

JANAINA BARBOSA PEDROSA COSTA

**EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO SOBRE A ASSEMBLÉIA DE  
PLÂNTULAS EM UM TRECHO DA FLORESTA ATLÂNTICA  
NORDESTINA**

**RECIFE, 2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JANAINA BARBOSA PEDROSA COSTA

EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO SOBRE A ASSEMBLÉIA DE  
PLÂNTULAS EM UM TRECHO DA FLORESTA ATLÂNTICA  
NORDESTINA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcelo Tabarelli

**Co-orientadora:** Profa. Dra. Cecília P. A. Costa

**RECIFE, 2007**

JANAINA BARBOSA PEDROSA COSTA

**EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO SOBRE A ASSEMBLÉIA DE  
PLÂNTULAS EM UM TRECHO DA FLORESTA ATLÂNTICA  
NORDESTINA**

---

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tabarelli  
Departamento de Botânica – CCB – UFPE

---

1º Examinador: Profa. Dra. Inara Roberta Leal  
Departamento de Botânica – CCB – UFPE

---

2º Examinador: Profa. Dra. Carmen Sílvia Zickel  
Departamento de Biologia – Área Botânica – UFRPE

---

1º Suplente: Profa. Dra. Isabel Cristina S. Machado  
Departamento de Botânica – CCB – UFPE

---

2º Suplente: Profa. Dra. Cibele Cardoso de Castro  
Departamento de Biologia – Área Botânica – UFRPE

Simple homenagem àqueles que fizeram de Coimbra, mais que um campo de pesquisa, o fizeram de lar!

O trabalho nas Matas Nordestinas... é luta sem fim...

É uma luta contra o tempo... pois,  
O tempo que a mata é destruída é rápido e fugaz  
E o tempo que a mata se regenera é outro tempo,  
Lento demais para nós que somos tão efêmeros.

Luta-se contra o desenvolvimento desenfreado,  
Incompatível com a sustentabilidade pregada e  
Que está longe de ter algum suporte,  
Visto os nossos costumes do dia-a-dia.

Fraqueja-se! Pois toda a tecnologia disponível  
Nessa luta, desde o GPS aos Laptops,  
Não pode impedir o trabalhador de cortar a mata,  
Injusto até seria, pois não há fogão e biogás é utopia.

É difícil lutar, enquanto em uma trilha seguem os  
Que desejam deixar algum legado aos que virão,  
Mas encontram em uma trilha oposta, um pai levando  
Seus filhos à caça em uma floresta já tão vazia.

Oh, Deus dos Céus!!!!  
Olha por essas Matas,  
Ora agonizantes fadadas ao fim,  
Ora resplandcentes em majestosa beleza.

Cessa o fogo-e a lâmina  
Para que um dia seus filhos possam voltar  
E transformar o silêncio em cantoria vigorosa  
Que outrora debandavam morros afora.

Não quero mais uma floresta vazia,  
Nem as surpresas tristes e revoltantes  
Dos rastros daqueles que a destroem  
E dos restos daqueles que ainda resistiam.

Quero ver o filhotinho de Sapucaia,  
Quero ver o caroço da Urucuba,  
Quero mergulhar nas águas boas de beber  
Que só essas Matas há de ter.

Ensinaram-me como sarar e restaurá-las,  
Ensinaram-me os arrastos e os caminhos que podem frear  
Sua destruição! Mas vivo em uma Selva de Pedra e não sei  
Se o povo a qual pertencço permitirá que isso se faça verdade.

Mas são nas vidas e nos sorrisos alegres das crianças  
Dos Coimbra, que busco a esperança que me falta.  
E nas palavras cheias de sabedoria e no abraço fraterno  
De um ancião que busco a força para conseguir.



*Ao meu amado voinho, **Antônio Barbosa**, exemplo de honestidade e generosidade,  
Ao nobre amigo, **Alexandre Grillo** (in memorian), exemplo de ciência e humanidade e  
Ao professor virtuoso, **Seu Eleno** (in memorian), exemplo de cavalheirismo e humildade*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

À *P*apai do *C*éu por me confiar uma missão tão encantadora, embora árdua... Conceder-me posto na proteção do fascinante mundo das florestas... mesmo que na frente de batalha.

Ao Mestre Eleno (*in memorian*) pelos ensinamentos doados com o carinho de um pai, proporcionando-me as melhores e mais fascinantes aulas de ecologia de minha vida.

Ao grande amigo Dr. Alexandre Grillo (*in memorian*) por semear o conhecimento, a alegria ranzinza e a inquietude sócio-ambiental em todos nós, revelando o caminho por onde as mudanças são possíveis.

À minha amada família e especialmente à Voinha Ciça, pela dedicação incondicional e os sacrifícios mil em prol dos meus sonhos, mesmo que estes nos separem, o amor nos une aonde quer que eu esteja.

À Marlene Barbosa (Mainha Lene) e Marcos Antônio Barbosa (Marquinhos) pelos muitos domingos e feriados passados nos laboratórios, por estarem sempre ao meu lado, sobretudo nos momentos mais difíceis fazendo de mim uma fortaleza, até mesmo em Matas intoleráveis (obrigada por isso, Marcos!)

Ao Prof. Dr. Marcelo Tabarelli, cujos agradecimentos são impossíveis de serem expressos, pela orientação, credibilidade, amizade e pelos inúmeros desafios que me fizeram crescer.

À Profa. Dra. Cecília Costa, pela co-orientação, imensa ajuda e aconselhamentos, ainda que em momentos inusitados, pela amizade sincera e os instantes de extrema paz.

Ao povo simples e acolhedor dos Coimbra e de Ibatiguara, pelo enorme respeito, admiração e carinho, pelos ensinamentos de vida que jamais serão esquecidos, assim como os sorrisos e a alegria de suas crianças. São pessoas realmente especiais, como Seu Dudé e Dona Maria que muito ensinaram aos 'doutores' sem ao menos terem visitados os bancos escolares.

Aos colegas de trabalho e peripécias, Severino Rodrigo Pinto (Biu) e Wanessa Almeida, pelo companheirismo e amizade em todos os momentos

Ao motorista e amigo Sr. Gilcean Jones (Gil), pela ajuda ao longo de todo o trabalho, pelas deliciosas comidas e grandes salvamentos.

Ao grande taxonomista e amigo Dr. Marcondes Oliveira, pelos dias imersos às plântulas, as vigorosas discussões sistemáticas e pelas identificações das morfoespécies.

À admirável Úrsula Andres, pela amizade ilimitada em todos os momentos, alegres, tristes e estressantes vividos juntas e pelos constantes exemplos de força e perseverança.

Ao Prof. Dr. André Santos e Mateus Dantas, por toda a desmesurada ajuda nas métricas dos remanescentes, pelos inúmeros mapas, *grids* e extensões no ArcView, os quais possibilitaram a execução desse trabalho, além das discussões em nível de paisagem.

Aos meus eternos padrinhos científicos, amigos que me socorreram, ensinaram e puxaram a orelha sempre que precisei, mesmo estando do outro lado do mundo... Msc. Felipe Melo (Camarão), Msc. Paulo Sávio Damásio (Paulinho) e Msc. Bráulio Santos (Brai), este que se fez meu irmão e cuja grandeza de espírito me serve de exemplo, indicando-me os melhores caminhos desde o meu primeiro dia na Mata dos Coimbra.

Aos notáveis amigos que foram de fundamental importância nesse trabalho e nessa fase de minha vida, Ana Gabriela Bieber (Gabi), Adaíses Maciel (Íses), Lisi Damaris Alvarenga, Juliana Oliveira (Ju), Juliano Cabral, Rodrigo Purificação, Patrícia Cara (Paty Love), Tia Eneide Cara, Edvaldo Florentino e Úrsula Costa.

Ao amigo Sebastian Tobias, por me apresentar as mágicas do Excel e do EndNote, pela extrema paciência em atender os meus inúmeros pedidos, além das boas conversas e do chocolate alemão.

Aos amigos de Serra Grande, do Laboratório de Ecologia Vegetal e do Baracho, cuja lista de nomes é imensa, por todos os momentos que passamos juntos, pela grande ajuda, incentivo, carinho, alegria e amizade, proporcionando leveza a essa jornada, fosse com lágrimas ou risadas.

À minha prima querida Vanessa Barbosa (minha primeira ‘estagiária’), pelas incontáveis exsiccatas de plântulas até o delicioso cafezinho.

Aos muitos amigos do PPGBV, em especial: Adaíses Maciel (Íses), Carlos Eduardo Silva (Lula), Juliana Oliveira, Karina Linhares, Lisi Damaris Alvarenga, Márcio Rufino, Marcos Vinícius Meiado, Maria de Fátima Lucena, Sandra Freitas, Shirley Silva, Oswaldo Neto, Severino Rodrigo Pinto (Biu) e Úrsula Costa (Ursa), pelos bons momentos e as divertidas conversas na copa.

Às Professoras Dra. Marlene Barbosa e Dra. Kátia Pôrto pela disponibilização dos estereomicroscópios e pelo gentil acolhimento, no herbário, na sala de preparação e no laboratório de briófitas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, especialmente aos professores titulares e visitantes que contribuíram de forma enriquecedora ao longo desses dois anos e aos coordenadores, pela dedicação e atenção em todo o tempo do curso.

À Hildebrando e Patrícia por toda assistência, atenção e empenho dedicados ao corpo discente, tornando nossa caminhada mais fácil e nossos objetivos mais próximos.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado ao longo de dois anos, sem a qual seria impossível a realização desse trabalho.

À Conservação Internacional do Brasil, ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan) e a Fundação O Boticário de Proteção à Natureza pelo financiamento deste trabalho, entre muitos outros dedicados a Conservação da Biodiversidade.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.



## ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	ix
INTRODUÇÃO.....	01
REVISÃO DE LITERATURA.....	03
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
MANUSCRITO.....	17
Abstract.....	19
Resumo.....	20
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	23
Área de estudo.....	23
Delineamento experimental.....	24
Atributos da assembléia de plântulas.....	24
Análise dos Dados.....	25
Resultados.....	25
Discussão e Conclusões.....	27
Agradecimentos.....	30
Referências Bibliográficas.....	30
Legenda de figuras.....	38
Legenda de tabelas.....	46
CONCLUSÕES.....	57
RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	59
ANEXOS.....	60

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1</b> Localização da área de estudo em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.....	39
<b>Figura 2</b> Mosaico de 120 fotografias aéreas (obtidas em 07/12/2002) dos remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil. Em azul (A) – O remanescente controle (Coimbra) e em verde (B) os dez remanescentes menores (1– Aquidabã 2; 2– Aquidabã 1; 3– Ibateguara; 4– Alto Guzerá; 5– Valparaíso; 6– Oriental 1; 7– Encanamento; 8 – Usina; 9 – Mata dos Pintos; 10 – Oriental) utilizados para este estudo.....	40
<b>Figura 3</b> Relação entre o número de plântulas (log10) e a distância da borda (0–50m, 50–100m e > 100m), por categorias de percentual de área nuclear (0-14%, 28-38%, 46-59% e 78%) dos remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.....	41
<b>Figura 4</b> Relação entre o número de plântulas (log10) e a distância da borda (0–50m, 50–100m e > 100m), por ambientes (remanescentes menores e controle) em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.....	42
<b>Figura 5</b> Relação entre o número de espécies (raiz quadrada) e a distância da borda (0–50m, 50– 100m e > 100m), por categorias de percentual de área nuclear (0-14%, 28-38%, 46-59% e 78%) dos remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.....	43
<b>Figura 6</b> Relação entre o número de espécies (raiz quadrada) e a distância da borda (0–50m, 50– 100m e > 100m), por ambientes (remanescentes menores e controle) em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.....	44

<b>Figura 7</b>	Curva de acumulação de espécies (média $\pm$ 95% limite de confiança) para plântulas amostradas em dois ambientes (remanescentes menores e controle) em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil ( $n = 150$ parcelas de 1 m <sup>2</sup> por ambiente).....	45
-----------------	---	----

## LISTA DE TABELAS

	<b>Páginas</b>	
<b>Tabela 1</b>	Área, proporção de área nuclear, abundância e riqueza de plântulas (média $\pm$ desvio padrão) de remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina. A = Remanescente Controle (em azul na figura 2) e B (1-10) = Os Remanescentes Menores (em verde na figura 2).....	47
<b>Tabela 2</b>	Lista de espécies identificadas da assembléia de plântulas e suas respectivas abundâncias por categorias de remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina.....	48
<b>Tabela 3</b>	Resultados dos testes ANOVA fatoriais comparando atributos da assembléia de plântulas com a distância da borda e a porcentagem de área nuclear ou ambiente de remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina....	56

## INTRODUÇÃO

As florestas tropicais abrigam a maior proporção da biodiversidade do globo, mas são historicamente alvos das perturbações em massa causadas pelo homem (Moore 1998; Primack e Rodrigues 2001; Whitmore 1990). Na floresta Atlântica brasileira, por exemplo, a perda do patrimônio biológico foi iniciada com a ocupação do Brasil pelos europeus no começo do século XVI, principiando o desmatamento e a exploração dos recursos florestais, atingiu seu apogeu na segunda metade do século XX, estendendo-se até os dias atuais (Castro 2002; Coimbra-Filho e Câmara 1996). Como consequência, hoje restam apenas cerca 7% da sua extensão original, o equivalente a 98.000 km<sup>2</sup> de remanescentes florestais, os quais ainda se encontram sob forte pressão antrópica e com várias espécies ameaçadas de extinção (Morellato e Haddad 2000). Assim, a floresta Atlântica brasileira, por ser uma das mais ricas do mundo e conter uma alta diversidade biológica em tão pouca área remanescente, foi considerada um dos quatro ecossistemas terrestres mais ricos e ameaçados do planeta (Myers et al. 2000).

Ações eficientes em prol da conservação se fazem necessárias no intuito de frear a deterioração da floresta Atlântica (Pôrto et al. 2006; Silva e Tabarelli 2000; Tabarelli e Gascon 2005), principalmente quando se trata da floresta Atlântica nordestina, ou seja, todas as florestas localizadas ao norte do Rio São Francisco. Nesta região, a situação de degradação florestal é pior e especialmente grave (Tabarelli et al. 2006a, b). Em consequência da exploração secular dos seus recursos florestais, tendo como principal agente causador a cultura canavieira (Coimbra-Filho e Câmara 1996; Kempton 1979). Comparada com os outros setores da floresta Atlântica é a mais desmatada e a menos protegida, seus remanescentes somam não mais que 2% de área original, sendo dispersos em centenas de pequenos fragmentos florestais isolados e continuamente perturbados por atividades antrópicas (Ranta et al. 1998; Siqueira Filho e Leme 2006; Tabarelli et al. 2004).

A floresta Atlântica Nordeste, por estar extremamente fragmentada, encontra-se suscetível a inúmeras alterações físicas e biológicas (Tabarelli et al. 2006b). Essa fragmentação gera consequências ecológicas extremamente importantes, pois reduz área e habitats de floresta, isola fragmentos e cria bordas, levando à extinção de espécies (Brooks et al. 2002; Fahrig 2003). As bordas apresentam características particulares, cujo microclima hostil acelera a dinâmica da vegetação e aumenta a mortalidade e o crescimento de plantas, modificando a estrutura e a composição de comunidades vegetais (Laurance et al. 1998; Oliveira et al. 2004). Em comunidades arbóreas, os efeitos da fragmentação limitam a

disponibilidade de propágulos e a abundância e diversidade de plântulas (Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003a, b; Bruna 1999; Melo et al. 2006; Sizer e Tanner 1999).

Estudos demonstram que a abundância de plântulas é reduzida nas bordas dos remanescentes, assim como há uma menor abundância e riqueza plântulas em fragmentos de menores tamanhos (Benítez-Malvido 1998; Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003a), os quais possuem uma maior proporção de áreas de bordas (Metzger 2003). Diante desse contexto, a presente dissertação teve como objetivo principal investigar alguns efeitos da fragmentação sobre a assembléia de plântulas de remanescentes da Floresta Atlântica Nordeste, que resultou em um artigo referente à variação da riqueza e abundância de plântulas em relação à distância da borda e a proporção de área nuclear dos remanescentes.

## REVISÃO DE LITERATURA

### *A fragmentação florestal*

A destruição das florestas tropicais tornou-se sinônimo de perda de espécies. Atualmente, perde-se cerca de 180.000 km<sup>2</sup> de superfície de floresta tropical por ano, sendo 80.000 km<sup>2</sup> totalmente destruídos e 100.000 km<sup>2</sup> degradados a tal ponto que a composição de espécies e os processos dos ecossistemas são altamente modificados (Primack e Rodrigues 2001). Assim, a fragmentação e seus efeitos sobre a biota da floresta se tornaram um dos principais enfoques nos estudos de conservação biológica (Bierregaard et al. 2001; Laurence e Bierregaard 1997; Pôrto et al. 2006; Primack e Rodrigues 2001; Tabarelli e Gascon 2005). Através da fragmentação, as florestas são repartidas em dois ou mais remanescentes de menores extensões e convertidas a porções isoladas em meio a uma matriz diferente do habitat original (Fahrig 2003; Wilcove et al. 1986). Essa situação, devido à semelhança com um arquipélago de ilhas oceânicas, passou a ser analisada e tratada de acordo com o modelo de “Biogeografia de Ilhas”, proposta por MacArthur e Wilson (1967).

A teoria da Biogeografia de Ilhas prediz que o grau de isolamento e o tamanho das ilhas em relação ao continente determinam o número de espécies na ilha (MacArthur e Wilson 1967). Assim, quanto menores e mais distantes do continente, menos espécies as ilhas comportariam. Esta teoria se tornou o primeiro aparato científico para ajudar a compreender a problemática da dinâmica biológica em fragmentos florestais. Embora alguns estudos tenham corroborado a relação espécie-área em remanescentes florestais, evidenciando a perda de espécies em decorrência da perda de área (Hill e Curran 2001; Lawes et al. 2005; Turner e Corlett 1996), a teoria da biogeografia de ilhas não pôde ser aplicada à dinâmica de outras paisagens fragmentadas, revelando que fatores distintos também são responsáveis pela perda de espécies, como por exemplo, a heterogeneidade ambiental de um fragmento (Bierregaard et al. 1992; Simberloff e Abele 1992). Outro fato distinto da teoria original de MacArthur e Wilson é o tipo de matriz das áreas continentais (Antongiovanni e Metzger 2005; Mesquita et al. 1999). Diferente dos ecossistemas aquáticos, esta pode ser permeável ao fluxo de espécies, bem como algumas de suas espécies podem invadir a área florestada (Fine 2002). Além disso, tal matriz pode influenciar diretamente a dinâmica florestal, como constatado por Mesquita e colaboradores (1999) ao detectarem que há uma menor mortalidade de árvores em fragmentos florestais cercados por espécies de *Vismia* spp. e *Cecropia* spp. do que em fragmentos rodeados por pastos.

A perda de área altera a riqueza e a abundância de algumas espécies, podendo excluir espécies raras e populações distribuídas em porções restritas da floresta (Condit et al. 2000; Turner 1996). Portanto, a redução da área já seria suficiente para que espécies com grandes requerimentos espaciais fossem perdidas, como os mamíferos de grande porte (Bierregaard et al. 2001; Laurence e Bierregaard 1997). No entanto a redução de área também promove a perda habitats. Segundo Fahrig (2003), a perda de habitats apresenta efeitos consistentemente negativos sobre a diversidade biológica, causando extinções locais e interrompendo padrões e processos ecológicos (Brooks et al. 2002; Laurance et al. 2002). Por exemplo, a drástica redução das populações de polinizadores e dispersores de sementes em remanescentes florestais podem interromper os processos reprodutivos de algumas espécies (Chapman et al. 2003; Ghazoul e McLeish 2001; Hamilton 1999) tornando, como sugeriu Janzen (1986), grandes árvores em “morto-vivos”, com grande longevidade mas funcionalmente extintas.

Segundo a revisão de Fahrig (2003) a fragmentação se decompõem em dois principais aspectos, a (1) fragmentação propriamente dita, ou seja, a quebra da floresta contínua em fragmentos e a (2) perda de habitats, supracitada, a qual atribuiu a principal consequência negativa da fragmentação, seguida pelo efeito de borda. A criação de bordas é uma consequência inevitável da fragmentação florestal e seu drástico aumento leva à gradual perda de diversidade devido a alterações abióticas e bióticas fazendo com que remanescentes florestais não comportem a mesma diversidade que habitats contínuos (Kapos 1989; Laurence e Bierregaard 1997; Murcia 1995).

Segundo Murcia (1995), o efeito de borda pode ser dividido em três tipos: (a) efeitos abióticos, englobando modificações das condições microclimáticas na zona de transição entre a floresta e a uma matriz estruturalmente dissimilar; (2) efeitos biológicos diretos, envolvendo alterações na abundância e na distribuição de espécies, decorrentes da mudanças físicas na borda e da tolerância fisiológica das espécies a esse estresse; (3) efeitos biológicos indiretos, que abrangem alterações nas interações entre as espécies, tais como predação, parasitismo, competição, herbivoria, polinização e dispersão de sementes por vetores bióticos. Após 10 anos, Harper e colaboradores (2005), propuseram o termo “influência da borda” como sinônimo dos “efeitos de borda”, referindo-se ao efeito dos processos (abióticos e bióticos) na borda que levam a diferença na composição, estrutura ou função próximas as bordas, quando comparadas com o ecossistema ao lado. Além de inferir a distância de influência da borda, os autores também classificam a influência da borda quanto à sua magnitude, calculada com base em um determinado parâmetro mensurado na borda e no interior. Deste modo o efeito pode

percorrer o gradiente de forma abrupta e curta (magnitude grande, distância pequena) ou de forma branda e longa (magnitude pequena, distância grande).

O microambiente em uma borda florestal é muito diferente daquele do interior da floresta. Nas bordas, a penetração da luz e a velocidade do vento são mais elevados, provocando acentuado aumento de temperatura, redução de umidade e intensificação da turbulência do ar (Camargo e Kapos 1995; Kapos 1989). Esses fatores geram o aumento na mortalidade e tombamento das árvores, propiciando a formação de clareiras na área de transição, agravando ainda mais os efeitos microclimáticos negativos (Kapos et al. 1997; Laurance et al. 2000; Laurance et al. 1998; Laurance et al. 2001b). A alta luminosidade lateral da borda favorece a proliferação de vegetação herbácea invasora, cipós e lianas, as quais são particularmente prejudiciais por competirem com as árvores por luz, água e nutrientes e por provocarem a quebra de galhos e mesmo a queda de árvores (Laurance et al. 2001a; Laurance e Bierregaard 1997). As plantas que sobrevivem perdem mais folhas por causa do estresse fisiológico, resultando em uma maior deposição de serapilheira, que por sua vez, pode dificultar a germinação de sementes e conseqüentemente o recrutamento de plântulas (Bruna 1999). Os estudos citados anteriormente demonstram que a vegetação de fragmentos muito pequenos pode ser completamente descaracterizada ecologicamente devido a maior proporção de áreas de bordas e sua influência. Esta, entretanto, também varia de acordo com o grupo de organismos estudados, podendo atingir até 500m para o interior da floresta, porém é mais evidente nos primeiros 100 m e crítica até os 60m (ver síntese, Laurance et al. 2002).

Embora alguns organismos não sejam afetados pelos efeitos da fragmentação, como as abelhas euglossinas e morcegos (Bernard e Fenton 2007; Tonhasca et al. 2002), ou possam mesmo ser favorecidos por estas condições adversas, como plantas invasoras e lianas (Fine 2002; Laurance et al. 2001a), a abundância de diversos grupos é significativamente reduzida em fragmentos e nos seus habitats de borda, já que muitas dessas espécies são sensíveis à estrutura da vegetação e ao seu microclima (Bierregaard et al. 2001). Além disso, áreas de floresta pequenas e isoladas são mais acessíveis a pessoas e, portanto, mais vulneráveis a ações predatórias como caça, desmatamento, invasão de gado e queimadas, que atuam de forma sinérgica com os efeitos da fragmentação contribuindo para perda de espécies (Laurance e Gascon 1997; Silva e Tabarelli 2000; Tabarelli et al. 2004). Muitas das avaliações sobre as conseqüências da fragmentação e a qualidade ecológica dos fragmentos aqui explanados, foram executadas pelo pioneiro Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), que já com mais de 450 publicações sobre o tema, cujos principais resultados foram compilados por Laurance, Bierregaard e colaboradores (2001; 2002; 1997).



## *A fragmentação florestal sobre plântulas*

Os efeitos negativos da fragmentação sobre a comunidade de árvores vêm sendo vastamente estudados em florestas fragmentadas (Laurance et al. 2002) e embora suas conseqüências sobre a assembléia de plântulas fossem inevitavelmente esperadas, havia poucos trabalhos até J. Benítez-Malvido iniciar seus estudos nas reservas experimentais do PDBFF (Bierregaard et al. 2001). A autora demonstrou que processos ecológicos associados com o estabelecimento de plântulas estavam sendo alterados, o que implicaria em sérias implicações a regeneração florestal (Benítez-Malvido 2001; Bierregaard et al. 2001)

As populações vegetais mais afetadas pela fragmentação, são as de espécies arbóreas, principalmente em seus estádios iniciais de desenvolvimento (Benítez-Malvido 1998; Laurance et al. 1998; Melo et al. 2006). Os efeitos da fragmentação promovem substanciais reduções sobre a abundância, riqueza e composição da assembléia de plântulas (Benítez-Malvido 1998; Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003b; Chapman et al. 2003; Lawes et al. 2005; Meiners et al. 2000; Scariot 2001; Sizer e Tanner 1999; Wright e Duber 2001). O recrutamento de plântulas em remanescentes é reduzido principalmente pelas condições desfavoráveis na borda, como a (1) dessecação do habitat, (2) danos causados pelo acúmulo de serapilheira e queda de árvores, (3) competição com lianas e espécies ruderais e (4) diferenças nas taxas de herbivoria (Benítez-Malvido 1998; Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003b; Bruna 1999; Cadenasso e Pickett 2000; Kapos 1989; Meiners et al. 2000; Melo et al. 2007; Scariot 2001; Sizer e Tanner 1999; Tabarelli et al. 1999; Terborgh et al. 1993).

Por outro lado, dependendo do tipo e idade da borda estudada, é possível que as plântulas não sofram influência da borda (Harper et al. 2005). Lawes e colaboradores (2005), por exemplo, não detectaram influência da borda em remanescentes florestais antigos na África e atribuíram seus resultados às condições microclimáticas e ecológicas estáveis nas bordas estudadas. No entanto, os autores mostraram que o efeito da área ainda interfere na abundância e riqueza de plântulas, corroborando o estudo de Benítez-Malvido (1998) na Amazônia, que descreve um decréscimo na abundância de plântulas em pequenos fragmentos. Ademais, estudos realizados por Benítez-Malvido e Martínez-Ramos (1998; 2003a; 2003b) ressaltam que o efeito de borda é mais importante na determinação da abundância de plântulas do que o efeito da área.

Além disso, interrupções nas interações planta-animal e a limitação na disponibilidade de propágulos de árvores, pela ausência de árvores adultas ou animais dispersores de sementes, também afetam diretamente a assembléia de plântulas, podendo prolongar os

efeitos deletérios das bordas até em remanescentes mais antigos e com bordas já estabilizadas (Clarck et al. 1999; Cordeiro e Howe 2001; Laurence e Bierregaard 1997; Melo et al. 2006; Nathan e Muller-Landau 2000; Pizo e Simão 2001). Assim, esses fatores associados à competição com as espécies pioneiras, favorecidas em habitats de bordas e nos pequenos fragmentos, levam algumas espécies raras e de floresta madura, principalmente as tolerantes à sombra a desaparecer nesses ambientes (Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003a, b). O mesmo acontece com plântulas arbóreas dispersas por animais (especialmente as com grandes sementes), as quais também acabam se restringindo ao interior desses remanescentes (Cordeiro e Howe 2001; Melo et al. 2007). Portanto, estudos voltados ao estabelecimento de plântulas são essenciais para compreensão da dinâmica florestal e manutenção da diversidade de plantas em remanescentes florestais (Bierregaard et al. 2001)

## *A Floresta Atlântica*

A Floresta Atlântica é a segunda maior porção de floresta na região neotropical, outrora cobrindo uma faixa contínua de terra ao longo da costa Atlântica brasileira e porções do Paraguai e da Argentina (Galindo-Leal e Câmara 2003). A Floresta Atlântica Brasileira é uma das mais ricas do mundo, superando alguns setores da floresta Amazônica (Coimbra-Filho e Câmara 1996). Entretanto, essa riqueza vem sendo historicamente ameaçada e eliminada devido ao estabelecimento contínuo há cinco séculos de ciclos econômicos exploratórios. O primeiro deles, a extração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), foi seguido de grandes impactos provenientes da expansão agrícola da cana-de-açúcar, do cacau, do café, da banana, dentre outros (Coimbra-Filho e Câmara 1996). Atualmente é uma das 25 prioridades mundiais para a conservação da diversidade biológica mundial, considerada um *hotspot* da biodiversidade<sup>1</sup>, abrigando 8.567 espécies endêmicas entre 21.361 espécies de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Galindo-Leal e Câmara 2003; Myers et al. 2000).

No contexto histórico da ocupação dessa área extremamente rica em recursos naturais, desde a colonização a degradação foi condicionada, ora por ser fonte de matéria-prima, ora como “barreira” a ser eliminada para outros usos do solo, chegando a ser prejudicada pela sua própria condição de exuberância e raridade, por usos imobiliários e turísticos desestruturados (Pavan-Fruehauf 2000). Esse histórico levou a atual redução de 10% da área original da

---

<sup>1</sup> Áreas que abrigam mais de 60% das espécies terrestres do planeta, mas que representam apenas 1,4% da superfície terrestre.

Floresta Atlântica e este número continua a diminuir (Tonhasca 2005). É como mencionou José Bonifácio em 1823: “A natureza faz tudo a nosso favor, nós, porém, pouco ou nada temos feito a favor da natureza (...) Nossas preciosas matas vão desaparecendo, vítimas do fogo e do machado destruidor, da ignorância e do egoísmo. Nossos montes e encostas vão se escalvando diariamente, e com o andar do tempo faltarão as chuvas fecundantes que favoreçam a vegetação e alimentem nossas fontes e rios, sem que o nosso belo Brasil, em menos de dois séculos, ficará reduzido aos paramos e desertos da Líbia. Virá então este dia (dia terrível e fatal), em que a ultrajada natureza se ache vingada de tantos erros cometidos” (apud Tonhasca 2005). Apesar de antigas, as palavras de José Bonifácio se mostram extremamente atuais, entretanto com o intuito de evitar que estas se tornem realidade, diretrizes e metas estão sendo estabelecidas (Tabarelli e Gascon 2005) e diversos estudos com base na restauração de ecossistemas florestais estão sendo realizados (Alvarez-Aquino et al. 2004; Doust et al. 2006; Martínez-Garza e Howe 2003; Parker 1997), com destacados trabalhos para a Floresta Atlântica Brasileira (Kageyama et al. 2003).

### *A Floresta Atlântica Nordestina*

Embora praticamente toda costa brasileira tenha sido ocupada pela colonização européia foi no Nordeste do Brasil que a Floresta Atlântica foi mais rapidamente degradada. Dois ciclos econômicos foram fundamentais neste processo: o do pau-brasil e o da cana-de-açúcar, o qual se estende até os dias atuais (Coimbra-Filho e Câmara 1996; Ranta et al. 1998). A floresta Atlântica Nordestina é aqui considerada apenas as porções de floresta situadas entre Alagoas e Rio Grande do Norte, mas os encraves no Ceará, denominada de Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco, que corresponde ao Centro de Endemismo Pernambuco (Pôrto et al. 2006).

Atualmente, poucos trechos da floresta ao norte do São Francisco possuem características originais, visto que o bloco florestal foi reduzido a arquipélagos de pequenos fragmentos florestais (Silva e Tabarelli 2000; Tabarelli et al. 2006b). O que restou de mais semelhante à Mata Atlântica original de Pernambuco e Alagoas, por exemplo, são alguns tratos de floresta ombrófila densa e de floresta estacional semidecidual em áreas montanhosas, onde a maior declividade e o difícil acesso dificultam a retirada de madeiras nobres (Siqueira Filho e Leme 2006). Raríssimas são algumas árvores como o oiti-coró (*Couepia rufa*, Chrysobanalaceae), cujos frutos são apreciadíssimos pela fauna e pelo povo local, a urucuba (*Virola gardneri*, Myristicaceae), o pau mais linheiro da mata e os prijuís (*Pouteria* sp.,

Sapotaceae), que cortados nunca rebrotam (Siqueira Filho e Leme 2006). Como consequência, essa floresta foi identificada como uma das regiões do planeta onde os esforços de conservação são mais urgentes a fim de se evitar extinção global de espécies a curto prazo, podendo ser considerada um *hotspot* dentro de um dos mais importantes *hotspots*, a Floresta Atlântica brasileira (Tabarelli et al. 2006a, b).

Segundo Tabarelli e colaboradores (2004), diversos fatores antrópicos de degradação podem potencializar os efeitos de fragmentação, tais como o corte seletivo de madeira, incêndios florestais e a caça furtiva. Apesar de uma fauna gravemente desfalcada e da falsa idéia de pobreza, a biota nordestina é razoavelmente rica, ainda que pouco investigada e, portanto, pouco conhecida (Siqueira Filho e Leme 2006). Podem ser encontrados nos ambientes o ouriço-cacheiro (*Coendou prehensilis*), um roedor arborícola e frugívoro e o lagarto sinimbu (*Iguana iguana*), réptil arborícola e herbívoro, mas estes animais são muito procurados pelos caçadores, por possuírem carne apreciada (Coimbra-Filho et al. 2006). A caça e perda da floresta já levaram à extinção na natureza, aves de grande porte como o mutum-do-nordeste (*Mitu mitu*), nessa região onde ainda se descobre novas espécies, mas já ameaçadas de extinção (Coimbra-Filho et al. 2006).

Os fragmentos dessa região apresentam tamanhos e formas muito variável e estão em sua maioria mergulhados em uma matriz de cana-de-açúcar, que é anualmente queimada para diminuir os custos da colheita (Grillo et al. 2006). Alguns estudos têm detectado em Coimbra, o remanescente mais bem conservado da Floresta Atlântica Nordeste, efeitos negativos da fragmentação florestal sobre a sobrevivência e composição de árvores e a abundância e riqueza da chuva de sementes e da assembléia de plântulas (Grillo 2005; Melo et al. 2006; Melo et al. 2007; Oliveira et al. 2004; Pimentel e Tabarelli 2004; Santos 2005). Grande parte deles descreve a homogeneização biológica sofrida pelos fragmentos e suas consequências para a manutenção da diversidade de árvores em longo prazo. Entretanto, faltam informações sobre como a amplitude do efeito de borda e a quantidade de área nuclear desses fragmentos florestais podem modificar a riqueza e a abundância da assembléia de plântulas. Portanto, o entendimento de como este grupo responde aos efeitos da fragmentação e quais são suas implicações para a dinâmica biológica dos fragmentos nordestinos são de fundamental importância para a conservação e restauração biológica do ecossistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez-Aquino, C., Willians-Linera, G., Newton, A.C., 2004. Experimental Native Tree Seedling Establishment for the Restoration of a Mexican Cloud Forest. *Restoration Ecology* 12, 412-418.
- Antongiovanni, M., Metzger, J.P., 2005. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 122, 441-451.
- Benítez-Malvido, J., 1998. Impact of forest fragmentation on seedlings abundance in a tropical rain Forest. *Conservation Biology* 12, 380-389.
- Benítez-Malvido, J., 2001. Regeneration in Tropical Rainforest Fragments, In *Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest*. eds R.O.J. Bierregaard, C. Gascon, T.E. Lovejoy, R. Mesquita, pp. 136-145. Yale University Press, New Haven.
- Benítez-Malvido, J., Martínez-Ramos, M., 2003a. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. *Conservation Biology* 17, 389-400.
- Benítez-Malvido, J., Martínez-Ramos, M., 2003b. Influence of Edge exposure on Tree Seedling Species Recruitment in Tropical Rain Forest Fragments. *Biotropica* 35, 530-541.
- Bernard, E., Fenton, M.B., 2007. Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brasil. *Biological Conservation* 134, 332-343.
- Bierregaard, R.O.J., Gascon, C., Lovejoy, T.E., Mesquita, R., 2001. *Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press, New Haven.
- Bierregaard, R.O.J., Laurance, W.F., Gascon, C., Benítez-Malvido, J., Fearnside, P.M., Fonseca, C.R., Ganade, G., Malcolm, J., Martins, M.B., Mori, S., Oliveira, M., Rankin-de-Mérona, J., Scariot, A., Spironello, W., Williamson, B., 2001. Principles of forest fragmentation and conservation in the Amazon, In *Lessons from Amazon: the ecology and conservation of a fragmented forest*. eds R.O. Bierregaard Jr., C. Gascon, T.E. Lovejoy, R. Mesquita, pp. 335-345. Yale University Press, New Haven.
- Bierregaard, R.O.J., Lovejoy, T., Kapos, V., Santos, A.d., Hutchings, R., 1992. The biological dynamics of tropical rain forest fragments. *BioScience* 42, 859-866.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Willian R. Konstant, Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G., Hilton-Taylor, G., 2002. Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity. *Conservation Biology* 16, 909-923.
- Bruna, E.M., 1999. Seed germination in rainforest fragments. *Nature* 402, 139.

- Cadenasso, M.L., Pickett, S.T.A., 2000. Linking forest edge structure to edge function: mediation of herbivore damage. *Ecology* 88, 31-44.
- Camargo, J.L.C., Kapos, V., 1995. Complex Edge Effects on Soil Moisture and Microclimate in Central Amazonian Forest. *Journal of Tropical Ecology* 11, 205-221.
- Castro, C.F.A., 2002. Gestão Florestal no Brasil Colônia, In Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.
- Chapman, C.A., Chapman, L.J., Vulinec, K., Zanne, A., Lawes, M.J., 2003. Fragmentation and Alteration of Seed Dispersal Processes: An Initial Evaluation of Dung Beetles, Seed Fate, and Seedling Diversity. *Biotropica* 35, 382-393.
- Clarck, J.S., Beckage, B., Cammil, P., Cleveland, B., HilleRisLambers, J., Lichter, J., McLachlan, J., Mohan, J., Wyckoff, P., 1999. Interpreting recruitment limitation in forests. *American Journal of Botany* 86, 1-16.
- Coimbra-Filho, A.F., Câmara, I.G., 1996. Os Limites Originais do Bioma Mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil. Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN), Rio de Janeiro.
- Coimbra-Filho, A.F., José Alves de, S.F., Leme, E.M.C., 2006. A fauna de fragmentos de Mata Atlântica no Nordeste, In Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste - Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias. eds S.F. José Alves de, E.M.C. Leme, pp. 132-157. Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro.
- Condit, R., Ashton, P.S., Baker, P., Bunyavejchewin, S., Gunatilleke, S., Gunatilleke, N., Hubbell, S.P., Foster, R.B., Itoh, A., LaFrankie, J.V., Lee, H.S., Losos, E., Manokaran, N., Sukumar, R., Yamakura, T., 2000. Spatial Patterns in the Distribution of Tropical Tree Species. *Science* 288, 1474-1418.
- Cordeiro, N.J., Howe, H.F., 2001. Low Recruitment of Trees Dispersed by Animals in African Forest Fragments. *Conservation Biology* 15, 1773-1741.
- Doust, S.J., Erkin, P.D., Lamb, D., 2006. Direct seedling to restore rainforest species: Microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. *Forest Ecology and Management* 234, 333-343.
- Fahrig, L., 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematic* 34, 487-515.
- Fine, P.V.A., 2002. The invasibility of tropical forests by exotic plants. *Journal of Tropical Ecology* 18, 687-705.

- Galindo-Leal, C., Câmara, I.G., 2003. Atlantic forest hotspots status: an overview, In *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. eds C. Galindo-Leal, I.G. Câmara, pp. 3-11. CABS & Island Press, Washington.
- Ghazoul, J., McLeish, M., 2001. Reproductive ecology of tropical forest trees in logged and fragmented habitats in Thailand and Costa Rica. *Plant Ecology* 153, 335-345.
- Grillo, A., Oliveira, M.A., Tabarelli, M., 2006. Árvores, In *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. eds M. Tabarelli, J.S. Almeida-Cortez, K.C. Pôrto, pp. 191-216. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Grillo, A.A.S., 2005. As Implicações da Fragmentação e da Perda de Habitats Sobre a Assembléia de Árvores na Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco, p. 186. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Hamilton, M.B., 1999. Tropical tree gene flow and seed dispersal. *Nature* 401, 129-130.
- Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brosnahan, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Esseen, P.-A., 2005. Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. *Conservation Biology* 19, 768-782.
- Hill, J.L., Curran, P.J., 2001. Species composition in fragmented forest: conservation implications of changing forest area. *Applied Geography* 21, 157-174.
- Janzen, D.H., 1986. The future of tropical biology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17, 305-324.
- Kageyama, P.Y., Oliveira, R.E.d., Moraes, L.F.D.d., Engel, V.L., Gandara, F.B., 2003. *Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais-FEAP, Botucatu.
- Kapos, V., 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5, 173-185.
- Kapos, V., Wandelli, E., Camargo, J.L., Ganade, G., 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia, In *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. eds W.F. Laurance, R.O. Bierregaard Jr., pp. 33-44. University of Chicago Press, Chicago.
- Kempton, E.W., 1979. *A face cambiante do nordeste do Brasil*. APEC Editora SA/Banco do Nordeste do Brasil, Rio de Janeiro.
- Laurance, W.F., Delamônica, P., Laurence, S.G., Vasconcelos, H.L., Lovejoy, T.E., 2000. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* 404, 836.

- Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Merona, J.M.R.-D., Laurance, S.G., Hutchings, R.W., Lovejoy, T.E., 1998. Effects of Forest Fragmentation on Recruitment Patterns in Amazonian Tree Communities. *Conservation Biology* 12, 460-464.
- Laurance, W.F., Gascon, C., 1997. How to Creativaly Fragment a Landscape. *Conservation Biology* 11, 577-579.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard Jr., R.O., Laurence, S.G., Sampaio, E., 2002. Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. *Conservation Biology* 16, 605-618.
- Laurance, W.F., Pérez-Salicrup, D., Delamônica, P., Fearnside, P.M., Angelo, S.D., Jerzolinske, A., Pohl, L., Lovejoy, T.E., 2001a. Rain Forest Fragmentation and the Structure of Amazonian Liana Communities. *Ecology* 82, 105-116.
- Laurance, W.F., Williamson, G.B., Delamônica, P., Oliveira, A., Lovejoy, T.E., Gascon, C., Pohl, L., 2001b. Effects of a strong drought on Amazonian forest fragments and edges. *Journal of Tropical Ecology* 17, 771-785.
- Laurence, W.F., Bierregaard, J.R.O., 1997. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago & London.
- Lawes, M.J., Lamb, B.C.C., Boudreau, S., 2005. Area-but no edge effect on wood seedling abundance and species richness in old Afromontane forest fragments. *Vegetation Science* 16, 363-372.
- MacArthur, R.H., Wilson, E.O., 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Martínez-Garza, C., Howe, H.F., 2003. Restoring tropical diversity: beating the time tax on species loss. *Journal of Applied Ecology* 40, 423-429.
- Meiners, S.J., Handel, S.N., Pickett, S.T.A., 2000. Tree seedling establishment under insect herbivory: edge effects and interannual variation. *Plant Ecology* 151, 161-170.
- Melo, F.P.L., Dirzo, R., Tabarelli, M., 2006. Biased seed rain in forest edges: Evidence from the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* 132, 50-60.
- Melo, F.P.L., Lemire, D., Tabarelli, M., 2007. Extirpation of large-seeded seedling from the edge of a large Brazilian Atlantic forest fragment. *Ecoscience* 14, In press.
- Mesquita, R.C.G., Delamônica, P., Laurance, W.F., 1999. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 91, 129-134.



- Metzger, J.P., 2003. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas?, In Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. eds P.Y. Kageyama, R.E. Oliveira, L.F.D. Moraes, V.L. Engel, F.B. Gandara, pp. 51-71. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais-FEAP, Botucatu.
- Moore, P.D., 1998. Did the forests survive the cold in a hotspot? *Nature* 391, 124-127.
- Morellato, L.P.C., Haddad, C.F.B., 2000. Introduction: the Brazilian Atlantic forest. *Biotropica* 32, 786-792.
- Murcia, C., 1995. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10, 58-62.
- Myers, N., Mittermeyer, R.A., Mittermeyer, C.G., Fonseca, G.A.B., Kents, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.
- Nathan, R., Muller-Landau, H.C., 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution* 15, 278-285.
- Oliveira, M.A., Grillo, A.S., Tabarelli, M., 2004. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* 38, 389-394.
- Parker, V.T., 1997. The Scale of Successional Models and Restoration Objectives. *Restoration Ecology* 5, 301-306.
- Pavan-Fruehauf, S., 2000. Plantas medicinais de Mata Atlântica: manejo sustentado e amostragem. Annablume: Fapesp, São Paulo.
- Pimentel, D.S., Tabarelli, M., 2004. Seed Dispersal of the Palm *Attalea oleifera* in a remnant of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 36, 74-84.
- Pizo, M.A., Simão, I., 2001. Seed Deposition Patterns and The Survival of Seeds and Seedlings of The Palm *Euterpe edulis*. *Acta Oecologica* 22, 229-233.
- Pôrto, K.C., Almeida-Cortez, J.S., Tabarelli, M., 2006. Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Primack, R.B., Rodrigues, E., 2001. *Biologia da Conservação*. Editora Planta, 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.
- Santos, B.A., 2005. A Criação de Bordas Recria Florestas Secundárias? Um Estudo na Floresta Atlântica Nordestina, p. 69. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Scariot, A., 2001. Seedling mortality by litterfall in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 32, 662-669.

- Silva, J.M.C., Tabarelli, M., 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404, 72-74.
- Simberloff, D., Abele, L.G., 1992. Refuge design and island geography theory: effects of fragmentation. *American Naturalist* 120, 41-45.
- Siqueira Filho, J.A., Leme, E.M.C., 2006. Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste - Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias. Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro.
- Sizer, N., Tanner, E.V.J., 1999. Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. *Biological Conservation* 91, 135-142.
- Tabarelli, M., Gascon, C., 2005. Lessons from Fragmentation Research: Improving Management and Policy Guidelines for Biodiversity Conservation. *Conservation Biology* 19, 734-739.
- Tabarelli, M., Mantovani, W., Peres, C.A., 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation* 91, 119-127.
- Tabarelli, M., Silva, J.M.C., Gascon, C., 2004. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodiversity and Conservation* 13, 1419-1425.
- Tabarelli, M., Siqueira Filho, J.A., Santos, A.M.M., 2006a. Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco, In *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. eds M. Tabarelli, J.S. Almeida-Cortez, K.C. Pôrto, pp. 41-48. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Tabarelli, M., Siqueira Filho, J.A., Santos, A.M.M., 2006b. A floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco, In *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. eds M. Tabarelli, J.S. Almeida-Cortez, K.C. Pôrto, pp. 25-37. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Terborgh, J., Losos, E., Riley, M.P., Riley, M.B., 1993. Predation by vertebrates and invertebrates on the seeds of five canopy tree species of an Amazonian forest. *Ecology* 107, 375-386.
- Tonhasca, A.J., 2005. *Ecologia e História Natural da Mata Atlântica*. Interciência, Rio de Janeiro.
- Tonhasca, J.A., Albuquerque, G.S., Blackmer, J.L., 2002. Abundance and diversity of euglossine bees in the fragmented landscape of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 34, 416-422.
- Turner, I.M., 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology* 33, 200-219.

Turner, I.M., Corlett, R.T., 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution* 11, 330-333.

Whitmore, T.C., 1990. *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Clarendon Press, Oxford.

Wilcove, D.S., McLellan, C.H., Dobson, A.P., 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone, In *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. ed. M.E. Soulé, pp. 237-256. Sinauer Associates, Sunderland.

Wright, S.J., Duber, H.C., 2001. Poachers and Forest Fragmentation Alter Seed Dispersal, Seed Survival, and Seedling Recruitment in the Palm. *Biotropica* 4, 583-595.

---

*Manuscrito a ser enviado ao periódico*

*Biological Conservation*

## **Efeitos da fragmentação sobre a assembléia de plântulas em um trecho da Floresta Atlântica Nordestina**

Janaina Barbosa Pedrosa Costa<sup>1</sup>, Marcelo Tabarelli<sup>1</sup> & Cecília Patrícia Alves Costa<sup>1</sup>  
Universidade Federal de Pernambuco

<sup>1</sup> Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária 50.670-901 Recife-PE.

E-mails: jbpcosta@ufpe.br, mtrelli@ufpe.br & cepacosta@yahoo.com.br

### **Toda a correspondência deve ser endereçada para:**

Marcelo Tabarelli  
Departamento de Botânica  
Centro de Ciências Biológicas  
Universidade Federal de Pernambuco  
Av. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária  
Recife-PE.  
Brasil  
50.670-901  
e-mail: mtrelli@ufpe.com  
fone/fax: 055 81 21268348

## **Fragmentation effects on seedlings assemblage in a stretch of Northeastern Brazilian Atlantic forest**

Janaina Barbosa Pedrosa Costa<sup>1</sup>, Marcelo Tabarelli<sup>1</sup> & Cecília Patrícia Alves Costa<sup>1</sup>

Universidade Federal de Pernambuco

<sup>1</sup> Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária 50.670-901 Recife-PE. E-mail: jbpccosta@ufpe.com

### **Abstract**

Fragmentation and habitat loss promote biological changes which alter seed dispersal and seedling recruitment. In the present study, the influence of edge effects and core area proportion on seedling abundance and richness was investigated in 11 patches of the Northeastern Brazilian Atlantic forest, completely surrounded by sugar-cane plantation. For each patch, 15 random points were sorted out, except by the largest patch (control), which received 150 random points. On each point, a 1-m<sup>2</sup> quadrant was set and all seedlings between 3 and 50 cm in height were collected and identified or classified into morfospecies. A total of 4638 seedlings belonging to 440 morfospecies was recorded. Seedling abundance and richness increased with the distance to the edge for the control remnant, but in the smaller fragments they declined after the first 100 m. The patch with the largest core area also harbors higher beta diversity than the all other remnants. The net result indicates that fragmentation effects alter structure and composition of seedling assemblages in the Northeastern Brazilian Atlantic forest and suggests that alterations may be driven by processes involving interruption of long-distance seed dispersal events and failures on plant recruitment and survival.

Key words: core area, edge effect, forest fragmentation, beta diversity, edge influence and Brazilian Atlantic forest.

## **Efeitos da fragmentação sobre a assembléia de plântulas em um trecho da Floresta Atlântica Nordestina**

Janaina Barbosa Pedrosa Costa<sup>1</sup>, Marcelo Tabarelli<sup>1</sup> & Cecília Patrícia Alves Costa<sup>1</sup>

Universidade Federal de Pernambuco

<sup>1</sup> Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária 50.670-901 Recife-PE. E-mail: jbpccosta@ufpe.com

### **Resumo**

A fragmentação e a perda de habitats promovem mudanças biológicas que alteram a dispersão de sementes e o recrutamento de plântulas. No presente estudo, foi investigada a influência dos efeitos de borda e da proporção de área nuclear sobre a abundância e a riqueza de plântulas em 11 remanescentes de floresta Atlântica Nordestina do Brasil, completamente circundados por cana-de-açúcar. Para cada remanescente foram sorteados 15 pontos aleatórios, com exceção do maior remanescente (controle) que recebeu 150 pontos aleatórios. Em cada ponto, uma parcela de 1 m<sup>2</sup> foi demarcada e todas as plântulas entre 3 e 50cm de altura foram coletadas e identificadas ou classificadas em morfoespécies. Um total de 4638 plântulas pertencentes a 440 morfoespécies foi registrado. A abundância e a riqueza de plântulas aumentaram com o distanciamento da borda no remanescente controle, mas nos remanescentes menores elas decresceram após os primeiros 100m. O remanescente com maior área nuclear também abrigou uma diversidade beta mais elevada que o conjunto dos outros remanescentes. O resultado apurado indica que os efeitos da fragmentação alteram a estrutura e a composição da assembléia de plântulas na floresta Atlântica Nordestina do Brasil e sugere que estas alterações podem ser conduzidas por processos envolvendo a interrupção dos eventos de dispersão de sementes a longas distâncias e fracassos no recrutamento e sobrevivência de plantas.

**Palavras-chave:** área nuclear, efeito de borda, fragmentação florestal, diversidade beta, influência da borda e floresta Atlântica Brasileira.

## INTRODUÇÃO

A fragmentação florestal causada pelo desmatamento é uma das principais causas da erosão da biodiversidade em regiões tropicais. Isto ocorre porque com a fragmentação há interrupção de processos ecológicos, isolamento de populações, perda de habitats favoráveis ao estabelecimento das espécies e efeitos de borda (Bierregaard et al. 2001; Fahrig 2003; Laurance et al. 1998; Laurance et al. 2002; Tabarelli et al. 1999). O isolamento, por exemplo, pode extirpar espécies localmente através da ruptura do fluxo gênico entre as populações que não conseguem transpor a matriz circundante dos fragmentos (Antongiovanni e Metzger 2005; Metzger 2003). Além dos efeitos da fragmentação, a perda de habitat per se pode levar a perda de espécies, sobretudo quando associada à fragmentação, pois as conseqüências sobre a riqueza e abundância relativa das espécies são ainda mais drásticas (Brooks et al. 2002; Fahrig 2003; Gonzalez 2000; Hill e Curran 2001). Principalmente, sobre as espécies arbóreas e conseqüentemente sobre a assembléia de plântulas, visto que a disponibilidade de habitats tendem a ser reduzidas em fragmentos menores (Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003a, b; Laurance et al. 2002; Turner e Corlett 1996).

A criação de bordas também acarreta na perda de espécies. Ao reduzir a umidade do ar e do solo pelo aumento da incidência de luz e da turbulência dos ventos, a criação de bordas favorece a colonização de espécies pioneiras e permite a entrada de espécies invasoras da matriz circundante (Cadenasso e Pickett 2001; Camargo e Kapos 1995; Didham e Lawton 1999; Fox et al. 1997; Harper et al. 2005; Kapos et al. 1997; Mesquita et al. 1999; Murcia 1995). Estas modificações tem sido mais evidenciadas nos primeiros 100 m de distância da borda em direção ao interior da floresta, embora possam ser encontradas em distâncias ainda maiores dependendo do sistema estudado (Laurance et al. 2002 ver síntese). Tais efeitos também são mais acentuados em remanescentes menores, pois a proporção borda/núcleo é aumentada (Metzger 2003). Estudos desenvolvidos em fragmentos recentes na Amazônia atribuem modificações nos padrões de recrutamento e mortalidade de plântulas e adultos às mudanças microclimáticas próximas às bordas (Benítez-Malvido 1998; Fox et al. 1997; Laurance et al. 2000; Laurance et al. 2001b), alterando a capacidade de regeneração florestal dos fragmentos (Benítez-Malvido 1998; Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003a; Murcia 1995).

As condições bióticas e abióticas das bordas reduzem o recrutamento de plântulas próximo às bordas de diferentes maneiras. O recrutamento pode ser alterado pela dessecação do habitat, por danos causados pelo acúmulo de serapilheira e queda de árvores, pela competição com lianas e espécies ruderais e pela mortalidade de adultos que reduz o aporte de



sementes, além de diferenças nas taxas de herbivoria (Benítez-Malvido 1998; Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003b; Bruna 1999; Cadenasso e Pickett 2000; Kapos 1989; Meiners et al. 2000; Melo et al. 2007; Scariot 2001; Sizer e Tanner 1999; Tabarelli et al. 1999; Terborgh et al. 1993). A assembléia de plântulas também é alterada por meio de modificações nas interações planta-animal como herbivoria e dispersão de sementes por agentes bióticos, resultando em sérias implicações para a diversidade de árvores dos remanescentes (Clarck et al. 1999; Cordeiro e Howe 2001; Laurence e Bierregaard 1997; Melo et al. 2006; Nathan e Muller-Landau 2000; Pizo e Simão 2001; Terborgh et al. 2001).

Remanescentes florestais que mantêm ampla heterogeneidade ambiental comumente comportam uma maior diversidade de espécies (Bazzaz 1996; Ricklefs 1977). A assembléia de plântulas pode responder diferentemente às diversas formas de heterogeneidade que um ambiente apresenta: diferenças de luminosidade (Bloor 2003; Capers e Chazdon 2004; Press et al. 1996; Sork 1987; Uriarte et al. 2005), nutrientes (Burslem 1996; Metcalfe et al. 1998), topografia (Daws et al. 2005; Gunatilleke et al. 1996), estado de regeneração (Brown 1993; Dupuy e Chazdon 2006; Engelbrecht et al. 2006; Meer et al. 1998) e acúmulo de serapilheira (Gillman e Ogden 2005; Scariot 2001). A mudança na composição de espécies em resposta a estes fatores confere uma maior diversidade beta a florestas com mais disponibilidade de microhabitats para as plântulas (Condit et al. 2002; Tuomisto et al. 2003; Wilson e Shmida 1984). Por definição, a diversidade beta é a proporção pela qual a riqueza de espécies de uma área é superior a riqueza média de suas amostras (Whittaker 1960, 1972), seja entre assembléias locais ou entre assembléias locais e regionais (Koleff et al. 2003; Wilson e Shmida 1984). Se fragmentos maiores comportam maiores mudanças na composição e incremento de espécies, espera-se que eles apresentem uma diversidade beta mais elevada quando comparados a fragmentos menores (Anderson et al. 2006; Koleff et al. 2003).

A floresta Atlântica ao Norte do rio São Francisco, devido à sua acessibilidade foi a mais rapidamente degradada, principalmente com os ciclos econômicos do pau-brasil e da cana-de-açúcar, tornou-se a floresta tropical brasileira mais devastada ao longo do tempo (Coimbra-Filho e Câmara 1996; Siqueira Filho e Leme 2006). Atualmente encontra-se reduzida a 2% de sua área original, representada por remanescentes isolados em uma matriz de cana-de-açúcar (Ranta et al. 1998; Silva e Tabarelli 2000). Associados a fragmentação, o corte seletivo de madeira, os incêndios florestais e a caça furtiva se somam de forma sinérgica, ameaçando a biodiversidade local e regional (Tabarelli et al. 2004). Neste estudo, investigamos como a influência da borda e a proporção de área nuclear afetam a assembléia de plântulas em remanescentes de floresta Atlântica Nordestina. Mais especificamente, as

predições testadas foram que (1) a abundância e a riqueza de plântulas serão maiores (a) a maiores distâncias da borda e (b) em fragmentos com proporções de área nucleares maiores e que (2) haverá uma maior diversidade beta no remanescente considerado como controle do que em remanescentes menores.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O presente estudo foi desenvolvido na Usina Serra Grande (9° 00' 00''S, 35° 51' 52'' O), uma propriedade privada localizada a aproximadamente 70 km da costa atlântica no estado de Alagoas, Nordeste Brasileiro (Figura 1). A Usina possui aproximadamente 9000 hectares de floresta Atlântica distribuídos em remanescentes de diversos tamanhos (1-3500 ha), formando um “arquipélago” de fragmentos florestais em meio a uma matriz não-florestada, totalizando mais de 200 km<sup>2</sup>. Isolados há mais de 50 anos, segundo informações de moradores locais, todos os remanescentes encontram-se rodeados por lavoura de cana-de-açúcar, que é submetida à queima anualmente durante a estação seca. Nesta área, os solos mais comuns são Latossolos e Podzólicos distróficos (IBGE 1985). O clima é tropical quente úmido, com temperatura média anual girando em torno de 22-24°C (sensu IBGE 1985). A precipitação média anual é de 2000 mm e o período seco é compreendido entre os meses de setembro e fevereiro. A vegetação é classificada como floresta tropical baixo-montana, uma das fisionomias da floresta Atlântica do Brasil que ocorre a altitudes entre 100 e 600 m acima do nível do mar (Veloso et al. 1991). As seguintes famílias são predominantes na vegetação local: Fabaceae, Euphorbiaceae, Sapotaceae, Apocynaceae, Moraceae, Lecythidaceae e Chrysobalanaceae (Oliveira et al. 2004a).

Para a realização do estudo, foram selecionados por conveniência logística 11 fragmentos de floresta remanescente (Figura 2). O remanescente ‘Coimbra’ com cerca de 3500 ha foi considerado o controle, uma vez que (1) possui a maior área de floresta da região, o que corresponde a 10 vezes o tamanho do segundo maior remanescente neste estudo; (2) contém o maior percentual de área nuclear; (3) apresenta alta complexidade estrutural e grande heterogeneidade física e biológica; (4) abriga diversas espécies de árvores de dossel e emergentes com grandes sementes (> 15 mm de comprimento); que são atualmente raras ou que já desapareceram nos remanescentes menores; e (5) dispõe de vários estudos sobre a flora e regeneração florestal (Cara 2006; Melo et al. 2006; Oliveira et al. 2004b; Santos 2005).

### **Delineamento Experimental**

Os remanescentes selecionados foram analisados através do programa Arcview GIS versão 3.2a (ESRI 2002). Com base no mapa georreferenciado obtido foi usada a extensão “*xtools*” para calcular o percentual de área nuclear (*core area*) para cada remanescente, considerando uma faixa de 100 m borda-interior. Dentre as métricas de fragmento mais comumente usadas, o percentual de área nuclear foi escolhido por ser mais acurado do que o simples cálculo da área ou do índice de forma do remanescente (Laurance 1991; Laurance e Yensen 1991). Assim, neste estudo um total de 300 pontos georreferenciados, distanciados no mínimo 30 m entre si, foi estabelecido para a coleta de plântulas. A distância da borda mais próxima em relação a cada ponto de coleta foi verificada pela extensão “*Spatial Analyst*” do programa Arcview 3.2. (ESRI 2002).

Através da extensão “*Animal Movement*” do referido programa, foram sorteados aleatoriamente 15 pontos de coleta para cada um dos remanescentes menores. No campo, a localização dos pontos foi realizada através de um aparelho GPS (*Global Position System*). Já para o remanescente controle, devido a sua grande extensão e difícil recepção do GPS por longos períodos, os pontos não foram sorteados pelo programa. Dessa forma, 150 pontos foram escolhidos ao azar em áreas preservadas, as quais não tiveram agricultura de corte e queima, corte seletivo ou clareiras e trilhas recentes. Posteriormente, em campo, com auxílio do aparelho GPS as coordenadas desses pontos foram obtidas e inseridas no mapa georreferenciado para verificar suas respectivas distâncias para a borda mais próxima.

### **Atributos da Assembléia de Plântulas**

Para caracterizar a abundância e riqueza de plântulas, foi delimitada no solo da floresta uma parcela de 1m<sup>2</sup> em cada ponto georreferenciado. Todas as parcelas dos remanescentes foram acessadas na estação seca, de Outubro de 2005 a Fevereiro de 2006 e em Setembro de 2006. Em cada parcela foram coletados todos os indivíduos de plântulas lenhosas (incluindo palmeiras e lianas) com altura entre 3 e 50 cm, não oriundos de qualquer tipo de propagação vegetativa. Todas as plântulas coletadas foram armazenadas em sacos plásticos individualizados por parcela e posteriormente contadas, identificadas ou classificadas em morfoespécies. Para auxiliar na identificação e distinção entre morfoespécies foram elaboradas três coleções de referência: (1) coleção in vivo – as plântulas coletadas foram transplantadas para potes plásticos com terra da floresta para serem acompanhadas ao longo do estudo; (2) coleção herborizada – formada por plântulas secas que ao término do estudo foi depositada no Herbário UFP e no Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e (3) coleção fotográfica – fotos digitais das plântulas foram

utilizadas na complementação do trabalho de identificação. Adicionalmente, taxonomistas e parataxonomistas foram consultados e os espécimes de plântulas foram comparados com as exsiccatas da flora referente à área de estudo, depositadas no Herbário UFP (nº 34 445 a 36 120).

### **Análise dos Dados**

Os dados de abundância e riqueza de plântulas foram transformados respectivamente em log (10) e raiz quadrada para atender às premissas de normalidade e homogeneidade da variância em testes paramétricos (Sokal e Rohlf 1995). Em seguida, foi utilizada uma análise de variância fatorial usando como variáveis respostas a abundância e a riqueza de plântulas e como fatores preditores a distância da borda (categorizada em 0-50m, 50-100m e > 100m da borda), o percentual de área nuclear dos remanescentes (categorizado em 0-14%, 28-38%, 46-59% e 78%; Tabela 1) e a interação entre eles. As categorias de distância foram determinadas com base na distância onde a influência da borda é mais acentuada, i.e. primeiros 50 m (ver Benítez-Malvido 1998; Kapos 1989; Laurance et al. 2002; Ries et al. 2004; Scariot 2001).

Posteriormente, os remanescentes com menos de 78% de área nuclear foram agrupados em uma única categoria e outra análise de variância fatorial foi realizada, considerando a distância da borda (0-50m, 50-100m e > 100m da borda) e o ambiente (remanescente controle e os remanescentes menores) como fatores preditores. Testes de Tukey a posteriori foram feitos para identificar quais categorias diferiam entre si nas análises supracitadas. A riqueza de espécies por ambiente também foi estimada mediante a elaboração de curvas de acumulação de espécies através do programa EstimateS 7.5.0 (Colwell e Coddington 1995). Neste caso, as médias de riqueza para os dois ambientes, geradas pelo programa, foram comparadas através do Teste t. As análises de variância foram realizadas através do programa STATISTICA 6.0 (StatSoft e Inc. 2001).

## **RESULTADOS**

Um total de 4638 plântulas pertencentes a 440 morfoespécies foi registrado neste estudo, sendo a abundância e a riqueza de tais plântulas similares entre o fragmento controle e os demais fragmentos. Do total de plântulas, 53% ( $n = 2463$ ) pertencentes a 267 morfoespécies foram amostradas no remanescente controle e 47% ( $n = 2175$ ) pertencentes a 246 morfoespécies foram amostrados nos remanescentes menores. Da mesma forma, os valores de abundância e riqueza por unidade de área se mostraram muito semelhantes entre os remanescentes. No remanescente controle, foi registrada uma densidade de  $16,42 \pm 10,78$  plântulas/m<sup>2</sup> enquanto que nos outros remanescentes a densidade foi de  $14,50 \pm 17,62$

plântulas/m<sup>2</sup>, apesar de o remanescente controle apresentar mais espécies em média (Tabela 1). Por outro lado, apenas 16,6% de todas as morfoespécies registradas ( $n = 73$ ) foram comuns a ambos os ambientes.

As famílias mais representativas em número de espécies das plântulas identificadas foram Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Piperaceae, Lauraceae, Clusiaceae, Moraceae, Euphorbiaceae e Sapotaceae (Tabela 2). Ademais, as 11 espécies mais abundantes (> 100 indivíduos) foram *Tapirira guianensis* Aubl., *Thyrsodium spruceanum* Benth. (Anacardiaceae), *Sorocea hilarii* Gaudichand (Moraceae), *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers (Lecythidaceae), *Cupania revoluta* Radlk., *Paullinia pinnata* L. (Sapindaceae), *Ocotea glomerata* (Nees) Mez (Lauraceae), *Tovomita mangle* G. Mariz (Clusiaceae), *Mabea occidentalis* Benth., *Senefeldera verticillata* (Vell.) Croizat. (Euphorbiaceae) e *Pradosia* cf. *glycyphloea* (Casar) Liais (Sapotaceae). Juntas elas corresponderam a 47% de todas as plântulas amostradas neste estudo. Vale ressaltar que as três últimas espécies foram exclusivas do remanescente controle (Tabela 2).

A área nuclear foi de 78% no remanescente controle (Coimbra) e variou entre os demais fragmentos de 0,75% no remanescente de 29,2 ha (Aquidabã 2) a 58,26% no remanescente de 83,6 ha (Alto Guzerá). Em Coimbra houve um contínuo incremento do número de plântulas da borda para o interior, entretanto nos remanescentes com menores áreas nucleares essa abundância decresce após os primeiros 100 m de distância da borda (Figura 3). A abundância de plântulas, embora seja significativamente diferente entre as categorias de distância da borda, não diferiu entre fragmentos com diferentes áreas nucleares (Tabela 3). Entretanto, quando a área nuclear é categorizada em remanescentes menores e remanescente controle, a abundância é explicada pela interação entre distância da borda e ambiente (Tabela 3; Figura 3 e 4).

Similarmente, o número de espécies por m<sup>2</sup> no remanescente controle também foi elevado com o distanciamento da borda. Em Coimbra, a densidade de plântulas aumentou cerca de 95% de 0 a 100 m e um pouco mais a distâncias superiores a 100 m da borda. Já nos demais fragmentos, a densidade aumentou apenas 77% de 0 a 100 m da borda, decrescendo abruptamente a mais de 100 m, onde atingiu valores menores do que a 0 m da borda (Figura 5 e 6). Ao contrário da abundância de plântulas, a riqueza diferiu significativamente entre fragmentos com diferentes áreas nucleares e não variou com a distância da borda (Tabela 3). Entretanto, quando a área nuclear é categorizada, a riqueza se comporta como a abundância, sendo explicada pela interação entre distância da borda e ambiente (Tabela 3).

As curvas de acumulação de espécies mostraram que as coletas realizadas não representam totalmente a assembléia de plântulas de nenhum dos dois ambientes (Figura 7). Entretanto, o remanescente controle apresentou uma riqueza estimada maior que o conjunto de remanescentes menores e a diferença entre as respectivas médias foi altamente significativa ( $t = -49,32$ , g.l. = 1998,  $P < 0,00001$ ).

## **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES**

Os resultados deste estudo demonstram que a abundância e a riqueza da assembléia de plântulas são influenciadas negativamente pela proximidade da borda e pela redução da área nuclear dos fragmentos. Devido ao baixo número de espécies comuns encontradas entre Coimbra e os demais remanescentes e apesar da variação na abundância de plântulas semelhante encontrada entre eles, a diversidade beta é maior em Coimbra, onde a área nuclear é de quase 80%. Na paisagem estudada, a mudança na composição de espécies de plântulas parece estar relacionada à composição da comunidade arbórea associada à heterogeneidade ambiental, existente principalmente em Coimbra.

Diversos estudos demonstram como a assembléia de plântulas e árvores dos pequenos fragmentos e das bordas difere da floresta contínua e do interior dos remanescentes (Benítez-Malvido 1998; Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003a, b; Casenave et al. 1995; Grillo 2005; Laurance et al. 2002; López-Barrera et al. 2006; Melo et al. 2006; Melo et al. 2007; Oliveira et al. 2004b; Sizer e Tanner 1999). Quanto a assembléia de plântulas, Benítez-Malvido e colaboradores (1998; 2003a; 2003b) demonstraram que, na Amazônia, a floresta contínua apresenta densidades maiores de plântulas que as bordas e interiores de fragmentos recentes (< 30 anos) de 1, 10 e 100 ha de fragmentos. A autora argumenta que algumas espécies raras e de floresta madura, principalmente as tolerantes à sombra, tendem a desaparecer das bordas e dos pequenos fragmentos. Também em grandes remanescentes isolados há pelo menos 60-80 anos, incluindo Coimbra, é evidente a proporção elevada de plântulas arbóreas dispersas por animais (especialmente as com grandes sementes) no interior desses remanescentes, quando comparados com bordas e pequenos fragmentos (Cordeiro e Howe 2001; Melo et al. 2007). Isto sugere que a assembléia de plântulas dos pequenos fragmentos depende de uma chuva de sementes empobrecida para se regenerar.

Esta tendência de empobrecimento da assembléia de plântulas das bordas e pequenos fragmentos foi reportada no presente trabalho, onde no remanescente controle, a assembléia de plântulas, ao sair dos limites da borda teve mais chances de se estabelecer e foi conseqüentemente enriquecida por estar em um ambiente mais heterogêneo e com aporte de

diversas espécies características de floresta madura (Cara 2006; Grillo 2005; Oliveira et al. 2004b). Isto foi suportado pelo fato de algumas plântulas de espécies típicas de núcleo só terem sido registradas em Coimbra, como *Mabea occidentalis*, *Senefeldera verticillata* e *Euterpe edulis*<sup>1</sup>, além de espécies das famílias Sapotaceae e Chrysobalanaceae<sup>2</sup>. Ademais, a maioria das espécies comuns aos dois ambientes corresponde a espécies pioneiras, frequentes quando árvores nas bordas de Coimbra (Grillo 2005; Oliveira et al. 2004b; Santos 2005). A ausência de espécies típicas de núcleo nos remanescentes menores deve ter contribuído para o empobrecimento da assembléia de plântulas em seus interiores (Grillo 2005).

Adicionalmente, a alta frequência de lianas lenhosas (obs. pessoal) pode ter gerado uma superestimação da abundância e riqueza de plântulas nas bordas dos remanescentes menores. Como as lianas são particularmente favorecidas em habitats perturbados, seu recrutamento é incrementado nas bordas, afetando a diversidade de plântulas lenhosas (Benítez-Malvido e Martínez-Ramos 2003a; Dupuy e Chazdon 2006; Laurance et al. 2001a). Assim, é possível que a abundância exacerbada de lianas também possa afetar a composição e a estrutura da assembléia de plântulas dos remanescentes menores, principalmente por competirem por luz e nutrientes com outros grupos de plântulas.

Lawes e colaboradores (2005) não detectaram efeito de borda sobre a assembléia de plântulas de remanescentes antigos na África do Sul, demonstrando que com a estabilização da borda o que realmente interfere na assembléia de plântulas é o efeito da área, contrariando os estudos nos remanescentes amazônicos jovens, estudados por Benítez-Malvido (1998). As bordas aqui estudadas também se mostraram locais inóspitos ao estabelecimento de plântulas, principalmente nos primeiros 50 m. Vários estudos atribuem esse declínio nos primeiros metros às mudanças físicas e biológicas nas bordas e à influência do tipo de matriz circundante (Benítez-Malvido et al. 1999; Bruna 1999; Cadenasso e Pickett 2001; Camargo e Kapos 1995; Kapos 1989; Laurance et al. 2002; Mesquita et al. 1999; Sizer e Tanner 1999). Os remanescentes desse estudo não apresentam efeitos abióticos e biológicos diretos da criação das bordas, como alta dessecação e morte de árvores (Laurance et al. 2000; Laurance et al. 2001b; Murcia 1995). Mesmo assim, os resultados sugerem que eles ainda se encontram sob a influência das bordas (sensu Harper et al. 2005). Aparentemente estabilizadas e assemelhando-se a florestas secundárias, as bordas seriam sítios favoráveis ao recrutamento de plantas típicas da floresta madura (Bierregaard et al. 2001; Kapos et al. 1997; Santos 2005).

---

<sup>1</sup> espécie própria de sub-bosque

<sup>2</sup> espécies de grandes sementes (> 15mm) dispersas por animais

Melo (2004) demonstrou experimentalmente que algumas espécies tolerantes à sombra e com grandes sementes não enfrentam dificuldades fisiológicas em germinar e se estabelecer nas bordas do remanescente controle. No entanto, o autor mostra que não há uma chuva de sementes alóctone dessas espécies em direção ao habitat de borda. Logo, também existem outros fatores atuando de forma sinérgica sobre a assembléia de plântulas neste habitat (ver Tabarelli et al. 2004), que indiretamente cooperam para a sua depauperação. Por exemplo, falhas no processo de dispersão de sementes, causadas pela ausência de dispersores, levaria à homogeneização e simplificação biótica da assembléia de plântulas nas bordas estudadas, bem como em pequenos remanescentes como um todo (Asquith et al. 1999; Cordeiro e Howe 2001; Melo et al. 2006; Melo et al. 2007; Oliveira et al. 2004b; Silva e Tabarelli 2000; Wright e Duber 2001).

As assembléias de plântulas dos remanescentes com menores percentuais de área nuclear foram muito similares entre si, mas diferiram do remanescente controle, sugerindo que este possui uma maior diversidade beta de plântulas por apresentar uma maior variabilidade na composição de espécies por unidade de área (Anderson et al. 2006; Willing et al. 2003). Contudo, essa diferença entre os ambientes deve ser atribuída à presença de espécies raras e tolerantes à sombra que o remanescente controle deve preservar, associado à maior heterogeneidade ambiental que possui. A variação topográfica em seu núcleo, por exemplo, é um dos fatores que podem contribuir para o aumento da heterogeneidade (Cara 2006; Daws et al. 2005; Grillo 2005). Diferentemente, os remanescentes menores normalmente encontram-se apenas sob topos de morros (Ranta et al. 1998), provavelmente levando espécies típicas de vale à extinção local.

Os remanescentes florestais ao norte do rio São Francisco, possuem inúmeras diferenças de forma, tamanho, grau de isolamento, histórico de uso e degradação, conferindo uma composição florística particular a cada remanescente (Grillo et al. 2006; Tabarelli et al. 2006). Esse cenário não propicia réplicas de remanescentes, os quais também não são protegidos da ação antrópica como os do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), na Amazônia (Laurance et al. 2002). No entanto, o remanescente controle se destaca perante os outros, conservando uma diversa assembléia de plântulas. Já os remanescentes menores, mesmo após anos de isolamento e degradação, ainda resguardam uma razoável riqueza local de plântulas, podendo ser considerados os últimos refúgios para plantas e animais (Turner e Corlett 1996). Contudo a assembléia de plântulas aqui estudada está fortemente ameaçada pelos efeitos deletérios da fragmentação, principalmente as espécies tolerantes a sombra e com grandes sementes, que podem se extinguir localmente, devido a



aparente defaunação de seus dispersores. Assim, ações de restauração conectando o remanescente controle a outros circunvizinhos, bem como o enriquecimento de fragmentos mais isolados e o manejo de lianas são fundamentais para conservação da estrutura florestal na região. Outra condição muito importante é a proteção contra a ação antrópica, como a caça, propiciando o manejo e introdução de animais capazes de restabelecer a dispersão de grandes sementes da floresta madura e evitar assim a extirpação local de espécies arbóreas essenciais à dinâmica florestal. Finalmente, estudos com enfoque na variabilidade das condições ambientais e na restauração desse ecossistema são fundamentais para implementação dessas ações.

## **AGRADECIMENTOS**

A Alexandre Grillo (in memoriam) pela idealização e coordenação inicial do projeto, a Severino Rodrigo Pinto, Wanessa Almeida e Gilcean Jones pelo auxílio durante as coletas; à Marcondes Oliveira pela orientação taxonômica e identificação das espécies e aos amigos revisores, pelas valorosas sugestões nesse estudo. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Conservação Internacional do Brasil (CI).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Anderson, M.J., Ellingsen, K.E., McArdle, B.H., 2006. Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters* 9, 683-693.
- Antongiovanni, M., Metzger, J.P., 2005. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 122, 441-451.
- Asquith, N.M., Terborgh, J., Arnold, A.E., Riveros, C.M., 1999. The fruits the agouti ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when its disperser is absent. *Journal of Tropical Ecology* 15, 229-235.
- Bazzaz, F.A., 1996. *Plants in changing environments: linking physiological, population, and community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Benítez-Malvido, J., 1998. Impact of forest fragmentation on seedlings abundance in a tropical rain Forest. *Conservation Biology* 12, 380-389.
- Benítez-Malvido, J., García-Guzmán, G., Kossmann-Ferraz, I.D., 1999. Leaf-fungal incidence and herbivory on tree seedlings in tropical rainforest fragments: an experimental study. *Biological Conservation* 91, 143-150.

- Benítez-Malvido, J., Martínez-Ramos, M., 2003a. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. *Conservation Biology* 17, 389-400.
- Benítez-Malvido, J., Martínez-Ramos, M., 2003b. Influence of Edge exposure on Tree Seedling Species Recruitment in Tropical Rain Forest Fragments. *Biotropica* 35, 530-541.
- Bierregaard, R.O.J., Laurance, W.F., Gascon, C., Benítez-Malvido, J., Fearnside, P.M., Fonseca, C.R., Ganade, G., Malcolm, J., Martins, M.B., Mori, S., Oliveira, M., Rankin-de-Mérona, J., Scariot, A., Spironello, W., Williamson, B., 2001. Principles of forest fragmentation and conservation in the Amazon, In *Lessons from Amazon: the ecology and conservation of a fragmented forest*. eds R.O. Bierregaard Jr., C. Gascon, T.E. Lovejoy, R. Mesquita, pp. 335-345. Yale University Press, New Haven.
- Bloor, J.M.G., 2003. Light responses of shade-tolerant tropical tree species in north-east Queensland: a comparison of forest-and shadehouse-grown seedlings. *Journal of Tropical Ecology* 19, 163-170.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Willian R. Konstant, Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G., Hilton-Taylor, G., 2002. Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity. *Conservation Biology* 16, 909-923.
- Brown, N., 1993. The implications of climate and gap microclimate for seedling growth conditions in a Bornean lowland rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 9, 153-168.
- Bruna, E.M., 1999. Seed germination in rainforest fragments. *Nature* 402, 139.
- Burslem, D.F.R.P., 1996. Differential Responses to Nutrients, Shade and Drought Among Tree Seedlings of Lowland Tropical Forest in Singapore In *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*. ed. J.N.R. Jeffers, pp. 211-238. Unesco Paris and The Parthenon Publishing Group, Paris.
- Cadenasso, M.L., Pickett, S.T.A., 2000. Linking forest edge structure to edge function: mediation of herbivore damage. *Ecology* 88, 31-44.
- Cadenasso, M.L., Pickett, S.T.A., 2001. Effect of Edge Structure on the Flux of Species into Forest Interiors. *Conservation Biology* 15, 91-97.
- Camargo, J.L.C., Kapos, V., 1995. Complex Edge Effects on Soil Moisture and Microclimate in Central Amazonian Forest. *Journal of Tropical Ecology* 11, 205-221.
- Capers, R.S., Chazdon, R.L., 2004. Rapid assessment of understory light availability in a wet tropical forest. *Agricultural and Forest Meterology* 123, 177-185.
- Cara, P.A.A., 2006. Efeito de borda sobre a fenologia, as síndromes de polinização e a dispersão de sementes de uma comunidade arbórea na floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco., p. 210. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

- Casenave, J.L., Pelotto, J.P., Protomastro, J., 1995. Edge-interior differences in vegetation structure and composition in a Chaco semi-arid forest, Argentina. *Forest Ecology and Management* 72, 61-69.
- Clarck, J.S., Beckage, B., Cammil, P., Cleveland, B., HilleRisLambers, J., Lichter, J., McLachlan, J., Mohan, J., Wyckoff, P., 1999. Interpreting recruitment limitation in forests. *American Journal of Botany* 86, 1-16.
- Coimbra-Filho, A.F., Câmara, I.G., 1996. Os Limites Originais do Bioma Mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil. Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN), Rio de Janeiro.
- Colwell, R.K., Coddington, J.A., 1995. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation, In *Biodiversity: Measurement and Estimation*. ed. D.L. Hawksworth, pp. 101-118. Chapman & Hall, London.
- Condit, R., Pitman, N., Jr., E.G.L., Chave, J., Terborgh, J., Foster, R.B., V., P.N., Aguilar, S., Valencia, R., Villa, G., Muller-Landau, H.C., Losos, E., Hubbel, S.P., 2002. Beta-Diversity in Tropical Forest Trees. *Science* 295, 666-669.
- Cordeiro, N.J., Howe, H.F., 2001. Low Recruitment of Trees Dispersed by Animals in African Forest Fragments. *Conservation Biology* 15, 1773-1741.
- Daws, M.I., Pearson, T.R.H., Burslem, D.F.R.P., Mullins, C.E., Dalling, J.W., 2005. Effects of topographic position, leaf litter and seed size on seedling demography in a semi-deciduous tropical forest in Panamá. *Plant Ecology* 179, 93-105.
- Didham, R.K., Lawton, J.H., 1999. Edge Structure Determines the Magnitude of Changes in Microclimate and Vegetation Structure in Tropical Forest Fragments. *Biotropica* 31, 17-30.
- Dupuy, J.M., Chazdon, R.L., 2006. Effects of vegetation cover on seedling and sapling dynamics in secondary tropical wet forests in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 26, 65-76.
- Engelbrecht, B.M.J., Dalling, J.W., Pearson, T.R.H., Wolf, R.L., Gálvez, D.A., Koehler, T., Tyree, M.T., Kursar, T.A., 2006. Short dry spells in the wet season increase mortality of tropical pioneer seedlings. *Population Ecology* 148, 258-269.
- ESRI, 2002. ArcMap 8.2. Redlands, Environmental Systems Research Institute.
- Fahrig, L., 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematic* 34, 487-515.
- Fox, B.J., Tylor, J.E., Fox, M.D., Williams, C., 1997. Vegetation Changes Across Edges of Rainforest Remnants. *Biological Conservation* 82, 1-13.

- Gillman, L.N., Ogden, J., 2005. Microsite heterogeneity in litterfall risk to seedlings. *Austral Ecology* 30, 497-504.
- Gonzalez, A., 2000. Community relaxation in fragmented landscapes: the relation between species richness, area and age. *Ecology Letters* 3, 441-448.
- Grillo, A., Oliveira, M.A., Tabarelli, M., 2006. Árvores, In *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. eds M. Tabarelli, J.S. Almeida-Cortez, K.C. Pôrto, pp. 191-216. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Grillo, A.A.S., 2005. As Implicações da Fragmentação e da Perda de Habitats Sobre a Assembléia de Árvores na Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco, p. 186. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Gunatilleke, C.V.S., Perera, G.A.D., Ashton, P.M.S., Ashton, P.S., Gunatilleke, I.A.U.N., 1996. Seedling growth of *Shorea* section *doona* (Dipterocarpaceae) in soils from topographically different sites of Sinharaja Rain Forest on Sri Lanka, In *The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*. ed. J.N.R. Jeffers, pp. 245-263. Unesco Paris and The Parthenon Publishing Group, Paris.
- Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Esseen, P.-A., 2005. Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. *Conservation Biology* 19, 768-782.
- Hill, J.L., Curran, P.J., 2001. Species composition in fragmented forest: conservation implications of changing forest area. *Applied Geography* 21, 157-174.
- IBGE, 1985. Atlas Nacional do Brasil: região Nordeste. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Kapos, V., 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5, 173-185.
- Kapos, V., Wandelli, E., Camargo, J.L., Ganade, G., 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia, In *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. eds W.F. Laurance, R.O. Bierregaard Jr., pp. 33-44. University of Chicago Press, Chicago.
- Koleff, P., Gaston, K.J., Lennon, J.J., 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72, 367-382.
- Laurance, W.F., 1991. Edge Effect in Tropical Forest Fragments: Application of a Model for the Design of Nature Reserves. *Biological Conservation* 57, 205-219.
- Laurance, W.F., Delamônica, P., Laurence, S.G., Vasconcelos, H.L., Lovejoy, T.E., 2000. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* 404, 836.

- Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Merona, J.M.R.-D., Laurance, S.G., Hutchings, R.W., Lovejoy, T.E., 1998. Effects of Forest Fragmentation on Recruitment Patterns in Amazonian Tree Communities. *Conservation Biology* 12, 460-464.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard Jr., R.O., Laurence, S.G., Sampaio, E., 2002. Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. *Conservation Biology* 16, 605-618.
- Laurance, W.F., Pérez-Salicrup, D., Delamônica, P., Fearnside, P.M., Angelo, S.D., Jerzolinnske, A., Pohl, L., Lovejoy, T.E., 2001a. Rain Forest Fragmentation and the Structure of Amazonian Liana Communities. *Ecology* 82, 105-116.
- Laurance, W.F., Williamson, G.B., Delamônica, P., Oliveira, A., Lovejoy, T.E., Gascon, C., Pohl, L., 2001b. Effects of a strong drought on Amazonian forest fragments and edges. *Journal of Tropical Ecology* 17, 771-785.
- Laurance, W.F., Yensen, E., 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation* 55, 77-92.
- Laurence, W.F., Bierregaard, J.R.O., 1997. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago & London.
- Lawes, M.J., Lamb, B.C.C., Boudreau, S., 2005. Area-but no edge effect on wood seedling abundance and species richness in old Afromontane forest fragments. *Vegetation Science* 16, 363-372.
- López-Barrera, F., Manson, R.H., González-Espinosa, M., Newton, A.C., 2006. Effects of the type of montane forest edge on oak seedling establishment along forest-edge-exterior gradients. *Forest Ecology and Management* 225, 234-244.
- Meer, P.J.V.D., Sterck, F.J., Bongers, F., 1998. Tree seedling performance in canopy gaps in a tropical rain forest at Nouragues, French. *Journal of Tropical Ecology* 14, 119-137.
- Meiners, S.J., Handel, S.N., Pickett, S.T.A., 2000. Tree seedling establishment under insect herbivory: edge effects and interannual variation. *Plant Ecology* 151, 161-170.
- Melo, F.P.L., 2004. O Papel do Efeito de Borda Sobre a Chuva de Sementes e o Recrutamento Inicial de Plântulas: O Caso das Grandes Sementes, p. 40. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Melo, F.P.L., Dirzo, R., Tabarelli, M., 2006. Biased seed rain in forest edges: Evidence from the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation* 132, 50-60.
- Melo, F.P.L., Lemire, D., Tabarelli, M., 2007. Extirpation of large-seeded seedling from the edge of a large Brazilian Atlantic forest fragment. *Ecoscience* 14, In press.

- Mesquita, R.C.G., Delamônica, P., Laurance, W.F., 1999. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 91, 129-134.
- Metcalfe, D.J., Grubb, P.J., Turner, I.M., 1998. The ecology of very small-seed shade-tolerant trees and shrubs in lowland rain forest in Singapore. *Plant Ecology* 134, 131-149.
- Metzger, J.P., 2003. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas?, In *Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*. eds P.Y. Kageyama, R.E. Oliveira, L.F.D. Moraes, V.L. Engel, F.B. Gandara, pp. 51-71. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais-FEAP, Botucatu.
- Murcia, C., 1995. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10, 58-62.
- Nathan, R., Muller-Landau, H.C., 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution* 15, 278-285.
- Oliveira, M.A., Grillo, A.S., Tabarelli, M., 2004a. Caracterização da flora dos remanescentes da usina Serra Grande, Alagoas. Relatório técnico do Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife.
- Oliveira, M.A., Grillo, A.S., Tabarelli, M., 2004b. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* 38, 389-394.
- Pizo, M.A., Simão, I., 2001. Seed Deposition Patterns and The Survival of Seeds and Seedlings of The Palm *Euterpe edulis*. *Acta Oecologica* 22, 229-233.
- Press, M.C., Brown, N.D., Barker, M.G., Zipperlen, S.W., 1996. Photosynthetic Responses To Light In Tropical Rain Forest Tree Seedlings In The Ecology of Tropical Forest Tree Seedling. ed. J.N.R. Jeffers, pp. 41-54. Unesco Paris and The Parthenon Publishing Group, Paris.
- 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.
- Ricklefs, R.E., 1977. Environmental Heterogeneity and Plant Species Diversity: A Hypothesis. *American Naturalist* 111, 376-381.
- Ries, L., Fletcher, R.J.J., Battin, J., Sisk, T.D., 2004. Ecological Responses to Habitat Edges: Mechanisms, Models, and Variability Explained. *Annual Review of Ecological Evolutionary and Systematics* 35, 491-522.

- Santos, B.A., 2005. A Criação de Bordas Recria Florestas Secundárias? Um Estudo na Floresta Atlântica Nordeste, p. 69. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Scariot, A., 2001. Seedling mortality by litterfall in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 32, 662-669.
- Silva, J.M.C., Tabarelli, M., 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404, 72-74.
- Siqueira Filho, J.A., Leme, E.M.C., 2006. Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste - Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias. Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro.
- Sizer, N., Tanner, E.V.J., 1999. Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. *Biological Conservation* 91, 135-142.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J., 1995. *Biometry*. Freeman and Company, New York.
- Sork, V.L., 1987. Effects of Predation and Light on Seedling Establishment in *Gustavia Superba*. *Ecology* 5, 1341-1350.
- StatSoft, Inc., 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Tabarelli, M., Mantovani, W., Peres, C.A., 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation* 91, 119-127.
- Tabarelli, M., Silva, J.M.C., Gascon, C., 2004. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodiversity and Conservation* 13, 1419-1425.
- Tabarelli, M., Siqueira Filho, J.A., Santos, A.M.M., 2006. A floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco, In *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*. eds M. Tabarelli, J.S. Almeida-Cortez, K.C. Pôrto, pp. 25-37. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Terborgh, J., Lopez, L., Nuñez, P., Rao, M., Shahabuddin, G., Orihuela, G., Riveros, M., Ascanio, R., Adler, G.H., Lambert, D.T., Balbas, L., 2001. Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments. *Science* 294, 1923-1926.
- Terborgh, J., Losos, E., Riley, M.P., Riley, M.B., 1993. Predation by vertebrates and invertebrates on the seeds of five canopy tree species of an Amazonian forest. *Ecology* 107, 375-386.
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Yli-Halla, M., 2003. Dispersal, Environment, and Floristic Variation of Western Amazonian Forests. *Science* 299, 241-244.

- Turner, I.M., Corlett, R.T., 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution* 11, 330-333.
- Uriarte, M., D.Canham, C., Thompson, J., Zimmerman, J.K., Brokaw, N., 2005. Seedling recruitment in a hurricane-driven tropical forest: light limitation, density-dependence and spatial distribution of parent trees. *Ecology* 93, 291-304.
- 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 (IBGE), Rio de Janeiro.
- Whittaker, R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30, 279-338.
- Whittaker, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21, 213-251.
- Willing, M.R., Kaufman, D.M., Stevens, R.D., 2003. Latitudinal Gradients of Biodiversity: Pattern, Process, Scale, and Synthesis. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematic* 34, 273-309.
- Wilson, M.V., Shmida, A., 1984. Measuring Beta Diversity With Presence-Absence Data. *Ecology* 72, 1055-1064.
- Wright, S.J., Duber, H.C., 2001. Poachers and Forest Fragmentation Alter Seed Dispersal, Seed Survival, and Seedling Recruitment in the Palm. *Biotropica* 4, 583-595.



## Legenda das figuras

**Figura 1.** Localização da área de estudo em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.

**Figura 2.** Mosaico de 120 fotografias aéreas (obtidas em 07/12/2002) dos remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil. Em azul (A) – O remanescente controle (Coimbra) e em verde (B) os dez remanescentes menores (1– Aquidabã 2; 2– Aquidabã 1; 3– Ibataguara; 4– Alto Guzerá; 5– Valparaíso; 6– Oriental 1; 7– Encanamento; 8 – Usina; 9 – Mata dos Pintos; 10 – Oriental) utilizados para este estudo.

**Figura 3.** Relação entre o número de plântulas ( $\log_{10}$ ) e a distância da borda (0–50m, 50–100m e > 100m), por categorias de percentual de área nuclear (0-14%, 28-38%, 46-59% e 78%) dos remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.

**Figura 4.** Relação entre o número de plântulas ( $\log_{10}$ ) e a distância da borda (0–50m, 50–100m e > 100m), por ambientes (remanescentes menores e controle) em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.

**Figura 5.** Relação entre o número de espécies (raiz quadrada) e a distância da borda (0–50m, 50–100m e > 100m), por categorias de percentual de área nuclear (0-14%, 28-38%, 46-59% e 78%) dos remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.

**Figura 6.** Relação entre o número de espécies (raiz quadrada) e a distância da borda (0–50m, 50–100m e > 100m), por ambientes (remanescentes menores e controle) em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil.

**Figura 7.** Curva de acumulação de espécies (média  $\pm$  95% limite de confiança) para plântulas amostradas em dois ambientes (remanescentes menores e controle) em um trecho da floresta Atlântica Nordestina, Usina Serra Grande, Alagoas, Brasil ( $n = 150$  parcelas de 1 m<sup>2</sup> por ambiente).

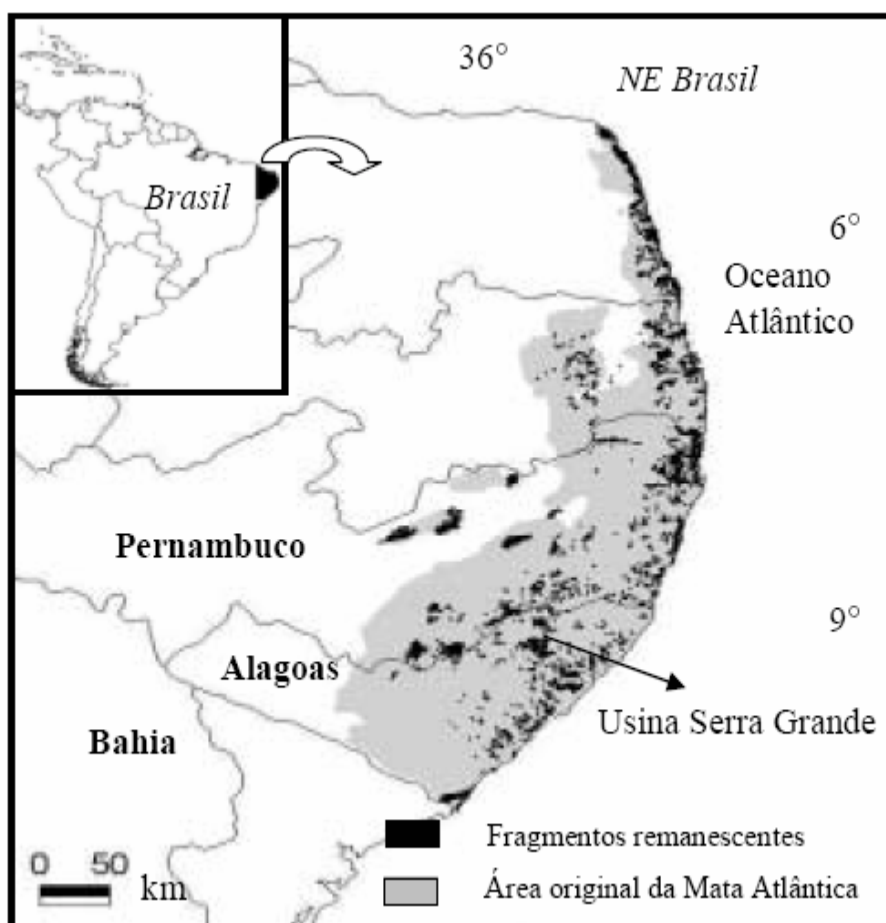


Figura 1.

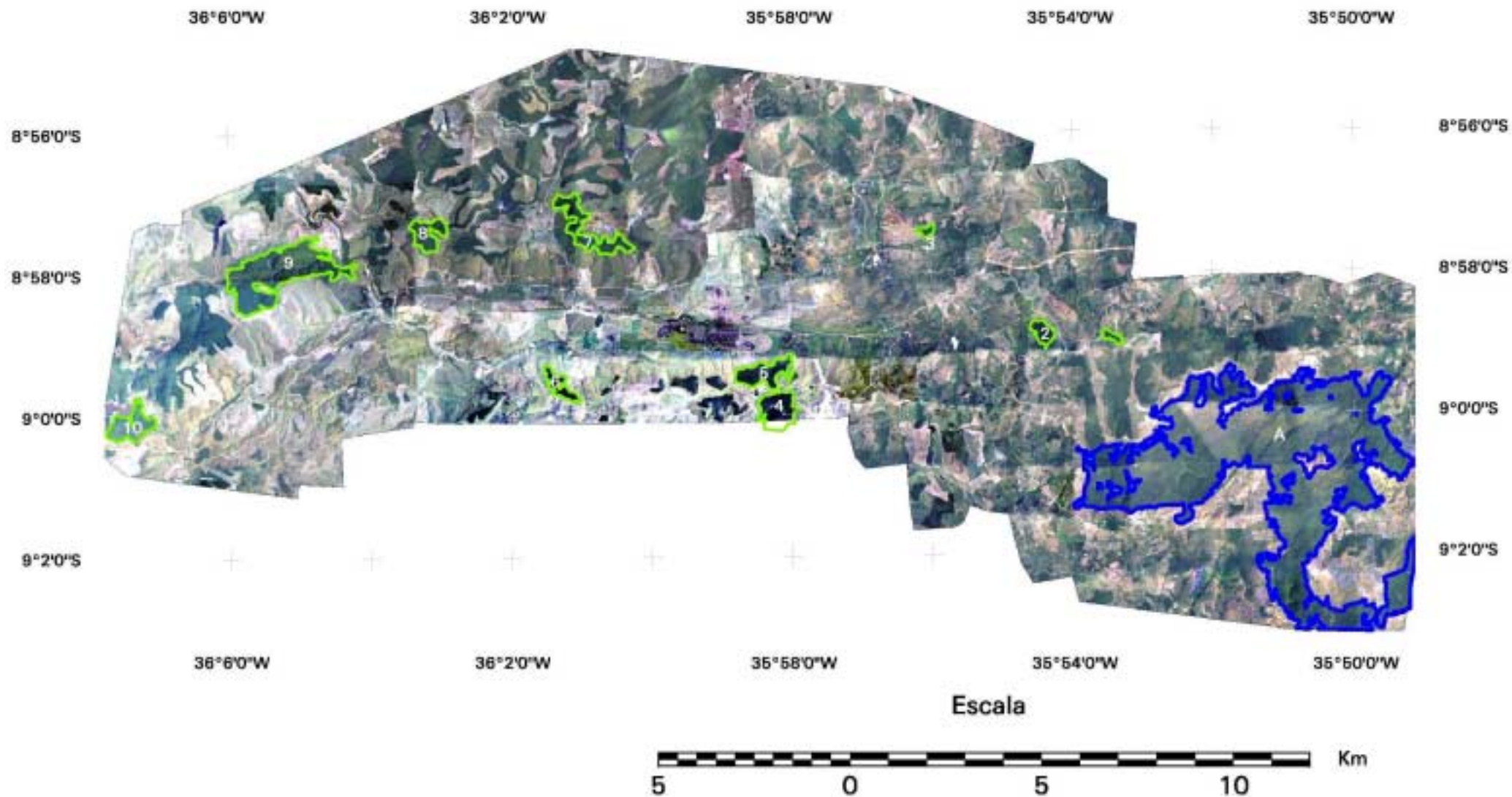


Figura 2.

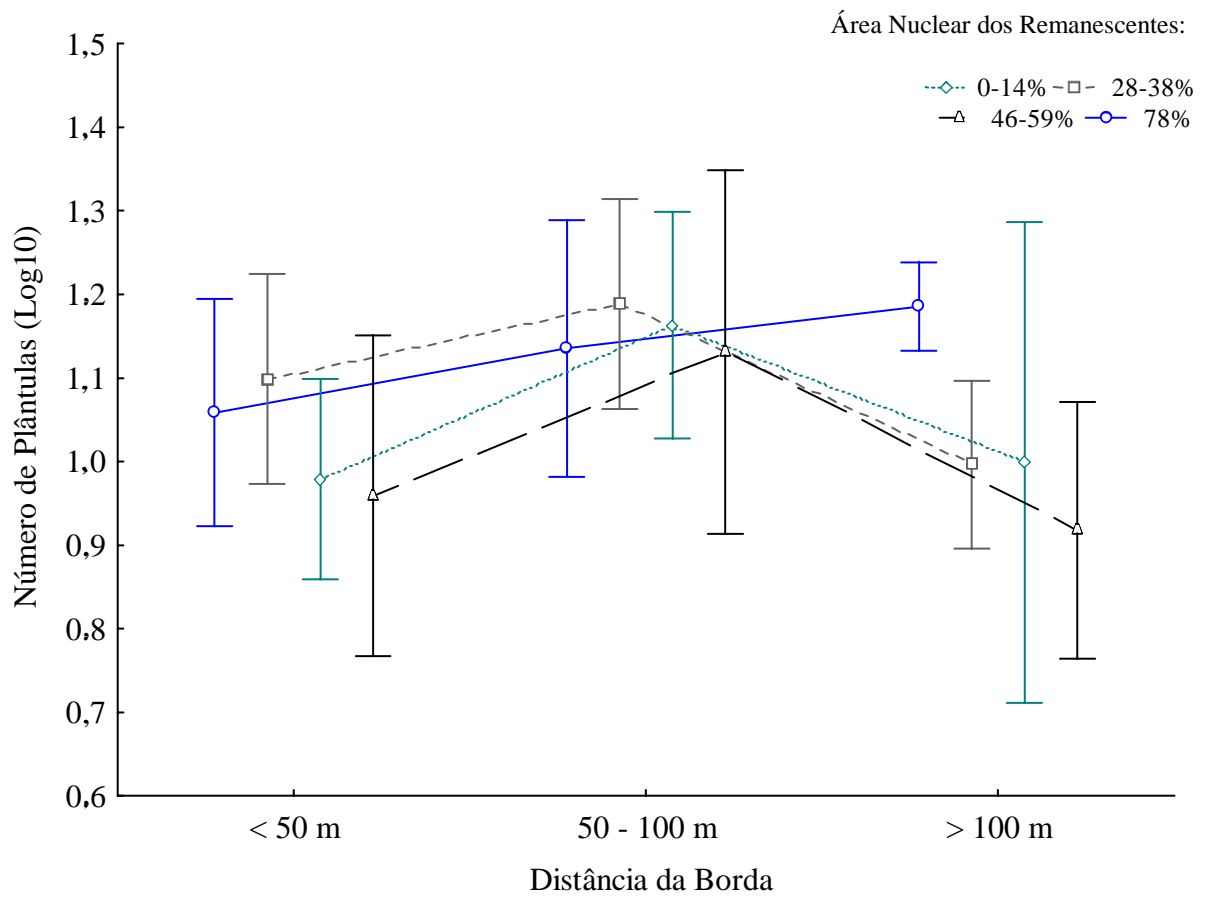


Figura 3.

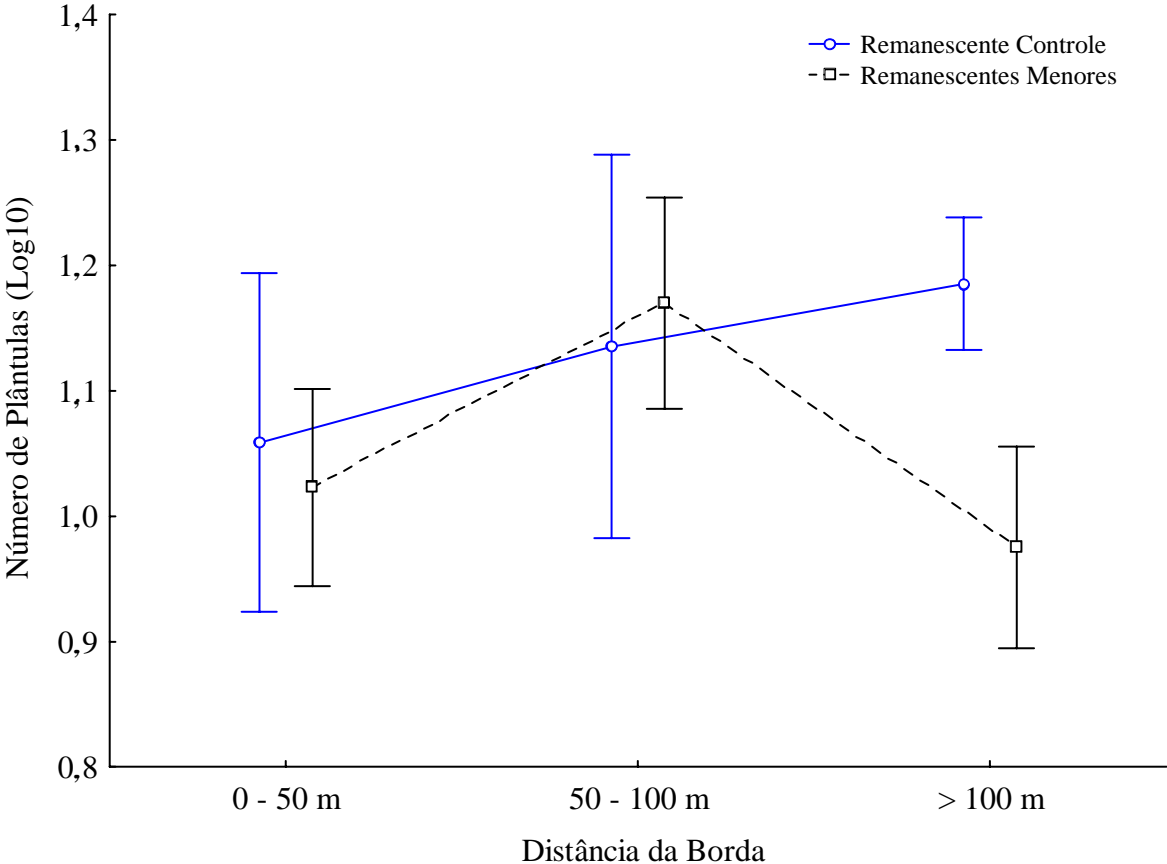


Figura 4.

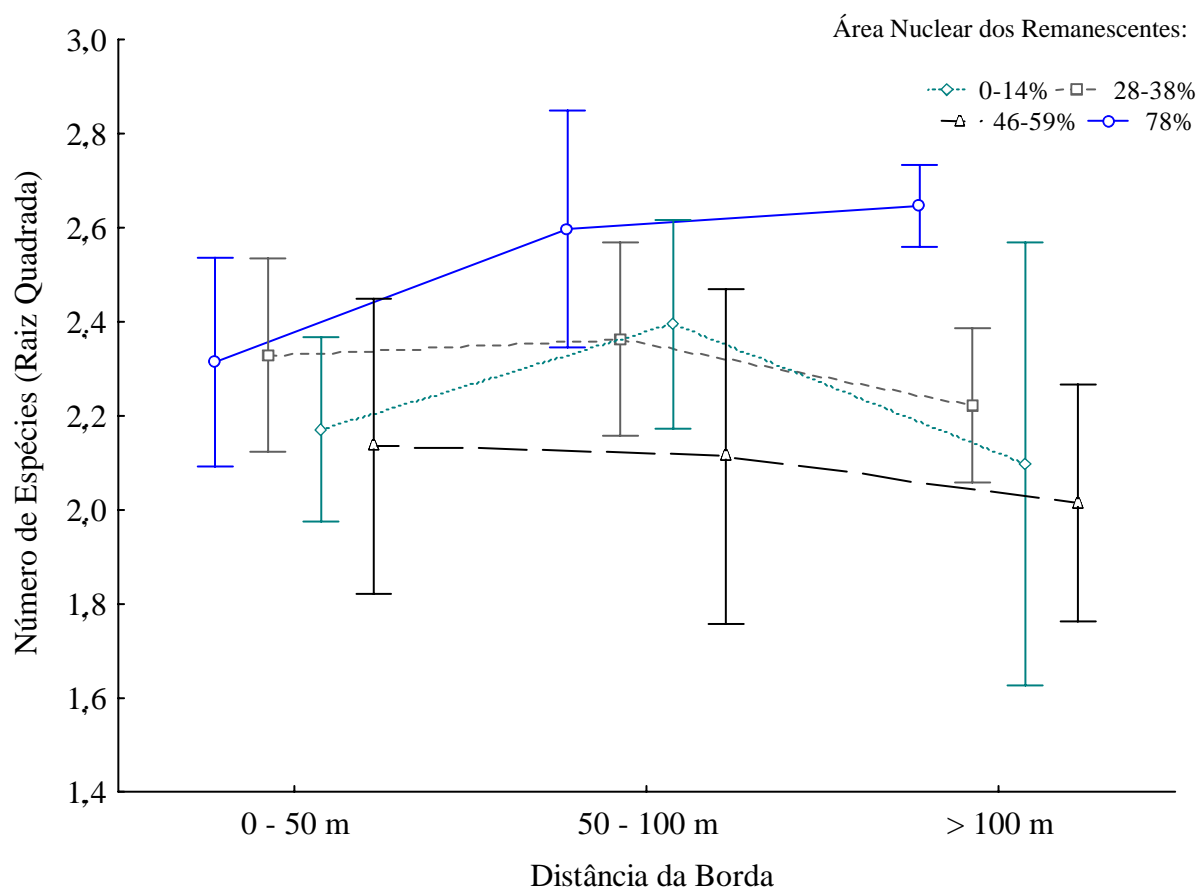
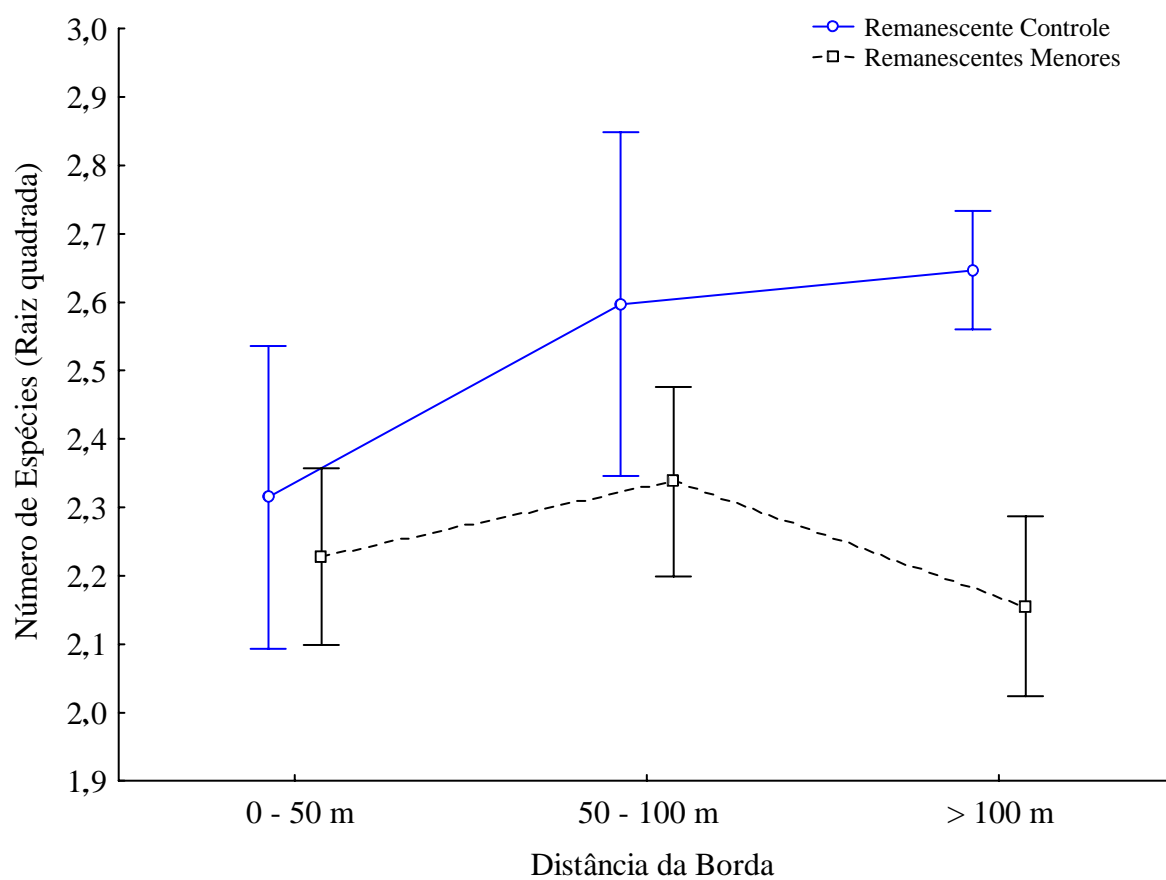
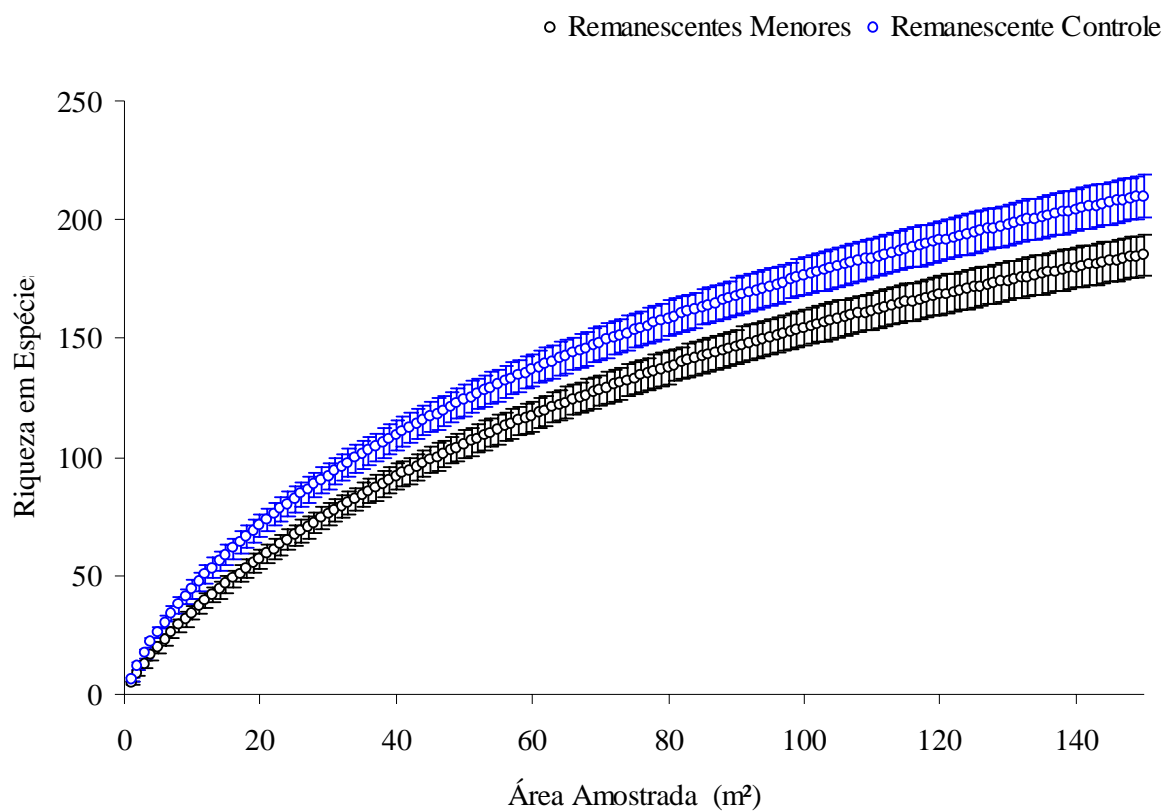


Figura 5.



**Figura 6.**



**Figura 7.**



**Legenda das tabelas**

**Tabela 1.** Área, proporção de área nuclear, abundância e riqueza de plântulas (média  $\pm$  desvio padrão) de remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordeste. A = Remanescente Controle (em azul na figura 2) e B (1-10) = Os Remanescentes Menores (em verde na figura 2).

**Tabela 2.** Lista de espécies identificadas da assembléia de plântulas e suas respectivas abundâncias por categorias de remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordeste.

**Tabela 3.** Resultados dos testes ANOVA fatoriais comparando atributos da assembléia de plântulas com a distância da borda e a porcentagem de área nuclear ou ambiente de remanescentes em um trecho da floresta Atlântica Nordeste.

**Tabela 1.**

<b>Remanescentes</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área Nuclear (%)</b>	<b>Abundância</b> (média ± desvio)	<b>Riqueza</b> (média ± desvio)
<b>Coimbra (controle) <sup>A</sup></b>	3500	78,25	16,42 ± 10,78	6,51 ± 2,51
<b>Aquidabã 1<sup>2</sup></b>	29,2	32,11	13,67 ± 9,56	6,46 ± 2,35
<b>Aquidabã 2<sup>1</sup></b>	10,19	0,75	21,87 ± 31,18	5,73 ± 1,98
<b>Usina<sup>8</sup></b>	50,05	30,16	17,60 ± 29,10	3,73 ± 1,57
<b>Encanamento<sup>7</sup></b>	91,16	13,54	12,93 ± 9,42	5,53 ± 3,15
<b>Oriental<sup>10</sup></b>	81,05	46,25	9,07 ± 9,19	3,60 ± 1,40
<b>Alto Guzerá<sup>4</sup></b>	83,63	58,26	13,93 ± 8,91	4,33 ± 2,09
<b>Valparaíso<sup>5</sup></b>	79,64	37,04	10,80 ± 6,57	4,80 ± 1,69
<b>Oriental 1<sup>6</sup></b>	43,73	28,17	27,27 ± 26,43	5,27 ± 1,98
<b>Ibateguara<sup>3</sup></b>	8,25	0,98	9,93 ± 5,04	3,40 ± 1,40
<b>Mata dos Pintos<sup>9</sup></b>	230,53	32,33	7,93 ± 3,17	4,47 ± 1,40
<b>Rem. Menores<sup>B</sup></b>	8,25 – 230, 53	0,75 – 58,26	14,50 ± 17,62	4,73 ± 2,14

**Tabela 2.**

Família Espécie	Remanescente Controle	Remanescentes Menores	Remanescentes por % de área nuclear			
			0-14%	28-38%	46-59%	78%
<b>Anacardiaceae</b>						
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	87	454	146	276	32	87
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	103	60	33	23	4	103
<b>Annonaceae</b>						
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	46	2	-	2	-	46
<i>Cymbopetalum brasiliensis</i> Benth.	3	-	-	-	-	3
Ident.	2	2	2	-	-	2
<b>Apocynaceae</b>						
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	10	-	-	-	-	10
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	2	1	-	1	-	2
Indet.	18	-	-	-	-	18
<b>Araliaceae</b>						
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	-	1	1	-	-	-
<b>Arecaceae</b>						
<i>Attalea oleifera</i> Barb.Rodr.	2	2	2	-	-	2
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	12	-	-	-	-	12
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	-	3	-	3	-	-
<b>Asteraceae</b>						
Ident.1	1	37	23	12	2	1
Ident.2	-	1	-	1	-	-
Ident.3	-	1	-	1	-	-
<b>Boraginaceae</b>						
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	-	2	1	-	1	-
<b>Burseraceae</b>						
<i>Crepidospermum</i> sp.	1	-	-	-	-	1
<i>Protium</i> sp.	14	7	-	7	-	14
<i>Tetragastris</i> sp.	12	4	-	2	2	12

**Tabela 2. Continuação**

<b>Caesalpinaceae</b>						
<i>Bauhinia outimouta</i> Aubl.	2	6	-	3	3	2
<i>Chamaecrista ensiformes</i> (Vell.) Irwin & Barneby	55	1	-	1	-	55
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1	2	-	2	-	1
<i>Copaifera</i> sp.	2	-	-	-	-	2
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	-	1	-	1	-	-
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	-	-	-	-	2
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin & Barneby v. <i>pudibunda</i> (Benth.) Irwin & Barneby	1	3	3	-	-	1
<b>Cecropiaceae</b>						
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	8	-	-	-	-	8
<b>Chrysobalanaceae</b>						
<i>Couepia impressa</i> Prance	2	-	-	-	-	2
Indet.1	3	-	-	-	-	3
Indet.2	11	-	-	-	-	11
<b>Clusiaceae</b>						
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey	-	18	-	18	-	-
<i>Tovomita</i> cf. <i>brevistaminea</i> Engl	1	-	-	-	-	1
<i>Tovomita mangle</i> G. Mariz	136	3	0	3	0	136
<i>Tovomita</i> sp.	-	1	-	-	1	-
<i>Rheedia</i> sp.	11	2	2	-	-	11
Indet.6	-	3	2	-	1	-
<b>Dioscoriaceae</b>						
<i>Dioscorea leptostachya</i> Gardner	-	1	1	-	-	-
<b>Elaeocarpaceae</b>						
<i>Sloanea</i> sp.	6	-	-	-	-	6
<b>Erythroxylaceae</b>						
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth.	13	14	5	4	5	13
<i>Erythroxylum squamatum</i> Sw.	7	18	-	18	-	7

**Tabela 2. Continuação**

<i>Erythroxylum</i> sp.1	-	34	1	31	2	-
Indet.	2	-	-	-	-	2
<b>Euphorbiaceae</b>						
<i>Dalechampia</i> sp.	-	12	2	10	-	-
<i>Mabea occidentalis</i> Benth.	139	-	-	-	-	139
<i>Phyllanthus</i> sp.	3	-	-	-	-	3
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat.	128	-	-	-	-	128
Indet.	-	12	-	11	1	-
<b>Gesneriaceae</b>						
Indet.	2	-	-	-	-	2
<b>Lauraceae</b>						
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	76	121	26	75	20	76
<i>Ocotea</i> sp.1	-	1	-	1	-	-
<i>Ocotea</i> sp.2	-	2	-	2	-	-
<i>Ocotea</i> sp.3	2	3	-	2	1	2
<i>Ocotea</i> sp.4	4	-	-	-	-	4
<i>Ocotea</i> sp.5	4	5	-	5	-	4
<b>Lecythidaceae</b>						
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	178	19	4	15	-	178
Indet.	1	18	6	4	8	1
<b>Malpighiaceae</b>						
<i>Banisteriopsis</i> cf. <i>muricata</i> (Cav.) Cuatrec.	-	53	23	29	1	-
<b>Melastomataceae</b>						
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	1	2	2	-	-	1
<i>Clidemia</i> sp.	-	1	-	-	1	-
<i>Miconia</i> cf. <i>calvescens</i> Schrank et Mart. ex. DC.	5	-	-	-	-	5
<i>Miconia</i> sp.	2	2	2	-	-	2
<b>Meliaceae</b>						
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	1	-	-	-	-	1

**Tabela 2. Continuação**

<b>Mimosaceae</b>						
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	2	-	-	-	-	2
<i>Inga</i> sp.1	9	-	-	-	-	9
<i>Inga</i> sp.2	1	-	-	-	-	1
<i>Inga</i> sp.3	5	-	-	-	-	5
<i>Inga</i> sp.4	2	-	-	-	-	2
<i>Inga</i> sp.5	-	33	-	-	33	-
<i>Inga</i> sp.6	-	7	7	-	-	-
<i>Inga</i> sp.7	-	1	-	1	-	-
<i>Inga</i> sp.8	2	-	-	-	-	2
<i>Inga</i> sp.9	-	3	-	3	-	-
<i>Inga</i> sp.10	20	-	-	-	-	20
Indet.	1	-	-	-	-	1
<b>Monimiaceae</b>						
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	8	-	-	-	-	8
<b>Moraceae</b>						
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	-	15	15	-	-	-
<i>Brosimum guianensis</i> (Aubl.) Huber	5	-	-	-	-	5
<i>Brosimum rubescens</i> Tauber	20	-	-	-	-	20
<i>Ficus</i> sp.	-	1	-	1	-	-
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudichand	95	221	25	152	44	95
Indet.	33	1	-	1	-	33
<b>Myristicaceae</b>						
<i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	34	3	-	3	-	34
<b>Myrsinaceae</b>						
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	-	5	5	-	-	-
<b>Myrtaceae</b>						
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) A. DC.	2	-	-	-	-	2
<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) A. DC.	2	2	1	1	-	2

**Tabela 2. Continuação**

<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	21	3	-	3	-	21
<i>Myrcia</i> sp.1	-	1	-	1	-	-
<i>Myrcia</i> sp.2	2	8	-	3	5	2
<i>Myrcia</i> sp.3	-	2	1	1	-	-
<i>Myrcia</i> sp.4	1	-	-	-	-	1
<i>Myrcia</i> sp.5	12	-	-	-	-	12
<i>Myrcia</i> sp.6	2	-	-	-	-	2
<i>Myrcia</i> sp.7	4	-	-	-	-	4
<i>Myrcia</i> sp.8	12	-	-	-	-	12
Indet.1	-	12	-	-	12	-
Indet.2	3	-	-	-	-	3
Indet.3	2	-	-	-	-	2
<b>Nyctaginaceae</b>						
<i>Guapira</i> sp.	-	27	2	14	11	-
<b>Ochnaceae</b>						
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engler	4	-	-	-	-	4
<b>Papilionaceae</b>						
<i>Andira</i> sp.	1	-	-	-	-	1
<i>Canavalia</i> sp.1	-	19	9	6	4	-
<i>Canavalia</i> sp.2	-	3	2	1	-	-
<i>Machaerium</i> sp.1	2	11	7	4	-	2
<i>Machaerium</i> sp.2	1	1	-	1	-	1
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl. = <i>P.violaceus</i> Vogel	57	2	-	2	-	57
<i>Swartzia macrostachya</i> Benth.	-	1	-	1	-	-
Indet.	18	7	-	6	1	18
<b>Picramniaceae</b>						
<i>Picramnia</i> cf. <i>gardneri</i> Planchon	39	-	-	-	-	39
<i>Picramnia</i> sp.	3	2	-	2	-	3

**Tabela 2. Continuação**

<b>Piperaceae</b>						
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	6	3	-	2	1	6
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	-	3	3	-	-	-
<i>Piper marginatum</i> C. DC	-	41	18	8	15	-
<i>Piper</i> sp.1	6	-	-	-	-	6
<i>Piper</i> sp.2	-	1	1	-	-	-
<i>Piper</i> sp.3	-	1	-	1	-	-
<i>Piper</i> sp.4	1	2	-	-	2	1
<b>Polygonaceae</b>						
<i>Coccoloba</i> cf. <i>ochleorata</i> Wedd.	5	1	-	1	-	5
<b>Proteaceae</b>						
<i>Roupala</i> cf. <i>rhombifolia</i> Mart.ex. Meisn.	1	1	-	1	-	1
<b>Quinaceae</b>						
<i>Quiina</i> aff. <i>paraensis</i> Pires et Fróes	3	-	-	-	-	3
Indet.	8	1	-	1	-	8
<b>Rubiaceae</b>						
<i>Gonzalagunia dicocca</i> Cham. & Schltldl.	8	2	1	1	-	8
<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	4	-	-	-	-	4
<i>Rhandia armata</i> (Sw.) DC.	-	24	12	9	3	-
<i>Psychotria</i> sp.1	-	4	3	-	1	-
<i>Psychotria</i> sp.2	2	6	1	5	-	2
<i>Psychotria</i> sp.3	-	5	4	-	1	-
Indet.1	-	3	3	-	-	-
Indet.2	-	1	-	1	-	-
Indet.3	-	2	-	2	-	-
Indet.4	-	5	1	4	-	-
Indet.5	-	5	5	-	-	-
Indet.6	-	1	1	-	-	-
Indet.7	1	1	1	-	-	1



**Tabela 2. Continuação**

<b>Rutaceae</b>						
Indet.1	1	-	-	-	-	1
Indet.2	-	13	-	13	-	-
<b>Sapindaceae</b>						
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil.)Radlk	2	1	-	1	-	2
<i>Allophylus</i> sp.1	-	1	-	1	-	-
<i>Allophylus</i> sp.2	-	4	-	4	-	-
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	1	1	-	-	1	1
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	-	6	5	1	-	-
<i>Cupania revoluta</i> Radlk.	8	102	34	52	16	8
<i>Cupania</i> sp.	5	1	-	-	1	5
<i>Paullinia pinnata</i> L.	14	109	42	66	1	14
<i>Paullinia rubiginosa</i> Cambess.	36	-	-	-	-	36
<i>Paullinia trigonia</i> Vell.	5	8	6	2	-	5
<i>Paullinia</i> sp.	-	3	-	1	2	-
<i>Serjania</i> sp.	-	1	-	1	-	-
Indet.	7	-	-	-	-	7
<b>Sapotaceae</b>						
<i>Pradosia</i> cf. <i>glycyphloea</i> (Casar) Liais	116	-	-	-	-	116
<i>Pouteria</i> sp.1	14	-	-	-	-	14
<i>Pouteria</i> sp. 2	29	-	-	-	-	29
Indet.1	2	1	-	1	-	2
Indet.2	1	-	-	-	-	1
<b>Simaroubaceae</b>						
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1	1	-	-	1	1
<b>Smilacaceae</b>						
<i>Smilax</i> sp.	4	19	2	15	2	4
<b>Sterculiaceae</b>						
<i>Helicteres</i> cf. <i>heptandra</i> L.B.Sm.	-	1	1	-	-	-

**Tabela 2. Continuação**

<b>Tiliaceae</b>						
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	8	-	-	-	-	8
<i>Triumfetta</i> sp.	6	1	-	1	-	6
<b>Turneraceae</b>						
Indet.	-	14	3	6	5	-
<b>Violaceae</b>						
<i>Payparola blanchetiana</i> Tull.	69	6	5	1	-	69
<b>Vochysiaceae</b>						
<i>Vochysia oblongifolia</i> Warm.	68	-	-	-	-	68

Tabela 3.

Atributo	MS	GL	SS	F	P	Teste de Tukey (P)
<b>Abundância (Log10)</b>						
Distância Borda	0,291	2	0,582	3,404	0,034*	50-100 > 0-50m (0,03)
% Área Nuclear	0,115	3	0,346	1,348	0,258	...
Distância Borda*Área Nuclear	0,123	6	0,735	1,432	0,202	...
Erro	0,085	288	24,626			
<hr/>						
Ambiente	0,228	1	0,228	2,697	0,101	...
Distância Borda	0,152	2	0,305	1,797	0,167	...
Ambiente * Distância Borda	0,319	2	0,639	3,771	0,024*	C > D; F < E (< 0,01; 0,001; 0,01)
Erro	0,085	294	24,911			
<hr/>						
<b>Riqueza (Raiz quadrada)</b>						
Distância Borda	0,274	2	0,548	1,196	0,304	...
% Área Nuclear	1,449	3	4,346	6,324	<0,001*	78% > 0-59% (<0,0001)
Distância Borda*Área Nuclear	0,323	6	1,934	1,407	0,212	...
Erro	0,230	288	65,977			
<hr/>						
Ambiente	3,585	1	3,585	15,684	< 0,0001*	R. Controle > R. Menores (<0,00001)
Distância Borda	0,511	2	1,023	2,238	0,108	...
Ambiente * Distância Borda	0,862	2	1,724	3,772	0,024*	C > D; E; F (< 0,0001; 0,01; 0,0001); B > F (0,02)
Erro	0,229	294	67,202			

**Legenda.** (\*) valores significativos ( $p < 0,05$ )

A = 0-50m, B = 50-100m e C = >100m da borda no Remanescente Controle

D = 0-50m, E = 50-100m e F = >100m da borda nos Remanescentes Menores

## CONCLUSÕES

- A fragmentação afeta negativamente a assembléia de plântulas em um trecho da floresta Atlântica Nordeste, sendo capaz de inviabilizar a regeneração florestal.
- As bordas dos remanescentes estudados são locais inóspitos ao recrutamento de plântulas, principalmente nos primeiros 50 metros para o interior da floresta.
- Os efeitos deletérios da fragmentação atingem principalmente as plântulas de espécies de floresta madura, como aquelas tolerantes à sombra e as com grandes sementes.
- Aparentemente a defaunação e efeitos secundários da criação de bordas, são as principais causas da redução de abundância e riqueza de plântulas.
- O percentual de área nuclear, avaliado conjuntamente com a distância da borda, é um bom preditor de aumento da abundância e riqueza de plântulas em remanescentes da floresta Atlântica Nordeste.
- Os remanescentes de menor tamanho, ainda mantêm razoável riqueza de espécies, mas necessitam urgentemente de ações de manejo e restauração para manter e incrementar sua diversidade de espécies.

## **RESUMO**

A fragmentação e a perda de habitats promovem mudanças biológicas que alteram a dispersão de sementes e o recrutamento de plântulas. No presente estudo, foi investigada a influência dos efeitos de borda e da proporção de área nuclear sobre a abundância e a riqueza de plântulas em 11 remanescentes de floresta Atlântica Nordestina do Brasil, completamente circundados por cana-de-açúcar. Para cada remanescente foram sorteados 15 pontos aleatórios, com exceção do maior remanescente (controle) que recebeu 150 pontos aleatórios. Em cada ponto, uma parcela de 1 m<sup>2</sup> foi demarcada e todas as plântulas entre 3 e 50cm de altura foram coletadas e identificadas ou classificadas em morfoespécies. Um total de 4638 plântulas pertencentes a 440 morfoespécies foi registrado. A abundância e a riqueza de plântulas aumentaram com o distanciamento da borda no remanescente controle, mas nos remanescentes menores elas decresceram após os primeiros 100m. O remanescente com maior área nuclear também abrigou uma diversidade beta mais elevada que o conjunto dos outros remanescentes. O resultado apurado indica que os efeitos da fragmentação alteram a estrutura e a composição da assembléia de plântulas na floresta Atlântica Nordestina do Brasil e sugere que estas alterações podem ser conduzidas por processos envolvendo a interrupção dos eventos de dispersão de sementes a longas distâncias e fracassos no recrutamento e sobrevivência de plantas.

## ABSTRACT

Fragmentation and habitat loss promote biological changes which alter seed dispersal and seedling recruitment. In the present study, the influence of edge effects and core area proportion on seedling abundance and richness was investigated in 11 patches of the Northeastern Brazilian Atlantic forest, completely surrounded by sugar-cane plantation. For each patch, 15 random points were sorted out, except by the largest patch (control), which received 150 random points. On each point, a 1-m<sup>2</sup> quadrant was set and all seedlings between 3 and 50 cm in height were collected and identified or classified into morfospecies. A total of 4638 seedlings belonging to 440 morfospecies was recorded. Seedling abundance and richness increased with the distance to the edge for the control remnant, but in the smaller fragments they declined after the first 100 m. The patch with the largest core area also harbors higher beta diversity than the all other remnants. The net result indicates that fragmentation effects alter structure and composition of seedling assemblages in the Northeastern Brazilian Atlantic forest and suggests that alterations may be driven by processes involving interruption of long-distance seed dispersal events and failures on plant recruitment and survival.

## **ANEXOS**

**ELSEVIER**<http://www.elsevier.com>

## BIOLOGICAL CONSERVATION

### Guide for Authors

This guide for authors provides all of the information necessary for submitting a paper to the journal **Biological Conservation**. Please read all information carefully and follow the instructions in detail when preparing your manuscript. Manuscripts, which are not prepared according to our guidelines will be sent back to authors for changes. At the end of the Guide for Authors you will find a checklist for manuscript submission.

We hope this guide will assist you in preparing your manuscript.

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

Authors may send pre-submission queries concerning the submission process, manuscript status, or journal procedures to the Editorial Office. In order to improve manuscripts prior to submission authors should have two or more colleagues read and comment on their paper; these colleagues should then be acknowledged by name.

Once the uploading is complete, the system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then used for reviewing. All correspondence, including the Editor's decision and request for revisions, will be by e-mail. Authors are asked to provide the names of at least three potential reviewers in their covering letter. All manuscripts will be reviewed, initially by the handling editor and, if approved for further review, by at least two independent reviewers.


### Editor-in-Chief

Professor R H Marris

Applied Vegetation Dynamics Laboratory

School of Biological Sciences

Liverpool L69 7ZB

Tel 44(0)151 795 5172 , fax 44(0)151 795 5171, [calluna@liv.ac.uk](mailto:calluna@liv.ac.uk), 

<http://www.appliedvegetationdynamics.co.uk/>

Editors



Dr. A.S. Pullin  
Dr. R.B. Primack  
Dr. D A Saunders  
PhD. J.P. Metzger  
Dr. A.B. Gill  
Book Review Editor  
Dr B Meatyard

**Biological Conservation** has as its main purpose the dissemination of original papers from a wide international field dealing with the conservation of wildlife and the wise use of biological and allied natural resources. It is concerned with plants and animals and their habitats in a changing and increasingly human-dominated biosphere - in fresh and salt waters, as well as on land and in the atmosphere. **Biological Conservation** publishes field studies, analytical and modeling studies and review articles. While its main basis is ecological the journal aims at fostering other relevant aspects of biological conservation and hopes thereby to encourage more research and publication of work which contributes to our knowledge and understanding of wildlife communities and their value to humankind.

The journal's coverage of the discipline of conservation ecology is relevant to universities and research institutes, while the emphasis on the practical application of the research results is important to all land managers, from those dealing with landscape design problems to those whose concern is nature reserve management.

## **I. Types of Contribution**

The journal adopts a strict policy of only accepting papers that fit the Aims and Scope of the journal. The paper must have a clear conservation message. Is there a significant contribution to our ability to undertake effective action?

The journal does not have a fixed limit to the length of a paper, however, space is at a premium and shorter papers are preferred - approximate guidelines are given below.

### **1. Full length articles (Regular Papers)**

Original papers should report the results of original research. The material must not have been previously published elsewhere. Full length articles usually are usually up to 8.000 words.

### **2. Review articles**

Reviews should cover a part of the subject of active current interest. They may be submitted or invited. Review articles are usually up to 12.000 words.

### **3. Short communications**

Are meant to highlight important issues and should be less than 4.000 words.

### **4. Book Reviews**

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than 2 years old. These are usually less than 2.000 words.

## **II. Manuscript submission**

Papers for consideration should be submitted through the ESS to the Editor-in-Chief, who will allocate a handling editor. Usually, the paper will be sent to the requested handling

editor.

**a) Original work**

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

**b) Covering letter**

Submission of a manuscript must be accompanied by a covering letter stating that:

The work is all original research carried out by the authors.

All authors agree with the contents of the manuscript and its submission to the journal.

No part of the research has been published in any form elsewhere, unless it is fully acknowledged in the manuscript.

The manuscript is not being considered for publication elsewhere while it is being considered for publication in this journal.

Any research in the paper not carried out by the authors is fully acknowledged in the manuscript.

All appropriate ethics and other approvals were obtained for the research.

**c) Confirmation of submission**

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

**d) Conflicts of Interest**

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

**e) Potential reviewers**

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

### **III. Setting up and formatting your manuscript**

#### **1. General information**

Set up your document one-sided, using double spacing and wide (3 cm) margins. Use line numbering throughout the document. Avoid full justification, i.e., do not use a constant right-hand margin. Ensure that each new paragraph is clearly indicated. Number every page of the manuscript, including the title page, references tables, etc. Present tables and figure legends on separate pages at the end of the manuscript. Layout and conventions must conform with those given in this guide to authors. **Journal style has changed over time so**

**do not use old issues as a guide.** Number all pages consecutively. Italics are not to be used for expressions of Latin origin, for example, *in vivo*, *et al.*, *per se*. Use decimal points (not commas); use a space for thousands (10 000 and above).

## 2. Title pages and mentioning of authors' names

Set up two title pages for your manuscript. The first title page contains all authors' contact information and the title of the manuscript. The first title page may be separated from the manuscript for the review process. The second title page contains the title of the manuscript, as well as abstract and keywords (see sections IV.1 and IV.2 for further details). Please do not state authors' names anywhere else in your manuscript, nor in the figure captions. An exception is the quotation of own work.

## 3. Preparation of illustrations

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

## 4. Language

Please assure your manuscript is written in excellent English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors whose first language is not English are encouraged to have the paper edited by a native English speaker prior to submission. Information on author-paid and pre-accept language editing services available to authors can be found at <http://authors.elsevier.com>, by clicking on "Guide to Publishing with Elsevier".

## IV. Structure of the manuscript

### 1. First title page

#### a) Title of manuscript

State the title of the manuscript. The title should be concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible. b) Author(s) names and affiliation(s)

State the authors' first and family names (put family name in capitals) and affiliations. Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names and only in English. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and also in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and e-mail address of each author.

#### c) Corresponding author

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

#### d) Present address

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

## **2. Second title page**

### a) Title

State again the title of the manuscript.

### b) Abstract

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

### c) Keywords

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

## **3. Introduction**

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

## **4. Materials and methods**

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

## **5. Results**

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

## **6. Discussions and Conclusions**

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

## **7. Acknowledgements**

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

## 8. Appendices

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

## 9. References

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

## 10. Captions, tables, and figures

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

Colour diagrams can be printed (see below).

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

## 11. Footnotes

Footnotes should not be used.

## 12. Nomenclature and units

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

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

## 13. Preparation of supplementary data

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish

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

## V. Referencing

### 1. Citations in the text

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

### 2. Citing and listing of web references

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

### 3. Citing in the text

Citations in the text should be:

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

Two authors: both authors' names, the year of publication; use 'and' between names not '&'.

Three or more authors: first author's name followed by et al., the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be given chronologically with the earliest first and if several from the same year then they should be given alphabetically. If there are several from the same author in the same year then they are given as author, yeara, b (eg 1996a,b] (not yeara, yearb)

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

### 4. List of references

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

Examples:

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

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

*Reference to a book:*

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

*Reference to a chapter in an edited book:*

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

## **5. Digital Object Identifier (DOI):**

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

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

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

## **VI. Manuscript handling after acceptance**

### **1. Copyright**

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

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

### **2. Costs for colour prints**

a) Colour illustrations in print

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

b) Colour illustrations on the web (ScienceDirect)

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

### **3. Proofs**

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

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

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

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

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

### **4. Tracking your article**

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

### **5. Offprints**

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-



mail or, alternatively, 25 free paper offprints. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

## **IX. Submission Checklist**

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

### **Ensure that the following items are present for submission:**

One author designated as corresponding author.

Full contact addresses of all author(s).

Covering letter stating that the manuscript is original work, that it is not being submitted elsewhere, that all authors agree with the content and to the submission, any research in the paper not carried out by the authors is fully acknowledged in the manuscript and where necessary all appropriate ethics and other approvals were obtained for the research.

The names and contacts of three potential reviewers are provided.

The manuscript is one-sided, double spaced, page numbered and line-numbered throughout.

The name and address of the author(s) is only stated on the first title page and nowhere else in the manuscript, except for quoting own work.

The second title page contains the title, abstract and keywords.

All tables (including title, description and caption) are included.

All illustrations (including title, description and caption) are included.

Manuscript has been "spellchecked", and checked by someone fluent in English who understands the subject material of the manuscript.

References are in the correct format for the journal (see above).

All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa

All tables and figures have been referred to in the text.

Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)

**For any further information please contact the Author Support Department at [authorsupport@elsevier.com](mailto:authorsupport@elsevier.com)**  
<http://authors.elsevier.com/GuideForAuthors.html?PubID=50334>  
7 October 2005 Elsevier

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)