos, foram coletadas briófitas epífitas ao longo de toda extensão de seis árvores em cada um dos dois maiores fragmentos (F1 e F2) e quatro árvores nos demais, totalizando 40 árvores (Gradstein *et al.* 1996), exatamente 20 forófitos nos fragmentos conservados e 20 nos não conservados.

O acesso ao dossel foi obtido através de técnicas verticais com cordas simples e acensores (single rope techniques - STR) (Moffett & Lowman 1995). Plots de 10 a 30 cm² (Gradstein *et al.* 1996) foram coletados em toda a circunferência em cinco zonas: 0-2m (base), 2.1-10m (tronco inferior), 10.1-15m (tronco médio), 15.1 – 20m (tronco superior) e acima de 20m (dossel) (as alturas se baseiam nas métricas do componente arbóreo da EsEc Murici).

Em cada zona foi estimada a abundância ou grau de cobertura de briófitas através de uma inferência subjetiva da proporção do substrato colonizada por populações de briófitas. Assim, as abundâncias dos níveis foram classificadas em nula (sem populações de briófitas); baixa (20% da área colonizada); média (20% a 50% da área colonizada); alta (>50% da área colonizada). Visto que é uma classificação subjetiva, os valores atribuídos variaram apenas de zero a três. Para as análises onde a abundância por espécie foi requerida, o valor do plot foi atribuído para cada espécie registrada nele. Assim, a

abundância total de uma espécie foi obtida com a soma dos valores que lhe foram atribuídos.

Análise de dados

As espécies foram classificadas quanto à tolerância a incidência solar (típicas de sombra, de sol e generalistas) através da própria experiência das autoras e de literatura especializada. Índices de similaridade de Bray-Curtis foram calculados a partir de matrizes de frequência das espécies no *software* PRIMER 5.1.2 (Clarke & Warwick 1994). Para a expressão gráfica foram plotadas as distâncias ranqueadas, semelhantes àquelas utilizadas em ordenações como NMS (Nonmetric Multidimensional Scaling) (Clarke & Warwick 1994) para clareza da distância relativa dentro do conjunto de plots, embora os índices de similaridade reais tenham sido também analisados.

A abundância e a riqueza da brioflora total e dos grupos ecológicos foram comparadas entre fragmentos e entre níveis de altura em valores absolutos e valores médios (por unidade amostral). Por falta de replicação, testes estatísticos não foram aplicados para comparações de valores absolutos. As riquezas e abundâncias médias foram comparadas através de análises de variância com um fator (ANOVA one-way). Para isto, a heterocedasticidade e normalidade dos dados foram conferidas através dos testes de Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente (Zar 1996). Porventura, transformações logarítmicas foram aplicadas para atingir a normalidade. Quando a não-normalidade não pôde ser corrigida com transformações, foram utilizados os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Bonferroni para comparações a posteriori (Zar 1996). As análises estatísticas foram procedidas no *software* STATISTICA 6.0.

Resultados

Riqueza total

Dentre as 101 espécies registradas para a área (64 hepáticas e 37 musgos), 93 estiveram presentes nos fragmentos conservados sendo 65 exclusivas, ao passo que apenas 36 estiveram presentes nos demais, com oito exclusivas. As espécies ocorrentes no grupo 2 foram na grande maioria típicas de sol e generalistas (Tabela 2). Quando os fragmentos foram analisados individualmente, a riqueza total do grupo 1 foi também notavelmente

superior à do grupo 2 (Fig. 4a). No entanto, a riqueza por plot mostrou um padrão bem diferente (Fig. 4b), onde apenas a riqueza de F5 se mostrou significativamente inferior à de F1 ($p < 0,0001$), F6 ($p = 0,0481$) e F8 ($p = 0,0472$). O fragmento F1 ademais abrigou riqueza superior que F2 e F3 ($p < 0,0001$).

Riqueza e abundância ao longo do gradiente vertical

Na maioria dos fragmentos do grupo 2 as briófitas epífitas foram restritas à base ao passo que nos fragmentos do grupo 1 ocorreram em todos os níveis de altura nos forófitos e tiveram a maior representatividade por plot, isto é, as maiores riquezas e abundâncias (em F1) além do maior alcance em altura (em F3) (Fig. 5).

Tanto a riqueza como a abundância média (Fig. 6) e total (Fig. 7) apresentaram praticamente as mesmas tendências ao longo do gradiente vertical e mostraram padrões bem distintos nos dois grupos de fragmentos. A riqueza média do grupo 2 foi inferior à do 1 em todos os níveis exceto na base (Fig. 6a e 6b), devido principalmente à contribuição das espécies generalistas e típicas de sol no primeiro grupo (Fig.s 6e, 6f, 6g e 6h), embora em termos de riqueza total a superioridade não tenha ficado tão clara (Fig. 7c e 7e) e em termos de abundância total somente as típicas de sol terem atingindo valores realmente superiores na base dos fragmentos do grupo 2 (Fig. 7d e 7f). Os troncos inferior e médio do grupo 1, particularmente, foram muito mais ricos que todos os níveis dos fragmentos do grupo 2 (com exceção da base) e estas diferenças foram altamente significativas ($p < 0,0001$). Por outro lado a base foi mais pobre que os níveis de tronco inferior, médio e superior dentro do próprio grupo 1 (Fig. 6a). Fragmentos não conservados abrigaram riqueza menor de espécies típicas de sombra, generalistas e típicas de sol, com respectivamente apenas 5%, 56% e 51% da riqueza absoluta dos conservados. Os seguintes padrões foram observados quando analisados separadamente os grupos ecológicos:

Briófitas típicas de sombra. Esta guilda foi composta de 24 espécies, não foi registrada no dossel e esteve praticamente ausente no grupo 2, ocorrendo apenas uma espécie (Fig. 7a), *Lejeunea glaucescens*, nos fragmentos F5 e F7 (Tabela 2). A guilda contribuiu para 25% e 2% da flora dos grupos 1 e 2, respectivamente. No grupo 1, as riquezas mais elevadas foram obtidas no tronco inferior (Fig. 6c e 6d) e as maiores alturas de colonização foram alcançadas em F1 e F4 (Fig. 7a e 7b) pelas espécies *Calymperes*

tenerum, em ambos os fragmentos, e *Lepidolejeunea involuta* em F1. As diferenças entre os extremos na riqueza média, isto é, entre o tronco inferior dos fragmentos conservados e a base dos não conservados, foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Os valores absolutos de riqueza e abundância foram notavelmente superiores na base e no tronco inferior de F1 (Fig. 7a e 7b).

Briófitas generalistas. Esta sinusia foi composta de 42 espécies e colonizou todos os níveis de altura. A guilda contribuiu para 40% e 58% da flora dos grupos 1 e 2, respectivamente. A riqueza e a abundância médias foram significativamente maiores nos fragmentos conservados com exceção da base (Fig. 6e e 6f). A superioridade dos níveis de tronco inferior e médio sobre todos os demais do grupo 2 (exceto base) foi altamente significativa na maioria das comparações pareadas ($p < 0,0001$). Em valores absolutos (Fig. 7c e 7d) também a base dos conservados é mais rica e abundante. O grupo 1 também se destacou por abrigar 50% das espécies com exclusividade (Tabela 2). Quanto à distribuição vertical, nos fragmentos do grupo 1 onde pôde se observar o gradiente completo, a representatividade da guilda foi ligeiramente maior no tronco inferior, decrescendo com a altura chegando ao mínimo no dossel (Fig.s 6e, 6f, 7c e 7d).

Briófitas típicas de sol. Esta guilda foi composta de 29 espécies, sendo que 15 (50% da guilda) foram exclusivas do grupo 1 e a guilda contribuiu com ca. 25% (27 espécies) da flora do grupo. Em contraste, apenas duas espécies (5% da guilda), *Frullanoides corticalis* e *Frullania ericoides* (Tabela 2), foram exclusivas do grupo 2 e, contudo, a guilda contribuiu com aproximadamente 40% (14 espécies) da sua flora. A predominância na base do grupo 2 sobre o grupo 1 foi mais notória que nas generalistas, mas novamente isto é claro apenas em valores médios (Fig. 6g e 6e) e não absolutos (Fig. 7d e 7e). Nos fragmentos conservados, onde pôde ser observado o gradiente vertical completo, a representatividade das típicas de sol foi mais alta em tronco médio e a representatividade na base foi mais baixa do que em todos os demais níveis (em valores absolutos é possível distinguir apenas o destaque dos níveis tronco inferior e médio), isto é, ela mostrou tendência a colonizar os estratos superiores da floresta [a superioridade de todos os níveis exceto o dossel sobre a base foi altamente significativamente ($p < 0,0001$)].

Composição florística ao longo do gradiente vertical

Houve uma alteração gradativa da composição florística ao longo dos níveis, isto é, similaridades foram geralmente maiores entre níveis adjacentes (Fig. 8). Foi notada também uma variação horizontal (entre fragmentos) significativa, pois agrupamentos reuniram quase sempre níveis de apenas um único fragmento (agrupamentos 1 a 4 da Fig. 8). Os demais agrupamentos mostraram a elevada similaridade entre estratos de dossel (agrupamento 6 da Fig. 8) ou entre estratos inferiores dos fragmentos menos conservados com superiores dos conservados (agrupamento 5 da Fig. 8). Dentre os fragmentos onde as epífitas foram restritas à base, F7 e F8 mostraram-se similares entre si e próximos aos níveis médios de fragmentos conservados, ao passo que F9 mostrou-se similar apenas aos estratos superiores de F1 e F6 (agrupamentos circulados na Fig. 8).

As maiores semelhanças (mais de 60% de similaridade) foram alcançadas pelos níveis de tronco inferior e médio dos fragmentos F1 e F2 e os níveis base e tronco inferior do fragmento F6 e as menores semelhanças (menos de 20%) foram obtidas entre todos os níveis do fragmento F3.

Discussão

Alterações na estrutura espacial de epífitas

Os resultados obtidos na EsEc Murici fornecem provas claras de que a perda de habitat altera a estrutura espacial e o nicho realizado de epífitas avasculares. Ficaram evidentes as alterações quantitativas e qualitativas, ou seja, tanto em riqueza e abundância como em composição florística, na distribuição horizontal (entre fragmentos) e vertical (entre níveis) das briófitas epífitas da área. Em um mesmo número de forófitos, quatro remanescentes conservados abrigaram uma riqueza total praticamente três vezes superior aos cinco menos conservados. Epífitas não chegaram a colonizar sequer troncos inferiores na maioria dos fragmentos não conservados, ficando restritas à base e com espécies diferentes das naturalmente típicas de sub-bosque. As espécies adaptadas a ambientes inóspitos como o dossel contribuíram com quase a metade das suas floras. Somando-se isto ao fato de que houve uma grande similaridade do dossel dos fragmentos conservados com o sub-bosque dos não conservados, especialmente do menor fragmento da área F9, os resultados sugerem um deslocamento dos grupos ecológicos ou guildas típicas de sol do dossel para o sub-bosque com a perda de habitat.

A princípio, nenhum indivíduo ou população ocupa todo o espaço no contínuo de um determinado recurso por limitações intrínsecas da espécie, sendo a porção do recurso que ela é capaz de explorar denominada nicho fundamental (Putman 1996). Por sua vez, os indivíduos ou populações não realizam seu nicho fundamental devido à competição e à predação, isto é, eles evitam porções onde seus competidores e predadores estão presentes, mesmo que sejam capazes de explorá-las. Algumas tendem a estreitar sua amplitude de nicho, se especializar, e passam a investir em habilidades que as tornam fortes competidoras nessa estreita faixa de recurso. Em contrapartida, isso as torna mais vulneráveis ao esgotamento de recurso. Espécies generalistas são dotadas de maior flexibilidade e podem passar a viver mais facilmente em sub-ótimos do recurso. Tendo estes conceitos em mente e partindo do pressuposto que a altura ao longo do forófito indica a disponibilidade dos recursos luz, temperatura e umidade, determinantes do microclima (Parker 1995), algumas das expectativas do estudo relativas aos grupos ecológicos foram corroboradas na EsEc Murici.

Primeiro, as espécies típicas de sombra mostraram maior representatividade em níveis de altura baixos (base) estando ausentes no dossel, as típicas de sol em maiores alturas (tronco médio) e as generalistas, embora mais bem representadas em alturas intermediárias (tronco inferior), mostraram variações mais amenas que os dois primeiros grupos, ou seja, foram mais flexíveis quanto ao aproveitamento do recurso, não mostram preferências marcantes por determinada altura. Resultados semelhantes foram também observados por Cornelissen & ter Steege (1989) e por Montfort & Ek (1990) em florestas tropicais de planície nas Guianas. Cornelissen & ter Steege (1989), por exemplo, detectaram na base a predominância de sinúsias compostas de espécies típicas de ambientes úmidos e freqüentes também em troncos em decomposição, como *Leucobryum martianum* (Hornsch.) Hampe ex Müll. Hal., *Taxithelium planum* (Brid.) Mitt. e *Trachylejeunea pandurantha* (Spruce) Stephani. Nos troncos, mudanças gradativas ocorreram da base até chegar ao tronco superior onde líquens incrustados e briófitas fotófilas, como *Frullania* spp. e *Pycnolejeunea* spp. começaram a se destacar. Por fim, as típicas de sol dominaram o dossel mais externo e no dossel interno algumas generalistas também ganharam espaço. A marcada presença de especialistas nos extremos do gradiente vertical já era apontada por

Richards (1984) e Pócs (1982) e vários estudos, inclusive o presente, têm ratificado suas asserções.

A segunda expectativa corroborada foi que as espécies típicas de florestas maduras (típicas de sombra) foram as primeiras a desaparecer com a perda de habitat. Elas estiveram praticamente ausentes nos fragmentos não conservados, ocorrendo apenas uma espécie, *Lejeunea glaucescens*, nos fragmentos F5 e F7, em contraste com 23 presentes no conservados (25% da sua brioflora). Costa (1999) e Acebey et al. (2003) também constataram a perda de riqueza desta guilda em sítios degradados em florestas tropicais no Brasil e na Bolívia, respectivamente. Acebey et al. (2003) compararam seis sítios representativos de florestas tropicais intactas e capoeiras de diferentes idades e notaram que as espécies do dossel dos sítios de floresta intacta tenderam a colonizar estratos inferiores dos sítios perturbados, onde a riqueza do dossel foi irrisória. Na EsEc Murici a brioflora de sub-bosque também foi muito similar à de ambientes naturalmente mais inóspitos, como o dossel de fragmentos conservados.

Acebey et al. (2003) sugeriram que a amplitude de nicho relativa à distribuição vertical pode ser um bom parâmetro ao determinar a vulnerabilidade das espécies epífitas diante das mudanças no habitat. Os autores constataram que epífitas de sombra são mais fortemente prejudicadas pelo desflorestamento, com três quartos estando completamente ausentes em sítios degradados, seguido das típicas de sol, com quase a metade ausentes, ao passo que as generalistas foram aparentemente indiferentes. Assim, espécies com menores nichos (especialistas) mostraram menores chances de sobreviver ao desflorestamento que aquelas com nichos maiores (Putman 1996). No entanto, essa terceira expectativa não foi confirmada na EsEc Murici visto que não houve maior perda de típicas de sol do que de generalistas. Generalistas e típicas de sol contribuíram com 58% e 40%, respectivamente, da flora nos fragmentos não conservados, mas esse destaque das primeiras já era corriqueiro nos conservados, onde suas contribuições relativas foram de 40% e 25%.

A maioria das premissas relativas a grupos ecológicos foram confirmadas no presente estudo. Efeitos da fragmentação e perda de habitat sobre estrutura de guildas têm sido largamente investigados para a flora e a fauna de florestas tropicais (Laurence et al. 1998; Tabarelli et al. 1999; Benítez-Malvido & Martinez-Ramos 2002; Pineda & Halfter 2004; Bishop & Myers 2005; Barlow et al. 2006). Para espécies arbóreas de Floresta

Atlântica e na Amazônia brasileira é comprovada a mudança drástica na composição de grupos funcionais com a redução de tamanho dos fragmentos e aumento da largura de borda, sendo as espécies dispersas abioticamente e intolerantes a sombra beneficiadas nos remanescentes degradados (Laurence *et al.* 1998; Tabarelli *et al.* 1999).

Alterações composicionais são registradas também para epífitas vasculares. Turner *et al.* (1994) mostraram que 62% das epífitas vasculares vieram à extinção em Cingapura devido à massiva desflorestação em uma década. Wolf (2005) detectou a perda de espécies mélicas para a predominância de espécies tolerantes à dessecação em uma floresta de pinheiros sob pressão antrópica em Chiapas, México. Bromélias com metabolismo CAM aumentaram em proporção nos sítios perturbados em detrimento de *Tillandsia guatemalensis* L.B. Smith, uma espécie mélica com metabolismo C3, que representou quase a metade (43%) da biomassa de bromélias dos sítios ricos contra apenas 4.1% nos sítios pobres, além de pteridófitas e orquídeas que também perderam significativa abundância. Barthlott *et al.* (2001) ao explorar um gradiente com extremos de grau de conservação, desde floresta primária até forófitos isolados à beira de estradas, também relataram grande vulnerabilidade da maioria das orquídeas e pteridófitas diante das bromélias xerófitas em uma floresta tropical no Andes, Venezuela. Somente espécies com algum tipo de adaptação, como tricomas ou hábito em tanque em Bromeliaceae e suculência em algumas Orchidaceae, permaneceram abundantes em sítios perturbados. Os autores indicam a baixa diversidade na estrutura dos forófitos e 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 microclima e indisponibilidade física e fisiológica de habitat (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). Especialmente membros de Gesneriaceae que foram completamente ausentes em áreas impactadas, pois ela é uma família com estrita exigência de ambientes sombreados e úmidos para sobrevivência e estabelecimento (Padmawathe *et al.* 2004).

Assim, o presente estudo mostra que também para epífitas avasculares em florestas tropicais, a perda de habitat em escala de paisagem e possivelmente em escala local são negativos para a riqueza, diversidade e abundância. Além da perda nestes atributos, a

comunidade é descaracterizada em seu componente florístico, passando a ser fortemente dominada por generalistas e xerófitas que nem sequer ocupam toda a extensão espacial originalmente colonizada no ecossistema.

Repercussões no ecossistema

A diversidade de plantas de forma geral é considerada a causa da diversidade da biota inteira de ecossistemas florestais. Quanto mais diversificada a vegetação, maiores são a complexidade estrutural, o número de estratos arbóreos, quantidade e disponibilidade de recursos e consequentemente maior o número de nichos a serem ocupados pelos animais (Tonhasca 2005). Por isso a explicação da diversidade dos trópicos baseia-se na explicação da diversidade da vegetação. Embora ocupando apenas 7% da superfície da terra, florestas tropicais sustentam provavelmente metade de todas as formas de vida do mundo (Laurence 1999) e as epífitas são responsáveis por uma considerável parte desta singular diversidade (Benzing 1990). Elas representam 30 a 50% da flora vascular, comportam em pelo menos alguma das fases do ciclo de vida um sem-número de organismos, só para ilustrar aproximadamente 30.000.000 espécies de insetos, e podem perfazer até a metade da biomassa fotossintetizante total, onde as avasculares figuram como as principais contribuintes (Benzing 1990; Rhoades 1995).

A conspícua participação das briófitas epífitas na interceptação atmosférica pode ser ilustrada com alguns poucos exemplos: Veneklaas et al. (1990) chegaram a registrar uma eficiência de interceptação (proporção de água da chuva retida) de 81% atribuída às epífitas avasculares; Uniyal (1999) documenta estimativas de que musgos retêm em florestas tropicais e temperadas aproximadamente 25.000 e 30.000 litros de água por hectare, respectivamente, em um único evento de precipitação; Chang et al. (2002) demonstraram que em uma floresta montana mais de 50% da incorporação de nutrientes é realizada por deposição de névoa (precipitação oculta) através de briófitas epífitas. Apesar de sua simplicidade estrutural, briófitas desenvolveram características que lhes permitem viver em ambientes inóspitos para qualquer outro grupo de plantas. Atuam como colonistas pioneiras em ambientes recém perturbados e pobres em nutrientes, acumulando matéria orgânica e tornando o sítio disponível para microorganismos e plantas vasculares (Uniyal 1999). No

próprio espaço das epífitas das florestas tropicais, este processo de facilitação iniciado pelas briófitas culmina em complexas comunidades fanerogâmicas (Pócs 1982).

A perda direta e indireta de habitat derivada da fragmentação, isolamento e exploração de florestal acarreta mudanças na estrutura populacional e perda de potencial para dispersão de epífitas vasculares, o que é agravado pela redução de cobertura briofítica nos substratos que afeta indiretamente as taxas de germinação e estabelecimento (Rhoades 1995; Uniyal 1999; Barthlott et al. 2001; Padmawahte et al. 2004). Os efeitos são sinérgicos e subseqüentes. Quando grupos biológicos na base da cadeia alimentar, ou em melhor expressão, de fluxo energético são abalados, as repercussões negativas se estendem para vários outros componentes. Todos estes aspectos tornam irrefutável o caráter fundamental das epífitas na manutenção dos processos ecológicos e isso por si só constituem-se em um argumento forte para a sua preservação.

Padrões nas respostas ao grau de conservação e recomendações

Embora a presente estimativa do impacto da perda de habitat seja essencialmente dedutiva, isto é, feita a partir da comparação entre sítios com diferentes graus de conservação e não através do acompanhamento longo-temporal das alterações na biota, ela fornece um retrato coerente com premissas ecológicas recorrentes. Neste estudo de caso, fragmentos sujeitos a maior pressão antrópica sustentaram flora pobre com apenas espécies xerófitas e generalistas. Em contraste, os fragmentos conservados pareceram fornecer melhores condições microclimáticas para a manutenção de uma brioflora rica e abundante, particularmente no primeiro e no terceiro maiores fragmentos, onde foram vistas as mais vastas populações e os maiores alcances em altura, respectivamente. No maior fragmento ainda foi notória a pouca similaridade entre todos os níveis de altura, com os mais baixos índices de toda a área, o que pode ser interpretado como um indicativo de alta diversidade beta por forófito, isto é, uma elevada variação composicional ao longo do gradiente vertical.

Todas as propriedades indicativas de conservação de habitat incluídas no estudo parecem ter tido sua parcela de contribuição nos resultados. O primeiro e terceiro maiores fragmentos, além da grande área total, tiveram os maiores índices de acidentação topográfica e foram os menos isolados. Particularmente a topografia que somada à altitude

pode estar facilitando a captação hídrica pela constante precipitação oculta que para briófitas é fortemente favorável (Gradstein et al. 2001) deve estar proporcionando uma grande disponibilidade de microhabitat em gradiente vertical, com elevados e constantes teores de umidade atmosférica atingindo o dossel. Por outro lado, o destaque do quarto maior fragmento pode se dar em razão de sua elevada proporção de área nuclear e baixo isolamento. Dois fragmentos não conservados tiveram riqueza média (por plot) considerável e isto pode ser atribuída à baixa proporção de vegetação secundária à altitude respectivamente (veja fragmentos F6 e F8 na Fig. 2). Todos esses aspectos sugerem uma complementaridade das propriedades indicativas de integridade de habitat, conforme havia sido salientado por Alvarenga & Pôrto (2007) em um estudo em Floresta Atlântica bem como por peritos em conservação e ecologia de paisagem (Fahrig 2001, 2003; Hill e Curran 2003).

Uma alternativa para explicar o fato de táxons especialistas (típicos de sol) não terem sido mais prejudicados que os generalistas é que talvez na EsEc Murici as alterações microclimáticas tenham ocorrido em tempo suficiente para tanto as generalistas e as típicas de sol completarem vários ciclos reprodutivos e colonizarem os novos sítios adequados para sua existência (Pharo & Zartman 2007) em vista de que aparentemente o dossel se tornou inóspito. De qualquer forma, conclusões mais precisas sobre a dinâmica destas duas guildas serão possíveis apenas com estudos em longo prazo e estimativas diretas da disponibilidade do recurso (temperatura, incidência luminosa e umidade relativa do ar) em cada sítio individual.

O presente estudo de caso mostra que remanescentes florestais capazes de abrigar floras epífitas de briófitas ricas até o dossel possuem mais de 300 ha, o que está longe de ser um tamanho comum nos remanescentes de Floresta Atlântica brasileira e, portanto, reforça a necessidade de conservação dos poucos que ainda alcançam tais marcas. Adicionalmente, a sugestão proposta aqui é que os estudos vindouros incluam um maior detalhamento das propriedades locais, mais especificamente microclimáticas, levando em conta o maior número possível de variáveis adicionalmente às propriedades em escala de paisagem.

Agradecimentos

As autoras agradecem W.I. Silva, M. Dantas de Paula, M.P.P. Silva, S.O. Costa e J.R.P.M. Oliveira pelo apoio técnico, logístico e científico e à Dra. C.P. Alves-Costa pelo auxílio nas análises de dados. Este estudo foi realizado com apoio da Fundação O Boticário de Proteção à Natureza e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Referência bibliográficas

- Acebey, A., S.R. Gradstein, and T. Krömer. 2003. Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* **19**: 9-18.
- Alvarenga, L. D. P., and K.C. Pôrto. 2007. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* **34** (3): 415-427
- Barlow, J., C.A. Peres, L.M.P. Henriques, P.C. Stouffer, and J.M. Wunderle. 2006. The responses of understorey birds to forest fragmentation, logging and wildfires: An Amazonian synthesis. *Biological Conservation* **128**: 182 – 192.
- Barthlott, W., V. Schimdt-Neuerburg, J. Nieder, and S. Engwald. 2001. Diversity and abundance vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* **152**: 145-156.
- Benítez-Malvido, J., and M. Martínez-Ramos. 2003. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. *Conservation Biology* **17**(2): 389-400.
- Benzing, D.H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, New York.
- Benzing, D.H. 1995. Vascular epiphytes. Pages.225 - 254 in M.D. Lowman and N.M. Nadkarni, editors. *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego.

- Bishop, J.A., and L.W. Myers 2005. Associations between avian functional guild response and regional landscape properties for conservation planning. *Ecological Indicators* **5**: 33-48.
- Brasil – MMA. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/ Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília.
- Chang, S-C., I-L. Lai, and J-T. Wu. 2002. Estimation of Fog Deposition on Epiphytic Bryophytes in a Subtropical Montane Forest Ecosystem in Northeastern Taiwan. *Atmospheric Research* **64**: 159-167.
- Clarke, K.R., and R.M. Warwick. 1994. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Natural Environment Research Council, UK.
- Cornelissen, J.H.C., and H. ter Steege. 1989. Distribution and ecology of epiphytic Bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *Journal of Tropical Ecology* **5**: 131-150.
- Cornelissen, J.H.C., and S.R. Gradstein. 1990. On the occurrence of Bryophytes and macrolichens in different lowland rain forest types at Mabura Hill, Guyana. *Tropical Bryology* **3**: 29-35.
- Costa, D.P. 1999. Epiphytic Bryophyte Diversity in Primary and Secondary Lowland Rainforest in Southeastern Brazil. *The Bryologist* **102** (2): 320-326.
- Coxon, D.S., and N.M. Nadkarni, 1995. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems. Pages 495-543 in M.D. Lowman and N.M. Nadkarni, editors. *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego.

Fahrig, L. 2001. How much habitat is enough? *Biological Conservation* **100**: 65-74.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematics* **34**: 487-515.

Gradstein, S.R. 1995. Bryophyte Diversity of the Tropical Rainforest. *Archives de Sciences de Genève* **48**(1):91-96.

Gradstein, S.R., S.P. Churchill, and N. Salazar Allen. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **86**: 1-577.

Hallinbäck, T., and N.G.Hodgetts. 2000. Mosses, Liverworts and Hornworts: Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes. IUCN/SSC. Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Hietz-Siefert, U., P. Hietz, and S. Guevara. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* **75**: 103-111.

Hill, J.L., and Curran, P.J. 2003. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of Biogeography* **30**: 1391-1403.

Kapos, V. 1989. Effects of isolation on water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* **5**: 173-185.

Laurence, W.F. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biological Conservation* **91**: 109-117.

Laurence, W.F., L.V. Ferreira, J.M. Rankin-de Merona, and S.G. Laurence. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology* **79**(6): 2032-2040.

Leerdan, A., and E.J. Veneklaas. 1990. The distribution of epiphyte growth-forms in the canopy of a colombian cloud forest. *Vegetatio* **87**: 59-71.

Löbel, S., T. Snäll, and H. Rydin. 2006. Metapopulation processes in epiphytes inferred from patterns of regional distribution and local abundance in fragmented forest landscapes. *Journal of Ecology* **94**: 856-868.

Moffet, M.W., and M.D. Lowman. 1995. Canopy access techniques. Pages 3 -26 in M.D. Lowman and N.M. Nadkarni, editors. *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego.

Montfoort, D., and R.C. Ek. 1990. Vertical distribution and ecology of epiphytic Bryophytes and lichens in a lowland rain forest in French Guiana. Institute of Systematic Botany, Utrecht.

Nadkarni, N.M., and R. Solano. 2002. Potential effects of climate change on canopy communities in a tropical cloud forest: an experimental approach. *Oecologia* **131**: 580-586.

Oliveira, M.A., A.S. Grillo, and M. Tabarelli. 2004. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in trees species assemblages. *Oikos* **38**: 389-394.

Padmawathe, R., Q. Qureshi, and G.S. Rawat. 2004. Effects of selective logging on vascular epiphyte diversity in a moist lowland forest of eastern Himalaya, India. *Biological conservation* **119**: 81-92.

Pharo, E.J., and C.E. Zartman 2007. Bryophytes in a changing landscape: The hierarchical effects of habitat fragmentation on ecological and evolutionary processes. *Biological Conservation* **135**(3): 315-325.

Parker, G.G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. Pages 73 – 106 in M.D. Lowman and N.M. Nadkarni, editors. *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego.

- Pineda, E., and G. Halffter. 2004. Species Diversity and Habitat Fragmentation: Frogs in a Tropical Montane Landscape in Mexico. *Biological Conservation* **117**: 499-508.
- Pócs, T. 1982. The Tropical Bryophytes. Pages.54-104 In: A.J.E. Smith, editor. *Bryophyte Ecology*. London: Chapman and Hall.
- Putman, R.J. 1996. *Community Ecology*. TJ Press (Padstow) Ltd., London.
- Ranta, P., T. Blom, J. Niemelä, E. Joensuu, and M. Siitonen. 1998. The Fragmented Atlantic Rain Forest of Brazil: Size, Shape and Distribution of Forest Fragments. *Biodiversity and Conservation* **7**: 385-403.
- Richards, P.W. 1984. The ecology of tropical forest bryophytes. Pages 1233-1270 in R.M. Schuster, editor. *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- Rhoades, F.M. 1995. Nonvascular epiphytes in forest canopies: worldwide distribution, abundance and ecological roles. Pages 353 - 408 in M.D. Lowman and N.M. Nadkarni, editors. *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego.
- Snäll, T., J. Ehrlén, and H. Rydin. 2005. Colonization – extinction dynamics of an epiphyte metapopulation in landscape. *Ecology* **86**(1): 106-115.
- Snäll, T., P.J. Ribeiro, and H. Rydin. 2003. Spatial occurrence and colonisations in patch – tracking metapopulations: local conditions versus dispersal. *Oikos* **103**: 566-578.
- Snäll, T., A. Hagström, J. Rudolphi, and H. Rydin. 2004. Distribution pattern of the epiphyte *Neckera pennata* on three scales – importance of past landscape structure, connectivity and local conditions. *Ecography* **27**: 757-766.
- Tabarelli, M., W. Mantovani, and C.A. Peres. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation* **91**: 119-127.

Tonhasca jr, A. 2005. Ecologia e história natural da Mata Atlântica. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

Tryon, R. M., and A. F. Tryon. 1982. Ferns and Allied Plants, with Special Reference to Tropical America. Springer Verlag. New York.

Turner, T.H., H.T.W. Tan, Y.C. Wee, A.B. Ibrahim, P.T. Chew, and R.T. Corlett. 1994. A study of plant species extinction in Singapore> lessos for conservation of tropical biodiversity. *Conservation Biology* **83**: 705-712.

Uniyal, P.L. 1999. Role of Bryophytes in Conservation of Ecosystems and Biodiversity. *The Botanica* **49**: 101-115.

Wolf, J.H.D. 1995. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forest in the highlands of Chiapas, México. *Forest ecology and Management* **212**: 376-393.

Veneklaas, E.J., R.J. Zagt, A. Leerdam, R. Ek, A.J. Broekhoven, and M. Genderen. 1990. Hydrological properties of the epiphyte mass of a montane tropical rain forest, Colombia. *Vegetatio* **89**: 183-192.

Veloso, H.P., A.L.R. Rangel-Filho, and J.C.A. Lima. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. 4th edition. Prentice Hall, New Jersey.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Propriedades dos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas.

Frag.	Á. Plana ¹ (ha)	Área superficial ² (ha)	Surf ratio ³	Área nuclear ⁴ (ha)	Área nuclear (%)	Altitude Média ⁵ (m)	Vegetação secundária ⁶ (ha)	Vegetação secundária (%)	Índice de proximidade ⁷	Índice de forma ⁸
F1	2628.629	3000.336	1.141	1153.422	43.87	389.114	227.462	7.58	624.232	3.746
F2	854.478	910.750	1.066	61.138	7.15	288.708	191.438	21.02	34653.445	4.475
F3	504.058	597.940	1.186	0.719	0.14	318.888	110.583	18.49	184746.811	4.181
F4	356.894	377.007	1.056	128.639	36.04	266.288	55.114	14.61	99989.729	1.572
F5	296.503	313.037	1.056	0.243	0.08	361.818	40.856	13.05	28191.976	3.811
F6	236.525	252.083	1.066	17.336	7.32	280.362	19.567	7.76	6804.715	2.233
F7	80.735	87.428	1.083	0.000	0.00	247.872	23.315	26.66	1954.490	2.054
F8	25.771	26.564	1.031	0.000	0.00	338.349	6.519	24.54	519.255	1.680
F9	22.976	23.834	1.037	0.000	0.00	141.184	7.688	32.25	87.354	1.440

1. *Área plana* - Área em um plano bidimensional.

2. *Área superficial* - Área em um plano tridimensional correspondente à área superficial real

3. *Surf ratio* - Medida da rugosidade do terreno. Quanto maior o índice, mais acidentado e maior a variação da elevação do fragmento. Esta métrica é biologicamente significativa para a quantificação de microhabitats em cada fragmento.

4. *Área nuclear* - Área remanescente após remoção de 300 metros de borda.

5. *Altitude média* - Medida através da média do valor de altitude de cada pixel do modelo de elevação relativo ao fragmento.

6. *Vegetação secundária* – Medida a partir de uma classificação não-supervisionada com ênfase na estrutura da vegetação remanescente em áreas primárias e secundárias.

7. *Índice de proximidade* – Medida da razão entre a área do fragmento pelo quadrado da distância mais próxima aos fragmentos dentro do raio de busca. Quando o índice é zero, não existem fragmentos dentro do raio de busca. O índice aumenta quanto mais e maiores forem os fragmentos dentro da área de busca.

8. *Índice de forma* - Razão entre o perímetro do fragmento e o perímetro mínimo de um fragmento com a mesma área (um círculo perfeito). O índice alcança um mínimo de 1 caso o fragmento tenha uma forma circular perfeita e se distancia de 1 quanto mais irregular sua forma. Valores altos geralmente indicam um baixo percentual de área núcleo.

Tabela 2. Frequência das espécies de briófitas epífitas de sombra, generalistas e típicas de sol nos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. As espécies são listadas na seguinte ordem: comuns aos fragmentos dos dois grupos, exclusivas do grupo 1 e exclusivas do grupo 2. Seis espécies não foram incluídas na tabela por não haver informação suficiente sobre seu nicho.

Nicho	Espécie	F1	F2	F3	F4	Total Grupo 1	F5	F6	F7	F8	F9	Total Grupo 2	Total EsEc Murici
Típicas de sombra	<i>Acroporium estrellae</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck & Schaf.-Verv.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Aphanolejeunea truncatifolia</i> Horik.	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4
	<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Calymperes tenerum</i> Müll. Hal.	2	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	4
	<i>Cyclolejeunea convexistipa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Drepanolejeunea campanulata</i> (Spruce) Steph.	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph.) Bischl.	2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
	<i>Fissidens guianensis</i> Mont.	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
	<i>Lepidolejeunea involuta</i> (Gottsche) Grolle	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6
	<i>Lepidopilidium brevisetum</i> (Hampe) Broth.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Lepidopilum muelleri</i> (Hampe) Spruce	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
	<i>Lepidopilum scabrisetum</i> (Schwägr.) Steere	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Meteorium nigrescens</i> (Sw. ex Hedw.) Dozy & Molk.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Phyllogonium viride</i> Brid.	4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	5
	<i>Plagiochila disticha</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	3
	<i>Plagiochila distinctifolia</i> Lindenb.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Plagiochila gymnocalycina</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
	<i>Plagiochila martiana</i> (Nees) Lindenb.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Plagiochila montagnei</i> Nees	2	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	5
	<i>Porotrichum longirostre</i> (Hook.) Mitt.	2	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	5
	<i>Syrrhopodon cryptocarpus</i> Dozy & Molk.	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	3
	<i>Syrrhopodon incompletus</i> Schwägr.	2	2	-	2	7	-	-	-	-	-	-	7
	<i>Syrrhopodon ligulatus</i> Mont.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Lejeunea glauscescens</i> Gottsche	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2	2
Generalistas	<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn.) A. Evans	4	-	-	-	4	-	1	-	-	-	1	5
	<i>Calymperes afzelii</i> Sw.	5	14	2	3	24	-	2	2	2	-	7	31
	<i>Calymperes palisotii</i> Schwägr.	-	3	-	-	3	-	17	-	1	1	19	22
	<i>Ceratolejeunea falax</i> (Lehm. & Lindenb.) Bonner	13	1	3	-	17	-	1	-	1	-	2	19
	<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust.	1	-	-	1	2	1	-	-	-	-	1	3
	<i>Cheilolejeunea adnata</i> (Kunze) Grolle	1	-	-	-	1	-	-	-	-	3	3	4

<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R. M. Schust.	15	29	6	11	61	5	16	2	2	2	28	89
<i>Cheilolejeunea trifaria</i> (Reinw. et al.) Mizut.	4	3	-	-	7	-	-	-	1	-	1	8
<i>Drepanolejeunea fragilis</i> Bischl.	4	4	3	5	16	3	3	2	1	-	9	25
<i>Lejeunea caespitosa</i> Lindenb.	3	-	1	1	5	-	-	2	1	-	3	8
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	3	2	-	4	9	1	6	1	1	-	9	18
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	1	1	3	2	7	-	-	-	2	-	2	9
<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	3	3	1	2	9	1	1	-	-	-	2	11
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	3	3	1	2	9	-	-	1	1	1	3	12
<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb. & Gottsche) A. Evans	10	-	1	3	14	-	-	-	1	-	1	15
<i>Syrrhopodon prolifer</i> Schwägr.	-	2	-	-	2	-	-	-	1	-	1	3
<i>Archilejeunea fuscescens</i> (Hampe ex Lehm.) Fulford	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ceratolejeunea confusa</i> R.M. Schust.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ceratolejeunea dussiana</i> (Steph.) G. Dauphin	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ceratolejeunea guianensis</i> (Nees & Mont.) Steph.,	-	-	2	3	5	-	-	-	-	-	-	5
<i>Ceratolejeunea minuta</i> Dauphin	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Ceratolejeunea</i> sp.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cheilolejeunea clausa</i> (Nees. & Mont.) R.M. Schust.	1	3	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4
<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm. & Lindenb.) Kachr. & R.M. Schust.	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cheilolejeunea holostipa</i> (Spruce) Grolle & R.-L.. Zhu	2	2	-	1	5	-	-	-	-	-	-	5
<i>Crossomitrium patrisiae</i> (Brid.) Müll. Hal.	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Fissidens zollingeri</i> Mont.	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Jaegerina scariosa</i> (Lorentz) Arzeni	2	2	-	2	6	-	-	-	-	-	-	6
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6
<i>Lejeunea phyllobola</i> Nees & Mont.	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	3
<i>Leucoloma cruegerianum</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Neckeropsis disticha</i> (Hedw.) Kindb.	-	-	2	1	3	-	-	-	-	-	-	3
<i>Pilosium chlorophyllum</i> (Hornsch.) Müll. Hal.	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Prionolejeunea denticulata</i> (Weber) Schiffn.	3	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	4
<i>Stictolejeunea squamata</i> (Willd. ex Weber) Schiffn.	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Entodontopsis nitens</i> (Mitt.) W.R. Buck	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
<i>Fissidens radicans</i> Mont.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2
<i>Rectolejeunea berteriana</i> (Gottsche ex Steph.) A. Evans	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1
<i>Rectolejeunea flagelliformis</i> Evans	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2
Tipicas de sol												
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn.	4	-	-	1	5	-	-	-	1	-	1	6
<i>Diplasiolejeunea rudolphiana</i> Steph.	3	1	1	2	7	2	-	-	-	-	2	9

<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	3	13	-	5	21	4	6	-	-	-	10	31
<i>Frullania dusenii</i> Steph.	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	2
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	1	4	-	1	6	-	7	-	-	-	7	13
<i>Groutiella apiculata</i> (Hook.) H.A. Crum & Steere	5	5	-	5	15	-	4	-	1	-	5	20
<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph.	7	3	-	4	14	-	-	2	-	-	2	16
<i>Henicodium geniculatum</i> (Mitt.) W.R. Buck	3	2	-	3	8	-	-	-	3	-	3	11
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	2	1	2	2	7	-	11	-	-	-	11	18
<i>Lopholejeunea subfusca</i> (Nees) Schiffn.	6	6	-	6	18	-	3	1	3	-	7	25
<i>Pycnolejeunea contigua</i> (Nees) Grolle	-	1	-	-	1	-	4	-	-	-	4	5
<i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i> (nees) Gradst.	-	5	-	1	6	-	13	-	-	1	14	20
<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.	7	1	-	-	8	-	-	-	-	-	-	8
<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Diplasiolejeunea cavifolia</i> Steph.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Donnellia commutata</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Frullania apiculata</i> (Reinw. et al.) Nees	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Frullania breuteliana</i> Gottsche	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Angstr.	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Groutiella tomentosa</i> (Hornsch.) Wijk & Margad.	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Leptolejeunea elliptica</i> (Lehm. & Lindeb.) Schiffn.	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	3
<i>Macromitrium punctatum</i> (Hook. & Grev.) Brid.	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Macromitrium cirrosum</i> (Hedw.) Brid.	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Schlotheimia rugifolia</i> (Hook.) Schwägr.	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Syrrhopodon parasiticus</i> (Sw. ex Brid.) Paris	1	-	2	3	6	-	-	-	-	-	-	6
<i>Frullania ericoides</i> (Nees) Mont.	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2
<i>Frullanooides corticalis</i> (Lehm. & Lindenb.) van Slageren	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1

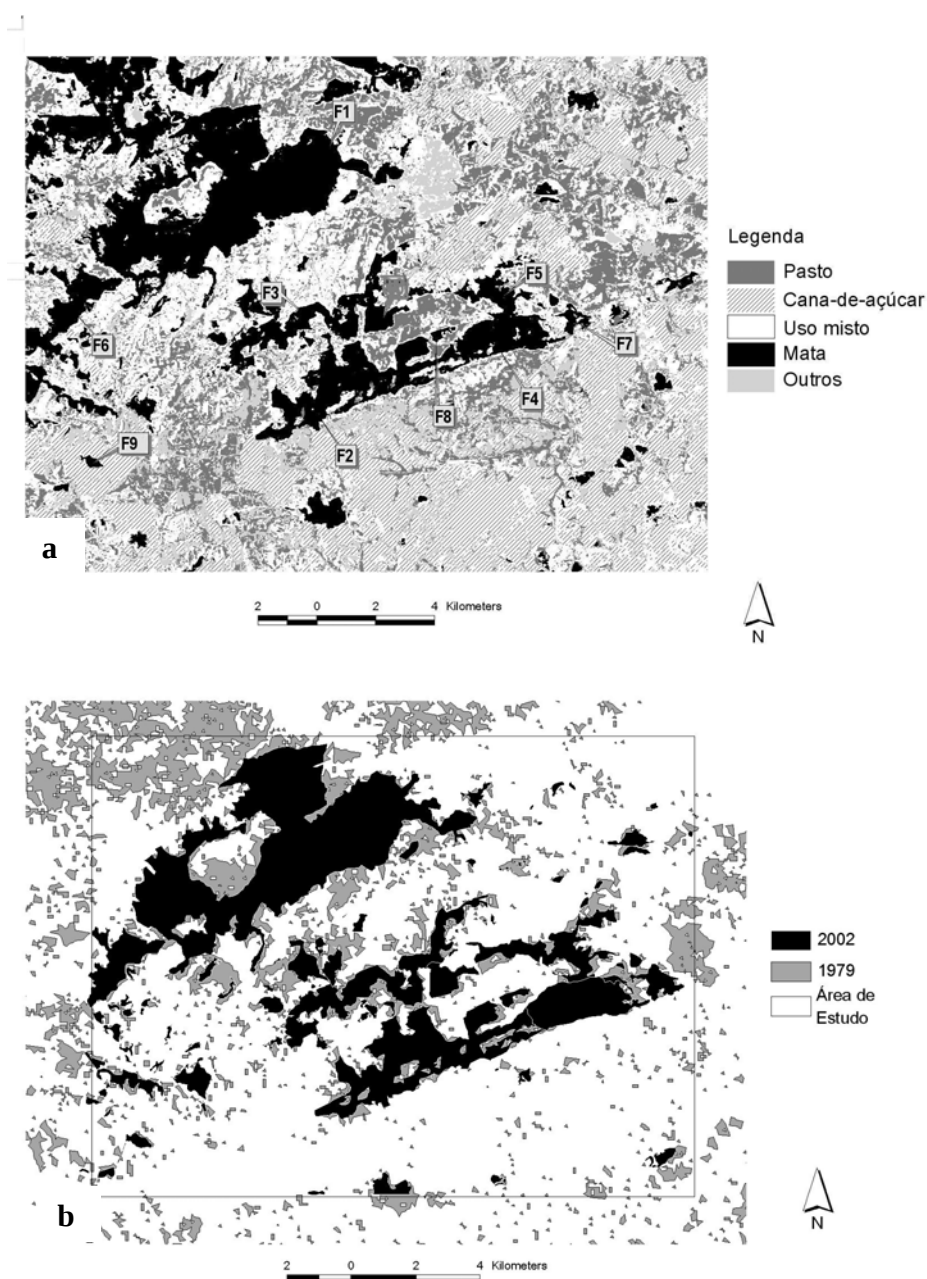


Figura 1. Fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas, evidenciando o mosaico de matrizes onde os remanescentes estão inseridos (a) e a perda de área de cobertura vegetal em duas décadas (b). Os números dos fragmentos são atribuídos em ordem decrescente de tamanho.

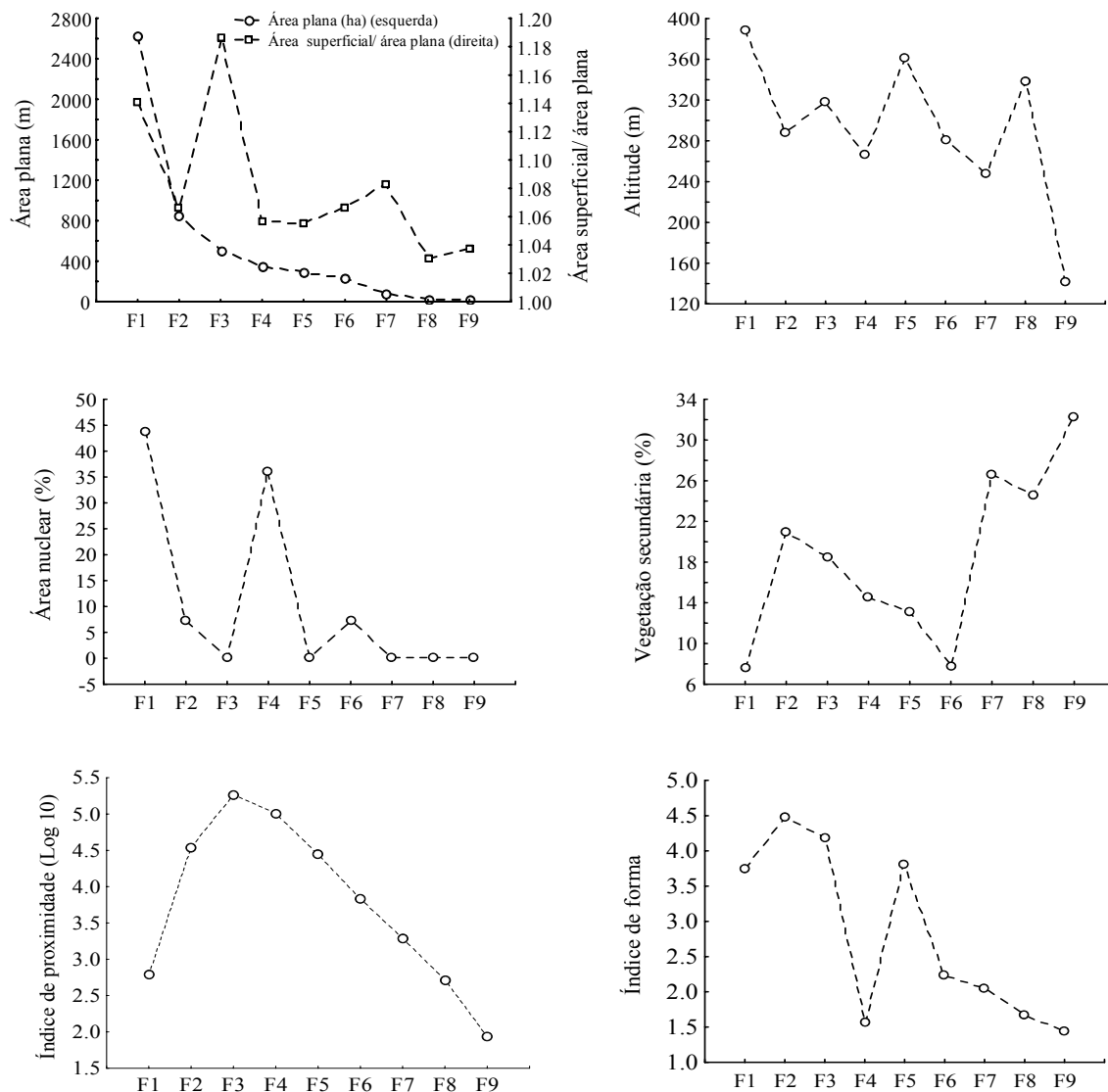


Figura 2. Métricas dos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas. Tamanho (área plana) de fragmento apresenta correlação significativa com proporção de área nuclear (coeficiente de correlação de Pearson $r = 0.8559$, $p = 0.0032$), proporção de vegetação secundária ($r = -0.751$, $p = 0.0196$) e índice de forma ($r = 0.7537$, $p = 0.019$). As correlações são marginalmente significativas com altitude ($r = 0.6015$, $p = 0.0865$), razão área superficial/ área plana ($r = 0.6350$, $p = 0.0661$) e índice de proximidade (coeficiente de correlação de Spearman $r_s = 0,6000$, $p = 0,0875$). Correlações entre as demais métricas mostraram apenas que a proporção de vegetação secundária é vinculada à de área nuclear ($r = -0.8112$, $p = 0.0079$) e à altitude ($r = -0.6804$, $p = 0.0436$).

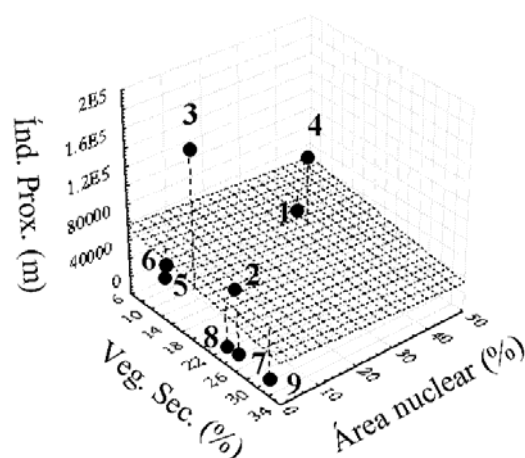


Figura 3. Gradiente do índice de proximidade, proporção de vegetação secundária e de área nuclear dos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. A superfície indica as tendências lineares observadas ao longo dos três eixos.

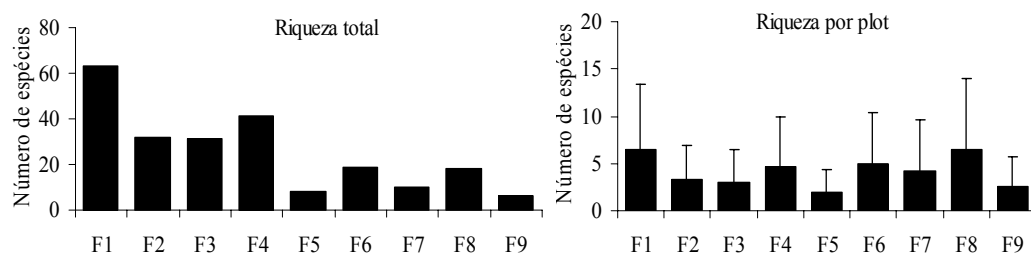


Figura 4. Riqueza de briófitas epífitas dos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas.

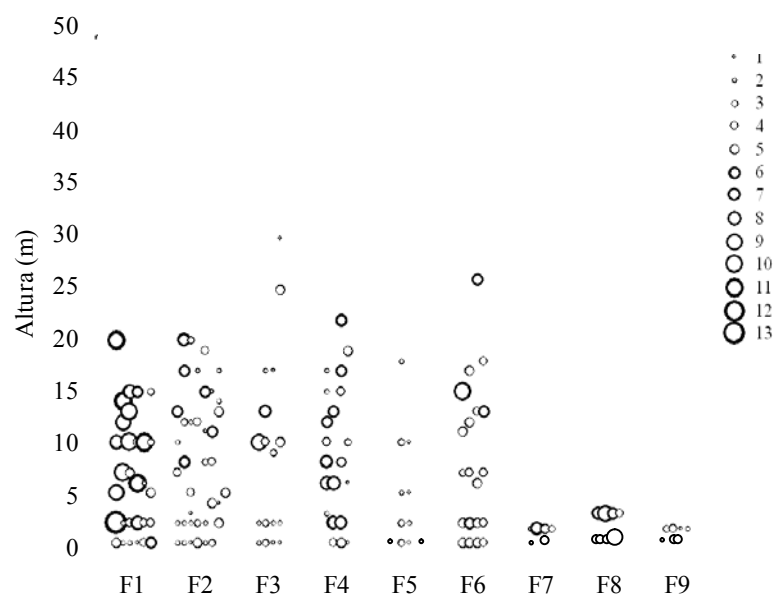


Figura 5. Padrão de riqueza de briófitas epífitas ao longo do gradiente vertical nos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. As barras representam a altura média (+ máxima) das árvores, os círculos representam a riqueza (nº de espécies) e cada sequência vertical de círculos representa um forófito. A abundância apresentou o mesmo padrão que a riqueza.

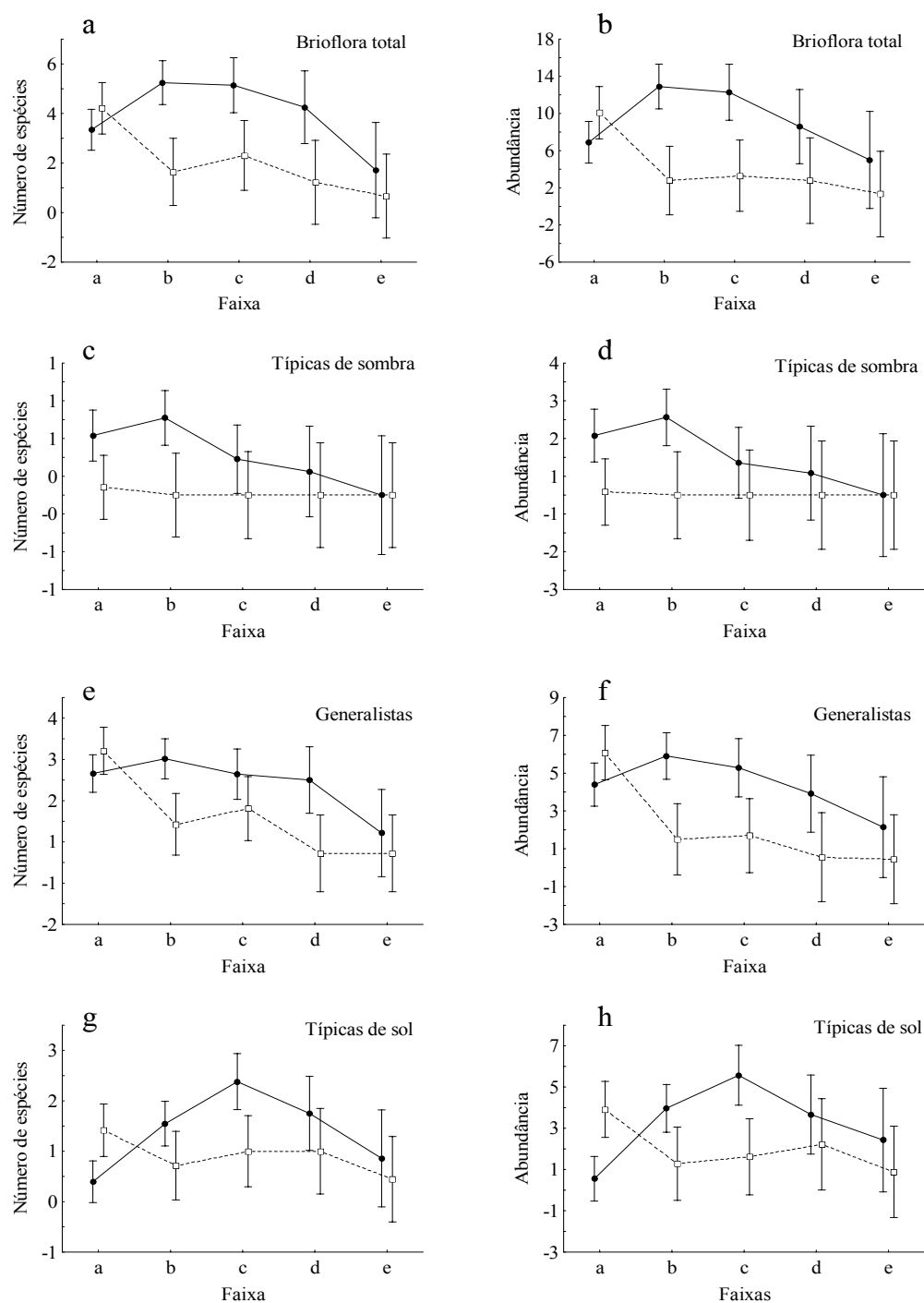


Figura 6. Gradiente vertical da riqueza e abundância média (± 1 DS) por plot de briófitas epífitas dos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas. As linhas completas representam o grupo 1 e as tracejadas representam o grupo 2. Os níveis de altura correspondem a base (a), tronco inferior (b), tronco médio (c), tronco superior (d) e dossel (e).

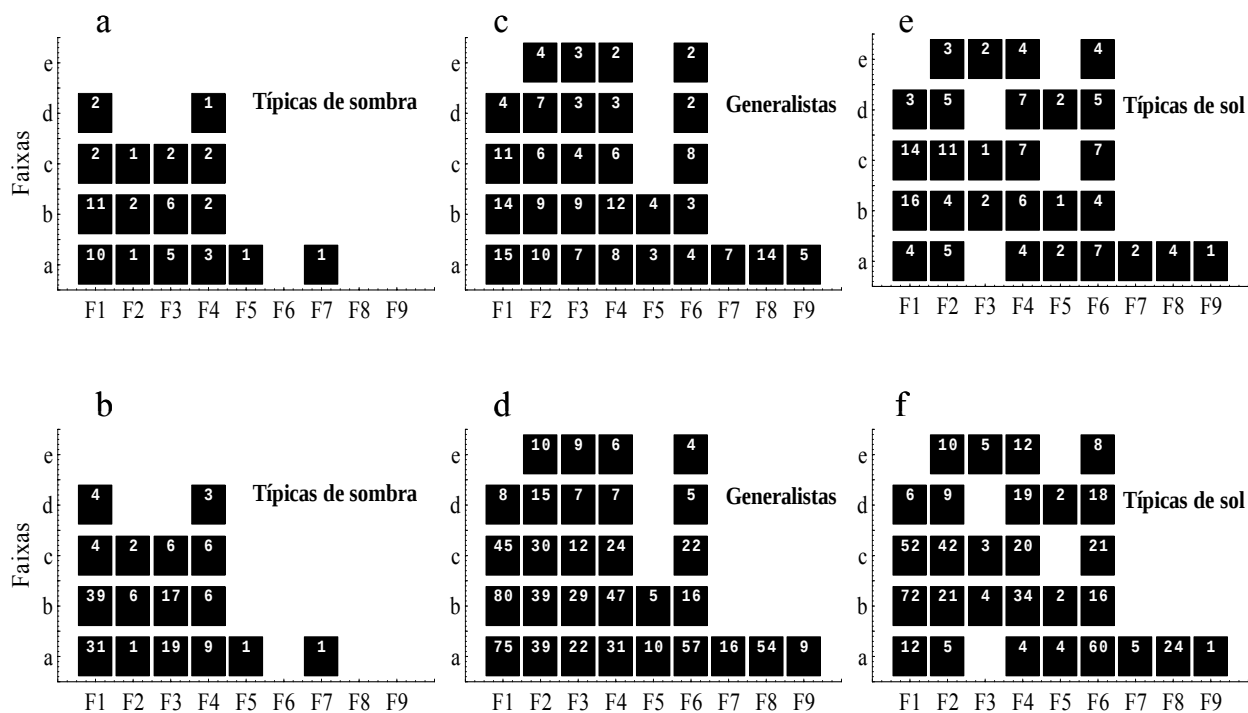


Figura 7. Gradiente vertical da riqueza e abundância total das espécies de briófitas típicas de sombra, generalistas e típicas de sol nos fragmentos estudados da EsEc Murici, Alagoas. Quadros representam a presença do grupo no determinado nível e os valores correspondem a riqueza (a, c, d) e a abundância (b, d, f). Os níveis de altura correspondem a base (a), tronco inferior (b), tronco médio (c), tronco superior (d) e dossel (e).

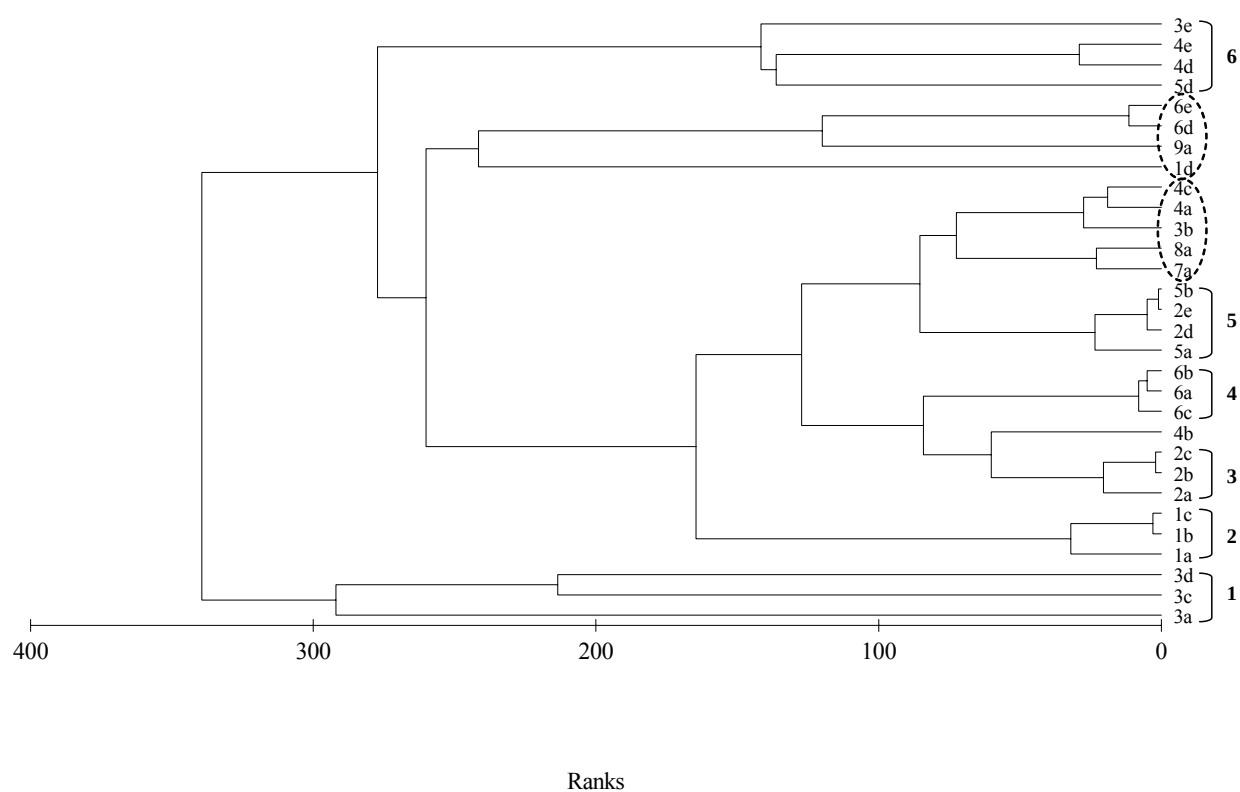


Figura 8. Similaridade florística entre os níveis de altura dos fragmentos estudados na EsEc Murici, Alagoas. Números indicam fragmentos e letras indicam os níveis de altura [base (a), tronco inferior (b), tronco médio (c), tronco superior (d) e dossel (e)].

7. CONCLUSÕES GERAIS

- A briolfora da Estação Ecológica (EsEc) Murici Alagoas é rica em relação aos demais Estado da região Nordeste e constitui-se em um importante centro de diversidade do grupo para Alagoas. Ela abriga mais da metade das espécies referidas para o Estado, dentre as quais dez não eram conhecidas até então para a região Nordeste.
- Propriedades da paisagem e indicativos de qualidade de habitat, particularmente do fragmento como um todo e não apenas de áreas de borda, explicam satisfatoriamente as variações na riqueza, abundância e estrutura espacial de briófitas epífitas e epífilas em remanescentes de Floresta Atlântica nordestina de terras baixas.
- Medidas simplificadas das variáveis ambientais no gradiente borda – interior não permitem detectar o efeito de borda sobre briófitas. Aparentemente as bordas dos remanescentes da Estação Ecológica Murici estão relativamente seladas ou são homogeneamente alteradas em uma largura maior que 100 metros. Efeitos conspícuos devem ser mais evidentes em bordas recém criadas.
- Fragmentação e perda de habitat afetam vários aspectos da estrutura metapopulacional de briófitas epífilas, com os fragmentos pequenos e isolados comportando populações raras local (dentro de fragmentos) e regionalmente (na paisagem) e afetadas em aspectos reprodutivos, sendo menos frequentes as populações férteis.
- Em virtude da dinâmica metapopulacional das briófitas, os efeitos da fragmentação e perda de habitat são longo-temporais, isto é, são mediados principalmente por processos irreversíveis que perduram por muito tempo, como o aumento drástico do

isolamento entre remanescentes, e, portanto aspectos como conectividade devem ser levados em conta adicionalmente à quantidade total de habitat na paisagem por ocasião da prospecção de áreas prioritárias de Floresta Atlântica para conservação do grupo.

- A perda de habitat leva a um deslocamento das guildas típicas de sol do dossel para o sub-bosque. Remanescentes florestais capazes de abrigar floras ricas até o dossel possuem mais de 300 ha, o que está longe de ser um tamanho comum nos remanescentes de Floresta Atlântica brasileira, e isto reforça a necessidade de conservação dos poucos que ainda alcançam tais marcas.

8. RESUMO

Visando atender à necessidade de ampliar o conhecimento sobre ecologia de briófitas epífitas e epífilas e acrescer a flora do Estado de Alagoas, estas comunidades foram inventariadas em fragmentos florestais da Estação Ecológica Murici (9°11'05"- 9°16'48"S/ 35°45'20"- 35°55'12"O), Nordeste do Brasil. Visto que possuem elevada sensibilidade a microclima, ciclos de vida rápidos e alta especificidade por substratos, briófitas epífilas são um grupo-chave para estudos sobre dinâmica metapopulacional. Elas permitem acessar respostas às variações ambientais em escalas espaciais e temporais relativamente menores àquelas das plantas superiores. Assim, epífilas de sub-bosque foram coletadas nos primeiros 100 metros de borda de dez fragmentos da área e tiveram seus padrões de ocupação (abundância local e regional) e fertilidade aferidos. Foi observada uma tendência de perda de abundância local e regional, e isso pode estar atrelado à reduzida expressão sexual e assexual observada com a perda de qualidade de habitat. Embora a fertilidade não tenha sido correlacionada com constância nos fragmentos, espécies frequentemente férteis colonizaram um significativo maior número de sítios dentro dos mesmos. Espécies dióicas particularmente mostraram menor proporção de populações férteis e baixa frequência nos fragmentos. Métricas da paisagem, principalmente tamanho e isolamento, juntamente com indicativos de qualidade de habitat de fragmentos (proporção de vegetação secundária) explicaram melhor a variação na riqueza e ocupação das epífilas que a distância de borda. Isto sugere que os efeitos da fragmentação em escala local desempenham um papel coadjuvante ou secundário na brioflora após determinado tempo decorrido. É possível que o presente estudo tenha retratado este estágio sucessional, onde aspectos locais já não impactam a brioflora com a mesma clareza que o isolamento. Os resultados acrescem o suporte empírico para a visão mais ampla e realista dos efeitos da fragmentação e perda de habitat. Ações de prospecção de áreas prioritárias para conservação devem levar em consideração tanto a quantidade de habitat remanescente como também a conectividade entre as diversas manchas em que ela se distribui na paisagem. No caso das briófitas epífitas, isolamento, área e proporção de vegetação secundária também influenciaram significativamente a brioflora. Os remanescentes maiores, menos isolados e com boa

proporção de vegetação secundária abrigaram uma riqueza total praticamente três vezes superior aos menos conservados. Epífitas não chegaram a colonizar sequer troncos inferiores na maioria dos fragmentos não conservados, ficando restritas às bases com comunidades bastante descaracterizadas em seu componente florístico, isto é, fortemente dominadas por espécies generalistas e xerófitas, ao passo que 95% das espécies típicas de sombra foram confinadas aos fragmentos conservados. Somando-se isto ao fato de que houve uma grande similaridade do dossel dos fragmentos conservados com o sub-bosque dos não conservados, os resultados sugerem que a perda de habitat leva a um deslocamento das guildas típicas de sol do dossel para o sub-bosque. Isto esclarece eventos precedentes à extinção, resultado culminante da fragmentação e perda de habitat, de grupos biológicos em ecossistemas florestais. Ademais, mostra que remanescentes florestais capazes de abrigar floras epífitas ricas até o dossel possuem mais de 300 ha, o que está longe de ser um tamanho comum nos remanescentes de Floresta Atlântica brasileira e, portanto, reforça a necessidade de conservação dos poucos que ainda alcançam tais marcas.

Palavras-chave: Conservação, florestas tropicais, grupos ecológicos, comunidades de dossel, fragmentação de habitat, padrões de ocupação, efeito de borda, Alagoas.

8. ABSTRACT

Aiming to extend the knowledge about epiphytes and epiphyllous bryophytes ecology and to increase the State of Alagoas flora, these communities had been inventoried in forest fragmentos from Murici Ecological Station (9°11'05"- 9°16'48"S/ 35°45'20"- 35°55'12"O), Northeast of Brazil. Since they have great sensitivity to microoclima, fast life cycles and high host specificity, epiphylls are a key-group to metapopulational dynamics approach. They allow accessing the answers to anthropogenic pressures in relatively lesser space and secular scales to those of the superior plants. Thus, epiphylls from understorey were collected at the first 100 meters of the edge of ten fragments and occupancy patterns (local and regional abundance) and fertility were surveyed. Populations tended to diminish their occupancy and this is likely related to the reduced sexual and asexual expression observed with the loss of habitat quality. Although the fertility has not been correlated with presence on fragments, fertile species colonized a significant greater number of site inside them. Dioicous species showed particularly less ratio of fertile populations and low frequency. Metrics of landscape, mainly size and isolation, and habitat quality indicatives (secondary vegetation) explained better the variation in epiphylls richness and occupancy than the edge distance. This suggests that the effects of the local scale play a secondary role after a determined passed time. It is possible that the present study has portrayed this sucessional stage where the local aspects do not impact the community as clearly as isolation. The results increase empirical support for the necessity of amplest and more realistic approach about habitat loss and fragmentation. Taxa with metapopulational structure are prone to negative and long-term effects. The prospection of priority areas for the conservation must take in account the remaining habitat amount as well as the connectivity among the diverse patches in the landscape. In the case of epiphyte bryophytes, isolation, area and secondary vegetation were important explanatory variables again. The largest fragments, less isolated and with a good secondary vegetation ratio sheltered a total richness nearly three times superior to the disturbed ones. Epiphytes were restricted to the bases and harbored communities deprived of characteristics in its floristic

component, which means that they are strongly dominated by generalist and xerophytic species, while 95% of the shade typical species were confined to the conserved fragments. Adding this to the fact of that there was a great similarity between the conserved fragmentos canopy and the sub-forest of the not conserved ones, the results suggest that the loss of habitat leads to a sun typical guilds displacement from the canopy to the sub-forest. This clarifies preceding events to extinction, culminating result of habitat loss. Furthermore, the fragments forest capable to harbor rich epiphytes flora up to the canopy possess more than 300 ha, which is distant of being a common size in the Brazilian Atlantic rain forest remnants. Therefore, these results strengthen the need of conservation of the few ones that still reach such marks.

Keywords: Conservation, tropical forests, ecologic groups, canopy communities, habitat fragmentation, occupancy patterns, edge effect, Alagoas.

ANEXOS

**ACTA
BOTANICA
BRASILICA**



ISSN 0102-3306 *printed version*

ISSN 1677-941X *online version*

NORMAS DOS PERIÓDICOS

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Scope

Instructions to authors of papers to be submitted to the Acta Botanica Brasilica

Instructions to authors of papers to be submitted to the Acta Botanica Brasilica

1. *Acta Botanica Brasilica* publishes original articles dealing with all areas of basic and applied Botany, in Portuguese, Spanish or English. The research should contemplate theoretical aspects of the subject in question, and be based on a central query that indicates originality and potential interest, keeping in mind the broad spectrum of readers in Brazil and elsewhere.
2. The articles should be concise **with at the most 25 typed pages** (equivalent to 15 printed pages) including illustrations and tables. Four copies of the paper should also be included with the a 3.5" diskette, for revision by the Editorial board. The format must be in Times New Roman, size 12, 1.5 spacing between lines on A4 sized paper, with all margins 1.5 cm, using the Word processing package Microsoft Word for Windows, version 6 or above. All pages should be numbered consecutively. Longer papers might be accepted but the extra-cost should be sponsored by the authors.
3. Latin or Greek words in the title or text, such as *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.*, should be in italics.
4. The title should be centralized and written with only the first letter capitalized.
5. The names of the authors should have only the first letter capitalized, below the title, and justified to the right. References to footnotes should be in Arabic numerals, after the authors' names, indicating the complete address and data and information about the work (part of a thesis etc.), where necessary, after the title. The footnote should be separated from the main text by a horizontal line.
6. The manuscript format should contain:
 - **RESUMO** and **ABSTRACT**: Use capitalized letters and bold for these subtitles). It should occupy a single paragraph with about 200 words, followed by up to five keywords besides the title. It should be a concise summary in Portuguese, of the objectives, material and methods, results and conclusions. The same rules apply to the abstract, written in English and followed by the keywords. The English abstract is obligatory and should follow the same rules.
 - **Introduction**: It should have only the first letter capitalized, in bold, justified to the left and give a clear and concise view of: a) revision of studies relevant to the objective of the work; b) issues that lead the author to conduct the research; c) objectives.
 - **Material and methods**: Only the first letter in bold justified to the left and should contain a brief description of the work, enough to permit the research to be repeated, and any techniques published should be cited and not described.
 - **Results and discussion**: It should have the first letter only capitalized, in bold, justified to the left and could contain tables and figures (charts, photographs, drawings, maps and illustrations) only when essentially needed to understand the text. Depending on the work, results and discussion can be joined or presented separately. Tables and Figures should be numbered in independent series, in Arabic numerals placed at the bottom right and should be presented on separate sheets (one for each Table or Figure) at the end of the text (original plus three copies). The Figures should be no more than twice the size that in press. The area available for them, including the legend is 17.5 cm wide and 23.5 cm high, with a scale placed at the left side of the figure. Numbers and letters should be sufficiently large to be easily legible when reduced. Letters should be placed below and to the right of the drawing.

Photographs should be on glossy black and white paper. **Color photos can be accepted by the Editorial Board but the authors should sponsor the costs.**

Tables and Figures must be referred to in the text in abbreviated form (singular) with the initial letter in capital (Fig., Tab.).

Abbreviations and symbols, when used for the first time, should be preceded by their meaning in full. E.g.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Measures should be abbreviated and a space separates it from the number (eg.: 11 cm; 2,4 µm), except for percentage (e.g. 90%).

For taxonomic and flora work only the botanical vouchers examined which are representative of the taxon in question should be cited in the following order:

COUNTRY (capitalized and bold). State (**bold**): Municipality, date (the month in roman numerals), phenology (where possible), collector's name and number (*italics*), and the herbarium code. Eg: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., *Milanez 435* (SP).

In case of more than 3 collectors, cite the first followed by *et al.* E.g.: Silva *et al.*

Character keys should be indented and the author's name of the taxa should not appear. The taxa in the keys when cited in the text, should be numbered in alphabetic order. Example:

-
1. Terrestrial plants
 2. Orbicular leaves, more than 10 cm diam.
.....2. ***S. orbicularis***
 2. Sagittal leaves, less than 8 cm diam.
.....4. ***S. sagittalis***
 1. Aquatic plants
 3. White flowers
.....1. ***S. albicans***
 3. Red
flowers.....3. ***S. purpurea***

The taxonomic treatment should use italics and bold together only for valid names. Basonyms and synonymes should be in italics only. Authors of scientific names should be abbreviated, according to the current taxonomic list of the group (eg. Brummit & Powell 1992, for plant names).

1. ***Sepulveda albicans*** L., Sp. pl. 2: 25. 1753.
Pertencia albicans Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.
Fig. 1-12

Subtitles within Materials and methods and Results should be written with the initial letter in capital, followed by a dash and the text in the same line. Eg. Study area - localized

Results and discussion should include the conclusions.

- **Acknowledgements** (with the initial letter in capital, bold, and left justified): should be brief, with complete names.

- **Bibliographic references**

- Within the text: first author, then the date. eg. Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) or Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) or (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- At the end of the article: the initial letter in capitals, and left justified; in alphabetical and chronological order of the authors; the names of journals and book titles should be written in bold and in full. Examples: Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica. Aracaju 1992.** São Paulo, HUCITEC Ed. v.l.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. **Amaranthaceae. Hoehnea** 33(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica.** São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

For more details consult the most recent issues of the journal or the internet link: www.botanica.org.br. and also the on line articles in www.scielo.br/abb.

Abstracts of scientific meetings **will not be accepted** as bibliographic

references. Citations of dissertations and theses should be avoided; when needed, they should be included in the text. E.g. J. Santos, data not published or J. Santos, personal communication.

Oecologia

Editors-in-Chief: R. Brandl; J.R. Ehleringer; C. Körner; C.W. Osenberg

ISSN: 0029-8549 (print version)

ISSN: 1432-1939 (electronic version)

Journal no. 442

Springer Berlin Heidelberg

[Online version available](#)

[Online First articles available](#)

[Instructions for Authors](#)

Submission of manuscripts

Manuscripts submitted to "Oecologia" should present new scientific findings that have not been previously published. "Oecologia" publishes ecological research of international interest.

- Ecophysiology
- Population ecology
- Plant animal interactions
- Ecosystem ecology
- Community ecology
- Global change and conservation ecology
- Behavioural ecology

In general, studies that are purely theoretical and/or modeling, microbial, and/or natural history will not be considered. We also offer a rapid communications option for short manuscripts of unusually broad interest to the ecological community.

Authors must submit their articles to "Oecologia" online to facilitate even quicker and more efficient processing. Electronic submission substantially reduces the editorial processing and reviewing times and shortens overall publication time.

Please log directly onto the link below and upload your manuscript following the on-screen instructions. For the review process, the manuscript has to be submitted as one single file (Word with embedded illustrations, tables, etc., no pdf). After acceptance, the final version of the manuscript has to be uploaded in individual, open file to enable the publisher to work with it.

[SUBMIT ONLINE](#)

Legal requirements

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before (except in the form of an abstract, or as part of a published lecture, or thesis); that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute where the work has been carried out.

The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

The "Copyright Transfer Statement" has to be signed and faxed to the publisher together with the corrected proofs (see below) with which it will be provided by the publisher shortly after the manuscript has been accepted for publication.

Manuscript preparation

All manuscripts are subject to peer review and copy editing.

Original articles must present scientific results that are essentially new and should be structured

Manuscripts must be written in English and should be typed in double-line spacing throughout with

Lines should be numbered consecutively throughout the text.

Use a normal, plain font (e.g., Times New Roman) for text.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

- For indents use tab stops or other commands, not the space bar.
- Use the equation editor of your word processing program or MathType for equations.
- Abbreviations should be defined at first mention in the abstract and again in the main body of the text and used consistently thereafter.
- Essential footnotes to the text should be numbered consecutively and placed at the bottom of the page to which they refer.
- Genus and species names should be in italics. The common names of animals should not be capitalized.

Please arrange your manuscript as follows:

- Title page
 - Including name(s) of author(s), a concise and informative title, the affiliation(s) of the author(s), the e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author.
- Abstract
 - Each manuscript must be preceded by an abstract that should start with theory based objectives, end with explicit conclusions, and should not exceed 300 words in length.
- Key words
 - Immediately following the summary, up to five key words should be supplied, indicating the scope of the paper and not repeating terms already used in the title.
- Introduction
- Materials and methods
- Results
- Discussion
- Acknowledgements
 - Please include, at the end of the acknowledgements, a declaration that the experiments comply with the current laws of the country in which they were performed. The Chief Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with this. The author will be held responsible for false statements or for failure to fulfil the above-mentioned requirements.
- References
 - Literature citations in the text should indicate the author's surname with the year of publication in parentheses, e.g. Carlin (1992); Brooks and Carlin (1992). If there are more than two authors, only the first should be named, followed by "et al."

References at the end of the paper should be listed in alphabetical order by the first author's name. If there is more than one work by the same author or team of authors in the same year, a, b, etc. is added to the year both in the text and in the list of references.

*Journal papers: name(s) and initial(s) of all authors; year; full title; journal title abbreviated in accordance with international practice; volume number; first and last page numbers

Example:

Savidge WB, Blair NE (2004) Patterns of intramolecular carbon isotopic heterogeneity within amino acids of autotrophs and heterotrophs. *Oecologia* 139:178-189

If available, the Digital Object Identifier (DOI) of the cited literature should be added at the end of the reference in question.

Example:

Wyatt JL, Silman MR (2004) Distance-dependence in two Amazonian palms: effects of spatial and temporal variation in seed predator communities. *Oecologia* DOI 10.1007/s00442-004-1554-y

*Single contributions in a book:

name(s) and initial(s) of all authors; year; title of article; editor(s); title of book; edition; volume number; publisher; place of publication; page numbers

Example:

Hobson KA (2003) Making migratory connections with stable isotopes. In: Berthold P, Gwinner E, Sonnenschein E (eds) *Avian migration*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 379-391

*Book:

name and initial(s) of all authors; year; title; edition; publisher; place of publication

Example:

Körner C (2003) *Alpine plant life*, 2nd edn. Springer, Berlin Heidelberg New York

Tables and figures

Tables must be numbered consecutively with arabic numerals and submitted separately from the text. They should have a title explaining any abbreviation used in that table. Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters.

Illustrations must be restricted to the minimum needed to clarify the text. All figures (photographs, graphs or diagrams) should be cited in the text, and numbered consecutively throughout. Figure parts should be identified by lower-case roman letters (a, b, etc.). If illustrations are supplied with uppercase labeling, lower-case letters will still be used in the figure legends and citations.

Figure legends must be brief, self-sufficient explanations of the illustrations. The legends should be placed at the end of the text.

The preferred figure formats are EPS for vector graphics exported from a drawing program and TIFF for halftone illustrations. EPS files must always contain a preview in TIFF of the figure.

Line drawings

- Inscriptions should be legible, with initial capital letters and appropriately scaled to the size of the drawing. Scanned line drawings should be digitized with a resolution of 800 dpi relative to the final figure size.

Computer drawings

- Computer drawings are acceptable provided they are of comparable quality to line drawings (minimum resolution of 300 dpi). Computer-drawn curves and lines must be smooth. Lettering must be of high quality; Helvetica is the preferred font. Lettering fonts must be consistent within and among all figures.

Halftone illustrations (black and white and color)

- Magnification should be indicated by scale bars. For scanned halftone illustrations, a resolution of 300 dpi is usually sufficient, TIFF is the preferred file format.

Color illustrations

- Color figures will always be published in color in the online version. In print, however, they will only appear in color if the author agrees to make a contribution of Euro 950/US \$ 1,150 (plus VAT) per article. Otherwise the figures will be printed in black and white. Save color illustrations as RGB (8 bits per channel) in TIFF format.

Plates

- Several figures or figure parts should be grouped in a plate on one page.

Vector graphics

- Fonts used in the vector graphics must be included. Please do not draw with hairlines. The minimum line width is 0.2 mm (i.e., 0.567 pt) relative to the final size. EPS is the preferred file format. EPS files must always contain a preview in TIFF of the figure.

Size of figures

- The figures, including legends, should not exceed the print area of 176 x 236 mm. In case reduction is absolutely necessary, please state the alternative scale desired. The publisher reserves the right to reduce or enlarge illustrations.

Electronic Supplementary Material

Electronic Supplementary Material (ESM) for a paper will be published in the electronic edition of this journal provided the material is:

submitted in electronic form together with the manuscript

-
-

accepted after peer review

ESM may consist of:

- information that cannot be printed: animations, video clips, sound recordings (use QuickTime, .avi, .mpeg, animated GIFs, or any other common file format)

■ information that is more convenient in electronic form: sequences, spectral data, etc.

-

■ large quantities of original data that relate to the paper, e.g. additional tables, large numbers of illustrations (color and black & white), etc.

Legends must be brief, self-sufficient explanations of the ESM. ESM is to be numbered and referred to as S1, S2, etc.

After acceptance for publication, ESM will be published as received from the author in the online version only. Reference will be given in the printed version.

Proofreading

Authors are informed by e-mail that a temporary URL has been created from which they can obtain their proofs. Proofreading is the responsibility of the author. Authors should make their proof corrections (formal corrections only) on a printout of the pdf file supplied, checking that the text is complete and that all figures and tables are included. Substantial changes in content, e.g. new results, corrected values, title and authorship are not allowed without the approval of the responsible editor. In such a case please contact the Editorial Office before returning the proofs to the publisher. After online publication, corrections can only be made in exceptional cases and in the form of an Erratum, which will be

hyperlinked to the paper.

Online First

Papers will be published online about one week after receipt of the corrected proofs. Papers published online can already be cited by their DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

Offprints

Twentyfive offprints of each contribution are supplied free of charge. If you wish to order additional offprints you must return the order form which is provided with the proofs and return it together with the corrected proofs.

Springer Open Choice

In addition to the traditional publication process, Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice (Springer's open access model). A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular article, but in addition is made freely available through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice upon acceptance of your manuscript, please click on the link below to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before free access publication.

[Springer Open Choice](#)



Society for Conservation Biology

[HOME](#)[ABOUT US](#)[PUBLICATIONS](#)[MEETINGS & ACTIVITIES](#)[GET INVOLVED](#)[RESOURCES](#)

[Conservation Biology](#) | [Conservation In Practice](#) | [Affiliate Publications](#) | [Sections Publications](#) | [Newsletter](#)

[Who We Are](#) | [Staff & Board](#) | [Our Partners](#) | [Strategic Plan 2005](#) | [Contact Us](#)

[Conservation Biology](#) | [Conservation In Practice](#) | [Affiliate Publications](#) | [Section Publications](#) | [SCB Newsletter](#)
[Global Meetings](#) | [Regional Section Meetings](#) | [Service Awards](#) | [Student Awards](#) | [Post-doctoral fellowship](#)

[Join SCB](#) | [Regional Sections](#) | [Local Chapters](#) | [Working Groups](#) | [Committees](#)

[SCB Job Board](#) | [Academic Programs](#) | [Education/Teaching](#) | [Policy Guide](#) | [Bulletin Board](#) | [Media/Press](#)

You are here: Home > > Publications > Cons Bio > Instructions >

conservation principles to problem solving.

6. Conservation and Policy (no more than 2500 words). Papers that address the intersections and relationships of conservation science with appropriate policy issues.

7. Comments (no more than 2000 words). Refers to material previously published in this journal, and usually written as a critique or follow up.

8. Diversity (no more than 2000 words). Short opinion pieces.

9. Letters to the Editor should be short (<1000 words). Communications regarding topics of immediate interest to readers, including observations on controversial subjects, on previously published papers, or on other items of note.

10. Book Reviews are by invitation. All book review manuscripts and communications about book reviews should be sent directly to the book review editor.

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

Manuscript Submission and Specifications (please follow exactly)

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

The *Conservation Biology* "Style Guide for Authors" contains detailed information on how to write and format a paper for *Conservation Biology*. The document is available on this Web site. Please adhere to its specifications and the following important points. Use ragged right margins as opposed to justified right margins, and clearly delineate paragraphs by indenting the first line. Avoid large blank spaces (such as between sections), and do not use footnotes. Metric measurements must be used unless English measurements are clearly more appropriate, in which case metric equivalents must be given in parentheses. Statistical terms and other measures are to conform to *Scientific Style and Format: the CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, sixth edition. Spelling should follow the *Webster's Third International Dictionary*, and other style points should follow *The Chicago Manual of Style*, fifteenth edition. We discourage the use of acronyms in the text unless they are absolutely necessary. Pages, including tables, should be numbered at the bottom. Do not number figure pages. Manuscripts must be in English; U.S. rather than British spelling should be used. We encourage authors whose first language is not English to have a native English speaker edit the paper before submission. A cover page should include the title of the paper, a running head (a shortened version of the title of less than 40 characters), a list of 5 to 8 key words or phrases, word count (all text from Abstract through Literature Cited but not tables or figure legends), authors' addresses at the time the research was conducted and present address(es) including street address (and zip plus four if address is U.S.), and the name and complete mailing address and email of the person to whom correspondence and proofs should be sent.

Abstracts

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

Citations, Tables, and Figures

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

Additional Submittal Information

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

Policy on Duplicate Publication of Research Results

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

Page and Color-Printing Charges

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

Reviewing Page Proofs

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

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

►Instructions to Authors

►Author Style Guide

Conservation Biology Style for Authors -- updated: October 2004

Avoid another revision by adhering to the following guidelines.

Writing Style

Clarity is everything

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

Avoid jargon

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

Abbreviations, acronyms, and initializations

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

Use active voice most of the time

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

Tense

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

- Present tense: use it when you refer to previously published findings.

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

Non-native English Speakers

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

Organization: IMRAD Format

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

Title

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

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

Abstract

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

Acknowledgments

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

Grammatical Bugaboos

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

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

Multiple modifiers

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

Pronouns

Be careful, in particular, with the pronouns *this*, *these*, and *it*. If you do not provide a qualifier, it is sometimes difficult to tell to what these words refer. Example, Unclear: This program offers solutions to that problem. Clear: This computer program offers solutions to the problem of incorrect number sequencing.

References

In-text citations

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

Literature Cited section

- Spell out all journal titles in full. Titles are not italicized.
- "Submitted" papers and personal communications should not be in the Literature Cited; cite as unpublished data in the text (include full reference in parentheses in the text).
- Remove "Inc.," "Co.," etc. from reference in text and Lit. Cited: (SAS Institute 1998) not (SAS Institute, Inc. 1998).

- Conference proceedings and conference abstracts can be cited in Literature Cited only if they have a "publisher" and the location of said publisher can be provided. If not formally published, the publisher is the organization from which a copy can be obtained.

Sample citations

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

Supporting Elements (Tables, Figures, Appendices)

Number of elements

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

Appendices

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

Content

Tables and figures should be self-explanatory and should supplement (not duplicate) the text. A reader should be able to interpret tables and figures without referring to the text. This means all abbreviations and terms unique to your paper must be defined.

Common statistical notations do not need to be defined. Use the same terminology in supporting elements as you did in the text.

Citation in text

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

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

Tables

- Legends need to be informative within 1 sentence. A list of column or row headings is not informative or sufficient. Use the legend and footnotes to fully inform readers.
- Define abbreviations (in footnote) even if they are already defined in text.
- If there is only one footnote, use an asterisk (*). If there is more than one footnote, use letters (^a, ^b, ^c, .). Order footnotes alphabetically left to right and top to bottom.
- Bold type is not allowed in tables.
- Do not use grid lines on tables.
- If you have more than one table with the same data provided for, say, different species, combine the tables if you can. To set entries within a column apart from each other use indentation.
- Unless an entry is a complete sentence capitalize only the first word of the first entry in a row (exception is proper nouns) and do not use periods.
- Do not split tables into separate parts (e.g., Table 1a and Table 1b). Make separate tables or combine data under the same columns or rows.

Table Example

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

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

<>

^aSignificance level of coefficients...^bNext most parsimonious models at...**Figures**

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

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

Supply us with figures in TIFF or EPS format (at least 300 dpi; 600 dpi is better for figures with lettering). The original quality of the figure will be reflected in the quality of the TIFF or EPS file. So, before transferring to TIFF or EPS make sure the quality of the figure in the original format is very high.

We have to pass the cost of color printing on to authors: \$1400 per page.

Graphs

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

Maps

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

Numbers and Statistical Elements

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

Variables

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

Scientific names (not "Latin names")

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

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

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

Miscellaneous Style Points

- **Computer applications:** Initial cap only (i.e., Partition, ArcInfo) if the name of the program is a word. If the name is not a word, use all caps: SAS.
- **Footnotes:** Avoid footnotes in text unless footnoted material is lengthy (more than a paragraph long). Use parentheses

instead.

- No trademark symbols
- Washington, D.C. (with periods)
- Regions: (U.S.): western states; the West; Southeast Asia; U.S. statistics, but statistics from the United States

Bibliography

Day, R.A. 1998. How to write and publish a scientific paper. 5th edition. Oryx Press, Westport, Connecticut.
 Council of Biology Editors. 1994. Scientific style and format. 6th edition. University of Cambridge Press, Cambridge, United Kingdom.
 University of Chicago Press. 2003. The Chicago manual of style. University of Chicago Press, Chicago.
 Walsh, B. 2000. Lapsing into a comma. Contemporary Books, Lincolnwood, Illinois.

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