

ANDRÉ MAURÍCIO MELO SANTOS

**FLORA DO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO:
BIOGEOGRAFIA E CONSERVAÇÃO**

Recife-PE

2006

ANDRÉ MAURÍCIO MELO SANTOS

**FLORA DO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO:
BIOGEOGRAFIA E CONSERVAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Biologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tabarelli

Recife-PE

2006

Santos, André Maurício Melo

**Flora do Centro de endemismo Pernambuco: Biogeografia e
conservação / André Maurício Melo Santos – Recife: O Autor, 2006.**

157 folhas : il.,fig.,tab.

**Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB.
Biologia Vegetal, 2008.**

Inclui bibliografia

**1. Biogeografia 2. Ecologia vegetal 3. Centro de Endemismo Pernambuco
I. Título.**

**581.5
581.5**

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

**UFPE
CCB – 2008-174**

ANDRÉ MAURÍCIO MELO SANTOS

“FLORA DO CENTRO DE ENDEMISMO
PERNAMBUCO: BIOGEOGRAFIA E CONSERVAÇÃO”

BANCA EXAMINADORA:



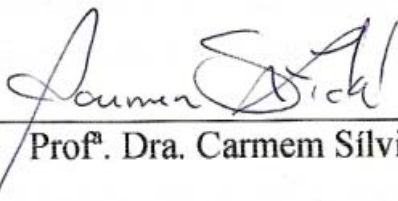
Prof. Dr. Marcelo Tabarelli (Orientador) - UFPE



Prof.ª Dra. Jarcilene Silva de Almeida Cortez - UFPE



Prof.ª Dra. Isabel Cristina Sobreira Machado – UFPE



Prof.ª Dra. Carmem Sílvia Zickel - UFRPE



Prof.ª Dra. Sonia Aline Roda - CEPAN

Recife-PE.

2006

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido mais esta conquista;

A toda minha família pelo enorme amor, apoio e compreensão em todos os momentos;

A Ana Virgínia de Lima Leite, por sua compreensão, companheirismo e ajuda constante ao longo de vários anos, bem como pelo apoio intelectual e moral dispensados com dedicação.

Ao orientador Marcelo Tabarelli pelas valiosas sugestões, orientações e importantes ensinamentos ao longo da realização da pesquisa;

A todos os colegas do Laboratório de Ecologia Vegetal da UFPE e, em especial, ao amigo Alexandre Grillo, que retornou às pressas ao Lar maior, mas deixou contribuições intelectuais e morais que podem ser facilmente encontradas nas entrelinhas desta tese e na mente dos parentes e amigos que ainda continuam a jornada na Terra.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para mais esta conquista;

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Superior), pela bolsa concedida para a realização desta pesquisa;

Ao CEPAN (Centro Pesquisas Ambientais do Nordeste), CI – Brasil (Conservação Internacional do Brasil), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e FBNP (Fundação o Boticário de Proteção a Natureza) pelo auxílio financeiro ao longo desta pesquisa.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
INTRODUÇÃO	6
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
Paradigmas da conservação da biodiversidade.....	7
Dinâmica das formações vegetacionais no Brasil	9
Floresta Atlântica nordestina	10
Biogeografia do Centro de Endemismo Pernambuco.....	12
Estado atual do Centro Pernambuco.....	14
REFERÊNCIAS	18
 CAPÍTULO 1 - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES DO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO COM BASE NA INTERFACE ENTRE ECOLOGIA E BIOGEOGRAFIA	26
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO.....	38
 CAPÍTULO 2 - RIQUEZA DE ÁRVORES VS. PRECIPITAÇÃO EM ESCALA REGIONAL: O CASO DO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO	65
INTRODUÇÃO.....	67
MATERIAIS E MÉTODOS.....	70
RESULTADOS	75
DISCUSSÃO.....	77
 CAPÍTULO 3 - ÁRVORES VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO E ESFORÇO DE CONSERVAÇÃO NO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO	102
INTRODUÇÃO.....	104
MATERIAL E MÉTODOS.....	105
RESULTADOS	108
DISCUSSÃO.....	109
 CONCLUSÕES	129
 RESUMO	130
 ABSTRACT	131
 ANEXO 1 - Lista de famílias e espécies de árvores do Centro de Endemismo Pernambuco.	132
 ANEXO 2 – Normas	152

INTRODUÇÃO

De acordo com o atual paradigma da conservação, a proteção da biodiversidade depende não somente dos processos ecológicos em escala local, de paisagem ou regional, mas também do entendimento das relações biogeográficas entre biotas e de como o intercâmbio biótico interfere nos padrões ecológicos regionais e na probabilidade de extinção de espécies da região. Neste contexto, a Biogeografia da Conservação vem se consolidando como uma disciplina essencial (Whittaker et al., 2005), por corresponder à integração de princípios biogeográficos, incluindo suas teorias e análises, às questões envolvendo a conservação da biodiversidade. A biogeografia da conservação é importante, sobretudo, em regiões que combinam forte dinâmica biogeográfica a um longo histórico de devastação, como é o caso do Centro de Endemismo Pernambuco, um dos mais ricos e ameaçados setores da floresta Atlântica brasileira.

Nesta tese, é apresentada uma fundamentação teórica e três capítulos que tratam de questões (1) biogeográficas (primeiro capítulo), (2) ecológicas (segundo capítulo) e (3) de vulnerabilidade à extinção e conservação do Centro de Endemismo Pernambuco (terceiro capítulo). A fundamentação teórica versa sobre mudanças de paradigmas da conservação da biodiversidade, sobre a dinâmica biogeográfica da biota brasileira, mais especificamente da floresta Atlântica nordestina e, finalmente, sobre a situação atual do Centro de Endemismo Pernambuco. No primeiro capítulo, é apresentada uma síntese sobre a distribuição de árvores desta região, incluindo várias análises sobre a distribuição das espécies no contexto da interface entre ecologia e biogeografia. No segundo capítulo, são analisados os fatores que explicam a riqueza de espécies nos tipos de vegetação do Centro de Endemismo Pernambuco. Neste capítulo é discutido como a riqueza e a diversidade de espécies podem ser explicadas por: esforço de coleta, área original e heterogeneidade ambiental dos tipos de vegetação, gradiente de precipitação, efeito de massa, intercâmbio biótico e perturbação antrópica. Com as questões da distribuição e riqueza de espécies devidamente analisadas, no terceiro capítulo são identificadas as espécies com maior probabilidade de extinção regional e avaliado até que ponto o sistema de unidades de conservação do Centro de Endemismo Pernambuco garante a proteção da biodiversidade.

No conjunto, nesta tese é apresentada a alta complexidade dos processos que justificam, mantêm e garantem a elevada riqueza e diversidade de espécies da floresta

Atlântica de terras baixas no nordeste brasileiro, chamando a atenção ainda para a ineficiência do sistema de unidades de conservação atualmente implementado. Isto, na verdade, caracteriza os esforços de síntese que são pré-requisitos para qualquer plano de conservação no contexto da recém concebida Biogeografia da Conservação.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Paradigmas da conservação da biodiversidade

O planeta está enfrentando o maior desafio jamais vivenciado em toda a história da humanidade. Vários pesquisadores têm apresentado fortes argumentos sobre o atual processo de extinção em massa (*e.g.*, Myers, 1990; Raven, 1990; Soulé & Terborgh, 1999), comparável aos cinco grandes eventos deflagrados por forças catastróficas da natureza ao longo da história geológica da terra (Dobson, 1996). No entanto, como mencionado por Primack & Rodrigues (2001), ao invés de forças da natureza, agora o próprio homem vem sendo o responsável pelo processo. O mesmo ser humano tem agora que sintetizar e aplicar, ainda nesta geração (próximos 50 anos), o que acumulou em filosofia e ciência durante todas as gerações passadas. Somente assim a humanidade terá chance de reverter o atual cenário de destruição e reprojeter um futuro próximo com condições mínimas de vida.

Neste contexto, duas disciplinas essencialmente de síntese e de caráter aplicado emergiram nos últimos 30 anos: a Biologia da Conservação (Soulé, 1986; Primack, 1993; Primack & Rodrigues, 2001) e a recém concebida Biogeografia da Conservação (Whittaker *et al.*, 2005). A primeira foi consolidada no início da década de 1980 como uma disciplina voltada basicamente para a geração e sistematização de informações científicas que subsidiassem ações em favor da proteção da biodiversidade (Beebe, 1994). A Biogeografia da Conservação, conforme recentemente apresentada por Whittaker *et al.* (2005), corresponde à integração de princípios biogeográficos, incluindo suas teorias e análises, às questões envolvendo a conservação da biodiversidade. A Biogeografia da Conservação é, na verdade, o resultado de mudanças dos paradigmas da biologia da conservação ao longo da sua evolução teórica.

De acordo com os primeiros paradigmas da conservação, acreditava-se que uma abordagem local seria capaz de garantir a proteção à biodiversidade (*v.* Soulé, 1986). No entanto, com o avanço das pesquisas surgiram vários debates (*e.g.*, sobre *single large or several small reserves* – SLOSS, dinâmica de metapopulações) que acabaram atrelando

o sucesso da conservação a abordagens em escalas mais amplas, como a de paisagem por exemplo (Forman, 1995). Os avanços continuaram até que atualmente o paradigma da conservação envolve planejamentos sistemáticos (Margules & Pressey, 2000) e conceitos como os de corredores de biodiversidade (*sensu* Sanderson *et al.*, 2003), *hotspots* (Myers *et al.*, 2000) e *threatenspots*. Essas mudanças nos paradigmas da conservação, por sua vez, provocaram e vêm provocando a necessidade paralela de mudanças analíticas e metodológicas.

O contexto teórico e metodológico, que antes possuía uma base predominantemente ecológica e de escala local (*e.g.*, competição, dispersão, polinização, efeito de borda), agora vem sendo incrementado com teorias e metodologias originadas de abordagens nas escalas de paisagem (*e.g.*, meta-população, conectividade, beta diversidade), regional (*e.g.*, intercâmbio biótico, gama diversidade) e global (*e.g.*, *hotspots*, *threatenspots*). A manutenção da biodiversidade vem sendo cada vez mais reconhecida como fortemente dependente de análises simultâneas de aspectos biogeográficos, ecológicos e de conservação (Whittaker *et al.*, 2005).

Do ponto de vista biogeográfico, a manutenção da biodiversidade regional depende da contribuição relativa dos processos de especiação (Kattan *et al.*, 2004), dispersão (Brown & Sax, 2004) e vicariância (Cox & Moore, 1993) e de como estes processos interferem no intercâmbio biótico da região. Se por um lado a especiação aumenta a proporção de espécies endêmicas na região (Barton, 1988; Kattan *et al.*, 2004), por outro, a produção por dispersão favorece o intercâmbio biótico (Brown & Lomolino, 1998; Brown & Sax, 2004) e a vicariância indica a existência pretérita de populações ancestrais amplamente distribuídas, mas atualmente isoladas em sub-populações devido a existência de barreiras intransponíveis (Cox & Moore, 1993; Crisci, 2001).

Do ponto de vista ecológico, a biodiversidade regional depende da capacidade de manutenção das espécies (*sensu* Rosen, 1988) na escala local, mas também envolve processos nas escalas de paisagem ou mesmo regional. É verdade que as espécies entram em processo de extinção local (Marshall, 1988) se não forem capazes de manter suas populações viáveis (Primack & Rodrigues, 2001), com boa capacidade competitiva (Huston, 1996) e capazes de acompanhar variações ambientais ao longo do tempo (Parsons, 1988; Cox & Moore, 1993). No entanto, a extinção local não significa necessariamente vulnerabilidade regional, podendo estar associada a uma “simples” dinâmica de meta-populações (Husband & Barrett, 1996). Da mesma forma, a extinção

na escala de paisagem pode corresponder, simplesmente, a processos naturais de deslocamentos sazonais de populações na região (Brown & Lomolino, 1998), o que não significa um processo de extinção real na escala regional. Assim, a vulnerabilidade regional está relacionada também às características de distribuição espacial dos espécimes e aos processos que explicam a riqueza de espécies na escala regional, temas que têm sido reconhecidos na literatura como dois dos principais desafios teóricos de toda a história da ecologia (Hutchinson, 1959; Fisher, 1960; MacArthur, 1965; Pianka, 1966; Stevens, 1989; Rosenzweig, 1995; Huston, 1996; Brown & Lomolino, 1998; Chown & Gaston, 2000).

Finalmente, do ponto de vista da conservação, o mais importante é a identificação, quantificação e a localização de espécies vulneráveis, o que também depende fortemente da escala de abordagem. Uma espécie pode ter baixa probabilidade de extinção local (Krebs, 1994), mas ocorrer em um ou poucos fragmentos, encontrando-se portanto extremamente ameaçada na escala regional em função do processo “aleatório” de perda de hábitat. O contrário também é possível, uma vez que uma espécie pode ocorrer em vários fragmentos espacialmente afastados na região, mas estar fortemente comprometida em cada um dos fragmentos em função de suas características ecológicas (Tabarelli & Santos, 2005). Assim, tanto a ecologia como a distribuição espacial das espécies têm importantes papéis na definição da vulnerabilidade à extinção na escala regional, o que coloca a questão da proteção à biodiversidade regional no âmbito da biogeografia da conservação e, conseqüentemente, associada à dinâmica das biotas ao longo do tempo geológico.

Dinâmica das formações vegetacionais no Brasil

No Brasil existem dois grandes blocos de vegetação úmida – floresta Amazônica e floresta Atlântica – separadas por formações vegetacionais abertas – Caatinga, Cerrado e Chaco – que cruzam toda a porção central do país (Ab’Sáber, 1977a; Bigarella & Andrade-Lima, 1982; Bucher, 1982; Prado & Gibbs, 1993). Apesar de possuírem floras e fisionomias bem características, a floresta Amazônica e a floresta Atlântica apresentam fortes relações bióticas (Coimbra-Filho & Câmara, 1966; Bigarella *et al.*, 1975; Ab’Sáber, 1977b; Vanzolini, 1981), com a segunda completamente isolada na costa oriental da América do Sul (Ab’Sáber, 1977a). Tais relações bióticas têm sido atribuídas à dinâmica espaço-temporal da vegetação durante as flutuações climáticas do

Quaternário, quando estas formações florestais sofreram eventos variados de expansão e retração (Bigarella *et al.*, 1975; Bigarella & Andrade-Lima, 1982; Gentry, 1982).

A floresta Atlântica e a floresta Amazônica, por exemplo, estiveram unidas durante as fases de maior umidade (Andrade-Lima, 1953; Ducke, 1953; Rizzini, 1963; Prance, 1979; Andrade-Lima, 1982; Oliveira, 2000), enquanto a Caatinga se manteve unida à região do Chaco durante os períodos mais frios e secos (Bigarella & Andrade-Lima, 1982; Bucher, 1982; Prado & Gibbs, 1993). Quando o contínuo estava formado pela vegetação úmida, a vegetação seca ficava isolada (Pennington *et al.*, 2000), formando ilhas em meio a uma flora de plantas higrófilas (Coimbra-Filho & Câmara, 1996). Processo similar ocorreu quando houve um contínuo de florestas secas, fazendo com que a flora de plantas higrófilas ficassem restritas à regiões isoladas (Andrade-Lima, 1982; Haffer, 1982).

Como consequência dessa dinâmica, a distribuição da biota atual e os fatores climáticos não são perfeitamente congruentes (Bigarella *et al.*, 1975). Embora fatores climáticos adversos tenham forçado a expansão e retração das florestas secas e úmidas, algumas espécies mais tolerantes permaneceram na região mesmo após o último evento de retração. Além desses processos, caracterizados pelo isolamento de populações ancestrais amplamente distribuídas no passado (Brown & Lomolino, 1998), outras espécies também chegaram a regiões espacialmente isoladas por meio da dispersão a longa distância (Brundin, 1988). Independente do processo que explique o padrão de distribuição, atualmente são reconhecidas inúmeras espécies encontradas simultaneamente em diferentes formações vegetacionais do Brasil, com muitas delas apresentando distribuições disjuntas.

Floresta Atlântica nordestina

A floresta Atlântica nordestina é particularmente interessante no contexto da dinâmica das formações vegetacionais do Brasil. A região foi identificada pela primeira vez como uma unidade biogeográfica intra-continental quando Müller (1973) usou a distribuição de vertebrados terrestres para dividir a floresta Atlântica brasileira em três centros de endemismos: o Centro de Endemismo Rio de Janeiro – São Paulo, o Centro de Endemismo Bahia – Espírito Santo e o Centro de Endemismo Pernambuco. O Centro Pernambuco é de especial importância biogeográfica, pela presença de encaves de florestas úmidas em meio a floresta seca (Andrade-Lima, 1982). Originalmente, esse centro foi reconhecido como abrigando todas as florestas ao norte do Rio São Francisco,

entre os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte, sendo constituído por um mosaico de floresta ombrófila densa, floresta ombrófila aberta e floresta estacional semidecidual, áreas de formações pioneiras e áreas de tensão ecológica estabelecidas em terras baixas, sub-montanas e montanas (Veloso *et al.*, 1991).

A partir de então, vários pesquisadores encontraram, no Centro de Endemismo Pernambuco, diversas espécies endêmicas pertencentes a outros grupos biológicos, tais como espécies vegetais das famílias Chrysobalanaceae (Prance, 1982, 1987) e Bromeliaceae (Siqueira-Filho, 2003), espécies de lepidópteros (Brown, 1979; Tyler *et al.*, 1994), anfíbios (Hoogmoed *et al.*, 1994; Cruz *et al.*, 1999; Peixoto *et al.*, 2003), répteis (Rodrigues & Borges, 1997) e aves (Haffer, 1969; Roda, 2003; Silva *et al.*, 2004). Estas espécies endêmicas trouxeram evidências cada vez maiores do que Müller (1973) havia observado, fazendo com que essa região se transformasse em um dos mais distintivos centros de endemismos da América do Sul.

Por outro lado, alguns estudos vinham demonstrando que o que se reconhecia originalmente como Centro de Endemismo Pernambuco poderia ser, na verdade, uma biota composta por duas unidades biogeográficas naturais: a floresta Atlântica de terras baixas e a floresta montana. Esta possível subdivisão houvera sido mencionada pela primeira vez na década de 1950, quando Andrade-Lima (1953) sugerira que o grande bloco de floresta de terras baixas (<500 m altitude) se caracterizava pela ocorrência de espécies de plantas lenhosas também encontradas na floresta Amazônica (distribuição disjunta), como por exemplo, *Parkia pendula*, *Coumarouna odorata*, *Clarisia racemosa*, *Helicostylis tomentosa* e *Brosimum guianensis* (ver também Rizzini, 1963; Bigarella *et al.*, 1975). Além disso, duas décadas mais tarde, Prance (1979) defendera a presença de algumas espécies endêmicas da região possuindo seus ancestrais mais próximos, atualmente, encontrados na floresta Amazônica.

A floresta montana (500-1100 m), por sua vez, ocorre como manchas de floresta estacional semidecidual em meio a uma matriz de floresta seca do nordeste do Brasil (a Caatinga). Estas manchas isoladas foram denominadas brejos de altitude, *sensu* Andrade-Lima (1982), as quais compartilham várias espécies com a floresta Atlântica do sudeste do Brasil. De acordo com as evidências apontadas pelos pesquisadores, este padrão seria explicado pela dinâmica das flutuações climáticas do Quaternário sobre a relação entre floresta Amazônica e floresta Atlântica, como sugerido pela primeira vez por Andrade-Lima (1953) e Ducke (1953).

No entanto, apesar da idéia sobre a subdivisão do Centro de Endemismo Pernambuco ter estado extremamente madura nas últimas três décadas, faltavam ainda elementos analíticos capazes de colocar a questão em prova (v. Santos, 2002). Se por um lado os métodos apropriados para tratar a questão começaram a surgir ainda na década de 1950, com o conceito de Pambiogeografia de Croizat (1952 apud Myers & Giller, 1988) e o desenvolvimento de técnicas cladísticas para reconstruções filogenéticas de Henning (1966), por outro, somente após várias adaptações do método original (Croizat, 1958, 1964 apud Humphries, 2000; Brundin, 1988; Avise *et al.*, 1987; Ronquist, 1997), a questão foi se tornando operacional e de amplo uso na biogeografia. Assim, até recentemente ainda haviam muitas biotas compostas equivocadamente reconhecidas como unidades biogeográficas naturais, como vinha sendo sugerido ser o próprio Centro de Endemismo Pernambuco.

Biogeografia do Centro de Endemismo Pernambuco

Apesar do acúmulo de evidências sobre a subdivisão biogeográfica do Centro de Endemismo Pernambuco (Santos *et al.*, 2007), a maioria dos trabalhos das últimas décadas vinham abordando principalmente questões fitossociológicas, com a questão biogeográfica ficando sempre em segundo plano. Somente no ano de 2002 a questão foi cientificamente analisada por Santos (2002). Este autor testou as hipóteses de Andrade-Lima (1953, 1982) por meio de uma Análise de Parcimônia de Endemismo (*Parsimony Analysis of Endemism* - PAE). Partindo da premissa do contínuo florestal pretérito, ele analisou a distribuição geográfica de 236 espécies de arbustos e árvores ocorrentes no Centro de Endemismo Pernambuco (terras baixas e brejos) e na floresta Amazônica, chegando às seguintes conclusões: (1) a forma como as plantas estão distribuídas no Centro de Endemismo Pernambuco corresponde àquela esperada como consequência de um processo de retração iniciado a partir de um contínuo florestal preexistente (*i.e.*, padrão cladisticamente estruturado); (2) historicamente, o Centro de Endemismo Pernambuco apresenta dois setores: a floresta de terras baixas e os brejos de altitude e (3) a floresta de terras baixas apresenta maior relação histórica e similaridade florística com a floresta Amazônica do que com os brejos de altitude.

Hipóteses associadas à subdivisão biogeográfica do Centro de Endemismo Pernambuco também foram testadas por Cavalcanti (2003). Este autor verificou que existem pelo menos 106 espécies de arbustos e árvores com aparente distribuição disjunta entre o Centro de Endemismo Pernambuco e a floresta Atlântica do Sudeste do

Brasil (espécies sulatlântico-nordestinas, *sensu* Cavalcanti, 2003). Este autor também analisou a distribuição geográfica e altitudinal destas espécies, observando que 66% delas possuíam ocorrências restritas aos brejos e apenas 4% das amazônico-nordestinas estariam restritas aos brejos de altitude. Um padrão interessante observado foi que entre as espécies amazônico-nordestinas predominaram árvores do dossel e emergentes, enquanto que entre as sulatlântico-nordestinas predominaram arbustos e pequenas árvores de sub-bosque (Cavalcanti, 2001, 2003).

No mesmo ano, Silva & Castelletti (2003) confirmaram a subdivisão biogeográfica da região ao analisarem a distribuição de borboletas, aves e mamíferos na floresta Atlântica brasileira. Estes autores propuseram a divisão da região em (a) Centro Pernambuco (CP) - representando a floresta Atlântica de terras baixas ao norte do rio São Francisco e (b) Brejos Nordestinos - representando a floresta serrana ao norte deste mesmo rio. Esta divisão foi então suportada por padrões de distribuição geográfica das espécies endêmicas ao norte do rio São Francisco: (1) espécies com ocorrência restrita às áreas de floresta ombrófila densa e aberta de terras baixas (< 500m) localizadas ao longo da costa; (2) espécies com ocorrência restrita às áreas de floresta ombrófila aberta de terras altas (> 500m) localizadas ao longo da costa e (3) espécies restritas às ilhas de floresta semidecidual que compõem os brejos de altitude.

Recentemente, Santos *et al.* (2007) usaram uma combinação entre uma Análise de Parsimonia de Endemismo (PAE) e uma Análise Cladística de Distribuição e Endemismo (CADE) para avaliar as duas hipóteses envolvendo as relações biogeográficas do Centro Pernambuco e Brejos Nordestinos. Os resultados não suportaram a hipótese de que os Brejos Nordestinos constituem uma unidade biogeográfica natural, uma vez que um dos sítios analisados (Baturité) é mais historicamente relacionado ao clado formado pela Amazônia e Centro Pernambuco. Por outro lado, a hipótese de que este Centro é historicamente mais próximo da Amazônia foi suportada. De acordo com eles, o padrão encontrado sugere a ocorrência de conexões florestais entre a floresta Amazônica e a Atlântica através da Caatinga, várias vezes ao longo dos períodos Terciário e Quaternário.

Da forma como é atualmente reconhecido, o Centro Pernambuco é representado por cinco tipos de vegetação da floresta Atlântica de terras baixas no Nordeste brasileiro (Silva & Castelletti 2003). Na ordem decrescente de área de distribuição original, os tipos de vegetação são: (1) Áreas de tensão ecológica, com uma cobertura de 19.963,22 km² representando 35,6% do Centro Pernambuco; (2) floresta estacional semidecidual,

possuindo uma área de 14.947,03 ou 26,65%; (3) floresta ombrófila aberta, com uma área de 11.472,45 km² ou 20,45%; (4) floresta ombrófila densa, com 6.149,63 km² (10,96%) e (5) áreas de formações pioneiras, representando apenas 6,31% (3.541,55 km²) de cobertura do Centro Pernambuco.

Estado atual do Centro Pernambuco

Paralelo à caracterização biogeográfica, nos últimos anos vários importantes estudos abordando o estado atual da região e aspectos puramente ecológicos em escalas local e de paisagem também foram realizados no Centro Pernambuco. De acordo com os levantamentos de Mapeamento e Inventário Florestal da vegetação nativa do Estado de Pernambuco, realizados pelos Projetos RADAMBRASIL, em 1982 e PNUD/FAO/IBAMA/GOV. PERNAMBUCO, em 1992, estimou-se que em 10 anos houve uma redução de aproximadamente 13% da cobertura florestal do Estado. A partir de um estudo mais recente realizado através do Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Amarante & Tabarelli, 2003), com base em análises realizadas em 393 fragmentos de floresta Atlântica distribuídos em uma área de 4.000km², foi possível constatar que entre 1989 e 2000 a floresta Atlântica pode ter perdido até 10% da cobertura florestal remanescente. Mais especificamente, neste período, 5% dos remanescentes florestais analisados desapareceram e 11,4% perderam, em média, 35,7% de suas áreas (CEPAN, 2002). Uma simulação de perda e fragmentação de habitats nesta floresta indicou três pontos básicos: (1) a redução da cobertura florestal inicialmente está associada à redução linear de habitat florestal não afetado pelo efeito de borda (*sensu* Bierregaard *et al.*, 2001); (2) no início do processo de perda e de fragmentação ocorre aumento na contribuição absoluta e relativa do habitat de borda e (3) a partir de 70% de perda de cobertura florestal, o habitat de borda também começa a desaparecer.

Outros estudos indicaram que a criação de bordas vem aumentando o número e o tamanho de populações de plantas típicas de áreas perturbadas (Oliveira *et al.*, 2004; Pimentel & Tabarelli, 2004), como as pioneiras e as ruderais. Além disso, Aguiar (2005) verificou que a criação e a ampliação deste tipo de habitat acarreta em redução de até 50% na riqueza e até 65% na densidade de plântulas, principalmente de espécies de árvores da floresta madura. De acordo com Melo *et al.* (2007), a chuva de sementes nas bordas pode ser até 40% mais pobre, representando apenas uma sub-amostra depauperada daquela que ocorre no interior da floresta não perturbada, principalmente

no que se refere às grandes sementes. Como consequência destes processos, bordas florestais e pequenos fragmentos no Centro Pernambuco apresentam assembléias de árvores, em média, 50% mais pobres do que as do interior de grandes fragmentos, como identificado por Oliveira *et al.* (2004). De forma mais objetiva, Santos (2005) verificou que as bordas e pequenos fragmentos do Centro Pernambuco apresentam riqueza, diversidade, composição de espécies e de grupos ecológicos similares às observadas em florestas secundárias em estágios iniciais de regeneração (15-30 anos de idade).

Além disso, Tabarelli & Santos (2005) realizaram uma simulação da distribuição de espécies animais (polinizadores e dispersores de sementes) em fragmentos florestais, assumindo diferentes capacidades de movimentação das mesmas (entre 25 e 250 m) na matriz não-florestal, como a lavoura de cana-de-açúcar. De acordo com seus resultados, uma espécie, com capacidade de movimentação máxima de 25 m, ficaria subdividida em 315 subpopulações em um arquipélago de 400 fragmentos florestais. Mesmo espécies com capacidade de cruzar 250 m teriam suas populações originais divididas em 17 subpopulações nos mesmos 400 fragmentos. A grande maioria destas espécies animais com alta capacidade de dispersão ocupariam grupos de fragmentos onde o habitat disponível seria, em grande parte, representado por fragmentos menores que 100 ha, sendo a soma total dos mesmos, inferior a 500 ha. Esses autores concluíram que é possível que muitos dos processos de polinização e dispersão de sementes que dependem de vetores animais estão drasticamente comprometidos nos arquipélagos de fragmentos florestais ou nas paisagens antrópicas que compõem o Centro Pernambuco, assim como o sucesso reprodutivo de parte da flora desta floresta.

Além dos processos relacionados com a perda e a fragmentação de habitats, o atual estado de degradação do Centro Pernambuco pode estar associado ao histórico de utilização dos recursos florestais, especialmente a extração seletiva de madeira, como sugerido por Grillo (2005). Após analisar a assembléia de árvores de 30 fragmentos na Usina Serra Grande, Alagoas, este autor concluiu que as grandes árvores madeireiras representam parte do grupo de espécies raras, seja na escala de paisagem (arquipélago de fragmentos), seja em escala regional. Analisando todos os processos que podem levar ao declínio local e regional de populações de árvores, Grillo (2005) lançou as seguintes predições: (1) árvores pioneiras pouco abundantes e freqüentes na floresta não perturbada serão as espécies dominantes na paisagem fragmentada e na região; (2) as árvores tolerantes à sombra e abundantes tornar-se-ão raras e restritas a poucos tipos florestais (endemismos antrópicos); e (3) as naturalmente raras serão extintas local e

regionalmente à medida que áreas de floresta tropical contínua são convertidas em paisagens antrópicas. Além disso, de acordo com Tabarelli & Gascon (2005), os processos que levam a perda de espécies ocorrem de forma sinérgica.

Parte dos processos preditos está de fato ocorrendo já que árvores pioneiras das famílias Malphigiaceae (*Byrsonima*), Anacardiaceae (*Tapirira*, *Thyrsodium*), Melastomataceae (*Miconia*) e Araliaceae (*Schefflera*) já colonizaram a maioria dos fragmentos e ocorrem em grande abundância nas paisagens e na região (Grillo, 2005). Segundo Nepstad *et al.* (1999), Silva & Tabarelli (2000), Tabarelli & Peres (2002) e Tabarelli *et al.* (2002, 2004), as espécies vegetais lenhosas vulneráveis à extinção local e regional em florestas tropicais pertencem principalmente aos seguintes grupos ecológicos: (1) plantas com sementes dispersas por grandes vertebrados frugívoros; (2) plantas dispersas por frugívoros com pouca habilidade para cruzar áreas abertas; (3) plantas dispersas por frugívoros especialistas; (4) plantas com grandes sementes que sofrem intensa predação por roedores; (5) plantas susceptíveis ao efeito de borda e aos incêndios florestais; e (6) árvores do dossel e emergentes que sofrem intensa exploração madeireira em florestas severamente fragmentadas. Além das árvores, espécies de bromélias, aves e anfíbios também já apresentam representantes restritos a um ou, no máximo, dois fragmentos florestais do Centro Pernambuco (Siqueira-Filho, 2003; Carnaval & Peixoto, 2004; Tabarelli & Roda, 2005).

Os arquipélagos de fragmentos florestais que constituem a floresta Atlântica brasileira estão atualmente sitiados por mais de 120 milhões de pessoas (Galindo-Leal & Câmara, 2003). Neste contexto, a fragmentação precede, facilita e amplia outras perturbações causadas pelas atividades humanas (Tabarelli *et al.*, 2004). A implementação de “corredores de biodiversidade” (*sensu* Sanderson *et al.*, 2003) parece ser a estratégia mais eficiente para evitar o empobrecimento da biota, por incluir a dimensão antrópica em seu contexto. Tais corredores devem abrigar um conjunto de áreas protegidas públicas e particulares, conectadas através de corredores florestais. Este conjunto de áreas deverá estar imerso em matrizes de uso múltiplo do solo que sejam pouco agressivas à diversidade biológica, contemplando várias categorias de uso da terra, como agroflorestas e culturas agrícolas manejadas (Tabarelli & Gascon, 2005; Tabarelli *et al.*, 2005).

No caso da floresta Atlântica e, especificamente, do Centro Pernambuco, o estabelecimento de corredores de biodiversidade deve incluir amplos programas de restauração e ampliação de habitats (Tabarelli *et al.*, 2006) para reduzir o risco iminente

de extinção de várias espécies que estão atualmente restritas a poucos fragmentos já depauperados (Brooks & Rylands, 2003). Particularmente na floresta Atlântica brasileira, as iniciativas de restauração tendem a ganhar escala devido à necessidade de adequação ambiental de setores produtivos, bem como de obtenção dos serviços ambientais prestados por este ecossistema, como a produção de água (Lorentzen, 2001). No Centro Pernambuco, por exemplo, a adequação ambiental do setor sucroalcooleiro representa uma oportunidade única para a ampliação da cobertura florestal e o estabelecimento de novas comunidades biológicas, as quais podem reduzir o risco de extinção de várias espécies na região, promover o restabelecimento de serviços florestais e ampliar a capacidade competitiva do setor em função da redução dos passivos ambientais (Tabarelli & Roda, 2005). Em outras palavras, a restauração florestal, e o plantio de novas florestas com espécies nativas, devem garantir o aumento no número e no tamanho das populações de espécies, atualmente, no limiar da extinção regional e global. Se falharmos na implementação dos corredores, e no resgate dos endemismos antrópicos, perderemos grande parte da diversidade biológica do Centro Pernambuco e uma parte significativa da diversidade de toda a floresta Atlântica.

Diante de toda esta problemática, um plano de conservação em escala regional pode ser ingênuo se não forem levados em consideração os aspectos ecológicos e biogeográficos de forma simultânea. Enquanto disciplina, a Biogeografia considerou desde “simplesmente” a distinção de biotas regionais e suas origens até, mais recentemente (biogeografia moderna), a geografia da especiação ou relacionamentos entre áreas de endemismos (Brown & Lomolino, 1998) por meio de técnicas moleculares (Avice *et al.*, 1987; Arbogast, 1999). No entanto, nenhuma destas abordagens, por mais completa que sejam, parece ser capaz de resolver a questão da conservação da biodiversidade. Se por um lado a biogeografia historicamente enfrentou sérias questões epistemológicas ao longo da evolução dos paradigmas que a suportaram (Whittaker & Sax, 2003), por outro, alheio a qualquer questão epistemológica, o problema da conservação da biodiversidade só pode ser tratado a partir de uma abordagem holística (Gaston, 2003), como evidenciado nesta tese. De acordo com o atual paradigma da conservação (*i.e.*, corredores de biodiversidade *sensu* Sanderson *et al.*, 2003), a proteção da biodiversidade depende não somente dos processos em escala local, de paisagem ou regional, mas também do entendimento das relações biogeográficas entre biotas e de como o intercâmbio biótico interfere nos padrões ecológicos regionais e na probabilidade de extinção de espécies da região.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. **Geomorfologia**, v. 52, p. 1-23, 1977a.
- AB'SÁBER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos da América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, v. 3, p. 1-18, 1977b.
- AGUIAR, A. V. **Efeito de borda e redução de diversidade vegetal: O papel da *Attalea oleifera* Barb. Rodr. (Arecaceae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
- AMARANTE, A.; TABARELLI, M. **Identificação de remanescentes da Mata Atlântica trecho Paraíba / Alagoas**. Relatório Técnico. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife, PE, 2003.
- ANDRADE-LIMA, D. Notas sobre a dispersão de algumas espécies vegetais no Brasil. **Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco**, v. 11, p. 25-49, 1953.
- ANDRADE-LIMA, D. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. In PRANCE, G. T. (Ed.). **Biological diversification in the Tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. Pp. 245-254.
- ARBOGAST, B. S. Mitochondrial DNA phylogeography of the New World flying squirrels (*Glaucomys*): Implications for Pleistocene biogeography. **Journal of Mammalogy**, v. 82, p. 142-155, 1999.
- AVISE, J. C.; ARNOLD, J.; BALL, R. M.; BERMINGHAM, E.; LAMB, T.; NEIGEL, J. E.; REEB, C. A.; SAUNDERS, N. C. Intraspecific phylogeography – the mitochondrial DNA bridge between population genetics and Systematics. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 18, p. 489-522, 1987.
- BARTON, N. H. Speciation. In MYERS, A. A.; GILLER, P. S. (Eds.). **Analytical Biogeography, an integrated approach to the study of animal and plants distributions**. London: Chapman & Hall, 1988. Pp. 185-218.
- BEEBE, W. What is Conservation Biology. In MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. (Eds.). **Principles of Conservation Biology**. Sunderland: Sinauer Associates, 1994. Pp. 3-23.
- BIERREGAARD, R. O. Jr.; LAURANCE, W. F.; GASCON, C.; BENITEZ-MALVIDO, J.; FEARNSIDE, P. M.; FONSECA, C. R.; GANADE, G.; MALCOLM, J. R.; MARTINS, M. B.; MORI, S.; OLIVEIRA, M.; RANKIN-DE MÉRONA, J.; SCARIOT, A.; SPIRONELLO, W.; WILLIANSO, B. Principles of forest fragmentation and conservation in the Amazon. In BIERREGAARD, R. O. Jr.; GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; MESQUITA, R. C. G. (Eds.). **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest**. New Haven: Yale University Press, 2001. Pp. 371-385.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. Paleoenvironmental changes in Brazil. In PRANCE, G. T. (Ed.). **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. Pp. 27-40.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D.; RIEHS, P. J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47, p. 411-464, 1975.

BROOKS, T.; RYLANDS, A. B. Species on the brink: critically endangered terrestrial vertebrates. In GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Eds.). **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook**. Washington: CABS & Island Press, 2003. Pp. 360-371.

BROWN, K. S. Jr. **Ecologia geográfica e evolução nas florestas Neotropicais**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. **Biogeography**, 2nd edn. Sunderland: Sinauer Associates, 1998.

BROWN, J. H.; SAX, D. An essay on some topics concerning invasive species. **Austral Ecology**, v. 29, 530–536, 2004.

BRUNDIN, L. Z. Phylogenetic biogeography. In MYERS, A. A.; GILLER, P. S. (Eds.). **Analytical Biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions**. London: Chapman & Hall, 1988. Pp. 343-369.

BUCHER, E. H. Chaco and caatinga – South American arid savannas, woodlands and thickets. In HUNTEY, B. J.; WALTHER, B. H. (Eds.). **Ecology of tropical savanas**. New York: Springer-Verlag, 1982. Pp. 48-79.

CARNAVAL, A. C. O. Q.; PEIXOTO, O. L. A new species of *Hyla* from the northeast Brazil (Amphibia, Anura, Hylidae). **Herpetologica**, v. 60, p. 387-395, 2004.

CAVALCANTI, D. R. **Distribuição altitudinal de espécies florestais amazônico-nordestinas no Centro de Endemismo Pernambuco**. Monografia de Graduação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001.

CAVALCANTI, D. R. **Distribuição altitudinal de plantas lenhosas e relações históricas entre a floresta Atlântica do sul-sudeste e o Centro de Endemismo Pernambuco**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

CEPAN. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 2002. <http://www.cepan.org.br>. [acesso em 15 jan. 2003].

CHOWN, S. L.; GASTON, K. J. Areas, cradles and museums: the latitudinal gradient in species richness. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 15, 311-315, 2000.

COIMBRA-FILHO, A. F.; CÂMARA, I. G. **Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, 1996.

COX, C. B.; MOORE, P. D. **Biogeography an ecological and evolutionary approach**., Cambridge: Blackwell Science 1993.

CRISCI, J. V. The voice of historical biogeography. **Journal of Biogeography**, v. 28, p. 157-168, 2001.

CRUZ, C. A. G.; CARAMASCHI, U.; FREIRE, E. M. X. Occurrence of the genus *Chiasmocleis* (Anura: Microhylidae) in the State of Alagoas, north-eastern Brazil, with a description of a new species. **Journal of Zoology**, v. 249, p. 123-126, 1999.

DOBSON, A. P. **Conservation and biodiversity**. New York: Scientifica American Library, 1996.

DUCKE, A. As leguminosas de Pernambuco e Paraíba. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 51, p. 417-461, 1953.

FISHER, A. G. Latitudinal variation in organic diversity. **Evolution**, v. 14, 64-81, 1960.

FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Atlantic forest hotspots status: an overview. In GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Eds). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington: CABS & Island Press, 2003. Pp. 3-11.

GASTON, K. J. The how and why of biodiversity. **Nature**, v. 421, 900-901, 2003.

GENTRY, A. H. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 69, p. 557-593, 1982.

GRILLO, A. A. S. **As implicações da fragmentação e da perda de habitat sobre a assembléia de árvores na floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

HAFFER, J. Speciation in Amazonian forest birds. **Science**, v. 165, p. 131-37, 1969.

HAFFER, J. General aspects of the refuge theory. In PRANCE, G. T. (Ed.). **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. Pp. 6-26.

HENNING, W. **Phylogenetic Systematics**. Urbana: University of Illinois, 1966.

HOOGLMOED, M. S.; BORGES, D. M.; CASCON, P. Three new species of the genus *Adelphryne* (Anphibia: Anura: Leptodactylidae) from northeastern Brazil, with remarks

on the other species of the genus. Zoologische Mededelingen Rijksmus. **Natural History Leiden**, v. 68, p. 271-300, 1994.

HUMPHRIES, C. J. Form, space and time; which comes first? **Journal of Biogeography**, v. 27, p. 11-15, 2000.

HUSBAND, B. C.; BARRETT, S. C. H. A metapopulation perspective in plant population biology. **Journal of Ecology**, v. 84, p. 461-469, 1996.

HUSTON, M. A. **Biological Diversity: the coexistence of species on changing landscapes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

HUTCHINSON, G. E. Homage to Santa Rosalia; or, why are there so many kinds of animals. **American Naturalist**, v. 93, 145-159, 1959.

KATTAN, G. H.; FRANCO, P.; ROJAS, V.; MORALES, G. Biological diversification in a complex region: a spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 1829-1839, 2004.

KREBS, C. J. **Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance**. 4th ed. California: Benjamin Cummings, 1994.

LORENTZEN, E. 2001. Aracruz cellulose: a case history. In BOWLES, I. A.; PRICKETT, G. T. (Eds.). **Footprints in the jungle: natural resource industries, infrastructure, and biodiversity conservation**. Oxford: Oxford University Press, 2001. Pp. 134-144.

MACARTHUR, R. Patterns of species diversity. **Biological Review**, v. 210, p. 510–533, 1965.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, p. 243-253, 2000.

MARSHALL, L. G. Extinction. In MYERS, A. A.; GILLER, P. S. (Eds.). **Analytical biogeography**. London: Chapman and Hall, 1988. Pp. 219-254.

MELO, F. P.; LEMIRE, D.; TABARELLI, M. Extirpation of large-seeded seedlings from the edge of a large Brazilian Atlantic forest fragment. **Ecoscience** (Sainte-Foy), Canada, v. 14, n. 1, p. 124-129, 2007.

MÜLLER, P. **The Dispersal centers of terrestrial vertebrates in the neotropical realm. A study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscape**. Hague: W. Junk Publishers, 1973.

MYERS, N. Mass extinctions: what can the past tell us about the present and future? **Global and planetary change**, v. 82, p. 175-185, 1990.

MYERS, A. A.; GILLER, P. S. **Analytical Biogeography, an integrated approach to the study of animal and plants distributions** London: Chapman & Hall, 1988.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-845, 2000.

NEPSTAD, D. C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large-scale impoverishment of Amazon forests by logging and fire. **Nature**, v. 398, p. 505-508, 1999.

OLIVEIRA, P. E. **Esfriamento glacial e expansão de florestas úmidas e frias no último máximo glacial da Amazônia**. Anais do 51º Congresso Nacional de Botânica, Brasília, 2000.

OLIVEIRA, M. A.; GRILLO, A. S.; TABARELLI, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**, v. 38, p. 389-394, 2004.

PARSONS, P. A. Adaptation. In MYERS, A. A.; GILLER, P. S. (Eds.). **Analytical biogeography**. London: Chapman and Hall, 1988. Pp. 165-184.

PEIXOTO, O. L.; CARAMASCHI, U.; FREIRE, E. M. X. Two new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the state of Alagoas, northeastern Brazil. **Herpetologica**, v. 59, p. 235-246, 2003.

PENNINGTON, R. T.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, v. 27, p. 261-273, 2000.

PIANKA, L. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. **American Naturalist**, v. 100, p. 33-46, 1966.

PIMENTEL, D. S.; TABARELLI, M. Seed dispersal of the palm *Attalea oleifera* in a remnant of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 36, p. 74-84, 2004.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. **Annals Missouri of Botanical Garden**, v. 80, p. 902-927, 1993.

PRANCE, G. T. The taxonomy and phytogeography of the *Chrysobalanaceae* of the Atlantic coastal forests of Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 2, p. 19-39, 1979.

PRANCE, G. T. Forest refuges: evidences from woody angiosperms. In PRANCE, G. T. (Ed.). **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. Pp. 137-158.

PRANCE, G. T. Biogeography of neotropical plants. In WHITMORE, T. C.; PRANCE, G. T. (Eds.). **Biogeography and quaternary history in tropical America**. Oxford: Claredon Press, 1987. Pp. 175-196.

PRIMACK, R. B. **Essentials of Conservation Biology**. Massachusetts: Sinauer Associates, 1993.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Gráfica e Editora Midiograf, 2001.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais** (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife. Vol. 30. Rio de Janeiro, Brasil, 1983.

RAVEN, P. H. The politics of preserving biodiversity. **BioScience**, v. 40, p. 769-774, 1990.

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico - sociológica) do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 25, p. 1-64, 1963.

RODA, S. A. **Aves do Centro de Endemismo Pernambuco: composição, biogeografia e conservação**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2003.

RODRIGUES, M. T.; BORGES, D. M. A new species of *Leposoma* (Squamata: Gymnophthalmidae) from a relictual forest in semiarid northeastern Brazil. **Herpetologica**, v. 53, p.1-6, 1997.

RONQUIST F. Dispersal-vicariance analysis: a new approach to the quantification of historical biogeography. **Sytematic Biology**, v. 46, p. 195-203, 1997.

ROSEN, B. R. From fossils to earth history: applied historical biogeography. In MYERS, A. A.; GILLER, P. S. (Eds.). **Analytical biogeography**. London: Chapman and Hall, 1988. Pp. 437-481.

ROSENZWEIG, M. L. **Species diversity in space and time**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

SANDERSON, J.; ALGER, K.; FONSECA, G. A. B.; GALINDO-LEAL, C.; INCHAUSTY, V. H.; MORRINSON, K. **Biodiversity conservation corridors: planning, implementing, and monitoring sustainable landscapes**. Washington: CABS/Conservation International, 2003.

SANTOS, A. M. M. **Distribuição de plantas lenhosas e relações históricas entre a Amazônia, a floresta Atlântica costeira e os brejos de altitude do nordeste brasileiro**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

SANTOS, B. A. **A criação de bordas recria florestas secundárias? Um estudo na floresta Atlântica nordestina**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

SANTOS, A. M. M.; CAVALCANTI, D. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Woody plant species and biogeographic units in the Atlantic forest of northeast Brazil. **Journal of Biogeography**, 2007.

SILVA, J. M. C.; CASTELETTI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil. In GALINDO-LEAL, C; CÂMARA, I. G. (Eds.). **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook**. Washington: CABS & Island Press, 2003. Pp. 43-59.

SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. C.; CASTELLETTI, C. H. M. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. **Global Ecology and Biogeography**, v. 13, p. 85-92, 2004.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, p. 72-74, 2000.

SIQUEIRA-FILHO, J. A. **Fenologia da floração, ecologia da polinização e conservação de Bromeliaceae na floresta Atlântica nordestina**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

SOULÉ, M. E. **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer Press, 1986.

SOULÉ, M. E.; TERBORGH, J. The policy and science of regional conservation. In SOULÉ, M. E.; TERBORGH, J. (Eds.). **Continental conservation: scientific foundations of regional reserve network**. Washington: Island Press, 1999. Pp. 1-17.

STEVENS, G. C. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species exist in the tropics. **American Naturalist**, v. 133, p. 240-256, 1989.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. **Conservation Biology**, v. 38 p. 734-739, 2005.

TABARELLI, M.; MARINS, J. F.; SILVA, J. M. C. La biodiversidad brasileña amenazada. **Investigación y Ciencia**, v. 308, p. 42-49, 2002.

TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v. 106, p. 165-176, 2002.

TABARELLI, M.; RODA, S. A. Uma oportunidade para o Centro de Endemismo Pernambuco. **Revista Brasileira de Conservação da Natureza**, v. 3, p. 22-28, 2005.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M.; BEDÊ, L. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, v. 38, p. 695-700, 2005.

TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. **Ação antrópica e raridade em plantas nas florestas tropicais: o caso do Centro de Endemismo Pernambuco**. Resumos do 56º congresso Nacional de Botânica, Curitiba, 2005.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1419-1425, 2004.

TABARELLI, M.; SIQUEIRA-FILHO, J. A.; SANTOS, A. M. M. A floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco. In: PÔRTO, K. C.; ALMEIDA CORTEZ, J. S.; TABARELLI, M. (Eds). **Diversidade biológica e conservação da floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco**. Série Biodiversidade, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

TYLER, H.; BROWN, K. S. Jr.; WILSON, K. **Swallowtail butterflies of the Americas. study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics and conservation**. Gainesville: Scientific Publishers, 1994.

VANZOLINI, P. E. A quasi-historical approach to the natural history of the differentiation of reptiles in tropical geographic isolates. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 34, p. 189-204, 1981.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

WHITTAKER, R. J.; ARAÚJO, M. B.; JEPSON, P.; LADLE, R. J.; WATSON, J. E. M.; WILLIS, K. J. Conservation biogeography: assessment and prospect. **Diversity and Distributions**, v. 11, p. 3-23, 2005.

WHITTAKER, J. R.; SAX, D. F. A 21st century Pangea? The emergence of a new international forum for Biogeographers. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 315-317, 2003.

CAPÍTULO 1

DISTRIBUIÇÃO DAS ÁRVORES DO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO COM BASE NA INTERFACE ENTRE ECOLOGIA E BIOGEOGRAFIA

Manuscrito a ser enviado ao Periódico Diversity and Distributions

Distribuição das árvores do Centro de Endemismo Pernambuco com base na interface entre Ecologia e Biogeografia

André Maurício Melo Santos¹ & Marcelo Tabarelli^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco ²Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Profº Moraes Rego, s/n.º, Cidade Universitária, 50670-901, Recife-PE, Brasil.

RESUMO

Padrões de distribuição de espécies em escala regional são moldados simultaneamente por fatores ecológicos e biogeográficos, apesar do constante esforço para definir epistemologicamente o limite entre a Ecologia e a Biogeografia. Neste trabalho usamos a interface entre estas duas disciplinas para avaliar a hipótese de que a medida em que a produção de espécies aumenta em uma região, mais forte se torna a pressão ecológica em escala local, o que leva ao estabelecimento diferencial das espécies no espaço e no tempo. A análise foi realizada a partir da criação de um banco de dados contemplando registros de espécies do Centro de Endemismo Pernambuco, de outros setores da floresta Atlântica brasileira (*i.e.*, demais setores da floresta Atlântica nordestina e floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil) e de outros ecossistemas e biomas do Brasil (*i.e.*, Amazônia, Caatinga e Cerrado). As espécies foram classificadas de acordo com critérios ecológicos (tipos de frutos, tipos de dispersão, tamanho dos frutos e tolerância à sombra), biogeográficos (graus de restrições espaciais e intercâmbio biótico com diferentes unidades biogeográficas do país) e de distribuição regional (altitude, latitude e tipos de vegetação), sendo analisadas quanto à frequência de ocorrência entre as categorias. Foi gerado também o modelo Log-linear mais parcimonioso para verificar se havia interações de quarta, terceira e/ou segunda ordem entre tipos de vegetação altitude, latitude e intercâmbio biótico. As 583 espécies de árvores do Centro de Endemismo Pernambuco apresentaram diferentes frequências de tipos de frutos e de tipos de dispersão. Os cinco tipos de vegetação deste centro contribuíram

proporcionalmente de forma diferenciada para a frequência dos diferentes tipos de frutos e diferentes tipos de dispersão. O intercâmbio biótico deste centro de endemismo com diferentes formações vegetacionais do Brasil foi ecologicamente diferenciado e espacialmente dirigido entre os tipos de vegetação. De acordo com o modelo Log-linear, a frequência de espécies entre os tipos de vegetação do Centro de Endemismo Pernambuco depende da associação entre altitude e latitude e do intercâmbio. O padrão de distribuição da biota nesta região pode ser explicado, por um lado, pelas relações biogeográficas movidas por processos de isolamento de populações ancestrais amplamente distribuídas e dispersão ao longo da evolução do patrimônio regional, por outro, pela alta heterogeneidade ambiental deste centro de endemismo. Os resultados deste estudo apóiam a hipótese geral de que a medida em que a produção de espécies aumenta na região, mas forte se torna a pressão ecológica em escala local.

Palavras-chave

Floresta pluvial tropical, floresta Atlântica brasileira, riqueza de espécies, intercâmbio biótico, heterogeneidade ambiental, distribuição regional.

INTRODUÇÃO

Dois grandes grupos de processos são importantes para a caracterização da distribuição da biota em uma região, sendo um biogeográfico (Rosen, 1988; Brown & Lomolino, 1998) e o outro ecológico (Cox & Moore, 1993; Ruggiero, 2001). O primeiro se refere à presença das espécies na região, a qual só pode ocorrer por meio de especiação (Godfray & Lawton, 2001; Brown & Sax, 2004; Lozano & Schwartz, 2005) ou dispersão (Brundin, 1988; Kattan *et al.*, 2004). A especiação aumenta a proporção de espécies endêmicas (Barton, 1988; Kattan *et al.*, 2004) e a produção por dispersão favorece ao intercâmbio biótico (Brown & Lomolino, 1998; Brown & Sax, 2004). O segundo grupo está associado à manutenção da biota (*sensu* Rosen, 1988), pois as espécies entram em processo de extinção (Marshall, 1988) se não forem capazes de manter suas populações viáveis (Primack & Rodrigues, 2001), com boa capacidade competitiva (Huston, 1996) e capazes de acompanhar variações ambientais ao longo do tempo (Parsons, 1988; Cox & Moore, 1993). Assim, somente a interação entre processos biogeográficos e ecológicos pode explicar a presença e a distribuição espacial

das espécies em escala regional (Rosenzweig, 1995; Gaston 2003), ou seja, explicar o “patrimônio regional” (Rickelfs, 1989; Ruggiero, 2001). Segundo Ricklefs (1989), a medida em que o patrimônio regional aumenta, mais forte se torna a pressão em escala local, o que leva ao estabelecimento diferencial das espécies no espaço e no tempo.

O Centro de Endemismo Pernambuco (de agora em diante apenas Centro Pernambuco - CP) corresponde a uma sub-região biogeográfica da floresta Atlântica brasileira (Silva & Castelleti, 2003), um “*hotspots*” dentro de um *hotspots* (Tabarelli & Santos, 2005), sendo portanto parte de uma das 25 prioridades mundiais para a conservação (Myers *et al.*, 2000). Mais precisamente, o CP está localizado ao norte do Rio São Francisco, entre os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte. Embora representando apenas 4% (c. 56.000 km²) da floresta Atlântica brasileira original e, atualmente, somando contém menos 6% de floresta remanescente, este centro de endemismo abriga mais de 2/3 de todas as espécies e subespécies de aves (Roda, 2003), ca. 480 espécies de répteis e anfíbios (incluindo brejos nordestinos; Myers *et al.*, 2000) e cerca de 8% de toda a flora de plantas vasculares da floresta Atlântica (Pôrto *et al.*, 2006). Além disso, pelo menos três espécies de lagartos (Freire, 1999), três espécies de anfíbios (Cruz *et al.*, 1999; Peixoto *et al.*, 2003), um ofídio (Ferrarezzi & Freire, 2001), uma ave (Silva *et al.*, 2002) e seis novas espécies de bromélias (Siqueira-Filho & Leme, 2000, 2002; Leme & Siqueira-Filho, 2001) foram recentemente descritas para este centro de endemismo. Devido ao atual estado de degradação, parte desse patrimônio se encontra em perigo, como já reconhecido para 41 espécies de aves ameaçadas de extinção global (Roda, 2003), para 26 espécies de árvores presentes na lista da IUNC de espécies ameaçadas e para 12 espécies de Bromeliaceae conhecidas apenas na localidade tipo (Siqueira-Filho, 2003).

A elevada riqueza de espécies em uma área proporcionalmente tão reduzida e fragmentada (Tabarelli & Santos, 2005) está longe de ser produto do acaso. Por um lado, ela está associada a processos de especiação que levaram a endemismos de árvores (Prance, 1982, 1987; Pennington, 1990), bromélias (Siqueira-Filho, 2003), aves (Roda, 2003; Silva *et al.*, 2004), répteis, anfíbios (Hoogmoed *et al.*, 1994; Peixoto *et al.*, 2003) e borboletas (Tyler *et al.*, 1994), os quais justificam a classificação deste setor da floresta Atlântica como um importante centro de endemismo na América. Por outro, o CP possui um longo histórico de conexão com a floresta Amazônica (Andrade-Lima, 1953, 1966, 1982; Bigarella *et al.*, 1975; Ron, 2000; Santos, 2002) e com porções de floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil (Andrade-Lima, 1982; Cavalcanti, 2001,

2003), o que sugere a influência destas formações vegetacionais no enriquecimento da sua biota. As espécies compartilhadas ou “chegaram” por dispersão a longa distância ou correspondem a populações atualmente isoladas que permaneceram no CP após eventos alternados de expansões e retrações das florestas úmidas (Andrade-Lima, 1982; Santos, 2002) e secas (Bigarella *et al.*, 1975; Pennington *et al.*, 2000) que se repetiram durante o Terciário e o Quaternário (Bigarella *et al.*, 1975; Andrade-Lima, 1982; Bigarella & Andrade-Lima, 1982; Haberle & Maslin, 1999; Behling *et al.*, 2000; Auler & Smart, 2001). Neste contexto, o CP tem sido reconhecido como um elo biogeográfico ligando dois grandes blocos de vegetação úmida no Brasil: a floresta Amazônica e a floresta Atlântica do Sul e Sudeste do país (Prance, 1982; Santos *et al.*, 2007).

A elevada riqueza de espécies do CP pode ser explicada também por sua alta heterogeneidade ambiental (Bigarella *et al.*, 1975; Bigarella & Andrade-Lima, 1982; Behling *et al.*, 2000; Auler & Smart, 2001). As espécies deste centro de endemismo estão distribuídas em uma região que combina cinco diferentes tipos de vegetação distribuídos em 15 tipos de solo, em altitudes variadas, em sub-regiões com precipitações variando de 900 a mais de 2000 mm/ano e em superfícies da era Pré-Cambriana, Mesozóica e Cenozóica, tudo isto em pouco mais de 5 graus de latitude e 2 de longitude (IBGE, 1985). A heterogeneidade não só pode ter favorecido a riqueza de espécies (Huston, 1996; Kerr & Packer, 1997), mas também, combinada ao intercâmbio biótico deste centro com diferentes formações vegetacionais do Brasil, pode ter dirigido a distribuição espacial da biota na escala regional. Se o patrimônio regional realmente evolui de forma diferencial no espaço e no tempo como sugerido por Ricklefs (1989), então é de se esperar (a) que os diferentes sub-setores do CP tenham filtrado (cf. seleção de espécies sensu Ricklefs, 1989) espécies também presentes em diferentes formações vegetacionais e com diferentes características ecológicas e (b) que haja interações entre fatores regionais (*e.g.*, altitude, latitude) e biogeográficos para explicar a distribuição espacial das espécies em escala regional.

Assim, se por um lado o CP vem sendo empiricamente considerado um elo biogeográfico ligando a floresta Amazônica à floresta Atlântica do sudeste do Brasil (Prance 1982), por outro, muitas questões ainda permanecem por serem cientificamente respondidas. Por exemplo, qual a proporção de espécies de árvores responsáveis pelo *status* de elo biogeográfico do CP? Qual o papel ecológico das árvores representantes das diferentes unidades biogeográficas do Brasil no CP? Como essas árvores estão espacialmente distribuídas no CP? Como a ecologia e a biogeografia, de forma

conjugada, podem explicar a distribuição de árvores nos limites do CP? O objetivo deste trabalho foi gerar uma síntese da distribuição espacial das árvores do CP com base na interface entre a Ecologia e a Biogeografia, respondendo as questões anteriores e avaliando a hipótese geral de Ricklefs (1989), segundo a qual a medida em que a produção de espécies aumenta na região, mais forte se torna a pressão ecológica em escala local, levando ao estabelecimento diferencial das espécies no espaço e no tempo. Esta hipótese geral (*sensu* Popper, 1959) foi analisada a partir de testes de hipóteses singulares (1) sobre a proporção de espécies de árvores do CP de acordo com (a) diferentes tipos e tamanhos de frutos, diferentes tipos de dispersão dos diásporos e diferentes graus de tolerância à sombra, (b) quatro diferentes graus de restrições biogeográficas das espécies do CP, (c) o intercâmbio biótico com diferentes unidades biogeográficas do Brasil; e (2) sobre a existência de interações entre fatores regionais (tipos de vegetação, altitude e latitude) e biogeográficos (intercâmbio biótico com diferentes formações vegetacionais) para explicar a distribuição de espécies de árvores no CP.

MATERIAIS E MÉTODOS

Centro de Endemismo Pernambuco

Embora as análises realizadas neste trabalho envolvam informações sobre ocorrência de espécies de árvores em escala nacional (no Brasil), a região focal do estudo corresponde aos limites do CP (Fig. 1). A região está localizado entre os paralelos 5°00'00" e 10°30'00" sul e meridianos 34°50'00" e 37°12'00" oeste (entre os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte), em baixas latitudes da Zona Tropical, onde o predomínio dos ventos alísios confere estabilidade e bom tempo para quase toda a área (RADAMBRASIL, 1983). Nesta região, a precipitação se estende por quase todo o ano, apresentando uma curta estação seca no verão e uma longa estação chuvosa no outono-inverno (IBGE, 1985). Esta região é representada por 15 diferentes tipos de solo, sendo o podzólico vermelho-amarelo distrófico (23,5%), o latossolo amarelo distrófico (21,46%) e o podzólico vermelho eutrófico (16,67%) os três mais representativos (61,63%). Os solos menos representativos somam menos de 4% de toda a região. Este setor da floresta Atlântica cobria (antes da colonização européia) uma área contínua de ca. 56.000 km², equivalente a 6,4% da extensão original da floresta

Atlântica brasileira, sendo distribuída em cinco tipos de vegetação: (1) áreas de tensão ecológica (35,60%), (2) floresta estacional semidecidual (26,65%), (3) floresta ombrófila aberta (20,45%), (4) floresta ombrófila densa (10,96%) e (5) formações pioneiras (6,31%) (IBGE, 1985). Atualmente, restam apenas alguns arquipélagos de fragmentos nas terras baixas (< 100 m de altitude) e submontanas (100-600 m) (IBGE, 1985) distribuídos entre estes cinco tipos de vegetação.

Base de dados geográfica sobre árvores

A análise da distribuição biogeográfica das árvores do Centro Pernambuco foi realizada a partir da compilação de informações obtidas por meio de quatro fontes principais: 1) levantamentos florísticos realizados por pesquisadores do Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco; 2) 85 bibliografias científicas (livros, monografias, dissertações e teses) com listas de espécies e/ou informações sobre a distribuição de espécies (*e.g.*, Gomes, 1992; Matthes, 1992; Correia, 1996; Sales *et al.*, 1998; Ribeiro *et al.*, 1999; Cavalcante *et al.*, 2000; Ferraz, 2002; vários exemplares de Flora Neotropica); 3) consultas a herbários de referência: Herbário Geraldo Mariz – PE (UFP), Herbário do Instituto de Pesquisas Agropecuárias – PE (IPA), Herbário Vasconcelos Sobrinho – PE (PEUFR), Herbário Prisco Bezerra – CE (UFC), Herbário Alexandre Costa Leal – BA (ALCB) (*v.* Holmgren *et al.*, 1990), Herbário Jayme Coelho de Moraes – PB (EAN), Herbário do Instituto de Meio Ambiente – AL (MAC), Herbário Honório Monteiro (MUFAL), Herbário Sérgio Tavares – PE (HST) (*v.* Barbosa & Barbosa, 1996) e 4) consultas a órgãos especializados em informações sobre distribuição de plantas (BDT – Base de Dados Tropical; CNIP – Centro Nordestino de Informações sobre plantas; KEW – Royal Botanical Garden; IPNI – The International Plant Names Index; MBOT – Missouri Botanical Garden). Os registros de espécies obtidas em cada uma das fontes utilizadas foram padronizados quanto à grafia e quanto à existência de sinônimas (anexo 1). Para gerar um indicativo do esforço de coleta de árvores no Centro Pernambuco, foi usado o programa Estimates (Colwell & Coddington, 1995) para gerar uma curva de acumulação com reposição a partir de seleções ao acaso de 50 registros como medida do esforço amostral.

Unidades geográficas operacionais (UGOs)

Neste trabalho, as árvores do Centro Pernambuco foram analisadas com base em comparações com outras unidades biogeográficas (*sensu* Rosen, 1992) da floresta Atlântica brasileira, bem como outros biomas/ecossistemas do Brasil. As diferentes unidades biogeográficas da floresta Atlântica brasileira foram referidas como setores da floresta Atlântica (CP – Centro Pernambuco; FANE – demais setores da floresta Atlântica nordestina; e FSS – floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil), enquanto o termo bioma se refere a formações vegetacionais do Brasil (FAB – floresta Atlântica brasileira, AM – floresta Amazônica, CAA – Caatinga, CER – Cerrado). Na maioria dos casos o CP foi analisado simultaneamente com base em setores e biomas, de forma que o conjunto (setores + biomas) foi referido como UGO – unidade geográfica operacional (*sensu* Rosen, 1992).

Classificação das árvores do Centro Pernambuco

As espécies de árvores do Centro Pernambuco foram classificadas com base em critérios ecológicos, biogeográficos e de distribuição regional. De acordo com o **critério ecológico**, as árvores foram classificadas quanto: (1) aos *tipos de frutos*: (a) baga, (b) drupa, (c) cápsula, (d) legume e (e) outros (folículo, aquênio, betulídio, frutíolo, infrutescência, noz, pseudo-fruto e sâmara); (2) aos *tamanhos dos frutos*: (a) grandes – frutos com o maior comprimento acima de 1,5 cm e (b) pequenos – frutos com o maior comprimento menor ou igual a 1,5 cm; (3) aos *tipo de dispersão dos diásporos*: (a) biótica – dispersos por vetores biológicos e (b) abiótica – dispersos por agentes não biológicos; e (4) à *tolerância à sombra*: (a) tolerante – espécies tolerantes à sombra e (b) heliófitas – espécies não tolerantes à sombra. Os tipos e tamanhos dos frutos, tipos de dispersão e tolerância à sombra foram definidos com base em literatura especializada (Roosmalen, 1985; Griz & Machado, 1998; Lorenzi, 1998; Barbosa *et al.*, 2002)). Algumas espécies não foram classificadas quanto ao critério ecológico em função da ausência de informações na literatura.

De acordo com o **critério biogeográfico**, as árvores foram classificadas quanto: (1) aos *graus de restrições biogeográficas*: (a) restritas ao CP – árvores registradas apenas no CP, (b) restritas à FANE – árvores encontradas apenas nos limites da FANE, (c) restritas à FAB – árvores encontradas apenas nos limites da FAB, e (d) Amplas – árvores amplamente distribuídas, ou seja, encontradas além dos limites da FAB, na AM, CAA, CER e/ou fora do País; e (2) ao *intercâmbio biótico*: (a) presentes na FANE –

todas as árvores do CP que também são encontradas na FANE, (b) presentes na FSS – todas as árvores do CP que também são encontradas na floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil, (c) presentes na AM – todas as árvores do CP que também são encontradas na floresta Amazônica, (d) presentes na CAA – todas as árvores do CP que também são encontradas na Caatinga, e (e) presentes no CER – árvores do CP que também são encontradas no Cerrado.

Finalmente, de acordo com o **critério de distribuição regional**, as árvores do CP foram classificadas quanto: (1) aos *tipos de vegetação*: (a) AFP – ocorrência nas áreas de formações pioneiras, (b) FOA – ocorrência na floresta ombrófila aberta, (c) FD – ocorrência na floresta ombrófila densa, (d) EST – ocorrência na floresta estacional semidecidual, e (e) TEC – ocorrência nas áreas de tensão ecológica; (2) à *altitude*: (a) Alta – ocorrência acima de 100 m de altitude no CP e (b) Baixa – ocorrência abaixo de 100 m de altitude no CP; e (3) à *latitude*: (a) Norte – ocorrência a partir da latitude média do CP até o seu limite setentrional e (b) Sul – ocorrência a partir da latitude média do CP até o seu limite meridional.

Análises estatísticas

As árvores do CP foram analisadas de quatro formas distintas. A primeira focalizou apenas o critério ecológico e a segunda apenas o critério biogeográfico, sendo ambas as análises realizadas sobre as espécies do CP como um todo e depois considerando os cinco tipos de vegetação deste centro de endemismo. Na terceira análise, os critérios ecológicos e biogeográficos foram considerados de forma conjugada. Para estas três primeiras análises foi aplicado o teste G (Sokal & Rohlf, 1996), para testar as hipóteses de que existem diferenças significativas nas proporções de espécies distribuídas de acordo com as categorias ecológicas, biogeográficas e de distribuição regional previamente definidas. Quando não foram observadas diferenças significativas no conjunto, foram realizados testes par a par. A presença das espécies nas UGOs foi considerada de duas formas: (1) todas as espécies presentes em cada UGO (de agora em diante “espécies inclusivas”) e (2) apenas espécies exclusivas de cada UGO, ou seja, aquelas presentes no CP e em apenas uma UGO (de agora em diante “espécies exclusivas”). Como foi registrada apenas uma espécie exclusiva do CER no CP, esta UGO não fez parte das análises estatísticas quando foi considerada esta abordagem.

Na quarta análise foram considerados os critérios biogeográficos e de distribuição

regional em uma análise multivariada. O objetivo desta última análise foi verificar se o intercâmbio biótico com diferentes UGOs, os diferentes tipos de vegetação, a altitude e a latitude podem explicar, de forma simultânea, a distribuição das árvores nos limites do CP. A análise foi realizada por meio da criação de uma hierarquia de modelos Log-lineares que se iniciou com o modelo mais complexo (modelo saturado) e, por meio de exclusões sucessivas de termos não significativos, chegou ao modelo mais parcimonioso (Sokal & Rohlf, 1996). Neste processo foram testadas as hipóteses de que (1) a distribuição de espécies no CP não é mutuamente independente dos tipos de vegetação, da altitude, da latitude, e do intercâmbio biótico com diferentes UGOs (existe interação de quarta ordem entre as variáveis) e (2) existem interações de terceira e/ou segunda ordens entre as variáveis analisadas. Foi assumido o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) e foram realizadas correções de Bonferroni durante o processo de seleção do melhor modelo (Sokal & Rohlf, 1996). Todas as análises foram realizadas com o uso do programa Systat ver. 8.0 (Wilkinson, 1998).

RESULTADOS

Árvores do CP

Dos 10.177 registros de plantas do Centro Pernambuco, 5.943 contemplaram 583 espécies de árvores distribuídas em 132 municípios e pertencentes a 73 famílias e 260 gêneros. As famílias mais bem representadas foram Leguminosae ($n = 120$), Myrtaceae ($n = 37$), Euphorbiaceae ($n = 28$), Annonaceae ($n = 23$) e Rubiaceae ($n = 20$). Além dos 10.177 (33,50% da base geral) registros do CP, as informações do banco de dados contemplaram também 7.231 (23,80%) registros referentes à FANE, 8.903 (29,31%) referentes à FSS, 6.726 (22,14%) referentes à CAA, 5.635 (18,3%) referentes ao CER e 5.766 (18,98%) referentes à AM.

Ecologia das árvores do CP

Considerando os aspectos ecológicos do CP como um todo, as 583 espécies de árvores apresentaram diferenças significativas na frequência dos tipos de frutos e dos diferentes tipos de dispersão. Os frutos foram classificadas principalmente como do tipo drupa (23,3%), baya (22,7%) e cápsula (21,3%), sendo legume (18,7%) e outros (13,88%) os tipos menos representativos ($G = 15,68$; g.l. = 6; $p = 0,003$; Fig. 2). De

acordo com os registros, a frequência de árvores dispersas por vetores bióticos foi significativamente maior do que aquelas dispersas por vetores abióticos ($G = 81,68$; g.l. = 1; $p < 0,001$). Entre as árvores do CP como um todo, não foram observadas diferenças significativas na frequência de espécies entre as categorias de “tamanho de frutos” ou “tolerância à sombra”.

Ecologia vs. tipos de vegetação

Considerando os cinco tipos de vegetação do CP, a AFP e a EST apresentaram espécies com diferenças significativas nos tipos de frutos ($G = 12,86$; g.l. = 5; $p = 0,024$; Fig. 3a), com a primeira apresentando proporcionalmente mais bagas e drupas e a segunda mais cápsulas e legumes. A EST ainda apresentou menor número proporcional de espécies dispersas por vetores bióticos (70%; $N = 209$) quando comparada com a FD (79,5%; $N = 176$), sendo esta diferença também significativa ($G = 3,91$; g.l. = 1; $p < 0,048$; Fig. 3b). De acordo com as categorias “tamanho dos frutos” ou “tolerância à sombra”, não foram observadas diferenças significativas nas proporções de espécies entre os tipos de vegetação do CP.

Biogeografia das árvores do Centro Pernambuco

Do ponto de vista biogeográfico, as 583 árvores do Centro Pernambuco apresentaram diferenças significativas na frequência de espécies de acordo com diferentes graus de restrições biogeográficas e de acordo com o intercâmbio biótico com diferentes UGOs. Quanto aos graus de restrições biogeográficas, apenas 1,88% ($n = 11$) das espécies foram encontradas exclusivamente no CP; 7,20% ($n = 42$) foram encontradas exclusivamente apenas até os limites da FANE; 9,6% ($n = 56$) foram encontradas exclusivamente até os limites da FAB e 81,30% ($n = 474$) foram classificadas como amplamente distribuídas ($G = 849,49$; g.l. = 3; $p < 0,001$; Fig. 4a). Quanto ao intercâmbio biótico com as diferentes UGOs, o CP apresentou 65,10% ($n = 416$) das 639 espécies registradas na FANE; 58,53% ($n = 192$) das 328 registradas na CAA; 36,38% (155) das 426 registradas no CER; 24,90% (371) das 1.490 registradas na FSS e 18,40% (196) das 1.065 registradas na AM, sendo estas proporções significativamente diferentes ($G = 234,05$; g.l. = 4; $p < 0,001$; Fig. 4b). Considerando apenas as espécies exclusivas, o CP apresentou 9,76% ($n = 32$) das 328 espécies registradas na CAA; 9,08% ($n = 58$) das 639 registradas na FANE; 3,38% ($n = 36$) das 1.065 registradas na AM; 1,41% ($n = 21$) das 1490 da FSS e 0,23% ($n = 1$) das 155

registradas no CER, sendo estas proporções significativamente diferentes ($G = 106$; g.l. = 4 ; $p < 0,001$; Fig. 4b).

Biogeografia vs. tipos de vegetação

Considerando os tipos de vegetação no contexto biogeográfico, foram observadas diferenças significativas nas proporções de espécies entre os diferentes graus de restrições biogeográficas ($G = 21,65$; g.l. = 12; $p = 0,041$) e de acordo com o intercâmbio biótico com diferentes UGOs ($G = 34,8$; g.l. = 20; $p = 0,021$). Quanto ao grau de restrição, as espécies restritas ao CP foram encontradas principalmente na AFP e TEC, apresentando menor frequência na FD; as espécies restritas à FANE foram encontradas principalmente na AFP; aquelas restritas à FAB foram encontradas principalmente na FOA e as amplamente distribuídas foram registradas de forma aproximadamente equitativa entre os cinco tipos de vegetação. Foi observado ainda que as espécies que ocorrem em mais de um tipo de vegetação são também aquelas classificadas como amplamente distribuídas (Fig. 5a). Quanto ao intercâmbio biótico, a diferença significativa foi observada apenas quando foram consideradas as espécies exclusivas. As espécies da AM foram encontradas principalmente na FOA; as espécies da CAA ocorreram preferencialmente em mais de um tipo de vegetação, dividindo o resto da distribuição entre AFP, FOA e EST; as espécies da FANE estão mais presentes na AFP e FOA e as espécies da FSS estão relativamente bem distribuídas entre os tipos de vegetação (Fig. 5b).

Interface entre ecologia e biogeografia

Considerando os critérios ecológicos e biogeográficos de forma conjugada, houveram diferenças significativas nas proporções de espécies do CP também presentes em diferentes UGOs de acordo com todas as categorias ecológicas analisadas (tipos de frutos, tipos de dispersão, tamanho dos frutos e tolerância à sombra). Quanto aos tipos de frutos, as espécies do CP também presentes exclusivamente na CAA possuíram mais cápsulas do que aquelas presentes exclusivamente na AM. As espécies presentes exclusivamente na AM, por sua vez, apresentaram mais bagas e drupas ($G = 26,65$; g.l. = 5 ; $p = 0,045$; Fig. 6a). Quanto ao tipo de dispersão, as espécies do CP também presentes na CAA (inclusivas) apresentaram 41,55% dos seus diásporos dispersos de forma abiótica, enquanto no outro extremo as espécies também presentes na AM apresentaram apenas 22,38% dos seus diásporos dispersos da mesma forma ($G = 14,75$;

g.l. = 4; $p < 0,001$; Fig. 6b). A proporção de espécies com frutos pequenos foi maior na AM do que entre as espécies presentes em mais de uma UGO ($G = 19,14$; g.l. = 5; $p = 0,002$; Fig. 7a). Quanto à tolerância à sombra, as espécies do CP que também estão presentes na AM apresentaram proporcionalmente menor número de árvores heliófitas quando comparadas àquelas que também estão presentes na CAA ($G = 3,94$; g.l. = 1; $p = 0,047$) ou no CER ($G = 4,19$; g.l. = 1; $p = 0,04$) (Fig. 7b).

Interação entre fatores ecológicos e biogeográficos

De acordo com o modelo Log-linear, não foi observada interação de quarta ordem entre as variáveis analisadas. No entanto, o modelo que mais explicou a distribuição de espécies de árvores no CP ($G = 69,41$; g.l. = 68; $p = 0,43$) envolveu uma interação de terceira ordem entre “vegetação”, “altitude” e “latitude” (VEG*ALT*LAT; $G = 91,61$; g.l. = 4; $p < 0,001$; Fig. 8) e o fator “biogeografia” (BIO; $G = 502,18$; g.l. = 4; $p < 0,001$). Isto significa que, do ponto de vista da frequência de espécies no patrimônio regional do CP, a distribuição das árvores entre os cinco tipos de vegetação depende ainda da associação entre altitude e latitude e do intercâmbio biótico com as diferentes UGOs (Sokal & Rohlf, 1996).

DISCUSSÃO

O conjunto de hipóteses singulares corroboradas neste estudo fortalece a idéia de que o Centro Pernambuco é um elo biogeográfico conectando a floresta Amazônica e a floresta Atlântica do sudeste do Brasil, enfatizando a importância da abordagem conjugada da Ecologia e Biogeografia para o entendimento da distribuição das espécies em escala regional. Os resultados apoiam a hipótese geral de Ricklefs (1989), segundo a qual a medida em que a produção de espécies aumenta na região, mais forte se torna a pressão em escala local, levando ao estabelecimento diferencial das espécies no espaço e no tempo. De fato, mais de 98% ($n = 572$) das 583 espécies de árvores presentes no CP também foram encontradas em outros setores da floresta Atlântica brasileira e mais de 81% delas também foram registradas em outras formações vegetacionais do Brasil (Amazônia, Caatinga ou Cerrado). Além disso, a interação entre os fatores ecológicos e biogeográficos levou diferentes sub-setores a filtrarem (*sensu* Ricklefs, 1989) o patrimônio regional do CP, selecionando de forma diferencial as espécies que estão

presentes neste centro de endemismo e também em diferentes UGOs do Brasil. As diferentes unidades biogeográficas brasileiras, por sua vez, compartilharam espécies com características ecológicas diferenciadas e distribuídas preferencialmente em diferentes tipos de vegetação. Em síntese, as 583 espécies de árvores do CP apresentaram diferentes frequências de tipos de frutos e de tipos de dispersão; os cinco tipos de vegetação deste centro contribuíram proporcionalmente de forma diferenciada para a frequência dos diferentes tipos de frutos e de dispersão; e o intercâmbio biótico deste centro de endemismo com diferentes UGOs foi ecologicamente diferenciado e espacialmente direcionado entre os tipos de vegetação.

A importância dos vários fatores analisados neste estudo variou de acordo com diferentes contextos ecológicos e/ou biogeográficos do CP. Por exemplo, as espécies do CP também presentes em mais de uma UGOs contribuíram preferencialmente com frutos grandes, enquanto aquelas exclusivas de cada UGO contribuíram mais com frutos pequenos, diferença que não foi observada no CP como um todo ou entre os tipos de vegetação deste centro de endemismo. A frequência de espécies com diferentes tolerâncias à sombra também não foi diferente no CP como um todo ou entre os tipos de vegetação, mas sim quando foi considerado o intercâmbio biótico. A AM contribuiu com 52,57% de espécies tolerantes e 47,42% de heliófitas, enquanto a CAA e o CER contribuíram com mais heliófitas (61,70% e 62,10%, respectivamente) do que tolerantes (38,29% e 37,89%, respectivamente). Ou seja, do ponto de vista da tolerância à sombra, o patrimônio regional do CP foi influenciado de formas diferenciadas quando foram considerados os intercâmbios bióticos com a AM ou com a CAA e CER. Esta influência diferenciada pode ser atribuída às características peculiares dessas UGOs, uma vez que no patrimônio regional da AM há proporcionalmente mais espécies tolerantes à sombra do que nos patrimônios regionais da CAA ou do CER (Rizzini, 1997). É possível que a ausência de diferença de tamanho dos frutos e/ou tolerância à sombra no CP esteja associado ao atual estado de fragmentação observado neste centro de endemismo (Ranta *et al.*, 1998; Silva & Tabarelli, 2000; Galindo-Leal & Câmara, 2003), uma vez que a medida em que a floresta é fragmentada, o percentual de floresta convertido em borda aumenta, propiciando o estabelecimento de plantas invasoras (Tabarelli & Gascon, 2005). Este processo ampliar a distribuição de espécies pertencentes a grupos ecológicos associados a fragmentos pequenos, médios e grandes.

Os fatores que se mostraram mais importantes no contexto da análise conjugada entre ecologia e biogeografia foram os tipos de fruto e tipos de dispersão. As diferenças

significativas observadas na frequência de árvores com diferentes tipos de frutos ou com diferentes tipos de dispersão no CP como um todo, foram observadas também entre alguns tipos de vegetação do centro e entre espécies que representam as diferentes UGOs do Brasil. Os tipos de frutos mais presentes no patrimônio regional do CP foram as drupas e as bagas, sendo estes também proporcionalmente mais presentes na AFP e mais frequentes entre as árvores do CP que também estão na AM e FSS. Os frutos menos frequentes no CP como um todo foram os legumes e outros, os quais também foram encontrados em menor proporção entre as espécies que representam a EST. O mesmo aconteceu quanto à dispersão dos diásporos, com o patrimônio regional do CP possuindo espécies dispersas principalmente de forma biótica, característica ecológica que foi proporcionalmente mais encontrada na FD e menos na EST, também sendo mais encontrada entre as árvores do CP que representam a AM e menos encontrada entre aquelas que representam a CAA. Esta variação era esperada uma vez que várias pesquisas têm demonstrado variações nos tipos de frutos e tipos de dispersão ao longo de gradientes de umidades (*e.g.*, Santos *et al.*, 2003a, b). Assim, é razoável esperar que estes atributos variem de acordo com as diferentes UGOs devido ao fator umidade, bem como devido ao gradiente de precipitação que se observa entre os tipos de vegetação do CP (*v.* segundo capítulo desta tese).

O papel conjugado da Ecologia e Biogeografia também se refletiu no modelo Log-linear que melhor explicou a distribuição de espécies no CP. O modelo mais parcimonioso envolveu simultaneamente tipos de vegetação, altitude, latitude e intercâmbio biótico com diferentes UGOs. Isto significa que as árvores que representam diferentes UGOs do Brasil no CP estão distribuídas de forma combinada entre as diferentes altitudes e latitudes dos diferentes tipos de vegetação deste centro. Por exemplo, as espécies de árvores da FD estão presentes em proporções aproximadamente equivalentes na porção norte e na porção sul, assim como nas terras baixas e nas terras altas do CP. As árvores da FOA, por sua vez, estão presentes principalmente nas terras baixas e altas da porção sul do CP, possuindo poucos representantes na porção norte, sobretudo nas terras altas. Já as árvores da TEC apresentaram maior frequência na porção norte do centro, principalmente nas terras baixas. No primeiro caso, o intercâmbio biótico contribuiu de forma relativamente homogênea no espaço, enquanto nos segundo e terceiro casos, a influência do intercâmbio biótico entre os tipos de vegetação correspondeu também a uma influência na distribuição altitudinal e latitudinal das espécies do CP. Estes resultados estão de acordo com o que tem sido

reportado para outros estudos realizados em diferentes ambientes, os quais têm demonstrado que a distribuição de grupos taxonômicos e grupos ecológicos estão fortemente associados a gradientes altitudinais (Santos *et al.*, 2003b; Herzog *et al.*, 2005; Sanchez-Gonzales & Lopez-Mata, 2005) e latitudinais (Kolasa *et al.*, 1998), como tão amplamente discutido por Huston (1996).

O padrão de distribuição encontrado neste estudo indica ainda que a pressão local não só pode definir a distribuição espacial das espécies na região, como sugerido por Ricklefs (1989), como também pode interferir no intercâmbio biótico da própria região com as diferentes UGOs. Analisando a questão do ponto de vista da dispersão à longa distância (Nathan, 2001), por exemplo, para se estabelecerem as espécies precisam primeiro vencer barreiras climáticas, físicas e/ou biológicas e depois encontrar nichos “vazios” ou ocupados por espécies menos competitivas (Cox & Moore, 1993). Embora parte das barreiras possam ser contornadas pela existência de rotas migratórias, como por exemplo as que no passado conectaram o CP a outras formações vegetacionais do Brasil (Rizzini, 1963; Bigarella *et al.*, 1975; Ab’Sáber, 1982; Andrade-Lima, 1982; Willis, 1992), a medida em que o patrimônio regional aumenta, mais complexo se torna o sistema (Ricklefs, 1989) e mais difícil o estabelecimento de novas espécies em escala local (Huston, 1996; Tilman, 1999). Assim, o estabelecimento das espécies se torna cada vez mais restritivo (Ricklefs, 1989) e, conseqüentemente, direcionado entre os sub-setores da região. Este direcionamento pode ser, portanto, uma conseqüência da compatibilidade entre as características ecológicas da região de origem das espécies imigrantes e as características dos sub-setores da região de destino.

Raciocínio semelhante pode ser aplicado ao processo de isolamento de populações pelo surgimento de barreiras. A existência de distribuições disjuntas, com os representantes de cada região em sub-setores preferenciais, pode ser conseqüência (a) da similaridade ecológica dos sub-setores que abrigam espécies disjuntas (Cavalcanti, 2003) e (b) do processo de retração de um contínuo pré-existente (Santos, 2002). Neste contexto, algumas espécies mais tolerantes permanecem nas regiões anteriormente cobertas por sua biota “original”, com as contribuições das diferentes UGOs sendo também contribuições ecologicamente distintas e dirigidas a sub-setores ecologicamente compatíveis. Este pode ter sido, na verdade, o principal processo que moldou o patrimônio regional do CP, em função da dinâmica espaço-temporal da vegetação durante as flutuações climáticas do Quaternário (Bigarella *et al.*, 1975; Bigarella & Andrade-Lima, 1982; Gentry, 1982; Santos, 2002). Essas flutuações foram responsáveis

por uma seqüência de expansões e retrações das florestas úmidas que cederam espaço temporário para a vegetação seca (Haffer, 1969; Andrade-Lima, 1982; van der Hammen, 1982). Assim, durante o último período de máxima glaciação (Ab'Sáber, 1982; Absy, 1982; Bigarella & Andrade-Lima, 1982; Salgado-Labouriau, 1982), a invasão da floresta seca levou à formação de refúgios de florestas úmidas, isolando espécies intolerantes à seca (Andrade-Lima, 1982; Haffer, 1982). Durante o período interglacial, a vegetação úmida se recompôs, iniciando uma série de eventos ecológicos (Duellman, 1982; Haffer, 1982) que caracterizaram os padrões hoje observados (Bigarella *et al.*, 1975; Ab'Sáber, 1982; Bigarella & Andrade-Lima, 1982; Gentry, 1982; Santos, 2002). Tais padrões são suportados por grupos taxonômicos distintos, como plantas (Prance, 1973, 1982; Prado & Gibbs, 1993; Santos, 2002), insetos (Brown, 1982), anfíbios (Duellman, 1982; Heyer & Maxon, 1982), répteis (Vanzolini, 1970) e aves (Haffer, 1969), tornando-os bastante evidentes.

Muitas espécies da AM que também estão presentes no CP são árvores emergentes abundantes nas florestas de terras baixas, entre os tipos de vegetação de floresta ombrófila densa e floresta ombrófila aberta. A espécie *Parkia pendula* (Leguminosae), por exemplo, que ocorre de forma abundante e amplamente distribuída na floresta Amazônica (Hopkins, 1989), pode alcançar densidades de até 19 indivíduos por hectare em trechos menos perturbados das florestas ombrófila aberta ou ombrófila densa nos limites CP (Tavares *et al.*, 1971a,b). Além de *P. pendula* (Willd.) Benth. ex Walpers, espécies como *Buchenavia capitata* (Vahl) Eichler (Combretaceae), *Coumarouma odorata* Aubl. (Leguminosae), *Peltogyne pauciflora* Benth. (Leguminosae) e *Manilkara salzmannii* (DC.) Lam. (Sapotaceae) também são emergentes comuns da floresta Atlântica de terras baixas no Centro Pernambuco (Tavares, 1959; Tavares *et al.*, 1971a,b; Andrade-Lima, 1960; Guedes, 1998). No presente estudo, as espécies do CP representantes da FANE e da FSS apresentaram características até certo ponto similares àquelas representantes da Amazônia, pois todas pertencem ao bioma floresta tropical pluvial. No entanto, isto não aconteceu para as formações vegetacionais secas (CER e CAA). De fato, entre as árvores representantes das diferentes UGOs, as espécies do CP representantes da AM e da CAA foram as que mais diferiram, pelo menos do ponto de vista dos tipos de frutos, da tolerância à sombra e dos tipos de dispersão. A AM contribuiu proporcionalmente com mais espécies tolerantes à sombra e dispersas bioticamente, especialmente com frutos dos tipos bagas

e drupas, enquanto a CAA contribuiu com mais espécies heliófitas, dispersas abioticamente e com frutos do tipo cápsula.

Esta contribuição diferenciada era de fato esperada, uma vez que os tipos de frutos têm grande participação na seleção de agentes dispersores (Harper *et al.*, 1970; Pratt & Stiles, 1985; Wheelright, 1985) e a ação dos agentes dispersores varia ao longo de gradientes de umidades (Santos *et al.*, 2003a). De modo geral, áreas mais secas e mais úmidas, em qualquer escala, possuem proporcionalmente diferentes estratégias de dispersão (Howe & Smallwood, 1982; Gentry, 1983, 1995; Bullock, 1995; Barbosa *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 2003a), com a dispersão abiótica prevalecendo em florestas secas (Machado *et al.*, 1997; Griz & Machado, 2001) e a dispersão biótica prevalecendo nas florestas úmidas (Griz & Machado, 1998; Morellato *et al.*, 2000). Além disso, a frequência de espécies com diferentes graus de tolerância à sombra também está fortemente relacionada aos tipos de frutos e formas de dispersão dos diásporos. Entre as espécies tolerantes, prevalecem os frutos maiores e dispersos por agentes bióticos (cf. “k” estrategistas), enquanto entre as espécies heliófitas prevalecem frutos menores e dispersos de forma abiótica (cf. “r” estrategistas) (Barbour *et al.*, 1998).

Em síntese, (a) o Centro Pernambuco possui relativamente muitas espécies representando diferentes UGOs (ca. 98%), (b) as espécies contribuíram de formas ecologicamente diferenciadas ao longo da evolução do patrimônio regional do próprio centro e (c) a distribuição das espécies é explicada simultaneamente pelo intercâmbio biótico associado aos diferentes tipos de vegetação, altitude e latitude. Este padrão pode ter sido uma consequência tanto das relações biogeográficas movidas por processos de dispersão e isolamento de populações ancestrais amplamente distribuídas, como também pela alta heterogeneidade ambiental do CP. Neste contexto, o CP não só pode ser considerado um elo biogeográfico como sugerido por Prance (1982) ou um “hotspots” dentro de um *hotspots*, como sugerido por Tabarelli & Santos (2005), mas também um excelente representante da diversidade do Brasil e, por isto, um excelente refúgio para várias espécies do país. Enquanto elo biogeográfico, o CP não só conecta dois dos principais blocos de floresta úmida do Brasil (Amazônia e floresta Atlântica do Sul e Sudeste), como também mantém um forte intercâmbio biótico com as duas principais formações de vegetação seca do País (Caatinga e Cerrado). Enquanto “hotspots” dentro de um *hotspots* (Tabarelli & Santos, 2005), o CP abriga altíssima riqueza de espécies em uma área relativamente muito reduzida da floresta Atlântica brasileira (Myers *et al.*, 2000; Roda, 2003; Pôrto *et al.*, 2006; Tabarelli & Santos, 2005),

sendo muitas delas endêmicas (Roda, 2003; Siqueira-Filho, 2003). Fortalecendo essa idéia, uma análise recente da perda de cobertura vegetal do CP indicou que 5% dos remanescentes florestais analisados podem ter desaparecido e 11,4% podem ter perdido, em média, 35,7% de suas áreas (CEPAN, 2005). Finalmente, enquanto refúgio, o CP representa apenas 0,66% do território nacional, mas neste estudo representou aproximadamente 65% da diversidade de árvores dos demais setores da floresta Atlântica nordestina, 58% da Caatinga, 36% do Cerrado, 24% da floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil e 18% da Amazônia.

Assim, um plano de conservação em escala regional para o CP deve considerar aspectos ecológicos e biogeográficos de forma simultânea. Se por um lado a biogeografia historicamente enfrentou sérias questões epistemológicas ao longo da evolução dos paradigmas que a suportaram (Whittaker & Sax, 2003), por outro, alheio a qualquer questão epistemológica, o problema da conservação da biodiversidade só pode ser tratado a partir de uma abordagem holística (Gaston, 2003). Neste trabalho, apresentamos uma interface entre processos biogeográficos e ecológicos para explicar a distribuição de espécies no Centro Pernambuco, o que na verdade corresponde a um primeiro passo para a conservação deste importante elo biogeográfico no Brasil à luz da recém concebida Biogeografia da Conservação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos curadores dos Herbários UFP, IPA, PEUFR, UFC, ALCB, EAN, MAC, MUFAL e HST pelo acesso às informações e material botânico; ao MSc. Marcondes Oliveira, pela revisão da lista de espécies; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida ao primeiro autor, à Conservação Internacional (CI), à Fundação o Boticário de Proteção à Natureza (FBPN) e ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN) pelo suporte financeiro desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Ab'Sáber, A.N. (1982) The paleoclimate and paleoecology of Brazilian Amazonia. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 41–59. Columbia University Press, New York.
- Absy, M.L. (1982) Quaternary palynological studies in the Amazon Basin. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 67–73. Columbia University Press, New York.
- Andrade-Lima, D. (1953) Notas sobre a dispersão de algumas espécies vegetais no Brasil. *Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco*, **11**, 25–49.
- Andrade-Lima, D. (1960) Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivo do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco*, **5**, 305–341.
- Andrade-Lima, D. (1966) Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco. *Arquivo do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco*, **8**, 3–9.
- Andrade-Lima, D. (1982) Present day forest refuges in Northeastern Brazil. *Biological diversification in the Tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 245–254. Columbia University Press, New York.
- Arbogast, B.S. (1999) Mitochondrial DNA phylogeography of the New World flying squirrels (Glaucomys): Implications for Pleistocene biogeography. *Journal of Mammalogy*, **82**, 142–155.
- Auler, A.S. & Smart, P.L. (2001) Late quaternary paleoclimate in semiarid northeastern Brazil from U-series dating of travertine and water-table speleothems. *Quaternary Research*, **55**, 159–167.
- Avice, J.C., Arnold, J., Ball, R.M., Bermingham, E., Lamb, T., Neigel, J.E., Reeb, C.A. & Saunders, N.C. (1987) Intraspecific phylogeography – the mitochondrial DNA bridge between population genetics and Systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **18**, 489–522.
- Babour, M.G., Burk, J.H., Pitts, W.D., Gilliam, F.S. & Schwartz, M.W. (1998) *Terrestrial plant ecology*. 3rd ed. Benjamin/Cummings, Menlo Park.
- Barbosa, M.C.A. & Barbosa, M.R.V. (1996) Herbários. *Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectivas* (ed. por E.V.S.B. Sampaio, S.J. Mayo e M.R.V. Barbosa), pp. 145–150. Sociedade Botânica do Brasil, Recife.
- Barbosa, D.C.A., Silva, P.G.G. & Barbosa, M.C.A. (2002) Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. *Diagnóstico da*

- Biodiversidade de Pernambuco* (ed. por M. Tabarelli e J.M.C. Silva), pp. 609–622. SECTMA e Editora Massangana, Recife.
- Barton, N.H. (1988) Speciation. *Analytical Biogeography, an integrated approach to the study of animal and plants distributions* (ed. por A.A. Myers e P.S. Giller), pp. 185–218. Chapman & Hall, London.
- Behling, H., Arz, H.W., Patzold, J. & Wefer, G. (2000) Late quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. *Pergamon*, **19**, 981–994.
- Bigarella, J.J., Andrade-Lima, D. & Riehs, P.J. (1975) Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **47**, 411–464.
- Bigarella, J.J. & Andrade-Lima, D. (1982) Paleoenvironmental changes in Brazil. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 27–40. Columbia University Press, New York.
- Brown, K.S.Jr. (1982) Paleoecology and regional patterns of evolution in Neotropical forest butterflies. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 255–308. Columbia University Press, New York.
- Brown, J.H. & Lomolino, M.V. (1998) *Biogeography*, 2nd edn. Sinauer Associates, Sunderland.
- Brown, J.H. & Sax, D. (2004) An essay on some topics concerning invasive species. *Austral Ecology*, **29**, 530–536.
- Brundin, L.Z. (1988) Phylogenetic biogeography. *Analytical Biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions* (ed. por A.A. Myers e P.S. Giller), pp. 343–369. Chapman & Hall, London.
- Bullock, S.H. (1995) Plant reproduction in neotropical dry forests. *Seasonally Dry Tropical Forests* (ed. por S.H. Bullock, H.A. Mooney e E. Medina), pp. 277–303. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cavalcante, A.M.B, Soares, J.J. & Figueredo, M.A. (2000) Comparative phytosociology of tree sinusia between contiguous forests in different stages of succession. *Revista Brasileira de Biologia*, **60**, 551–562.
- Cavalcanti, D.R. (2001) *Distribuição altitudinal de espécies florestais amazônico-nordestinas no Centro de Endemismo Pernambuco*. Monografia de Graduação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Cavalcanti, D.R. (2003) *Distribuição altitudinal de plantas lenhosas e relações*

- históricas entre a floresta Atlântica do sul-sudeste e o Centro de Endemismo Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- CEPAN. (2005) Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, <http://www.cepan.org.br>. [acesso em 20 set. 2005].
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1995) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Biodiversity measurement and estimation (ed. por D.L. Hawksworth), pp. 101–118. Chapman & Hall, London.
- Correia, M.S. (1996) *Estrutura da vegetação da mata serrana em um brejo de altitude em Pesqueira-PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Cox, C.B. & Moore, P.D. (1993) Biogeography an ecological and evolutionary approach. 5th ed. Blackwell Science, Cambridge.
- Crisci, J.V. (2001) The voice of historical biogeography. *Journal of Biogeography*, **28**, 157–168.
- Cruz, C.A.G., Caramaschi, U. & Freire, E.M.X. (1999) Occurrence of the genus *Chiasmocleis* (Anura: Microhylidae) in the State of Alagoas, north-eastern Brazil, with a description of a new species. *Journal of Zoology*, **249**, 123–126.
- Duellman, W.E. (1982) Quaternary climatic-ecological fluctuations in the lowland tropics: frogs and forests. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 389–402. Columbia University Press, New York.
- Estabrook, G.F. (2001) Vicariance or dispersal: the use of natural historical data to test competing hypotheses of disjunction on the Tyrrhenian coast. *Journal of Biogeography*, **28**, 95–103.
- Ferrarezzi, H. & Freire, E.M.X. (2001) New species of *Bothrops* Wagler, 1824 from the Atlantic Forest of northeast Brazil (Serpentes, Viperidae, Crotalinae). *Boletim do Museu Nacional*, **440**, 1–10.
- Ferraz, E.M.N. (2002) *Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de floresta ombrófila Montana em Pernambuco, Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Freire, E.M.X. (1999) Espécie nova de *Coleodactylus* Parker, 1926 das dunas de Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, com notas sobre suas relações e dicromatismo sexual no gênero (Squamata, Gekkonidae). *Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia*, **399**, 1–14.

- Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (2003) Atlantic forest hotspots status: an overview. *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook* (ed. por C. Galindo-Leal e I.G. Câmara), pp. 3–11. CABS & Island Press, Washington.
- Gaston, K.J. (2003) The how and why of biodiversity. *Nature*, **421**, 900–901.
- Gentry, A.H. (1982) Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **69**, 557–593.
- Gentry, A.H. (1983) Dispersal ecology and diversity in neotropical forest communities. *Sonderband Naturwissenschaftlicher Verein Hamburg*, **7**, 303–314.
- Gentry, A.H. (1995) Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *Seasonally Dry Tropical Forests* (ed. por H. Bullock, H.A. Mooney e E. Medina), pp. 146–193. Cambridge University Press, Cambridge.
- Godfray, H.C.J. & Lawton, J.H. (2001) Scale and species numbers. *Trends in Ecology and Evolution*, **16**, 400–404.
- Gomes, E.P.C. (1992) *Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Griz, L.M.S. & Machado, I.C.S. (1998) Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois irmãos. *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em área Urbana (Recife–Pernambuco–Brasil)* (ed. por I.C. Machado, A.V. Lopes e K.C. Pôrto), pp. 197–224. Editora Universitária da UFPE, Recife.
- Griz, L.M.S. & Machado, I.C.S. (2001) Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **17**, 303–321.
- Guedes, M.L.S. (1998) A vegetação fanerogâmica da Reserva Ecológica de Dois irmãos. *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em área Urbana (Recife–Pernambuco–Brasil)* (ed. por I.C. Machado, A.V. Lopes e K.C. Pôrto), pp. 157–172. Editora Universitária da UFPE, Recife.
- Haberle, S.G. & Maslin, M.A. (1999) Late quaternary vegetation and climate change in the amazon basin based on a 50,000 year pollen record from the Amazon fan, ODP site 932. *Quaternary Research*, **51**, 27–38.
- Haffer, J. (1969) Speciation in Amazonian forest birds. *Science*, **165**, 131–37.

- Haffer, J. (1982) General aspects of the refuge theory. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 6–26. Columbia University Press, New York.
- Harper, J.L., Lovell, P.H. & Moore, K.G. (1970) The shapes and sizes of seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **1**, 327–356.
- Herzog, S.K., Kessler, M. & Bach, K. (2005) The elevational gradient in Andean bird species richness at the local scale: a foothill peak and a high-elevation plateau. *Ecography*, **28**, 209–222.
- Heyer, W.R. & Maxon, L.R. (1982) Distributions, relationships, and zoogeography of lowland frogs: the *Leptodactylus* complex in South America, with special reference to Amazonia. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 375–388. Columbia University Press, New York.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. (1990) *Index Herbariorum: The Herbaria of the World*. New York Botanical Garden, New York.
- Hoogmoed, M.S., Borges, D.M., & Cascon, P. (1994) Three new species of the genus *Adelphryne* (Anphibia: Anura: Leptodactylidae) from northeastern Brazil, with remarks on the other species of the genus. *Zoologische Mededelingen Rijksmus. Natural History Leiden*, **68**, 271–300.
- Hopkins, H.C.F. (1989) *Parkia (Leguminosae: Mimosoideae) - Flora Neotropica*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York.
- Howe, H.F. & Smallwood, J. (1982) Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **13**, 201–228.
- Huston, M.A. (1996) *Biological Diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- IBGE (1985) *Atlas nacional do Brasil: região Nordeste*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Kattan, G.H., Franco, P. Rojas, V. & Morales, G. (2004) Biological diversification in a complex region: a spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography*, **31**, 1829–1839.
- Kerr, J.T. & Packer, L. (1997) Habitat heterogeneity as a determinant of mammal species richness in high-energy regions. *Nature*, **385**, 252–254.
- Kolasa, J., Hewitt, C.L. & Drake, J.A. (1998) Rapoport's rule: an explanation or a byproduct of the latitudinal gradient in species richness? *Biodiversity and Conservation*, **7**, 1447–1455.
- Leme, E.M.C. & Siqueira-Filho, J.A. (2001) Studies in Bromeliaceae of Northeastern Brazil – I. *Selbyana*, **2**, 146–154.

- Lorenzi, H. (1998) *Árvores Brasileiras*. Plantarum, São Paulo, Brasil.
- Lozano, F.D & Schwartz, M.W. (2005) Patterns of rarity and taxonomic group size in plants. *Biological Conservation*, **126**, 146–154.
- Machado, I.C.S., Barros, M. & Sampaio, E.V.S.B. (1997) Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica*, **29**, 57–68.
- Marshall, L.G. (1988) Extinction. *Analytical biogeography* (ed. por A.A. Myers e P.S. Giller), pp. 219–254. Chapman and Hall, London.
- Matthes, L.A.F. (1992) *Dinâmica da sucessão secundária em mata, após a ocorrência de fogo - Santa Genebra - Campinas, São Paulo*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Morellato, L.P.C., Talora, D.C., Takahasi, A., Bencke, C.C., Romera, E.C. & Zipparo, V.B. (2000) Phenology of Atlantic rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica*, **32**, 811–823.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**, 853–858.
- Nathan, R. (2001) The challenges of studying dispersal. *Trends in Ecology & Evolution*, **16**, 481–483.
- Parsons, P.A. (1988) Adaptation. *Analytical biogeography* (ed. por A.A. Myers e P.S. Giller), pp. 165–184. Chapman and Hall, London.
- Peixoto, O.L., Caramaschi, U. & Freire, E.M.X. (2003) Two new species of *Phyllodytes* (Anura: Hylidae) from the state of Alagoas, northeastern Brazil. *Herpetologica*, **59**, 235–246.
- Pennington, T.D. (1990) *Sapotaceae – Flora Neotropica*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York.
- Pennington, R.T., Prado, D.E. & Pendry, C.A. (2000) Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, **27**, 261–273.
- Popper, K.R. (1959) *The logic of scientific discovery*. Hutchinson, London.
- Pôrto, K., Almeida-Cortez, J. & Tabarelli, M. (2006) *Diversidade biológica e conservação da floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco*. Ministério do Meio Ambiente, Coleção Biodiversidade nº 14, Brasília.
- Prado, D.E. & Gibbs, P.E. (1993) Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. *Annals Missouri of Botanical Garden*, **80**, 902–927.
- Prance, G.T. (1973) Phytogeographic support for the theory of Pleistocene forest refuges in the Amazon basin, based on evidence from distribution patterns in

- Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythidaceae. *Acta Amazônica*, **3**, 5–28.
- Prance, G.T. (1982) Forest refuges: evidence from woody angiosperms. *Biology diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 137–158. Columbia University Press, New York.
- Prance, G.T. (1987) Biogeography of Neotropical plants. *Biogeography and quaternary history in tropical America* (ed. por T.C. Whitmore e G.T. Prance), pp. 175–196. Claredon Press, Oxford.
- Pratt, T.K. & Stiles, E.W. (1985) The influence of fruit size and structure on composition of frugivores assemblages in New Guinea. *Biotropica*, **17**, 314–321.
- Primack, R.B. & Rodrigues, E. (2001) *Biologia da Conservação*. Londrina.
- RADAMBRASIL. (1983) *Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife*. Vol. 30. Rio de Janeiro.
- Ranta, P., Blom, T., Niemelä, J., Joensuu, E. & Siittonen, M. (1998) The fragmented Atlantic forest of Brazil: size, shape, and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, **7**, 385–403.
- Ribeiro, J.E.L.S., Hopkins, M.J.C., Vicentini, A., Sothers, C.A., Costa, M.A.S., Brito, J.M., Souza, M.A.D., Martins, L.H.P., Lohmann, L.G., Assunção, P.A.C.L., Pereira, E.C., Silva, C.F., Mesquita, M.R. & Procópio, L.C. (1999) *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus.
- Ricklefs, R.E. (1989) The integration of local and regional processes. *Speciation and its consequences* (ed. por D. Otte e J.A. Endler), pp. 599–622. Sinauer Associates, Sunderland.
- Rizzini, C.T. (1963) Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico - sociológica) do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, **25**, 1–64.
- Rizzini, C.T. (1997) *Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. 2ª ed. Âmbito cultural edições Ltda., Rio de Janeiro.
- Roda, S.A. (2003) *Aves do Centro de Endemismo Pernambuco: composição, biogeografia e conservação*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.

- Ron, S.R. (2000) Biogeographic area relationship of lowland Neotropical rainforest based on raw distributions of vertebrate groups. *Biology Journal of the Linnean Society*, **71**, 379–402.
- Ronquist F. (1997) Dispersal-vicariance analysis: a new approach to the quantification of historical biogeography. *Systematic Biology*, **46**, 195–203.
- Roosmalen, M.G.M. van. (1985) *Fruits of the Guianan flora*. Institute of Systematic Botany, Utrecht University, Utrecht.
- Rosen, B.R. (1988) From fossils to earth history: applied historical biogeography. *Analytical biogeography* (ed. por A.A. Myers e P.S. Giller), pp. 437–481. Chapman and Hall, London.
- Rosen, B.R. (1992) Empiricism and the biogeographical black box: concepts and methods in marine palaeobiogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **92**, 171–205.
- Rosenzweig, M.L. (1995) *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ruggiero, A. (2001) Interacciones entre la biogeografía ecológica y la macroecología: aportes para comprender los patrones espaciales en la diversidad biológica. *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones* (ed. por J.L. Bousquets e J.J. Morrone), pp. 81–94. UNAM, México.
- Sales, M.F.S., Mayo, S.J. & Rodal, M.J.N. (1998) *Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude, Pernambuco-Brasil*. Editora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Salgado-Labouriau, M.L. (1982) Climatic change at the Pleistocene-Holocene Boundary. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 74–77. Columbia University Press, New York.
- Sanchez-Gonzalez, A. & Lopez-Mata, L. (2005) Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. *Diversity and Distributions*, **11**, 567–575.
- Sanderson, J., Alger, K., Fonseca, G.A.B., Galindo-Leal, C., Inchausti, V.H. & Morrinson, K. (2003) *Biodiversity conservation corridors: planning, implementing, and monitoring sustainable landscapes*. CABS/Conservation International, Washington.
- Santos, A.M.M. (2002) *Distribuição de plantas lenhosas e relações históricas entre a Amazônia, a floresta Atlântica costeira e os brejos de altitude do nordeste*

- brasileiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Santos, A.M.M., Cavalcanti, D.R., Silva, J.M.C. & Tabarelli, M. (2007) Woody plant species and biogeographic units in the Atlantic forest of northeast Brazil. *Journal of Biogeography*.
- Santos, A.V., Santos, A.M.M. & Tabarelli, M. (2003)a Variação no modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no nordeste do Brasil. *Ecologia e Conservação da Caatinga* (ed. por I.R. Leal, M. Tabarelli e J.M.C. Silva), pp. 565-592. Editora Universitária – UFPE, Recife.
- Santos, B.A., Barbosa, D.C.A. & Tabarelli, M. (2003)b Directional changes in plant assemblages along an altitudinal gradient in northeastern Brazil.
- 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.
- Silva, J.M.C., Coelho, G. & Gonzaga, L.P. (2002) Discovered on the brink of extinction: a new species of Pygmy-Owl (Strigidae: *Glaucidium*) from Atlantic forest of northeast Brazil. *Ararajuba*, **10**, 123–130.
- Silva, J.M.C. & Casteleti, C.H.M. (2003) Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil. *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. (ed. por C. Galindo-Leal e I.G. Câmara), pp. 43–59. CABS & Island Press, Washington.
- Silva, J.M.C., Souza, M.C. & Castelletti, C.H.M. (2004) Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. *Global Ecology and Biogeography*, **13**, 85–92.
- Siqueira-Filho, J.A. & Leme, E.M.C. (2000) Suplemento: *Neoregelia* subgênero *longipetalopsis*. *Nidularium: Bromélias da Mata Atlântica* (ed. por E.M.C. Leme), pp. 229–237. Sextante, Rio de Janeiro.
- Siqueira-Filho, J.A. & Leme, E.M.C. (2002) An addition to the genus *Canistrum*: a new combination for an old species from Pernambuco and a new species from Alagoas, Brazil. *Journal of the Bromeliad Society*, **52**, 105–121.
- Siqueira-Filho, J.A. (2003) *Fenologia da floração, ecologia da polinização e conservação de Bromeliaceae na floresta Atlântica nordestina*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1996) *Biometry*. Freeman & Company, New York.

- Tabarelli, M. & Gascon, C. (2005) Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. *Conservation Biology*, **38**, 734–739.
- Tabarelli, M. & Santos, A.M.M. (2005) Ação antrópica e raridade em plantas nas florestas tropicais: o caso do Centro de Endemismo Pernambuco. Resumos do 56º congresso Nacional de Botânica, Curitiba.
- Tavares, S. (1959) *Madeiras do Nordeste do Brasil*. Editora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Tavares, S., Paiva, F.A.F., Tavares, E.J.S., Neves, M.A. & Lima, J.L.S. (1971)a Inventário florestal de Alagoas – nova contribuição para o estudo preliminar das matas remanescentes do estado de Alagoas. *Boletim de Recursos Naturais/SUDENE*, **9**, 5–122.
- Tavares, S., Paiva, E.A.F., Carvalho, G.H., Tavares, E.J.S., Machado, O.F., Lima, J.L.S. & Souza, S.A. (1971)b Inventário florestal de Alagoas – contribuição para determinação do potencial madeireiro dos municípios de São Miguel dos Campos, Chã Pilar, Colônia Leopoldina e União dos Palmares. *Boletim dos Recursos Naturais/SUDENE*, **9**, 123–224.
- Tilman, D. (1999) The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology*, **80**, 1455–1474.
- Tyler, H., Brown, K.S.Jr & Wilson, K. (1994) *Swallowtail butterflies of the Americas. study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics and conservation*. Scientific Publishers, Gainesville.
- van der Hammen, T. (1982) Paleoecology of Tropical South America. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 60–66. Columbia University Press, New York.
- Vanzolini, P.E. (1970) *Zoologia sistemática, geografia e a origem das espécies*. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, São Paulo.
- Wheelright, N. (1985) Fruit size, gape width, and diets of fruit-eating birds. *Ecology*, **66**, 808–818.
- Wilkinson L. (1998) *Systat*, ver 8.0. SPSS, Chicago.
- Willis, E.O. (1992) Zoogeographical origins of eastern Brazilian birds. *Ornintologia neotropical*, **3**, 1–15.
- Whittaker, J.R. & Sax, D.F. (2003) A 21st century Pangea? The emergence of a new international forum for Biogeographers. *Journal of Biogeography*, **30**, 315–317.

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1. Centro Pernambuco (CP) de acordo com a sua localização no Brasil.

Figura 2. Porcentagem de espécies de árvores presentes no Centro Pernambuco de acordo com a frequência de diferentes tipos de frutos (teste G uma amostra; $p < 0,05$; $N = 497$ espécies).

Figura 3. Porcentagem de espécies de árvores distribuídas entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco de acordo com a frequência de (a) diferentes tipos de frutos (teste G; comparação par-a-par; $p < 0,05$; $N = 473$; espécies não exclusivas) e (b) diferentes estratégias de dispersão (teste G; comparação par-a-par; $p < 0,05$; $N = 362$; espécies não exclusivas). Tipos de vegetação – AFP: áreas de formações pioneiras; FD: floresta ombrófila densa; FOA: floresta ombrófila aberta; EST: floresta estacional semidecidual; TEC: áreas de tensão ecológica. Letras diferentes em cada barra representam diferença significativa.

Figura 4. Centro Pernambuco de acordo com (a) a frequência de espécies de árvores com diferentes graus de restrições biogeográficas (teste G uma amostra; $p < 0,05$; $N = 583$; espécies exclusivas) (b) a representatividade de espécies de árvores do Centro Pernambuco que também ocorrem em diferentes Unidades Geográficas Operacionais (UGOs) do Brasil. Representatividade “RP” = $ec / rf \times 100$ onde “ec” corresponde ao número de espécies presentes no CP e “rf” o número de espécies registrado no banco de dados para a formação vegetacional em questão (teste G; linha vs. coluna; $p < 0,05$; $N = 572$; espécies exclusivas vs. não exclusivas).

Figura 5. Proporção de espécies de árvores entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco de acordo com (a) diferentes graus de restrições biogeográficas (teste G; comparação par-a-par; $p < 0,05$; $N = 549$; espécies exclusivas entre os graus de restrições) e (b) o intercâmbio deste centro de endemismo com diferentes formações vegetacionais do Brasil (teste G; comparação par-a-par; $p < 0,05$; $N = 538$; espécies exclusivas entre as UGOs).

Figura 6. Distribuição de espécies de árvores em diferentes unidades geográficas operacionais (UGOs) do Brasil no Centro Pernambuco de acordo com (a) diferentes tipos de frutos (teste G; linha vs. coluna; $p < 0,05$; $N = 486$; espécies exclusivas entre as UGs) e (b) diferentes tipos de dispersão (teste G; linha vs. coluna; $p < 0,05$; $N = 362$; espécies não exclusivas). UGOs – AM: floresta Amazônica; CAA: caatinga; CER: cerrado; FSS: floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil; FANE: floresta Atlântica nordestina; >1UGO: espécies ocorrendo em mais de uma UGO.

Figura 7. Distribuição de espécies de árvores em diferentes unidades geográficas operacionais (UGOs) do Brasil no Centro Pernambuco de acordo com (a) diferentes tamanhos de frutos (teste G; linha vs. coluna; $p < 0,05$; $N = 344$; espécies exclusivas entre as UGs) e (b) diferentes tolerâncias à sombra (teste G; comparação par-a-par; $p < 0,05$; $N = 247$; espécies não exclusivas). UGOs – AM: floresta Amazônica; CAA: caatinga; CER: cerrado; FSS: floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil; FANE: floresta Atlântica nordestina; >1UGO: espécies ocorrendo em mais de uma UGO. Letras diferentes em cada barra representam diferença significativa.

Figura 8. Distribuição de espécies de árvores entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco de acordo com a interação de terceira ordem com as diferentes altitudes e latitudes (modelo Log-linear; $N = 559$; espécies não exclusivas). Tipos de vegetação: AFP: áreas de formações pioneiras; FOA: floresta ombrófila aberta; FD: floresta ombrófila densa; EST: floresta estacional semidecidual; TEC: áreas de tensão ecológica.

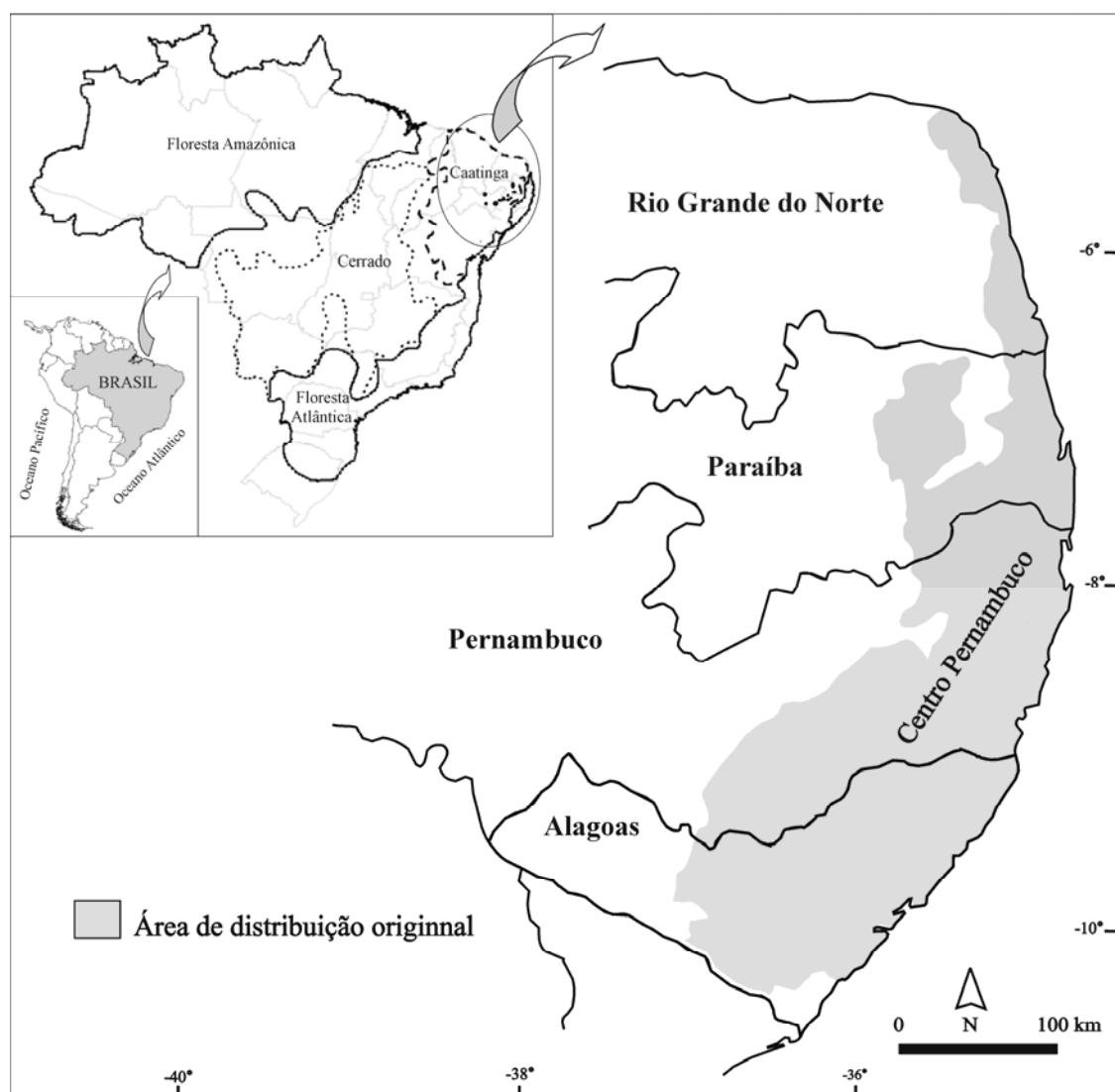


Figura 1.

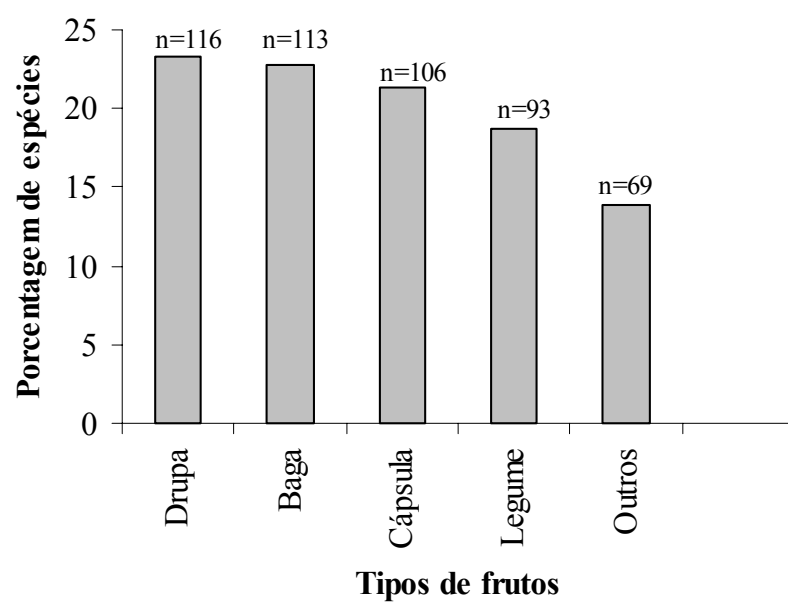


Figura 2.

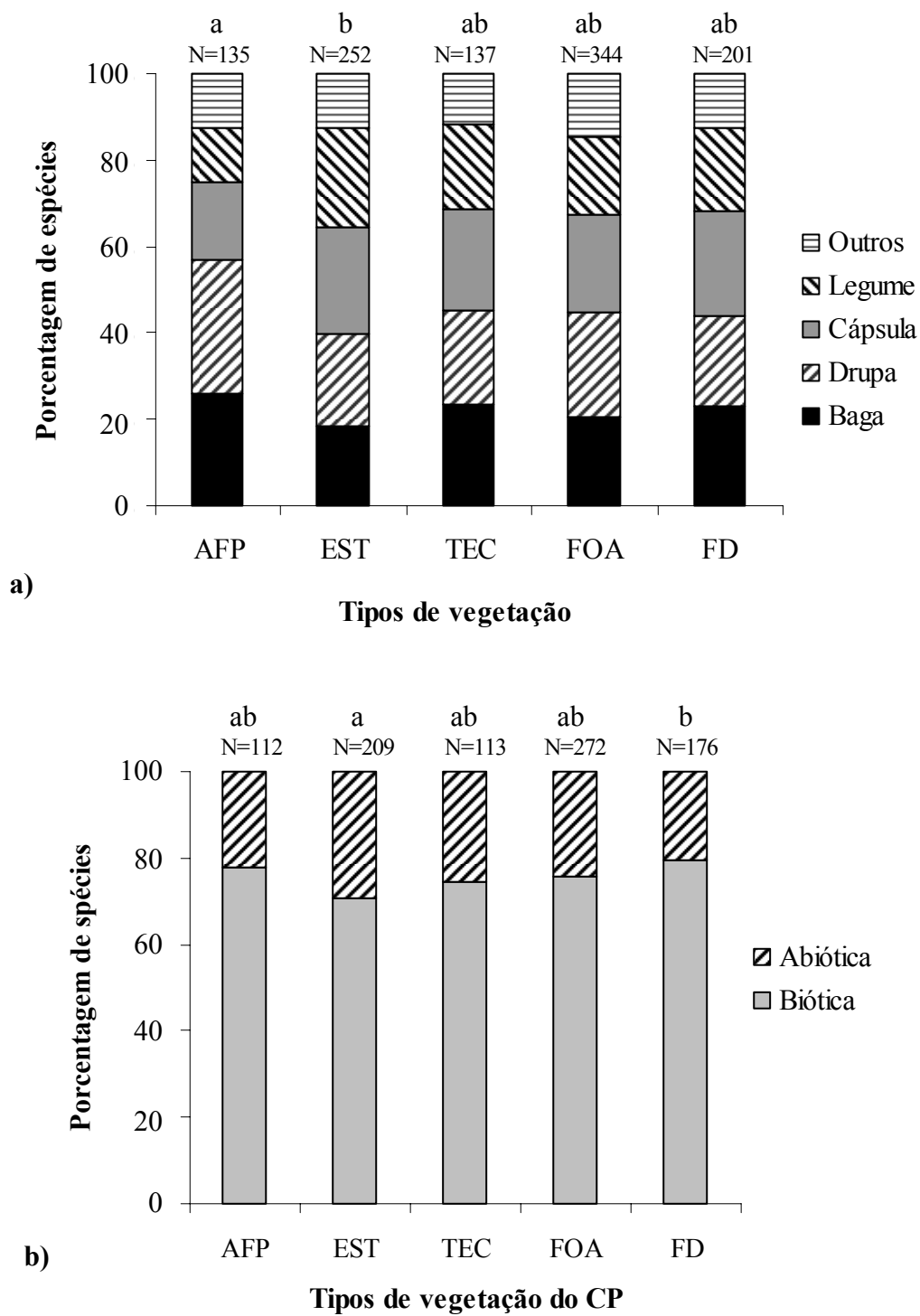


Figura 3.

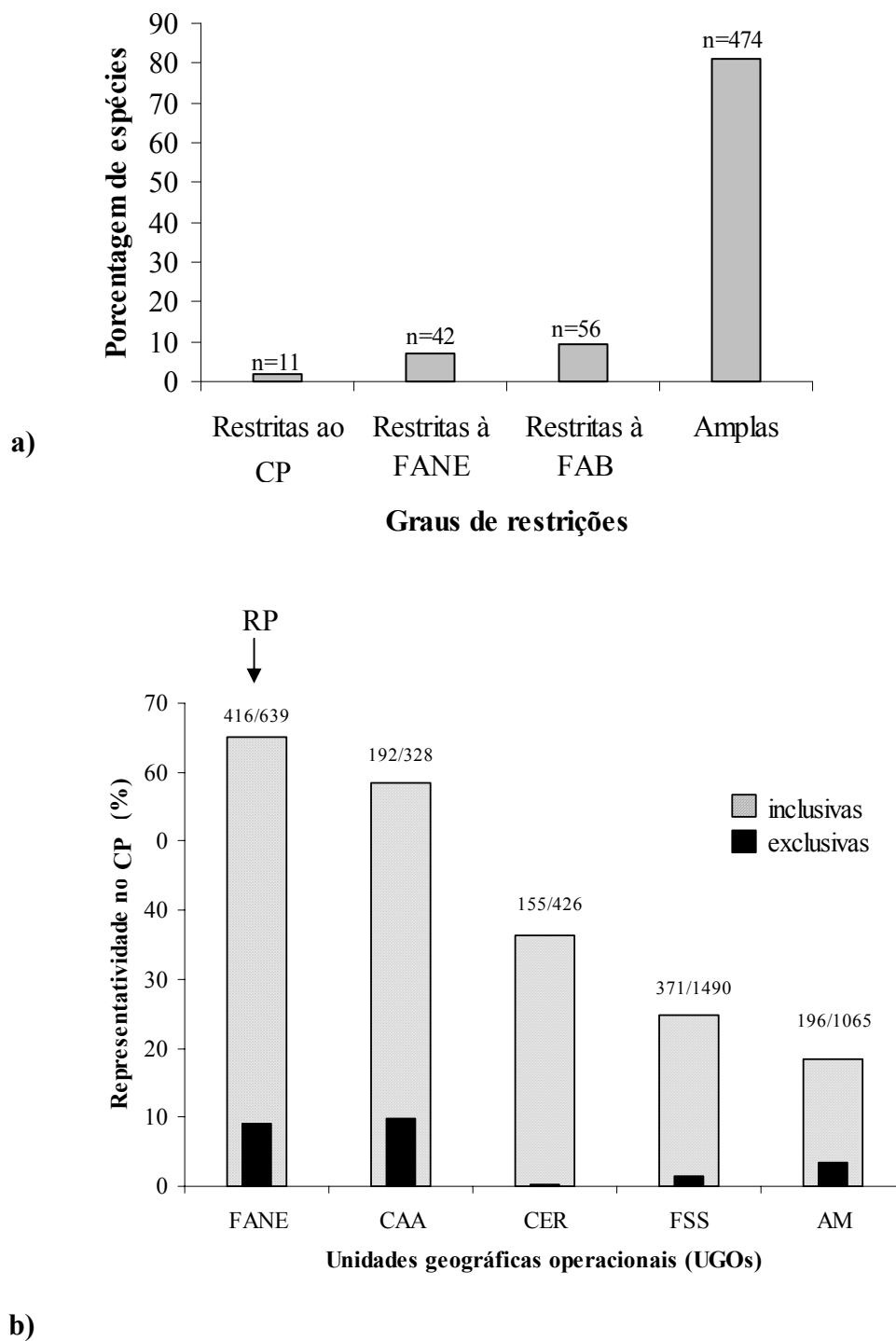


Figura 4.

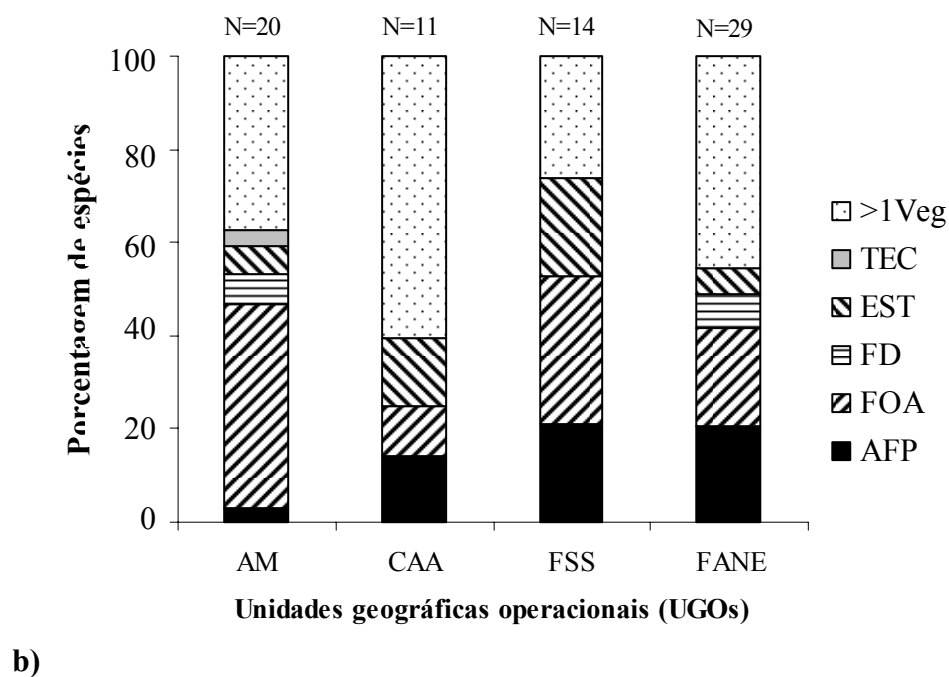
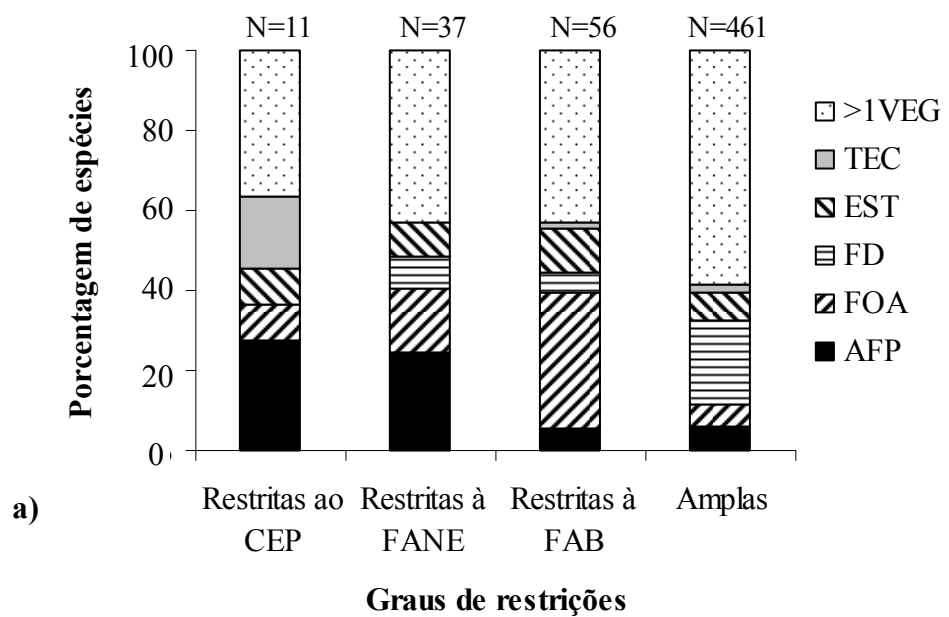


Figura 5.

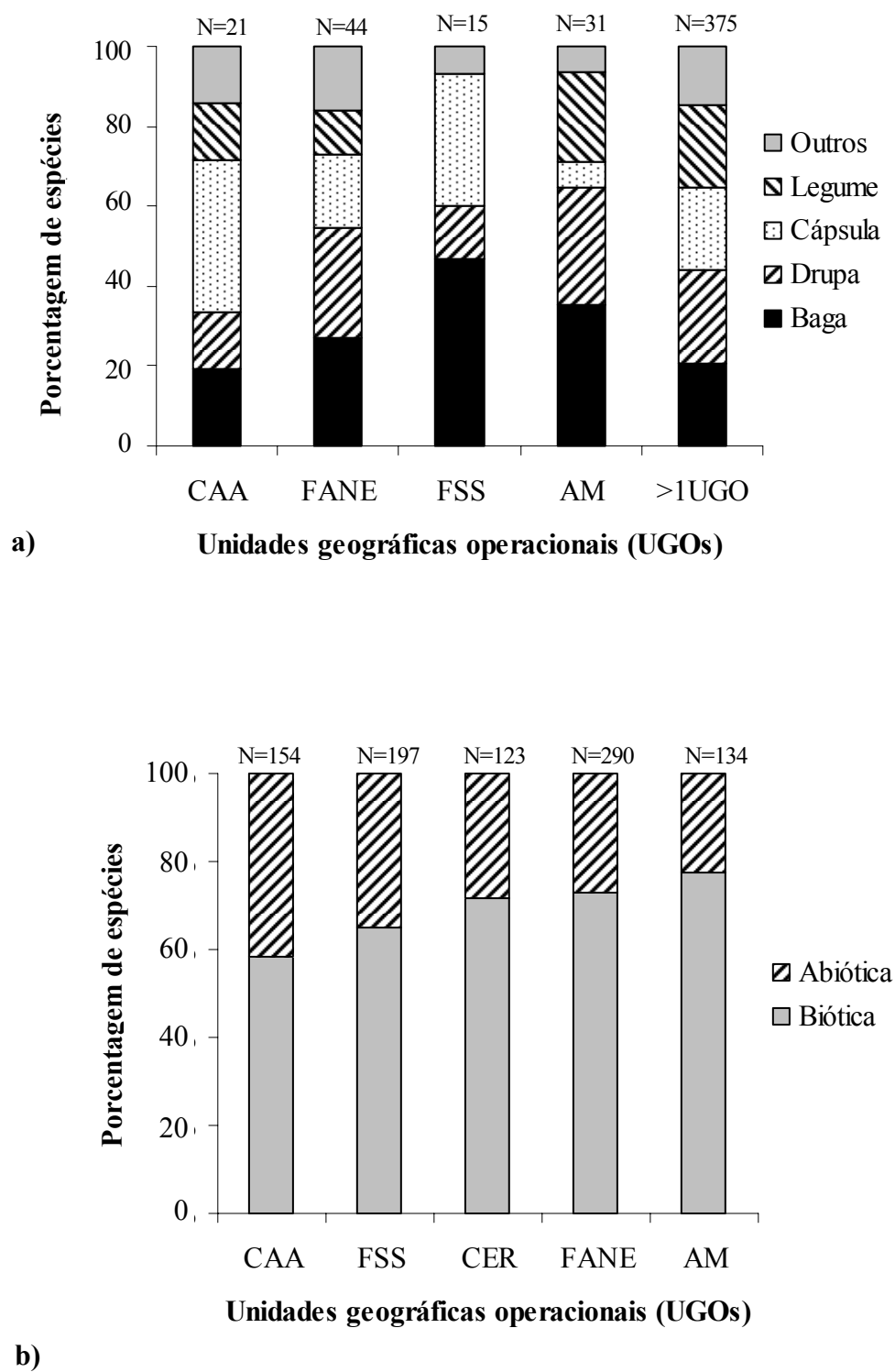


Figura 6.

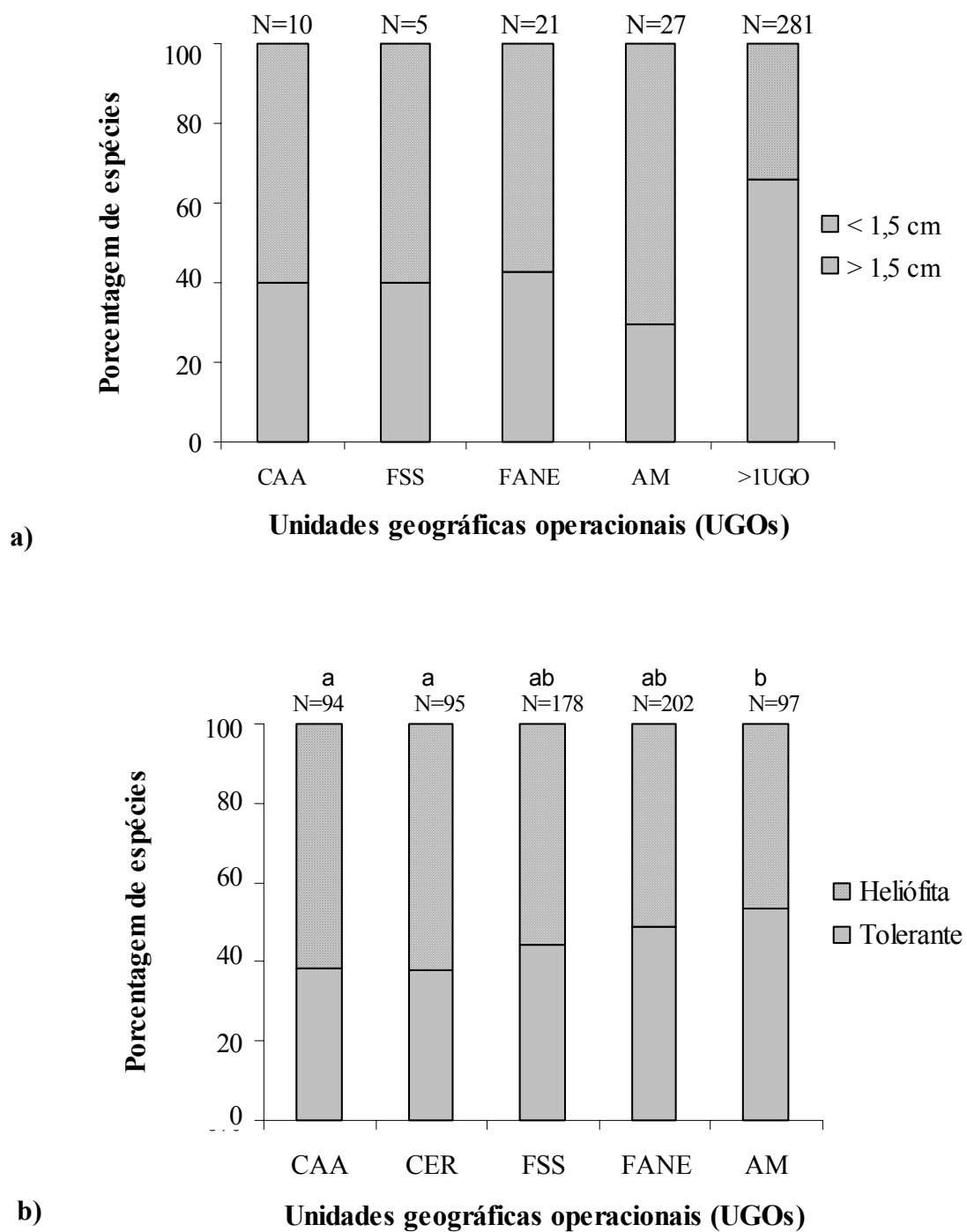


Figura 7.

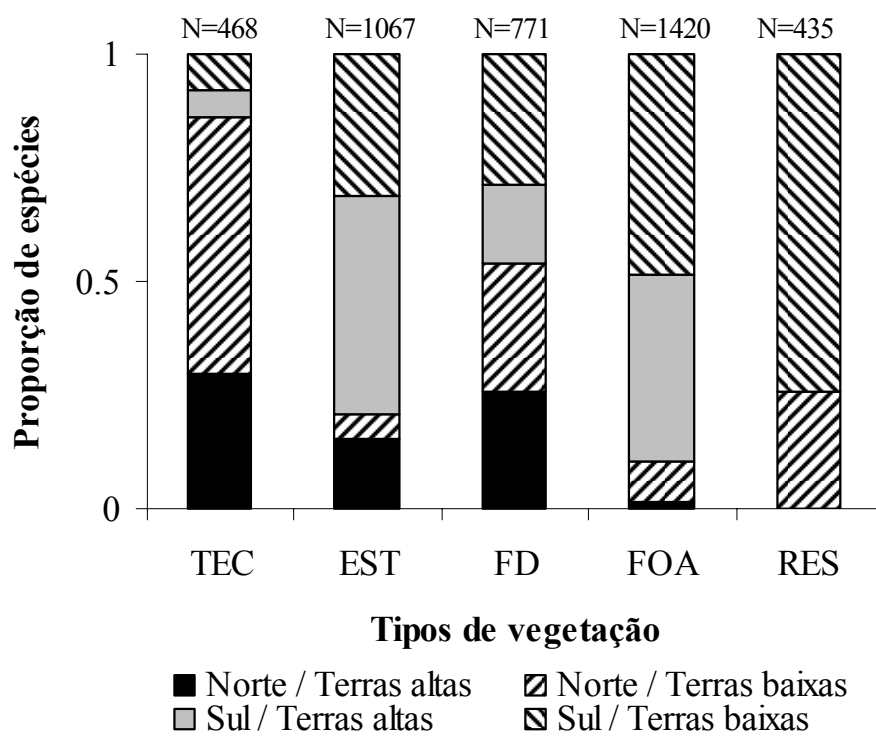


Figura 8.

CAPÍTULO 2

RIQUEZA DE ÁRVORES VS. PRECIPITAÇÃO EM ESCALA REGIONAL: O CASO DO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO

Manuscrito a ser enviado ao Periódico Diversity and Distributions

Riqueza de árvores vs. precipitação em escala regional: o caso do Centro de Endemismo Pernambuco

André Maurício Melo Santos¹ & Marcelo Tabarelli^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco

²Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Profº Moraes Rego, s/n.º, Cidade Universitária, 50670-901, Recife-PE, Brasil.

RESUMO

A variação na precipitação tem sido reconhecida como um dos principais fatores preditores da riqueza e diversidade de espécies em florestas de todo o mundo, mas o seu papel em diferentes escalas e contextos ecológicos ainda não está completamente esclarecido. A questão vem sendo tratada por meio de séries de parcelas distribuídas em regiões com diferentes níveis de precipitação, o que tem permitido a mensuração da alfa e beta diversidade, mas apenas inferências sobre a gama diversidade. Assim, séries de parcelas não permitem a avaliação de fatores como área, heterogeneidade de habitat, efeito de massa, intercâmbio biótico ou grau de perturbação, os quais têm sido reconhecidos como importantes para explicar a riqueza de espécies em escala regional. Neste trabalho, usamos cinco tipos de vegetação da floresta Atlântica do Nordeste brasileiro como representantes de aumentos sucessivos nos níveis de precipitação no sentido da costa para o interior do continente e a distribuição de espécies de árvores registradas entre eles nos últimos 60 anos (gama diversidade), para analisar de que forma o gradiente de precipitação afeta a riqueza e os atributos ecológicos das espécies em escala regional. De acordo com os resultados, a variação na precipitação não é o principal fator responsável pela riqueza de espécies nesta escala, sendo importante somente após a eliminação do efeito da área e da heterogeneidade ambiental. Por isto, a variação na precipitação não definiu um gradiente de riqueza de espécies no sentido da costa para o interior do continente, embora frutos carnosos e dispersão zoocórica prevaleçam em tipos de vegetação com maior umidade. Os resultados deste

trabalho indicam que a relação positiva entre riqueza de espécies e precipitação não é verdadeira quando são considerados diferentes tipos de vegetação representando variações regionais de precipitação ao longo de um gradiente de continentalidade.

Palavras-chave

Precipitação, área, heterogeneidade ambiental, gradiente, gama diversidade, Floresta Atlântica.

INTRODUÇÃO

Compreender os processos que determinam os padrões de variação na riqueza e diversidade de espécies em qualquer escala tem sido um dos principais desafios teóricos de toda a história da ecologia (Huston, 1996). O desafio iniciou quando no século XIX Alfred Russel Wallace identificou o enigmático aumento do número de espécies no sentido dos trópicos. A questão foi, então, estudada por vários pesquisadores (Hutchinson, 1959; Fisher, 1960; MacArthur, 1965; Pianka, 1966; Stevens, 1989; Rosenzweig, 1995; Brown & Lomolino, 1998; Chown & Gaston, 2000), antes de ser tratada no contexto da hipótese geral dos processos conflitantes dependentes da diversidade, um paradigma que corresponde à integração de princípios teóricos da dinâmica de populações aplicados à ecologia de comunidades (cf. Ricklefs, 1996). Neste percurso, várias hipóteses sobre padrões e processos em escala local (MacNally & Watson, 1997; Honnay *et al.*, 1999; Brose, 2001), de paisagens (Singh *et al.*, 1996; Gonzalez, 2000; Luoto, 2000; Steffan-Dewenter, 2003), regional (Rahbek, 1997; Fraser, 1998; Jacquemyn *et al.*, 2001; Pausas *et al.*, 2003), continental (Kerr & Paker, 1997; Diniz *et al.*, 2004) e global (Gentry, 1982, 1988; Koouki *et al.*, 1994; Rosenzweig, 1995; Kleidon & Mooney 2000; Gaston, 2003; Rodriguero & Gorla, 2004) têm sido levantadas, testadas e corroboradas. No entanto, muitos dos resultados obtidos têm sido contraditórios (*e.g.*, Gentry, 1982 *vs.* Koouki *et al.*, 1994; Kerr & Packer, 1997 *vs.* Rodriguero & Gorla, 2004), gerando muitas dúvidas reais entre algumas das poucas aparentes “certezas” até então encontradas. Em meio a este conjunto de hipóteses, a precipitação tem sido reconhecida como um dos principais fatores preditores da riqueza e diversidade de espécies (Gentry, 1982; Clinebell II *et al.*, 1995), mas o seu papel em diferentes contextos ecológicos e escalas espaciais ainda não está completamente esclarecido (Huston, 1996).

Segundo Gentry (1988), a correlação entre precipitação e riqueza de espécies de

árvores, tão claramente observada no Neotrópico (Gentry, 1982, 1988; Clinebell II *et al.*, 1995), pode não existir no Paleotrópico, onde regiões com altas precipitações têm apresentado poucas espécies. Segundo ele, é provável que o aumento da diversidade de espécies de acordo com a precipitação se aplique somente em casos especiais, onde a precipitação anual total e a duração dos períodos secos são fortemente correlacionadas, como é o caso da região Neotropical. Mais recentemente, Clinebell II *et al.* (1995), aplicando modelos matemáticos às informações da base de dados de Gentry (1982, 1988), confirmaram a hipótese de que nos Neotrópicos a precipitação anual e a variação anual da precipitação são as variáveis (entre as que eles estudaram) que mais explicam a riqueza de espécies. Por outro lado, apesar de importante em função da abordagem padronizada em florestas tropicais de todo o mundo, o uso de séries de parcelas como as utilizadas por Gentry (1982, 1988) e Clinebell II *et al.* (1995), não permite a avaliação de fatores como área (MacNally & Watson, 1997), heterogeneidade de habitat (Kerr & Paker, 1997; Fraser, 1998; Brose, 2001; Pausas *et al.*, 2003; Ribas *et al.*, 2003; Duraes & Loiselle, 2004), efeito de massa (Shmida & Ellner, 1984; v. Ribeiro & Tabarelli, 2002), intercâmbio biótico (Gaston, 2003; primeiro capítulo desta tese) ou grau de perturbação (Ross *et al.*, 2002), os quais também têm sido reconhecidos como importantes para explicar a riqueza de espécies em escala regional (Huston, 1996).

Assim, é possível que, mesmo em regiões neotropicais, a riqueza de espécies na escala regional não esteja diretamente relacionada à precipitação, como defendido por Gentry (1988). A ausência de relação pode estar associada a existência de fatores interatuantes (Gaston, 2003) extremamente complicados (Cox & Moore, 1993) que podem co-atuar com a precipitação como preditores da riqueza de espécies na escala regional (Huston, 1996). Diante da complexidade, a variação na riqueza de espécie, em qualquer escala, vem então sendo tratada principalmente por meio de análises de gradientes (Sanders, 2002). Na escala global, por exemplo, o gradiente está associado à variação latitudinal na riqueza de espécies (Stevens, 1989; Brown & Lomolino, 1998), como observado entre plantas, moluscos, mosquitos, borboletas, formigas, mamíferos, entre outros (Huston, 1996), enquanto nas escalas regional e continental, o gradiente pode estar associado a fatores como altitude (Herzog *et al.*, 2005; Sanchez-Gonzalez & Lopez-Mata, 2005) ou continentalidade (Huston, 1996). Uma outra forma de avaliar os fatores responsáveis por diferentes riquezas de espécies é por meio do conceito de *Nestedness*, o qual pode ser aplicado em cenários ambientais com diferentes características de distribuição de espécies (Atmar & Patterson, 1993). Usando este conceito, é possível identificar espécies exclusivas a ambientes hierarquicamente mais restritivos, o que permite o acesso às características ecológicas que levam estes ambientes a possuírem menor

número de espécies. Além disso, fatores biogeográficos também têm sido reconhecidos como fundamentais (Whittaker *et al.*, 2005) no contexto das análises de gradiente (Diniz-Filho *et al.*, 2003; primeiro capítulo desta tese) e de *nestedness* (Ribeiro & Tabarelli, 2002), sobretudo nas escalas global, continental e regional (Brown & Lomolino, 1998).

O Centro de Endemismo Pernambuco (*sensu* Silva & Castelletti 2003; de agora em diante apenas Centro Pernambuco - CP) constitui um laboratório natural perfeito para testes de hipóteses envolvendo não só o conceito de gradiente e de *nestedness*, mas também possíveis influências biogeográficas sobre a variação da diversidade de espécies em escala regional. Localizado ao norte do Rio São Francisco, entre os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte, este centro de endemismo possui duas características importantes no contexto da riqueza e diversidade de espécies em escala regional. Primeiro, ele possui um longo histórico de ligações com a floresta Amazônica (AM) (Andrade-Lima, 1953, 1966, 1982; Bigarella *et al.*, 1975; Ron, 2000; Santos, 2002; Santos *et al.*, 2007) e com porções de floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil (Andrade-Lima, 1982; Cavalcanti, 2001, 2003; Santos *et al.*, 2007). Isto sugere a influência destas formações vegetacionais no enriquecimento de sua biota. Segundo, o patrimônio regional do CP está distribuído de acordo com um gradiente de continentalidade (*sensu* Ayoade, 2004) que reflete variações contínuas na precipitação, temperatura, umidade e outros fatores sobre os cinco tipos de vegetação que o constitui. Os tipos de vegetação, por sua vez, possuem diferentes áreas originais, áreas remanescentes, heterogeneidades de habitat, graus de perturbação etc.

Neste trabalho, usamos os cinco tipos de vegetação do CP como representantes de aumentos sucessivos nos níveis de precipitação no sentido da costa para o interior do continente e a distribuição de espécies de árvores registradas entre eles nos últimos 60 anos (gama diversidade), para analisar de que forma o gradiente de precipitação afeta a riqueza e os atributos ecológicos das espécies em escala regional. Se a hipótese de Gentry (1982, 1988) sobre a relação positiva entre precipitação e riqueza de espécies for verdadeira, então é de se esperar que (1) as espécies de árvores do CP estejam distribuídas em números diferentes entre os tipos de vegetação; (2) a riqueza de espécies seja explicada pelo gradiente de precipitação; (3) os fatores área original, heterogeneidade ambiental, relações biogeográficas, efeito de massa e/ou grau de perturbação tenham um papel secundário no processo e (3) a diferença no número de espécies e atributos ecológicos ocorram no sentido da costa para o interior do continente (seja explicada pelo gradiente de precipitação). Além disso, se a redução da precipitação for um fator de restrição para a ocorrência de espécies, então é de se esperar ainda (4) que o gradiente de precipitação seja representado também por uma hierarquia de

presença e ausência de espécies com os tipos de vegetação menos ricos possuindo subgrupos de espécies de árvores do tipo de vegetação com maior número de espécies (padrão *nestedness*).

MATERIAIS E MÉTODOS

Centro de Endemismo Pernambuco

A região focal do estudo corresponde aos limites do Centro Pernambuco (Fig. 1). Este centro está localizado entre os paralelos 5°00'00", 10°30'00" sul e meridianos 34°50'00", 37°12'00" oeste (entre os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte), em baixas latitudes da Zona Tropical, onde o predomínio dos ventos alísios confere estabilidade e bom tempo para quase toda a área (RADAMBRASIL, 1983). Nesta região, a precipitação se estende por quase todo o ano, aumentando no sentido da costa para o interior do continente, além de apresentar uma curta estação seca no verão e uma longa estação chuvosa no outono-inverno (IBGE, 1985). Em função da sua localização nas baixas latitudes tropicais, este centro de endemismo recebe alta taxa de insolação, fazendo com que a temperatura seja alta durante todo o ano. Além disso, a ação do fluxo dos alísios no litoral, carregados de umidade e calor recebidos pela sua passagem sobre as águas de correntes marítimas quentes, mantém a regularidade da temperatura na faixa de influência oceânica (IBGE, 1985). Este centro de endemismo é representado por 15 diferentes tipos de solo, sendo o podzólico vermelho-amarelo distrófico (23,5%), o latossolo amarelo distrófico (21,46%) e o podzólico vermelho eutrófico (16,67%) os três mais representativos (61,63%). Os tipos de solo menos representativos somam menos de 4% de toda a região. Segundo o IBGE (1985), este setor da floresta Atlântica cobria anteriormente uma área contínua de ca. 56.000 km², o que equivale a 6,4% da extensão da floresta Atlântica brasileira.

Tipos de vegetação do Centro de Endemismo Pernambuco

O Centro Pernambuco é representado por cinco tipos de vegetação da floresta Atlântica nordestina (FANE). Na ordem decrescente de área, os tipos de vegetação são: (1) Áreas de tensão ecológica (TEC) – com uma cobertura de 19.963,22 km² representando 35,6% do CP, este tipo de vegetação ocorre em regiões onde há contatos entre uma ou mais regiões fitoecológicas, justapondo-se ou interpenetrando-se, podendo acontecer encraves ou ecótonos (IBGE, 1985); (2) floresta estacional semidecidual (EST) – possuindo uma área de 14.947,03

ou 26,65% do CP, este tipo de vegetação é constituído por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos), ou pêlos, possuindo folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais (Veloso *et al.*, 1991), estando associado a um clima de duas estações, uma seca e uma chuvosa (IBGE, 1985; Veloso *et al.*, 1991); (3) floresta ombrófila aberta (FOA) – com uma área de 11.472,45 km² ou 20,45% do CP, neste tipo de vegetação predominam árvores espacialmente bem distribuídas, com o estrato arbustivo ralo, com dominância das subformações fanerófitas ombrófilas rosuladas e lianas lenhosas (IBGE, 1985). Neste tipo de vegetação pode ocorrer mais de 60 dias secos por ano (Veloso *et al.*, 1991); (4) floresta ombrófila densa (FD) – com 6.149,63 km² (10,96%), este tipo de vegetação é caracterizado por fanerófitos com subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância que o diferenciam de outras classes de formações. Nesta região florestal não existe período biologicamente seco. Isto se dá em função da maior retenção de água em determinados solos e/ou pelo recebimento de suprimento extra de umidade relativa decorrente da localização geográfica e altitude (IBGE, 1985); (5) áreas de formações pioneiras (AFP) – com apenas 6,31% (3.541,55 km²) de cobertura do CP, este tipo apresenta vegetação campestre ou lenhosa, com ervas terófitas, geófitas e às vezes hemicriptófitas, as quais, durante o processo de sucessão ecológica, são substituídas por caméfitas, microfanerófitas (arbustos) e fanerófitas de até 10 m. Na abrangência deste tipo de vegetação, os solos encontram-se como em processos iniciais de formação, o que faz com que sua vegetação clímax seja diferente da vegetação da região circundante.

Base de dados

A análise da distribuição biogeográfica das árvores do Centro Pernambuco foi realizada a partir da compilação de informações obtidas por meio de quatro fontes principais: 1) levantamentos florísticos realizados por pesquisadores do Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco; 2) 85 bibliografias científicas (livros, monografias, dissertações e teses) com listas de espécies e/ou informações sobre a distribuição de espécies (*e.g.*, Gomes, 1992; Matthes, 1992; Correia, 1996; Sales *et al.*, 1998; Ribeiro *et al.*, 1999; Cavalcante *et al.*, 2000; Ferraz, 2002; vários exemplares de Flora Neotropica); 3) consultas a herbários de referência: Herbário Geraldo Mariz – PE (UFP), Herbário do Instituto de Pesquisas Agropecuárias – PE (IPA), Herbário Vasconcelos Sobrinho – PE (PEUFR), Herbário Prisco Bezerra – CE (UFC), Herbário Alexandre Costa Leal – BA (ALCB) (*v.* Holmgren *et al.*, 1990), Herbário Jayme Coelho de Moraes – PB (EAN), Herbário do Instituto

de Meio Ambiente – AL (MAC), Herbário Honório Monteiro (MUFAL), Herbário Sérgio Tavares – PE (HST) (v. Barbosa & Barbosa, 1996) e 4) consultas a órgãos especializados em informações sobre distribuição de plantas (BDT – Base de Dados Tropical; CNIP – Centro Nordestino de Informações sobre plantas; KEW – Royal Botanical Garden; IPNI – The International Plant Names Index; MBOT – Missouri Botanical Garden). Os registros de espécies obtidas em cada uma das fontes utilizadas foram padronizados quanto à grafia e quanto à existência de sinonímias (anexo 1). Para gerar um indicativo do esforço de coleta de árvores no Centro Pernambuco, foi usado o programa Estimates (Colwell & Coddington, 1995) para gerar uma curva de acumulação com reposição a partir de seleções ao acaso de 50 registros como medida do esforço amostral.

Classificação das espécies

As espécies de árvores do Centro Pernambuco foram classificadas de acordo com: (1) *tipos de frutos*: (a) baga, (b) drupa, (c) cápsula, (d) legume e (e) outros (folículo, aquênio, betulídio, frutíolo, infrutescência, noz, pseudo-fruto e sâmara; v. Roosmalen [1985]); (2) *tamanhos dos frutos*: (a) grandes – frutos com o maior comprimento acima de 1,5 cm e (b) pequenos – frutos com o maior comprimento menor ou igual a 1,5 cm; (3) *tipos de dispersão dos diásporos*: (a) biótica – dispersos por vetores biológicos e (b) abiótica – dispersos por agentes não biológicos; (4) *tolerâncias à sombra*: (a) tolerante – espécies tolerantes à sombra e (b) heliófitas – espécies não tolerantes à sombra e (5) *intercâmbios biótico*: (a) presentes na FANE – árvores do CP que também são encontradas nos demais setores da floresta Atlântica nordestina, (b) presentes na FSS – árvores do CP que também são encontradas na floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil, (c) presentes na AM – árvores do CP que também são encontradas na floresta Amazônica, (d) presentes na Caatinga (CAA) – árvores do CP que também são encontradas na Caatinga e (e) presentes no CER – árvores do CP que também são encontradas no Cerrado. Os tamanhos dos frutos, tipos de dispersão e tolerância à sombra foram definidos com base em literatura especializada (Roosmalen, 1985; Griz & Machado, 1998; Lorenzi, 1998; Barbosa *et al.*, 2002). Algumas espécies não foram classificadas quanto ao critério ecológico em função da ausência de informações na literatura.

Fatores analisados

A riqueza de espécies (diversidade gama) de árvores entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco foi analisada de acordo com seis fatores: (1) *precipitação* – valores definidos a partir da precipitação média dos municípios de cada tipo de vegetação; (2) *áreas*

originais dos tipos de vegetação – mensuradas com o uso do programa ArcView 3.2a (Esri, 1998), de acordo com o mapa de vegetação do IBGE (1985); (3) *heterogeneidade ambiental* – mensurada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener (H' ; bits/ind.), com base no número e frequência relativa de polígonos resultantes da superposição de mapas de altitude, de tipos de solo, de precipitação e tipologia (meses sem chuva) (IBGE, 1985); (4) *efeito de massa* – mensurado de acordo com a fórmula: $M=EC/TE$, onde “M” corresponde ao efeito de massa, “EC” corresponde a razão do número de espécies compartilhadas com tipos de vegetação vizinhos e “TE” corresponde ao número total de espécies do tipo de vegetação em questão (v. Shmida & Ellner, 1984 para definição); (5) *intercâmbio biótico* – mensurado como o número de espécies também presentes em outras unidades biogeográficas (*i.e.*, AM, CAA, CER, FSS e FANE) (v. Ricklefs, 1989 para definição) e (6) *perturbação antrópica* – mensurado como um índice de fragmentação gerado pela fórmula $F = (f/ar)*(1-ar/ao)$, onde “F” corresponde ao índice de fragmentação, “f” corresponde ao número de fragmentos do tipo vegetacional, “ar” corresponde a área de floresta remanescente e “ao” corresponde a área de vegetação original (Tabela 1).

Esforço de coleta e efeito da área original

Para corrigir possíveis diferenças devido a diferentes esforços de coleta, foi usado o programa Estimates (Colwell, 1997) para gerar curvas médias de acumulação para cada tipo de vegetação, após 2000 randomizações da ordem de séries de 20 registros como medida de esforço amostral. O número de espécies presente em cada tipo de vegetação passou a ser, então, aquele referente ao acumulado de acordo com o número de esforços amostrais do tipo de vegetação com menor número de registros (áreas de tensão ecológica).

Após a correção do esforço de coleta, apenas a área original e a heterogeneidade ambiental dos tipos de vegetação explicaram a riqueza de espécies. Como estes dois fatores apresentaram auto-correlação, a heterogeneidade ambiental foi descartada das análises subsequentes (mas veja Brose, 2001). O efeito da área original foi então eliminado a partir da relação $C = S/A^z$, onde “C” é o valor corrigido da riqueza, “S” é o número de espécies e “z” é a inclinação da curva gerada pelo modelo $\log(y) = a + b (\log)x$, sendo “z” = “b” (Rosenzweig, 1995). Após a eliminação do efeito da área, a riqueza de espécies foi novamente analisada com base em todos os demais fatores (precipitação, efeito de massa, perturbação e intercâmbio biótico).

Gradiente e nestedness

A análise de gradiente foi realizada com base na frequência de grupos ecológicos entre os tipos de vegetação com graus decrescentes de precipitação no sentido da costa para o interior do continente (gradiente de continentalidade *sensu* Ayoade, 2004). Foi gerada uma matriz de presença e ausência de espécies de plantas entre os cinco tipos de vegetação do Centro Pernambuco para testar a hipótese de que a composição de espécies de plantas em tipos de vegetação menos ricos constituem subgrupos particulares da composição de espécies encontradas em tipos de vegetação hierarquicamente mais ricos. A análise foi realizada com o uso do programa Nested Temperature Calculator (Atmar & Patterson, 1995).

Análise dos estatísticas

Foi aplicado o teste G (uma amostra) com proporções esperadas iguais (Sokal & Rohlf, 1996) para verificar se havia diferença na frequência de espécies entre os cinco tipos de vegetação do CP. Foi usado também o teste G (várias amostras) para verificar se existia diferença na proporção de árvores com diferentes (a) tipos de frutos, (b) tamanho dos frutos, (c) tipos de dispersão e (d) tolerância à sombra entre as espécies exclusivas da floresta ombrófila aberta (tipo de vegetação com maior número de registros) e àquelas que constituem sub-grupos hierárquicos (*nestedness*) presentes nos demais tipos de vegetação. Foram usadas regressões simples (após procedimentos de ajustamento de curvas) para verificar se (1) o número de espécies entre os tipos de vegetação estava relacionado ao esforço de coleta; (2) o número de espécies poderia ser explicado pelos fatores área original, heterogeneidade ambiental, precipitação, intercâmbio biótico, efeito de massa e/ou grau de perturbação (a) após a correção do esforço de coleta e (b) após a eliminação do efeito da área original. As regressões também foram usadas para verificar se espécies com diferentes (a) tipos de frutos, (b) tamanhos dos frutos, (c) tipos de dispersão e (d) tolerâncias à sombra estavam relacionadas ao gradiente de continentalidade (refletido na variação de precipitação). Finalmente, foi realizada uma correlação de Pearson para verificar se havia auto-correlação entre as duas variáveis que explicaram a riqueza de espécies após a correção do efeito do esforço amostral. Devido ao número reduzido de tipos de vegetação ($n = 5$), em nenhuma circunstância foram possíveis análises estatísticas multivariadas (Sokal & Rohlf, 1996). Foi usado o teste de Lilliefors para verificar a normalidade dos dados e assumido o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$) para todas as análises, as quais foram realizadas com o uso do programa Systat ver. 8.0 (Wilkinson, 1998).

RESULTADOS

Número de espécies entre os tipos de vegetação

Foi registrado um total de 583 espécies de árvores distribuídas com frequência não aleatória entre os cinco tipos de vegetação do Centro Pernambuco. O número de espécies variou de 143 registros (11,87%), na áreas de tensão ecológica, até 397 registros (32,97%) na floresta ombrófila aberta. A floresta estacional semidecidual (281 – 23,33%), a floresta ombrófila densa (221 – 18,35%) e áreas de formações pioneiras (162 – 13,45%) apresentaram números intermediários de espécies, sendo a frequência do conjunto significativamente diferente ($G = 83,30$; g.l. = 4; $p < 0,001$; Fig. 2).

Esforço de coleta vs. riqueza de espécies

Embora o Centro Pernambuco como um todo tenha sido relativamente bem amostrado (Fig. 3a), o esforço de coleta de espécies de árvores neste centro de endemismo nos últimos 60 anos foi direcionado principalmente à floresta ombrófila aberta ($n = 2748$) e à floresta estacional semidecidual ($n = 1005$). A floresta ombrófila densa ficou em uma posição intermediária ($n = 701$) e as áreas de tensão ecológica ($n = 219$) e áreas de formações pioneiras ($n = 475$) foram os tipos com menores esforços de coleta (Fig. 3b). Considerando o número de registros, foi observado que o esforço amostral explica a diferença no número de espécies entre os tipos de vegetação do CP ($R^2 = 0,953$; $F_{1/3} = 61,30$; $p = 0,0035$; Fig. 4a), fazendo-se necessário um procedimento de correção para que qualquer outra análise pudesse ser realizada. Sem considerar a correção do esforço de coleta, não foram observadas diferenças significativas em nenhum dos fatores considerados neste estudo (área original, heterogeneidade ambiental, precipitação, efeito de massa, intercâmbio biótico ou grau de perturbação).

Correção do esforço de coleta

Após a correção do número de espécies com base no esforço de coleta (Fig. 4b), foi observado que as áreas de tensão ecológica, tipo de vegetação que havia sido classificado como o mais pobre, passou a ser o mais rico ($n = 143$). A floresta ombrófila aberta, por sua vez, que havia sido classificada como a mais rica, passou a ser apenas a terceira colocada em riqueza (128 espécies). Os tipos de vegetação que ficaram com os menores números de espécies foram as áreas de formações pioneiras ($n = 104$) e a floresta ombrófila densa ($n =$

125). A floresta estacional semidecidual manteve a mesma classificação, ou seja, continuou sendo o segundo tipo de vegetação mais rico ($n = 132$).

Após a correção do esforço de coleta, foram observadas relações significativas envolvendo dois fatores considerados neste estudo: área original ($R^2 = 0,893$; $F_{1/3} = 25,25$; $p < 0,013$; Fig. 5a) e heterogeneidade ambiental ($R^2 = 0,786$; $F_{1/3} = 11,07$; $p < 0,043$; Fig. 5b) dos tipos de vegetação. Devido a forte correlação entre estes dois fatores ($r = 0,993$; $n = 5$; $p < 0,001$; Fig. 6), a heterogeneidade foi considerada uma variável auto-correlacionada, sendo portanto descartada para efeito de análise (mas veja Brose, 2001).

Eliminação do efeito da área original

Após a eliminação do efeito da área original, o número de espécies entre os diferentes tipos de vegetação do CP foi explicado pela precipitação, com uma variação de 3,57 espécies/área nas áreas de formações pioneiras (1969 mm/ano) até 3,15 espécies/área nas áreas de tensão ecológica (1091 mm/ano) ($R^2 = 0,895$; $F_{1/3} = 25,71$; $p = 0,013$; Fig. 7). Por outro lado, o efeito de massa, o grau de perturbação entre os tipos de vegetação e o intercâmbio biótico continuaram sem explicar a diferença no número de espécies entre os tipos de vegetação mesmo após a eliminação do efeito da área.

Gradiente de precipitação vs. grupos ecológicos

Independente da correção do esforço amostral ou da eliminação do efeito da área, a proporção de espécies com frutos carnosos (baga e drupa) foi significativamente maior nos tipos de vegetação com precipitação mais elevada ($G = 12,55$; g.l. = 4; $p = 0,014$; Fig. 8a), com o gradiente de precipitação explicando a porcentagem de espécies dispersas por vetores bióticos, a qual variou de 77,68% nas áreas de formações pioneiras (1696 mm/ano), até 51,68% nas áreas de tensão ecológica (1091 mm/ano) ($R^2 = 0,8906$; $F_{1/3} = 24,42$; $p = 0,014$; Fig. 8b). Os demais fatores ecológicos analisados (tamanhos dos frutos e tolerância à sombra) não apresentaram relações significativas.

Nestedness

Sem corrigir o esforço de coleta, o tipo de vegetação com menor número de espécies (áreas de tensão ecológica – 143 espécies) possui 44,05% ($n = 63$) das espécies das áreas de formações pioneiras, que é o tipo de vegetação imediatamente superior em riqueza ($n = 162$). As áreas de formações pioneiras, por sua vez, possuem 46,9% ($n = 76$) das espécies também presentes na floresta ombrófila densa, o tipo de vegetação subsequente mais rico. Seguindo a ordem do aumento de riqueza nos tipos de vegetação, a floresta ombrófila densa

possui 71,04% ($n = 157$) das suas espécies também presentes na floresta estacional semidecidual e, finalmente, este último tipo de vegetação possui 74,02% ($n = 208$) das espécies também presentes na floresta ombrófila aberta, aquele com o maior número de espécies registradas. As espécies exclusivas da floresta ombrófila aberta apresentaram diferentes proporções de ocorrência em outras Unidades Geográficas Operacionais (UGOs) do Brasil quando comparadas com as espécies que também ocorrem nos demais tipos de vegetação ($G = 10,43$; g.l. = 4; $p = 0,03$; Fig. 9). De acordo com este padrão de distribuição de espécies, o índice de temperatura registrado (sem correção de esforço ou área) entre os cinco tipos de vegetação do CP foi de $38,61^\circ$, valor significativamente inferior ao da variação de temperatura ($52,7^\circ \pm 2,56$; média $\pm$ DP) gerada a partir de 1000 randomizações ($P[T < 38,61] < 0,001$). Ou seja, os tipos de vegetação menos ricos no CP representam sub-grupos de espécies dos tipos de vegetação mais ricos.

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, a variação na precipitação não é o principal fator responsável pela riqueza de espécies na escala regional. Após a correção do esforço de coleta, a diferença significativa no número total de espécies entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco foi explicada pela área original e heterogeneidade ambiental. A precipitação passou a explicar o número de espécies somente após a eliminação do efeito da área original e heterogeneidade ambiental. Assim, a variação na precipitação também não definiu um gradiente de riqueza de espécies no sentido da costa para o interior do continente e não foi capaz de explicar a ordem hierárquica de sub-grupos de espécies em tipos de vegetação sucessivamente menos ricos (explicar o *nestedness*). De forma objetiva, os resultados deste trabalho indicam que a relação positiva entre riqueza de espécies e precipitação defendida por Gentry (1982, 1988) não é verdadeira quando são considerados diferentes tipos de vegetação representando variações regionais de precipitação ao longo de um gradiente de continentalidade em regiões neotropicais.

O efeito da área original e da heterogeneidade ambiental sobre a riqueza de espécies entre os tipos de vegetação foram detectados somente após a correção do esforço de coleta, variável que geralmente gera ruídos em análises ecológicas e biogeográficas (Peterson *et al.*, 1998; Williams *et al.*, 2002; Diniz-Filho *et al.*, 2003; Parnell *et al.*, 2003; Reddy & Dávalos, 2003; Whittaker *et al.*, 2005). Estudos, na verdade, têm demonstrado que a riqueza (e

endemismos) de espécies está quase sempre associada a proximidade de grandes centros de pesquisa e se concentra em torno das grandes cidades ou ao longo de rios e estradas (Reddy & Dávalos, 2003). No entanto, é possível que a diferença no esforço de coleta observado no Centro Pernambuco esteja associada a outros fatores como área original, número de fragmentos e/ou interesse científico, uma vez que pelo menos um dos tipos de vegetação com reduzido número de registros de plantas (áreas de formações pioneiras) se encontra na porção oriental da região, setor que contempla as principais cidades (inclusive todas as capitais) (IBGE, 1985), detém os principais centros de pesquisa do Centro Pernambuco e possui muitas estradas e rios. Independente de quais processos explicam este padrão, nenhuma das demais variáveis analisadas neste estudo foram capazes de explicar a riqueza de espécies entre os tipos de vegetação antes da correção do esforço amostral.

A forte relação entre área e heterogeneidade ambiental encontrada neste estudo tem sido reconhecidas como difíceis de serem analisadas isoladamente (MacNally & Watson, 1997; Scheiner, 2003). A questão é que o aumento da área pode favorecer a riqueza de espécies de forma direta (MacArthur & Wilson, 1963) ou indireta (Scheiner, 2003). De forma direta, o aumento da área eleva o número de indivíduos amostrados e conseqüentemente a probabilidade de encontro das espécies raras, que se escondem atrás da linha do véu (Ricklefs, 1996). De forma indireta, o aumento da área aumenta a disponibilidade de nichos (Huston, 1996) devido à maior ocorrência de habitats específicos, de variações topográficas, de tipos de solo menos freqüentes etc., o que acaba favorecendo a coexistência das espécies no espaço e no tempo (Krebs, 1994). Por outro lado, várias pesquisas têm demonstrado que nem sempre a riqueza de espécies apresenta relação positiva com a área e/ou a heterogeneidade (*e.g.*, Wu & Vankat, 1991; Ross *et al.*, 2002), o que pode estar fortemente associado a uma questão de escala de abordagem (MacNally & Watson, 1997; Ritchie & Olff, 1999; Scheiner *et al.*, 2000; Godfray & Lawton, 2001). Na escala de abordagem deste trabalho, o efeito da área e da heterogeneidade parece ser fundamental para definir o número de espécies, sobretudo em se tratando de uma região com características abióticas pronunciadas, como é o caso do Centro Pernambuco (Bigarella *et al.*, 1975; Bigarella & Andrade-Lima, 1982; primeiro capítulo desta tese).

A prevalência do efeito da área e da heterogeneidade sobre o efeito da precipitação foi detectada neste trabalho porque a riqueza de espécies foi mensurada pelo acúmulo de registros botânicos dos últimos 60 anos entre os tipos de vegetação (gama diversidade), e não por meio de séries de amostras locais (parcelas). Geralmente, a relação positiva observada entre riqueza de espécies e precipitação (Huston, 1996) em várias escalas tem sido detectada principalmente

com base em amostras realizadas em escala local (Gentry, 1982, 1988; Cinebell II *et al.*, 1995), sendo a gama diversidade inferida a partir da relação entre a alfa diversidade (Whittaker, 1972) e beta diversidade (Pielou, 1975). Com base nesta abordagem, vários trabalhos têm demonstrado que a precipitação pode explicar, não somente a riqueza de espécies, mas também a diversidade, a composição florística, as formas de crescimento, a fenologia e a demografia (Gentry, 1982, 1988; Bullock, 1995; Ceballos, 1995; Cinebell II *et al.*, 1995). No entanto, regiões tropicais geralmente apresentam baixa porcentagem de grupos taxonômicos próximos coexistindo em uma mesma localidade (Janzen, 1970), de forma que séries de diversidade local (alfa diversidade) podem não representar bem a diversidade regional, devido à elevada beta diversidade que acaba se estabelecendo. Assim, segundo Huston (1996), muitas das explicações para os padrões de variação na riqueza de espécies em larga escala não se aplicam às questões fundamentais da variação na riqueza de espécies em escalas locais. Se esta afirmação de Huston (1996) pode de fato ser considerada como verdadeira, o mesmo argumento também pode ser usado de forma invertida. Ou seja, explicações construídas com base na variação da riqueza de espécies em escalas locais também não contribuem substancialmente para explicar padrões em escalas regionais. Por isto, a ausência da relação entre riqueza de espécies e precipitação entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco não deveria causar surpresa.

Por outro lado, a ausência da relação entre riqueza e precipitação não significa que o papel da segunda seja menos importante no contexto da distribuição de espécies entre os tipos de vegetação da região. O gradiente de precipitação no sentido da costa para o interior explicou a variação na porcentagem de espécies dispersas por vetores bióticos e a diferença na frequência de frutos carnosos *vs.* secos. Ou seja, os tipos de vegetação mais próximos da costa e, portanto, com maior precipitação, foram também aqueles que apresentaram proporcionalmente mais espécies com frutos do tipo baga e drupa, além de maior frequência de zoocoria. Os tipos de vegetação mais afastados, por sua vez, apresentaram proporcionalmente mais cápsulas e legumes, além de maior frequência de dispersão abiótica. De fato, a precipitação pode exercer influência no crescimento das plantas (Huston, 1996), na produção, germinação e estabelecimento de espécies com frutos carnosos (Howe & Smallwood, 1982; Bullock, 1995; Gentry, 1995; Medina, 1995) e na fenologia (Lieberman, 1982). Como consequência, áreas mais secas e mais úmidas em qualquer escala possuem proporcionalmente diferentes estratégias de dispersão (Howe & Smallwood, 1982; Gentry, 1983, 1995; Bullock, 1995; Barbosa *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 2003), com a dispersão abiótica prevalecendo em florestas secas (Machado *et al.*, 1997; Griz & Machado, 2001) e a dispersão

biótica prevalecendo nas florestas úmidas (Griz & Machado, 1998; Morellato *et al.*, 2000). Florestas tropicais com ciclos sazonais produzem mais frutos dispersos por vetores bióticos durante a estação mais úmida do ano, como evidenciado por Janzen (1967) e Opler *et al.* (1980) na Costa Rica, Lampe *et al.* (1992) na Venezuela e Morellato *et al.* (1989) no Brasil. Os resultados encontrados no presente trabalho sugerem então que os atributos ecológicos das espécies de plantas podem ser regulados por fatores que atuam em escala local, com a precipitação desempenhando um importante papel. Este fato coloca em evidência uma relação complexa entre as variáveis área original e precipitação *vs.* riqueza de espécies e atributos ecológicos na escala regional. Por um lado a área explica a riqueza de espécies, mas não os atributos ecológicos, por outro, a precipitação explica os atributos ecológicos mas não a riqueza de espécies.

Analisando a distribuição de espécies e grupos ecológicos com base no conceito de *Nestedness* (Atmar & Patterson, 1993), foi observado que os tipos de vegetação menos ricos do Centro Pernambuco possuem sub-grupos taxonômicos dos tipos de vegetação sucessivamente mais ricos, mas o padrão não foi explicado pela precipitação. A precipitação não foi capaz de explicar a hierarquia do *nestedness* porque o próprio conceito de *nestedness* envolve a existência de biotas sucessivamente mais pobres (Atmar & Patterson, 1993), o que não foi explicado pela precipitação. Assim, o padrão de *nestedness* encontrado no Centro Pernambuco pode ter sido definido por outros fatores como área original, heterogeneidade ambiental, ou principalmente pelo esforço de coleta etc. Na verdade, o padrão existe independente de quais fatores podem ter explicado, embora com o conjunto de informações disponíveis para o CP não seja possível detectar a ordem da hierarquia.

A análise da variação na riqueza de espécies realizada no Centro Pernambuco enfatizou a importância da coerência entre as hipóteses a serem testadas, a escala de abordagem, o desenho experimental e os fatores preditores considerados. Os resultados deixaram evidente que a questão da variação na riqueza de espécies só será definitivamente esclarecida se as alfa, beta e gama diversidades forem tratadas de formas específicas, cada uma com o seu próprio paradigma, fatores importantes e conjunto de métodos apropriados. No caso específico do Centro Pernambuco, o efeito da área original e heterogeneidade ambiental, o papel secundário da precipitação, bem como sua ação diferenciada sobre os fatores riqueza de espécies e grupos ecológicos, jamais seriam detectados se fossem usadas apenas séries de parcelas para representar a gama diversidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos curadores dos Herbários UFP, IPA, PEUFR, UFC, ALCB, EAN, MAC, MUFAL e HST pelo acesso às informações e material botânico; ao MSc. Marcondes Oliveira, pela revisão da lista de espécies; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida ao primeiro autor, à Conservation International (CI), à Fundação o Boticário de Proteção à Natureza (FBPN) e ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN) pelo suporte financeiro desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Andrade-Lima, D. (1953) Notas sobre a dispersão de algumas espécies vegetais no Brasil. *Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco*, **11**, 25–49.
- Andrade-Lima, D. (1966) Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco. *Arquivo do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco*, **8**, 3–9.
- Andrade-Lima, D. (1982) Present day forest refuges in Northeastern Brazil. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 245–254. Columbia University Press, New York.
- Atmar, W. & Patterson, B.D. (1993) Measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitats. *Oecologia*, **96**, 373–382.
- Atmar, W. & Patterson, B.D. (1995) The nestedness temperature calculator: visual basic program, including 294 presence-absence matrices. AICS Research, Inc., University Park, NM and The Field Museum, Chicago.
- Ayoade, J.O. (2004) *Introdução à climatologia para os trópicos*. 10ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Barbosa, M.C.A. & Barbosa, M.R.V. (1996) Herbários. *Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectivas* (ed. por E.V.S.B. Sampaio, S.J. Mayo e M.R.V. Barbosa), pp. 145–150. Sociedade Botânica do Brasil, Recife.
- Barbosa, D.C.A., Silva, P.G.G. & Barbosa, M.C.A. (2002) Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco* (ed. por M. Tabarelli e J.M.C. Silva), pp. 609–622. SECTMA e Editora Massangana, Recife.
- Bigarella, J.J., Andrade-Lima, D. & Riehs, P.J. (1975) Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **47**, 411–464.
- Bigarella, J.J. & Andrade-Lima, D. (1982) Paleoenvironmental changes in Brazil. *Biological diversification in the tropics* (ed. por G.T. Prance), pp. 27–40. Columbia University Press, New York.
- Brose, U. (2001) Relative importance of isolation, area and habitat heterogeneity for vascular plant species richness of temporary wetlands in east-German farmland. *Ecography*, **24**, 722–730.

- Brown, J.H. & Lomolino, M.V. (1998) *Biogeography*, 2nd edn. Sinauer Associates, Sunderland
- Bullock, S.H. (1995) Plant reproduction in neotropical dry forests. *Seasonally dry tropical forests* (ed. por S.H. Bullock, H.A. Mooney e E. Medina), pp. 277–303. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cavalcante, A.M.B, Soares, J.J. & Figueredo, M.A. (2000) Comparative phytosociology of tree sinusiae between contiguous forests in different stages of succession. *Revista Brasileira de Biologia*, **60**, 551–562.
- Cavalcanti, D.R. (2001) *Distribuição altitudinal de espécies florestais amazônico-nordestinas no Centro de Endemismo Pernambuco*. Monografia de Graduação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Cavalcanti, D.R. (2003) *Distribuição altitudinal de plantas lenhosas e relações históricas entre a floresta Atlântica do sul-sudeste e o Centro de Endemismo Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Ceballos, G. (1995) Vertebrate diversity, ecology, and conservation in neotropical dry forests. *Seasonally Dry Tropical Forests* (ed. por H. Bullock, H.A. Mooney e E. Medina), pp. 185–220. Cambridge University Press, Cambridge.
- Chown, S.L. & Gaston, K.J. (2000) Areas, cradles and museums: the latitudinal gradient in species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, **15**, 311–315.
- Clinebell II, R.R., Phillips, O.L., Gentry, A.H., Stark, N. & Zuuring, H. (1995) Prediction of Neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and Conservation*, **4**, 56–90.
- Colwell, R.K. (1997) *Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 5. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb>.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1995) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Biodiversity measurement and estimation* (ed. por D.L. Hawksworth), pp. 101–118. Chapman & Hall, London.
- Correia, M.S. (1996) *Estrutura da vegetação da mata serrana em um brejo de altitude em Pesqueira-PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Cox, C.B. & Moore, P.D. (1993) *Biogeography an ecological and evolutionary approach*. 5th ed. Blackwell Science, Cambridge.
- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M. & Hawkins, B.A. (2003) Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography*, **12**, 53–64.

- Diniz, J.A.F., Rangel, T.F.L.V.B. & Hawkins, B.A. (2004) A test of multiple hypotheses for the species richness gradient of South American owls. *Oecologia*, **140**, 633–638.
- Duraes, R. & Loiselle, B.A. (2004) Inter-scale relationship between species richness and environmental heterogeneity: A study case with antbirds in the Brazilian Atlantic forest. *Ornitologia Neotropical*, **15**, 127–135.
- ESRI, (1998) *Arcview GIS 3.1*. ESRI, United States of America.
- Ferraz, E.M.N. (2002) *Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de floresta ombrófila Montana em Pernambuco, Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Fisher, A.G. (1960) Latitudinal variation in organic diversity. *Evolution*, **14**, 64–81.
- Fraser, R.H. (1998) Vertebrate species richness at the mesoscale: relative roles of energy and heterogeneity. *Global Ecology and Biogeography Letters*, **7**, 215–220.
- Gaston, K.J. (2003) The how and why of biodiversity. *Nature*, **421**, 900–901.
- Gentry, A.H. (1982) Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **69**, 557–593.
- Gentry, A.H. (1983) Dispersal ecology and diversity in neotropical forest communities. *Sonderband Naturwissenschaftlicher Verein Hamburg*, **7**, 303–314.
- Gentry, A.H. (1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of Missouri Botanical Garden*, **75**, 1–34.
- Gentry, A.H. (1995) Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *Seasonally Dry Tropical Forests* (ed. por H. Bullock, H.A. Mooney e E. Medina), pp. 146–193. Cambridge University Press, Cambridge.
- Godfray, H.C.J. & Lawton, J.H. (2001) Scale and species numbers. *Trends in Ecology and Evolution*, **16**, 400–404.
- Gomes, E.P.C. (1992) *Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gonzalez, A. (2000) Community relaxation in fragmented landscapes: the relation between species richness, area and age. *Ecology Letters*, **3**, 441–448.
- Griz, L.M.S. & Machado, I.C.S. (1998) Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois irmãos. *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em área Urbana (Recife–Pernambuco–Brasil)* (ed. por I.C. Machado, A.V. Lopes e K.C. Pôrto), pp. 197–224. Editora Universitária da UFPE, Recife.

- Griz, L.M.S. & Machado, I.C.S. (2001) Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **17**, 303–321.
- Herzog, S.K., Kessler, M. & Bach, K. (2005) The elevational gradient in Andean bird species richness at the local scale: a foothill peak and a high-elevation plateau. *Ecography*, **28**, 209–222.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. (1990) *Index Herbariorum: The Herbaria of the World*. New York Botanical Garden, New York.
- Honnay, O., Hermy, M. & Coppin, P. (1999) Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation. *Biological Conservation*, **87**, 73–84.
- Howe, H.F. & Smallwood, J. (1982) Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **13**, 201–228.
- Huston, M.A. (1996) *Biological Diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hutchinson, G.E. (1959) Homage to Santa Rosalia; or, why are there so many kinds of animals. *American Naturalist*, **93**, 145–159.
- IBGE. (1985) *Atlas nacional do Brasil: região Nordeste*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Jacquemyn, H., Butaye, J. & Hermy, M. (2001) Forest plant species richness in small, fragmented mixed deciduous forest patches: the role of area, time and dispersal limitation. *Journal of Biogeography*, **28**, 801–812.
- Janzen, D.H. (1967) Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, **21**, 620–637.
- Janzen, D.H. (1970) Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*, **102**, 592–595.
- Kerr, J.T. & Packer, L. (1997) Habitat heterogeneity as a determinant of mammal species richness in high-energy regions. *Nature*, **385**, 252–254.
- Kleidon, A. & Mooney, H.A. (2000) A global distribution of biodiversity inferred from climatic constraints: results from a process-based modelling study. *Global Change Biology*, **6**, 507–523.
- Krebs, C.J. (1994) *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. 4th ed. Benjamin Cummings, California.
- Lampe, M.G., Bergeron, Y., Mcneil, R. & Leduc, A. (1992) Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of northeastern Venezuela. *Biotropica*, **24**, 64–76.

- Lieberman, D. (1982) Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology*, **70**, 791–806.
- Lorenzi, H. (1998) *Árvores Brasileiras*. Plantarum, São Paulo, Brasil.
- Luoto, M. (2000) Modelling of rare plant species richness by landscape variables in an agriculture area in Finland. *Plant Ecology*, **149**, 157–168.
- MacArthur, R. & Wilson, E.O. (1963) An equilibrium theory of island biogeography. *Evolution* **17**, 373–387.
- MacArthur, R. (1965) Patterns of species diversity. *Biological Review*, **210**, 510–533.
- Machado, I.C.S., Barros, M. & Sampaio, E.V.S.B. (1997) Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica*, **29**, 57–68.
- MacNally, R. & Watson, D.M. (1997) Distinguishing area and habitat heterogeneity effects on species richness: birds in Victorian buloke remnats. *Austral Journal of Ecology*, **22**, 227–232.
- Matthes, L.A.F. (1992) *Dinâmica da sucessão secundária em mata, após a ocorrência de fogo - Santa Genebra - Campinas, São Paulo*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Medina, E. (1995) Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests. *Seasonally dry tropical forests* (ed. por H. Bullock, H.A. Mooney e E. Medina), pp. 221–242. Cambridge University Press, Cambridge.
- Morellato, L.P.C., Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F. & Joly, C.A.A. (1989) Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, **12**, 85–98.
- Morellato, L.P.C., Talora, D.C., Takahasi, A., Bencke, C.C., Romera, E.C. & Zipparo, V.B. (2000) Phenology of Atlantic rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica*, **32**, 811–823.
- Opler, P.A., Frankie, G.W. & Baker, H.G. (1980) Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forest in lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, **68**, 167–188.
- Parnell, J.A.N., Simpson, D.A., Moat, J., Kirkup, D.W., Chantaranothai, P., Boyce, P.C., Bygrave, P., Dransfield, S., Jebb, M.H.P., Macklin, J., Meade, C., Middleton, D.J., Muasya, A.M., Prajaksood, A., Pendry, C.A., Pooma, R., Suddee, S. & Wilkin, P. (2003) Plant collecting spread and densities: their potential impact on biogeographical studies in Thailand. *Journal of Biogeography*, **30**, 193–209.

- Pausas, J.G., Carreras, J., Ferre, A. & Font, X. (2003) Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, **14**, 661–668.
- Peterson, A.T., Navarro-Siguenza, A.G. & Benítez-Díaz, H. (1998) The need for continued scientific collecting: a geographic analysis of Mexican bird specimens. *Ibis*, **140**, 228–294.
- Pianka, L. (1966) Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *American Naturalist*, **100**, 33–46.
- Pielou, E.C. (1975) *Ecological diversity*. Wiley-Interscience, New York.
- RADAMBRASIL. (1983) *Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife*. Vol. 30. Rio de Janeiro.
- Rahbek, C. (1997) The relationship among area, elevation, and regional species richness in neotropical birds. *American Naturalist*, **149**, 875–902.
- Reddy, S & Dávalos, L.M. (2003) Geographical sampling bias and its implications for conservation priorities in Africa. *Journal of Biogeography*, **30**, 1719–1727.
- Ribas, C.R., Schoereder, J.H., Pic, M. & Soares, S.M. (2003) Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecology*, **28**, 305–314.
- Ribeiro, J.E.L.S., Hopkins, M.J.C., Vicentini, A., Sothers, C.A., Costa, M.A.S., Brito, J.M., Souza, M.A.D., Martins, L.H.P., Lohmann, L.G., Assunção, P.A.C.L., Pereira, E.C., Silva, C.F., Mesquita, M.R. & Procópio, L.C. (1999) *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus.
- Ribeiro, L.F. & Tabarelli, M. (2002) A structural gradient in cerrado vegetation of Brazil: changes in woody plant density, species richness, life history and plant composition. *Journal of Tropical Ecology*, **18**, 775–794.
- Ricklefs, R.E. (1989) The integration of local and regional processes. *Speciation and its consequences* (ed por D. Otte e J.A. Endler), pp. 599–622. Sinauer Associates, Sunderland.
- Ricklefs, R.E. (1996) *A economia da Natureza*. Guanabara Koogan, Pennsylvania.
- Ritchie, M.E. & Olff, H. (1999) Spatial scaling laws yield a synthetic theory of biodiversity. *Nature*, **400**, 557–560.
- Rodriguero, M.S. & Gorla, D.E. (2004) Latitudinal gradient in species richness of the New World Triatominae (Reduviidae). *Global Ecology and Biogeography*, **13**, 75–84.

- Ron, S.R. (2000) Biogeographic area relationship of lowland Neotropical rainforest based on raw distributions of vertebrate groups. *Biology Journal of the Linnean Society*, **71**, 379–402.
- Roosmalen, M.G.M. van. (1985) *Fruits of the Guianan flora*. Institute of Systematic Botany, Utrecht University, Utrecht.
- Rosenzweig, M.L. (1995) *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ross, K.A., Fox, B.J. & Fox, M.D. (2002) Changes to plant species richness in forest fragments: fragment age, disturbance and fire history may be as important as area. *Journal of Biogeography*, **29**, 749–765.
- Sales, M.F.S., Mayo, S.J. & Rodal, M.J.N. (1998) *Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitude, Pernambuco-Brasil*. Editora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Sanchez-Gonzalez, A. & Lopez-Mata, L. (2005) Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. *Diversity and Distributions*, **11**, 567–575.
- Sanders, N.J. (2002) Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography*, **25**, 25–32.
- Santos, A.M.M. (2002) *Distribuição de plantas lenhosas e relações históricas entre a Amazônia, a floresta Atlântica costeira e os brejos de altitude do nordeste brasileiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Santos, A.M.M., Cavalcanti, D.R., Silva, J.M.C. & Tabarelli, M. (2007) Woody plant species and biogeographic units in the Atlantic forest of northeast Brazil. *Journal of Biogeography*.
- Santos, A.V., Santos, A.M.M. & Tabarelli, M. (2003) Variação no modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no nordeste do Brasil. *Ecologia e Conservação da Caatinga* (ed. por I.R. Leal, M. Tabarelli e J.M.C. Silva), pp. 565-592. Editora Universitária – UFPE, Recife.
- Scheiner, S.M., Cox, S.B., Willig, M., Mittelbach, G.G., Osenberg, C. & Kaspari, M. (2000) Species richness, species-area curves and Simpson's paradox. *Evolutionary Ecology Research*, **2**, 791–802.
- Shmida, A. & Ellner, S. (1984) Coexistence of plant species with similar niches. *Vegetation*, **58**, 29–55.

- Singh, J.S., Bourgeron, P. & Lauenroth, W.K. (1996) Plant species richness and species-area relations in a shortgrass steppe in Colorado. *Journal of Vegetation Science*, **7**, 645–650.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1996) *Biometry*. Freeman & Company, New York.
- Steffan-Dewenter, I. (2003) Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. *Conservation Biology*, **17**, 1036–1044.
- Stevens, G.C. (1989) The latitudinal gradient in geographical range: how so many species exist in the tropics. *American Naturalist*, **133**, 240–256.
- Veloso, H.P., Rangel-Filho, A.L. & Lima, J.C.A. (1991) *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Whittaker, R.H. (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, **21**, 213–251.
- Whittaker, R.J., Araújo, M.B., Jepson, P., Ladle, R.J., Watson, J.E.M. & Willis, K.J. (2005) Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, **11**, 3–23.
- Wilkinson, L. (1998) *Systat*, ver 8.0. SPSS, Chicago.
- Williams, P.H., Margules, C.R. & Hilbert, D.W. (2002) Data requirements and data sources for biodiversity priority area selection. *Journal of Bioscience*, **27**, 327–338.
- Wu, J.G. & VANKAT, J.L. (1991) An area-based model of species richness dynamics of forest islands. *Ecological Modelling*, **58**, 249–271.

LEGENDAS DAS FIGURAS

Figura 1. Localização do Centro Pernambuco, com detalhes para os tipos de vegetação que o compõe.

Figura 2. Frequência de espécies de árvores registradas entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco. AFP: áreas de formações pioneiras, FOA: floresta ombrófila aberta, FOD: floresta ombrófila densa, EST: floresta estacional semidecidual, TEC: áreas de tensão ecológica (teste G; $p < 0,05$; $N = 549$; espécies não exclusivas).

Figura 3. Curva de acumulação de espécies de árvores **(a)** do Centro Pernambuco de acordo com séries sucessivas de amostras aleatórias de 50 registros ($N = 583$ espécies) e **(b)** de cada tipo de vegetação deste centro de endemismo de acordo com séries sucessivas de amostras aleatórias de 20 registros ($N = 549$ espécies).

Figura 4. Número de espécies de árvores **(a)** em relação ao número de registros de coleta no Centro Pernambuco ($N = 549$ espécies) e **(b)** Curva de acumulação de espécies de árvores deste centro de endemismo até o limite de registros observados nas áreas de tensão ecológica.

Figura 5. Número de espécies de árvores (após correção do esforço de coleta) em relação a **(a)** área original dos tipos de vegetação do Centro Pernambuco e **(b)** heterogeneidade dos tipos de vegetação do Centro Pernambuco.

Figura 6. Correlação positiva entre heterogeneidade ambiental e área original dos tipos de vegetação do Centro Pernambuco.

Figura 7. Número de espécies de árvores (após eliminação do efeito da área original) de acordo com a variação de precipitação média entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco. AFP: áreas de formações pioneiras, FOA: floresta ombrófila aberta, FOD: floresta ombrófila densa, EST: floresta estacional semidecidual, TEC: áreas de tensão ecológica.

Figura 8. Espécies de árvores **(a)** de acordo com a proporção de frutos carnosos (FC) e secos (FS) (teste G; $p < 0,05$; $N = 473$; espécies não exclusivas) e **(b)** proporção de espécies de árvores dispersas por agentes bióticos em relação a variação da precipitação entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco ($N = 362$ espécies). AFP: áreas de formações pioneiras, FD: floresta ombrófila densa, FOA: floresta ombrófila aberta, TEC: áreas de tensão ecológica e EST: floresta estacional semidecidual.

Figura 9. Proporção de espécies restritas ao tipo de vegetação com maior número de espécies registradas (floresta ombrófila aberta) e espécies que também foram registradas nos tipos de vegetação menos ricos de acordo com o intercâmbio biótico do Centro Pernambuco com outras formações vegetacionais brasileiras (AM: Amazônia, CAA: caatinga, CER: cerrado, FSS: floresta Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil e FANE: floresta Atlântica nordestina) (teste G; $p < 0,05$; $N = 583$ espécies).

Tabela 1. Valores dos fatores usados para avaliar o padrão de variação na riqueza de espécies entre os tipos de vegetação do Centro Peranambuco.

Fatores analisados	<i>AFP</i>	<i>FOA</i>	<i>FD</i>	<i>EST</i>	<i>TEC</i>
<i>Área original (km²)</i>	3541.55	11472.6	6149.63	14947.03	19963.2
<i>Heterogeneidade (bits/ind)</i>	4.27	5.31	4.42	5.72	6.46
<i>Precipitação (mm/ano)</i>	1969	1502	1960	966	1091
<i>Efeito de massa</i>	0.79	0.73	0.91	0.91	0.93
<i>intercâmbio biótico (n)</i>	134	350	198	254	124
<i>Índice de fragmentação</i>	0.25	0.57	0.78	0.51	0.26

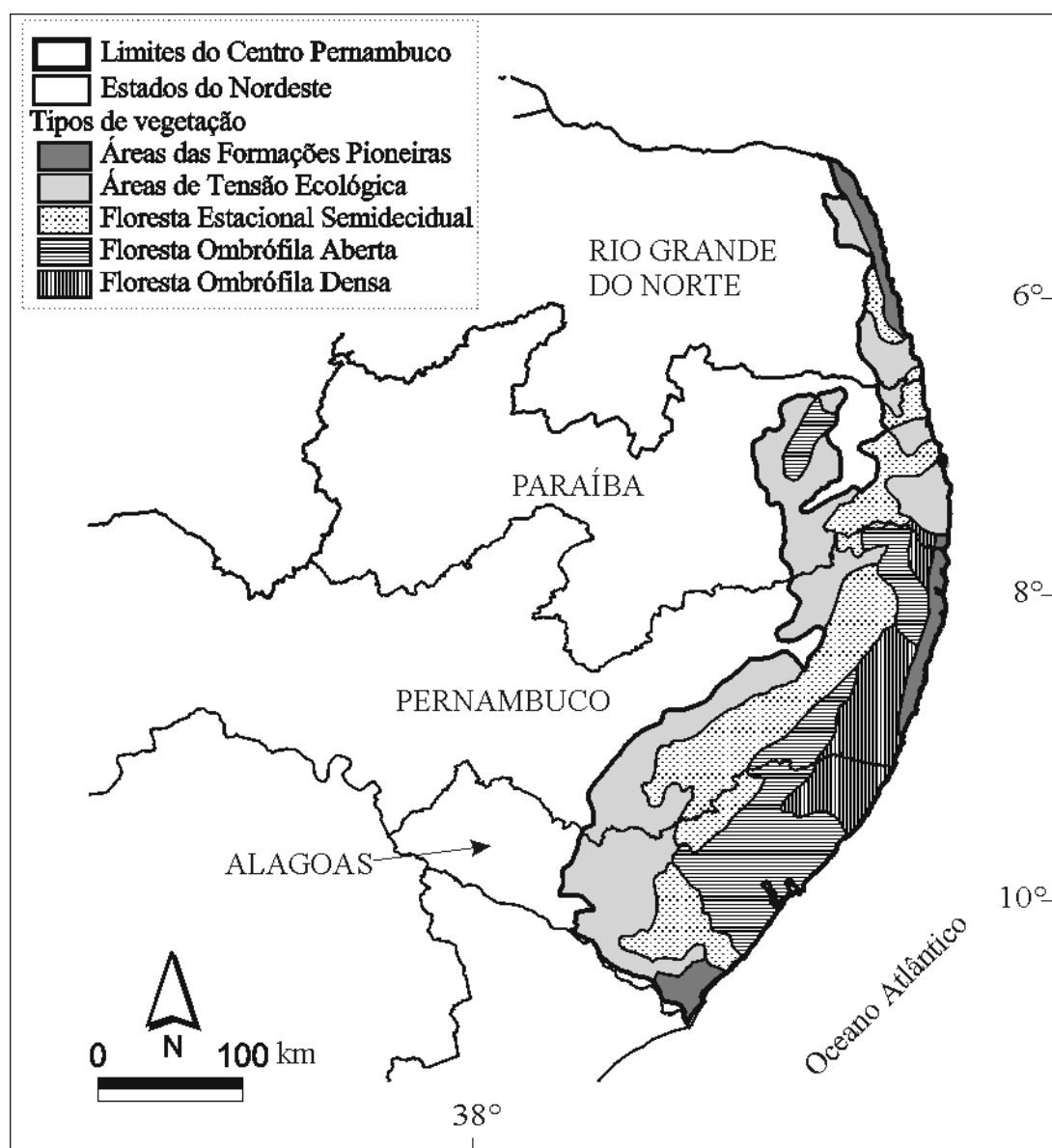


Figura 1.

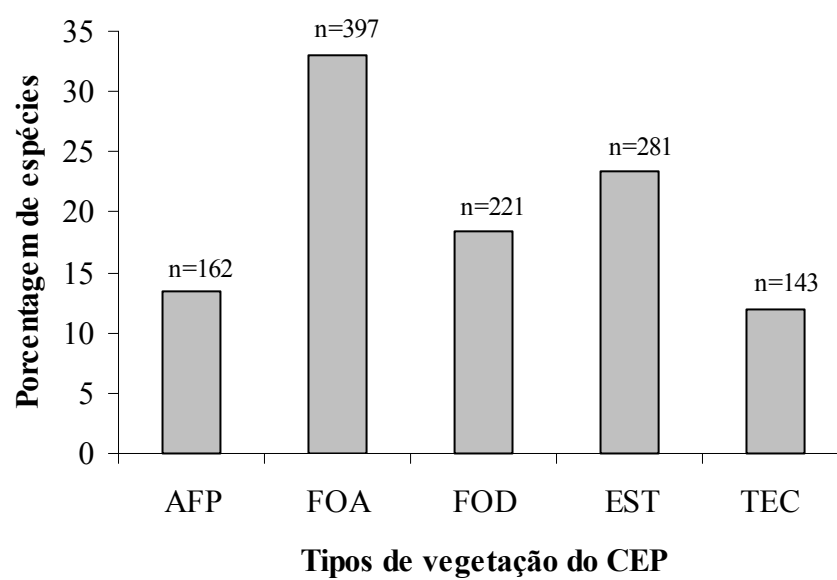
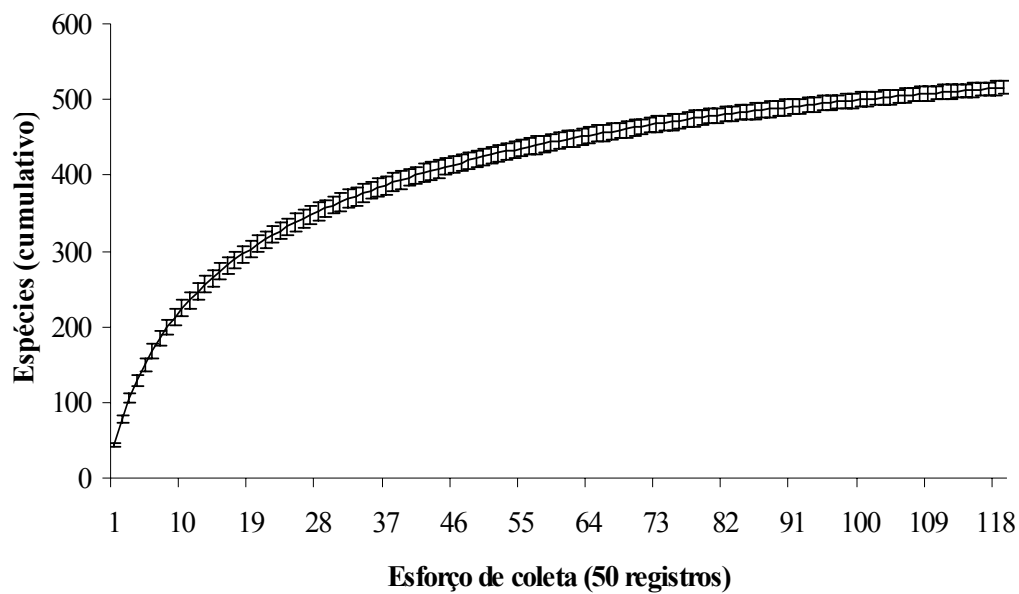
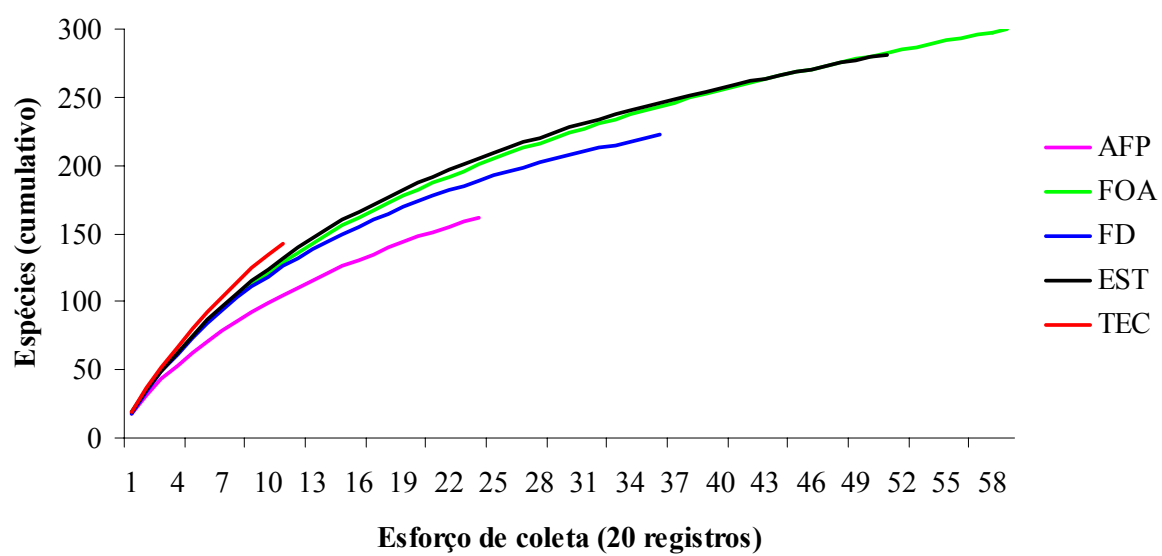


Figura 2.

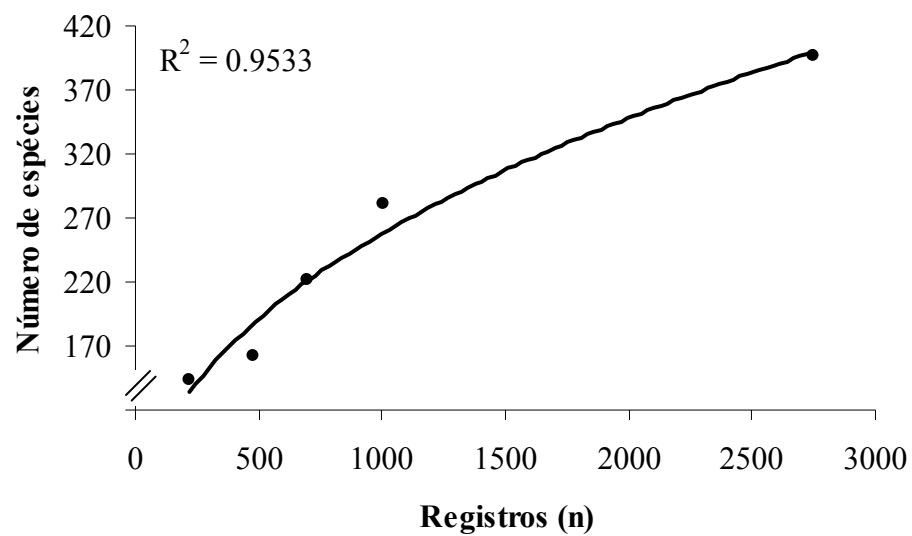


a)

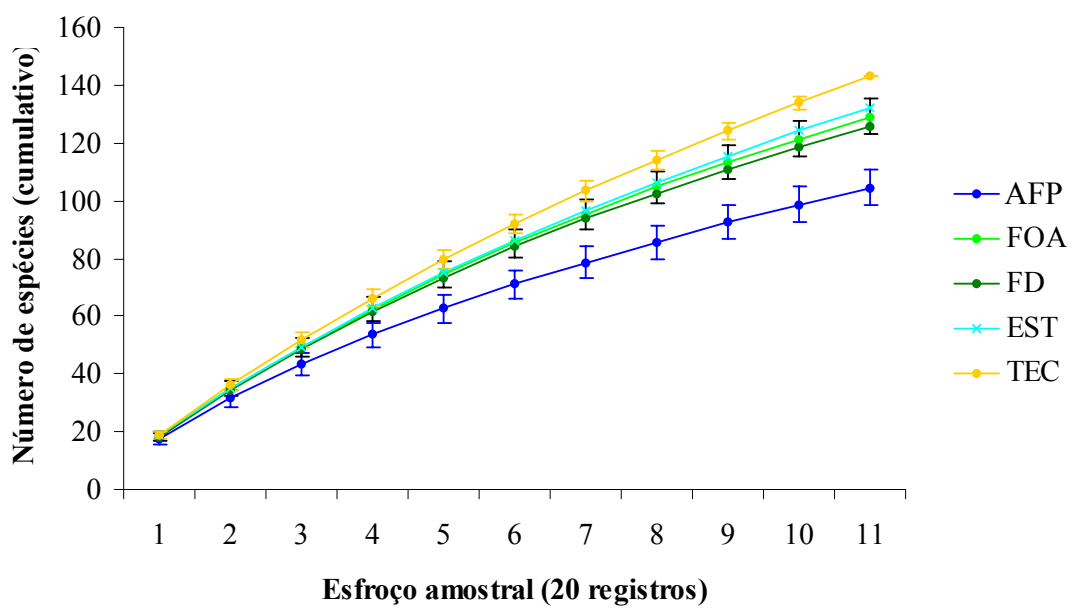


b)

Figura 3.

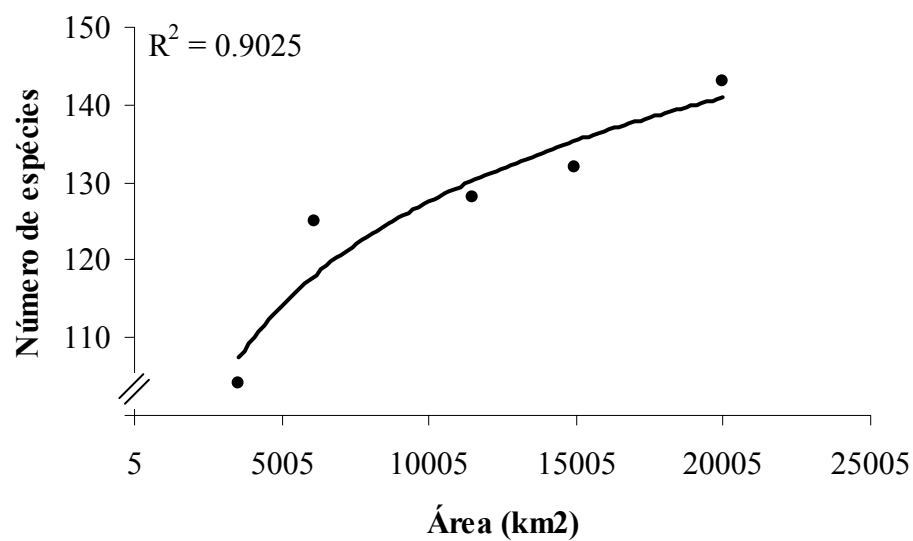


a)

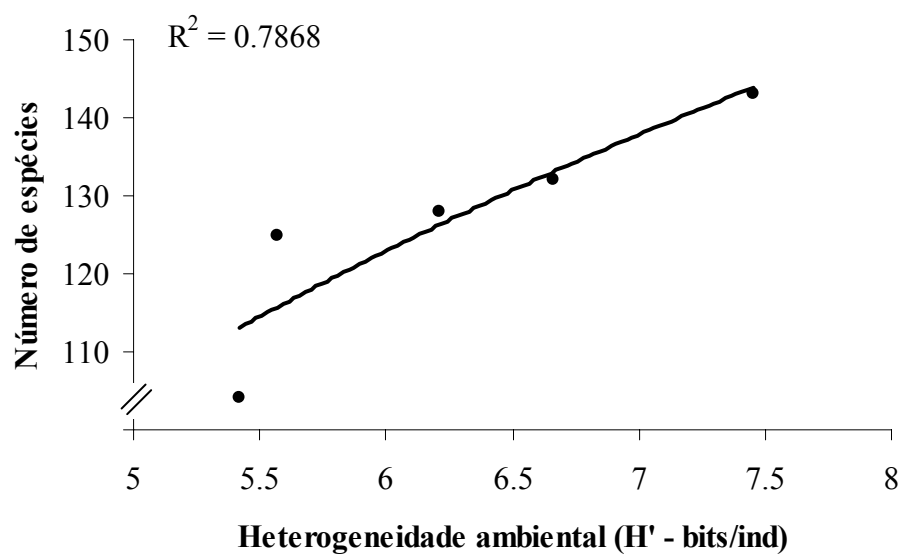


b)

Figura 4.



a)



b)

Figura 5.

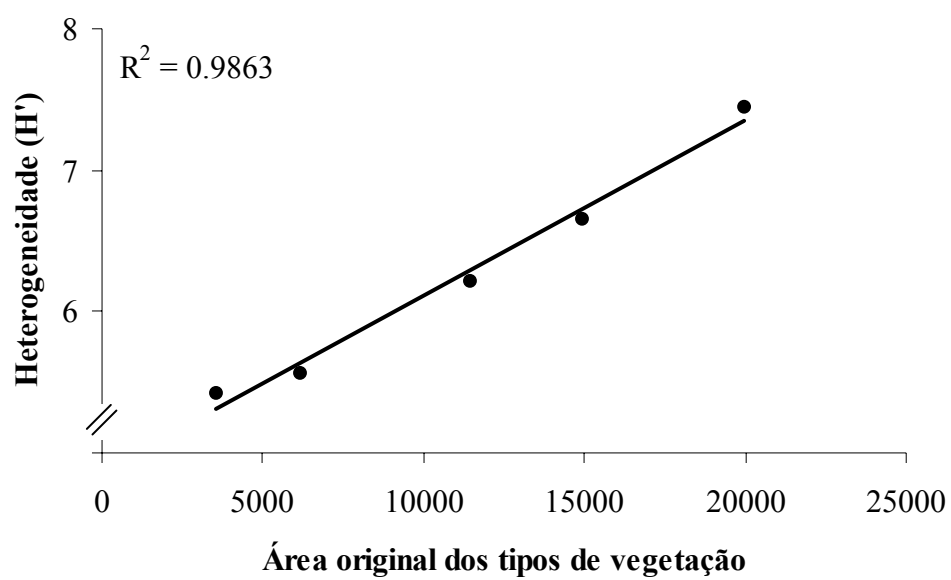


Figura 6.

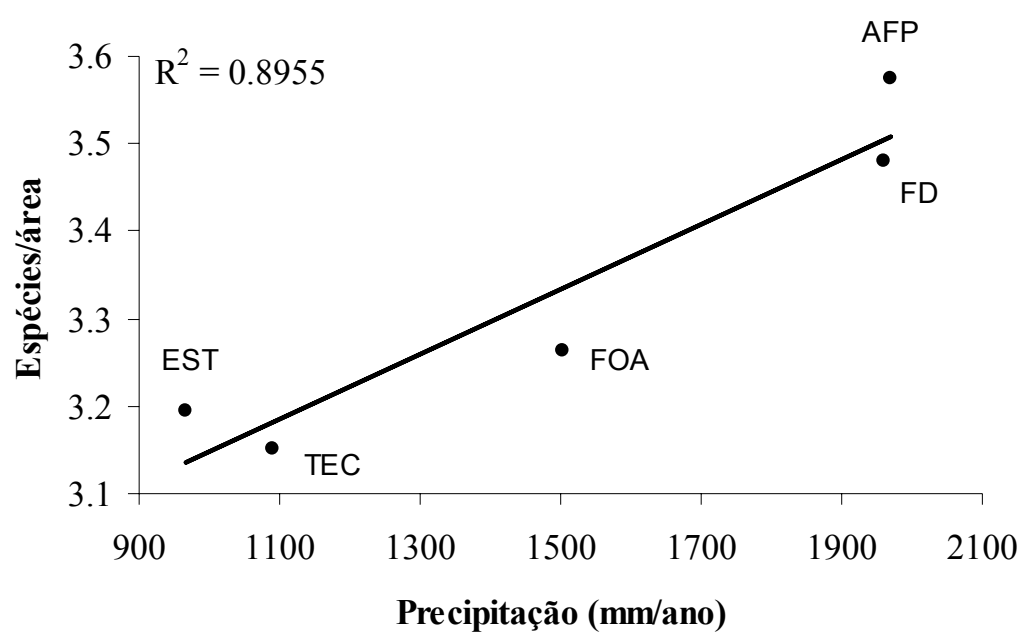


Figura 7.

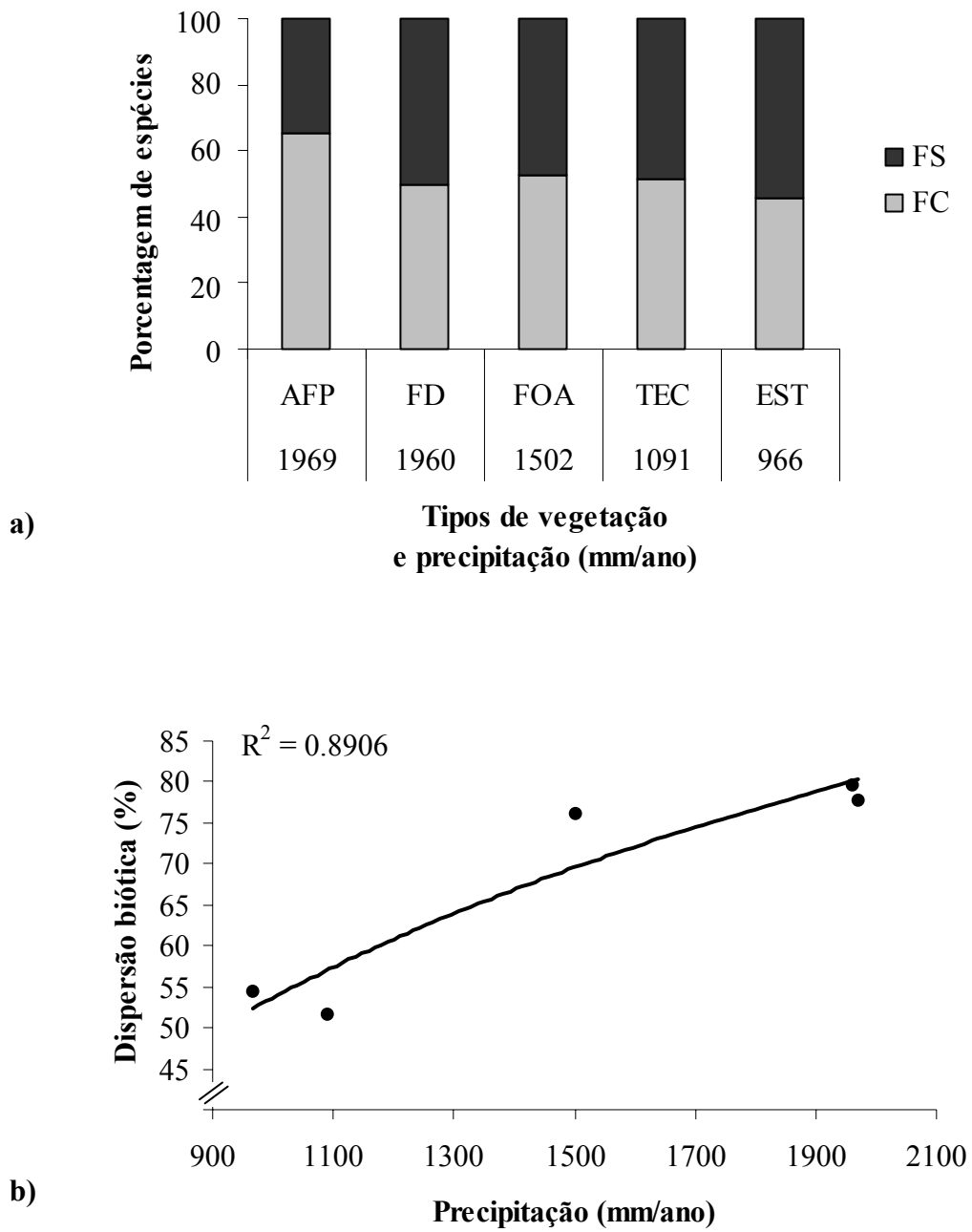


Figura 8.

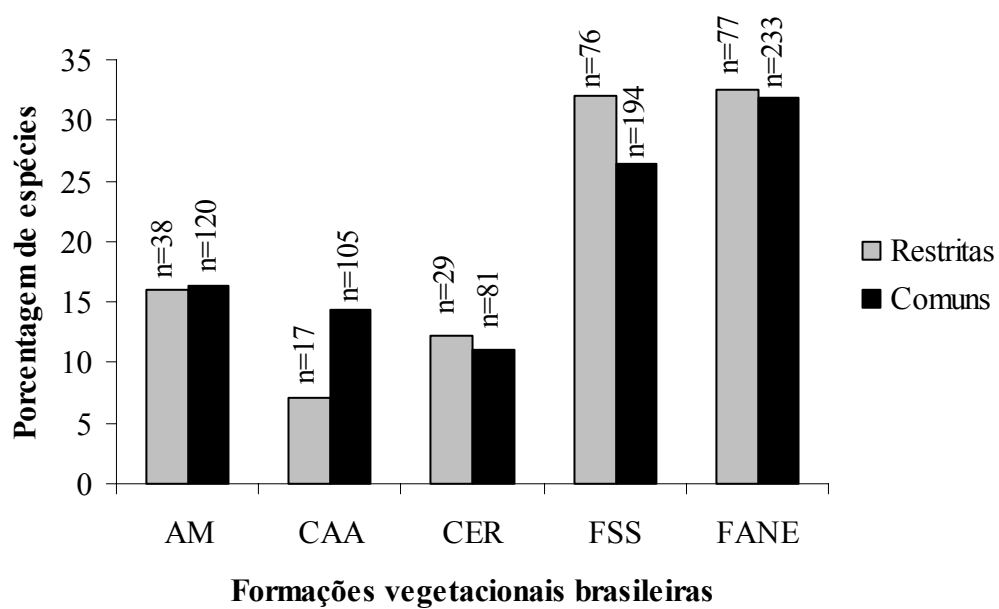


Figura 9.

CAPÍTULO 3

ÁRVORES VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO E ESFORÇO DE CONSERVAÇÃO NO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO

Manuscrito a ser enviado ao Periódico Oryx

Árvores vulneráveis à extinção e esforço de conservação no Centro de Endemismo Pernambuco

André Maurício Melo Santos¹ & Marcelo Tabarelli^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco

²Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Profº Moraes Rego, s/n.º, Cidade Universitária, 50670-901, Recife-PE, Brasil.

RESUMO

Um dos grandes desafios da conservação é identificar quantas espécies estão se tornando vulneráveis à extinção, quem são e onde estão estas espécies, quais são os fatores preditores da vulnerabilidade e até que ponto os sistemas de unidades de conservação estão protegendo estas espécies. Muito do que se sabe hoje sobre a vulnerabilidade à extinção de espécies é fruto de estimativas e modelos baseados em hipóteses sobre alguns atributos ecológicos. Tem sido reconhecido que árvores com frutos carnosos, grandes e dispersos por agentes bióticos, bem como espécies sensíveis ao efeito de borda têm maior probabilidade de se tornarem vulneráveis. No entanto, a teoria sobre vulnerabilidade ainda carece de observações empíricas, capazes de colocar em prova as hipóteses até então formuladas. Neste trabalho usamos os registros de espécies de árvores do Centro de Endemismo Pernambuco, coletadas nos últimos 60 anos de pesquisas botânicas, para (1) verificar, empiricamente, qual a proporção de espécies vulneráveis nesta floresta, (2) identificar quem são e onde estão tais espécies, (3) testar hipóteses sobre fatores ecológicos e de distribuição regional que possam ser usados como preditores da vulnerabilidade regional e (4) verificar como o sistema de unidades de conservação da região capturam as espécies vulneráveis. Das 583 espécies registradas na floresta Atlântica nordestina, 32,93% (n=192) foram classificadas como vulneráveis à extinção regional, representando principalmente as famílias Leguminosae, Myrtaceae e Sapotaceae. As espécies vulneráveis ocorreram com frequências diferentes de acordo com os tipos de vegetação, altitude e precipitação média anual. Frutos carnosos prevaleceram entre as espécies vulneráveis, embora não tenham havido diferenças

significativas nos tamanhos e tipos de dispersão, bem como no grau de tolerância à sombra. Aproximadamente 42,18% (n=81) das espécies vulneráveis estão fora de qualquer Unidade de Conservação de proteção integral deste centro de endemismo. De acordo com estes resultados, a conservação da biodiversidade do Centro Pernambuco depende da inclusão das UGs com maiores números de espécies vulneráveis como constituintes das principais unidades de paisagens sustentáveis no contexto dos corredores de biodiversidade.

Palavras-chave: Fragmentação de habitat, distribuição de espécies, vulnerabilidade, biodiversidade, plantas

INTRODUÇÃO

Existem evidências de um atual processo de extinção em massa no planeta (Myers, 1990; Raven, 1990; Soulé & Terborgh, 1999). Cerca de 10-20% das espécies reconhecidas pela ciência foram condenadas a extinção em 20-50 anos (Wilson, 1989), consequência do crescimento desordenado da população humana (Galindo-Leal & Câmara, 2003). Muitas espécies de plantas e animais ainda vêm apresentado grandes perdas no número e na distribuição geográfica de suas populações, com muitas delas se tornando raras e restritas a poucos habitats (Tabarelli *et al.*, 2004), antes de se tornarem completamente extintas na natureza (Primack & Rodrigues, 2001). Um dos grandes desafios da conservação é, portanto, identificar quantas espécies estão se tornando vulneráveis à extinção, quem são e onde estão essas espécies, quais são os fatores preditores da vulnerabilidade e até que ponto os sistemas de unidades de conservação estão protegendo estas espécies.

O Centro de Endemismo Pernambuco constitui parte de um dos *hotspots* atualmente reconhecido no planeta, sendo, portanto, uma região reconhecidamente rica em espécies (sendo muitas endêmicas) e que está sofrendo perda de habitat de forma alarmante (Myers *et al.*, 2000). Embora a área original da floresta Atlântica nordestina ou Centro de Endemismo Pernambuco (de agora em diante apenas Centro Pernambuco - CP) represente pouco mais de 4% da área original de toda a floresta Atlântica, esta região abriga mais de 2/3 de todas as espécies e subespécies de aves e cerca de 8% da flora de plantas vasculares que ocorrem em toda floresta Atlântica (Pôrto *et al.*, 2006). No entanto, atualmente resta menos de 6% da extensão original no CP, de forma que a floresta remanescente está hoje representada por arquipélagos de pequenos fragmentos florestais imersos em matrizes urbanas e agrícolas

(Silva & Tabarelli, 2000). Como consequência, várias espécies desta região estão na iminência da extinção global (Brooks & Rylands, 2003), o que faz do Centro Pernambuco uma das regiões do planeta onde os esforços de conservação são mais urgentes (Paglia *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2004).

Neste cenário de degradação, Silva & Tabarelli (2000) estimaram em 1/3 a proporção de espécies ameaçadas de extinção regional, embora modelos de extinção de árvores elaborados posteriormente tenham sugerido que este número pode estar subestimado (Silva *et al.*, 2002; Tabarelli *et al.*, 2002, 2004). Além disso, têm sido reconhecidas como particularmente mais susceptíveis à extinção as espécies vegetais que apresentam frutos grandes, carnosos e dispersos por agentes bióticos, bem como aquelas sensíveis ao efeito de borda (Nepstad *et al.*, 1999; Silva & Tabarelli, 2000; Tabarelli & Peres, 2002; Tabarelli *et al.*, 2002, 2004). Assim, parte do que se sabe hoje sobre a vulnerabilidade à extinção das espécies do Centro Pernambuco derivou de estimativas e modelos (*e.g.*, Tabarelli & Gascon, 2005) baseados em hipóteses sobre os atributos ecológicos que levam as espécies à vulnerabilidade.

Se a estimativa de Silva & Tabarelli (2000) estiver correta e se o conjunto de fatores atualmente reconhecidos como preditores de vulnerabilidade de espécies de árvores realmente funciona no contexto de fragmentação do CP, então é de se esperar que a proporção de espécies vulneráveis neste centro de endemismo não seja diferente de 1/3 e que as espécies vulneráveis possuam principalmente frutos grandes e carnosos, dispersos por agentes bióticos e que tais espécies sejam principalmente tolerantes à sombra. Neste trabalho usamos os registros de espécies de árvores coletadas no Centro Pernambuco nos últimos 60 anos de pesquisas para (1) verificar, empiricamente, qual a proporção de espécies vulneráveis no CP, (2) identificar quem são e onde estão estas espécies vulneráveis, (3) testar hipóteses sobre fatores ecológicos e de distribuição regional que possam ser usadas como preditores da vulnerabilidade de espécies de árvores em ambientes fragmentados e (4) verificar como o sistema de unidades de conservação do Centro Pernambuco vem protegendo as espécies vulneráveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Centro de Endemismo Pernambuco

O Centro Pernambuco (CP) está localizado entre os paralelos 5°00'00", 10°30'00" sul e meridianos 34°50'00", 37°12'00" oeste (entre os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte),

em baixas latitudes da Zona Tropical, onde o predomínio dos ventos alísios confere estabilidade e bom tempo para quase toda a área (RADAMBRASIL, 1983). Este centro de endemismo era no passado (antes da colonização européia) coberto por uma vegetação contínua de ca. 56.000 km², equivalente a 6,4% da extensão da floresta Atlântica brasileira, sendo distribuída em cinco tipos de vegetação: (1) áreas de tensão ecológica (35,60%), (2) floresta estacional semidecidual (26,65%), (3) floresta ombrófila aberta (20,45%), (4) floresta ombrófila densa (10,96%) e (5) formações pioneiras (6,31%). Hoje restam apenas arquipélagos de fragmentos espalhados em meio a uma matriz dominada, principalmente, pela cultura de cana-de-açúcar (Fig. 1).

Base biológica

A análise da distribuição biogeográfica das árvores do Centro Pernambuco foi realizada a partir da compilação de informações obtidas por meio de quatro fontes principais: 1) levantamentos florísticos realizados por pesquisadores do Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco; 2) 85 bibliografias científicas (livros, monografias, dissertações e teses) com listas de espécies e/ou informações sobre a distribuição de espécies (*e.g.*, Gomes, 1992; Matthes, 1992; Correia, 1996; Sales *et al.*, 1998; Ribeiro *et al.*, 1999; Cavalcante *et al.*, 2000; Ferraz, 2002; vários exemplares de Flora Neotropica); 3) consultas a herbários de referência: Herbário Geraldo Mariz – PE (UFP), Herbário do Instituto de Pesquisas Agropecuárias – PE (IPA), Herbário Vasconcelos Sobrinho – PE (PEUFR), Herbário Prisco Bezerra – CE (UFC), Herbário Alexandre Costa Leal – BA (ALCB) (*v.* Holmgren *et al.*, 1990), Herbário Jayme Coelho de Moraes – PB (EAN), Herbário do Instituto de Meio Ambiente – AL (MAC), Herbário Honório Monteiro (MUFAL), Herbário Sérgio Tavares – PE (HST) (*v.* Barbosa & Barbosa, 1996) e 4) consultas a órgãos especializados em informações sobre distribuição de plantas (BDT – Base de Dados Tropical; CNIP – Centro Nordeste de Informações sobre plantas; KEW – Royal Botanical Garden; IPNI – The International Plant Names Index; MBOT – Missouri Botanical Garden). Os registros de espécies obtidas em cada uma das fontes utilizadas foram padronizados quanto à grafia e quanto à existência de sinônimas (anexo 1).

Atributos estruturais e vulnerabilidade à extinção

As espécies de árvores do Centro Pernambuco foram classificadas de acordo com categorias ecológicas e de vulnerabilidade à extinção regional. As categorias ecológicas foram: (1) *tipos de frutos*: (a) baga, (b) drupa, (c) cápsula, (d) legume, e (e) outros (foliculo,

aquênio, betulídio, frutíolo, infrutescência, noz, pseudo-fruto e sâmara; v. Roosmalen, 1985); (2) *tamanho dos frutos*: (a) grandes – frutos com o maior comprimento acima de 1,5 cm e (b) pequenos – frutos com o maior comprimento menor ou igual a 1,5 cm; (3) *tipo de dispersão dos diásporos*: (a) biótica – dispersos por vetores biológicos e (b) abiótica – dispersos por agentes não biológicos e (4) *tolerância à sombra*: (a) tolerante – espécies tolerantes à sombra e (b) heliófitas – espécies não tolerantes à sombra. Os tamanhos dos frutos, tipos de dispersão e tolerância à sombra foram definidos com base em literatura especializada (Roosmalen, 1985; Griz & Machado, 1998; Lorenzi, 1998; Barbosa *et al.*, 2002). Algumas espécies não foram classificadas quanto ao critério ecológico em função da ausência de informações na literatura. As categorias de vulnerabilidade à extinção regional foram: (a) vulneráveis – aquelas com apenas um registro no banco de dados, o que equivale a possuírem apenas uma população conhecida no Centro Pernambuco e (b) não vulneráveis – aquelas com mais de cinco populações neste centro de endemismo. As espécies não vulneráveis foram usadas como grupo controle para as análises de frequência realizadas. A frequência de espécies dentro de cada categoria foi obtida a partir da criação e/ou edição de mapas (1) de distribuição de espécies; (2) de precipitação, altitude e tipos de vegetação, (3) das Unidades de Conservação do CP e (4) de parcelas de 20x20 km, as quais foram referidas como Unidades Geoambientais (UGs).

Análise estatísticas

Foi usado o teste G uma amostra com proporções esperadas desiguais (1/3) para testar se existia diferença significativa entre a proporção de árvores vulneráveis reconhecidas neste trabalho e a estimativa feita por Silva & Tabarelli (2000). Foi usado o teste G várias amostras para verificar se existia diferença significativa na proporção de árvores vulneráveis com diferentes (1) características ecológicas: (a) tipos de frutos, (b) tamanho dos frutos, (c) tipos de dispersão e (d) tolerância à sombra e (2) diferentes padrões de distribuição regional: (a) altitudinal, (b) latitudinal, (c) de precipitação e (d) tipos de vegetação entre as espécies vulneráveis e aquelas que possuem mais de cinco populações na região (Sokal & Rohlf, 1996). Finalmente, foi usada uma regressão potencial (Sokal & Rohlf 1996) para verificar se existia relação funcional entre o número de registros de espécies vulneráveis de cada família e o número de registros de espécies de cada família no Centro Pernambuco.

RESULTADOS

Árvores vulneráveis no Centro Pernambuco

Das 583 espécies de árvores do Centro Pernambuco 192 (32,93%; ca. 1/3) foram registradas apenas uma vez durante os últimos 60 anos de pesquisa, sendo portanto classificadas neste trabalho como vulneráveis à extinção regional. Assim, não foi observada diferença significativa entre a proporção de espécies vulneráveis encontradas neste trabalho e a estimativa realizada por Silva & Tabarelli (2000). Por outro lado, a porcentagem de espécies vulneráveis pode subir para 46,99% se forem consideradas espécies que possuem apenas duas populações, ou chegar até 66,55% se forem consideradas espécies com menos de 5 registros (Fig. 2).

Quem são e onde estão as árvores vulneráveis

As espécies de árvores classificadas como vulneráveis à extinção no Centro Pernambuco são representadas principalmente pelas famílias Leguminosae (30%) e Myrtaceae (16%) (Tabela 1), mas as famílias Meliaceae e Sapotaceae aparecem acima da linha de regressão significativa quando são considerados os números de espécies vulneráveis na família em relação ao número de registros na base de dados ($R^2 = 0,68$; $p = 0,0034$; Fig. 3).

Quando comparadas àquelas que possuem mais de cinco registros, as espécies classificadas como vulneráveis à extinção (com apenas um registro) no Centro Pernambuco foram encontradas em proporções significativamente diferentes de acordo com os tipos de vegetação ($X^2 = 15,69$; g.l. = 4; $p = 0,0035$), estando mais presentes nas áreas de tensão ecológica e áreas de formações pioneiras (Fig. 4). Além disso, as espécies vulneráveis estão presentes preferencialmente em sub-setores com altitude inferior a 100 m ($G = 33,76$; g.l. = 1; $p < 0,001$; Fig. 5a) e precipitação acima de 1000 mm/ano ($G = 10,90$; g.l. = 1; $p = 0,001$; Fig. 5b). Para a proporção de espécies vulneráveis de acordo com a variação latitudinal, não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$).

Categorias ecológicas das árvores vulneráveis

Considerando os atributos ecológicos das espécies de árvores do Centro Pernambuco, apenas tipos de frutos apresentaram diferenças proporcionais significativamente diferentes quando as espécies vulneráveis foram comparadas às não vulneráveis ($X^2 = 9,87$; g.l. = 4; $p = 0,042$), com as vulneráveis apresentaram maior proporção de bagas e drupas (Fig. 6).

Tamanho dos frutos, tipos de dispersão ou grau de tolerância à sombra não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).

Árvores vulneráveis protegidas

As 192 espécies de árvores vulneráveis do Centro Pernambuco estão distribuídas em 25,8% ($n = 37$) das 143 UGs inseridas nos limites do Centro Pernambuco. Das 143 UGs do CP, 38 (26,57%) contemplam pelo menos uma unidade de conservação de proteção integral (Fig. 7). Por outro lado, quase 2/3 ($n = 24$) das UGs com espécies vulneráveis não são as mesmas que também contemplam unidades de conservação. Estas 24 UGs sem unidades de conservação abrigam 42% ($n = 81$) espécies vulneráveis, o que significa que estas espécies estão, com certeza, fora de qualquer unidade de conservação de proteção integral (Fig. 8). As demais espécies vulneráveis ($n = 111$) foram registradas em UGs que também contemplam pelo menos uma unidade de conservação de proteção integral, o que não significa que elas estejam protegidas, mas somente que é possível que elas estejam nos limites da unidade de conservação.

DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho confirmam a estimativa de Silva & Tabarelli (2000) sobre a proporção de árvores vulneráveis à extinção regional no Centro Pernambuco, revelam as famílias com maior representatividade dessas espécies e indicam os setores preferenciais de ocorrência das árvores vulneráveis. Por outro lado, os resultados não apoiaram três das quatro hipóteses sobre os fatores ecológicos preditores da vulnerabilidade. Como previsto por Silva & Tabarelli (2000), aproximadamente 1/3 das árvores do CP foram classificadas como vulneráveis à extinção regional, sendo as famílias Leguminosae, Myrtaceae e Sapotaceae as que mais apresentaram espécies vulneráveis. Além disso, as árvores vulneráveis foram encontradas em sub-setores com diferentes altitudes e precipitações, bem como em tipos de vegetação específicos. Ao contrário do que se esperava, o conjunto das espécies vulneráveis e não vulneráveis não apresentaram diferenças no tamanho dos frutos, tipos de dispersão ou grau de tolerância à sombra. Entre os fatores ecológicos analisados, somente tipos de frutos pode ser utilizado como fator preditor da vulnerabilidade à extinção no Centro Pernambuco.

Os resultados indicaram ainda que o sistema de unidades de conservação atualmente implantado no Centro Pernambuco não é suficiente para a proteção de espécies vulneráveis

por pelo menos cinco motivos: (1) 42,18% das espécies vulneráveis estão, com certeza, fora de qualquer unidade de conservação de proteção integral e portanto completamente desprotegidas; (2) as demais espécies ($n = 111$) se encontram em UGs que possuem pelo menos uma unidade de conservação de proteção integral, mas isto não significa que elas estejam nos fragmentos protegidos; (3) admitindo a hipótese de que parte representativa destas 111 espécies estão nos limites dos fragmentos protegidos, isto ainda não significa que a sua proteção seja garantida. Se for tomada como base, por exemplo, a situação das unidades de conservação do estado de Pernambuco (Uchôa-Neto, 2002), é muito provável que mesmo as espécies que eventualmente estejam englobadas por unidades de conservação não estejam livres da extinção regional; (4) admitindo ainda que algumas das espécies vulneráveis estejam nos limites de unidades de conservação relativamente grandes e bem administradas, na maioria dos casos ainda faltam planos de manejo que possam garantir o mínimo do funcionamento dos sistemas ecológicos ou planos específicos para populações de espécies vulneráveis; por fim, (5) mesmo que tudo esteja dentro do esperado, a ação antrópica, principalmente por parte da população circunvizinha, ainda pode ser uma ameaça.

A elevada proporção de espécies vulneráveis na floresta Atlântica é seguramente uma consequência do processo de fragmentação que iniciou durante a colonização européia (Coimbra-Filho & Câmara, 1996) e segue até os dias atuais. Entre os anos de 1989 e 2000, por exemplo, o Centro Pernambuco perdeu 10% da floresta remanescente, 5% dos remanescentes florestais analisados desapareceram e 11,4% ficaram, em média, 35,7% menores (Tabarelli *et al.*, 2005). Neste cenário, uma simulação da distribuição de polinizadores e dispersores realizada por Tabarelli & Santos (2005) indicou que, em um arquipélago de 400 fragmentos florestais, uma espécie hipotética com capacidade de movimentação máxima de 25 m ficaria subdividida em 315 subpopulações. De acordo com o estudo, mesmo espécies com capacidade de cruzar distâncias de até 250 m teriam suas populações originais dividida em 17 subpopulações. A grande maioria destas espécies animais com alta capacidade de dispersão ocupariam grupos de fragmentos onde o hábitat disponível seria, em grande parte, representado por fragmentos menores que 100 ha, sendo a soma total dos mesmos, inferior a 500 ha. Com base nesta simulação, é razoável aceitar que o tamanho, o número e a distribuição geográfica de muitas populações vêm sendo reduzidas, com muitas delas apresentando baixa densidade nos fragmentos (localmente raras), com poucos representantes na região (regionalmente raras), e restritas a um ou poucos tipos vegetacionais.

De fato, diversos estudos com plantas lenhosas das florestas tropicais têm relatado a possibilidade de extinções de espécies no nível local (nos fragmentos) e regional (na floresta

fragmentada) em decorrência de (1) dessecação dos fragmentos (Laurance *et al.*, 2000, 2001; Benítez-Malvido & Martínez-Ramos, 2003); (2) perturbações nas interações com polinizadores e dispersores de sementes (Murcia, 1996; Laurance, 2001); e (3) isolamento das populações (Laurance, 2001). No caso de árvores da floresta madura, o efeito de borda é capaz de reduzir o recrutamento de plântulas, aumentar a mortalidade de árvores do dossel e emergentes e permitir a invasão de plantas ruderais, as quais podem competir com as espécies arbóreas (Laurance *et al.*, 1998; Bruna, 1999; Didham & Lawton, 1999; Tabarelli *et al.*, 1999). Além disso, estudos em florestas neotropicais (Holdsworth & Uhl, 1997; Cochrane & Schulze, 1999; Cochrane *et al.*, 1999; Nepstad *et al.*, 1999; Gascon *et al.*, 2000; Peres, 2001) têm acumulado evidências de que ocorrem sinergismos entre perda e fragmentação de habitat, efeito de borda, exploração de produtos florestais, frequência de incêndios florestais e eliminação de vertebrados. Ou seja, à medida que a floresta é fragmentada, os remanescentes se tornam mais acessíveis à caça e à exploração de madeira; o percentual de floresta convertido em borda aumenta, propiciando, dessa forma, o estabelecimento de plantas invasoras (Tabarelli & Gascon, 2005).

Por outro lado, no presente estudo, nem todas as famílias que apresentaram maiores números de espécies vulneráveis foram representadas completamente por espécies com características ecológicas reconhecidas como preditoras da vulnerabilidade (*i.e.*, tolerantes e com frutos carnosos, grandes e dispersos por vetores bióticos). Leguminosae, por exemplo, é composta principalmente por espécies com frutos secos, com muitas delas sendo dispersas por vetores abióticos, características que as colocam em menor risco extinção. No entanto, muitas espécies desta família são tolerantes à sombra e possuem frutos grandes, fazendo com que a família como um todo apresentasse maior número de espécies vulneráveis. A família Myrtaceae é um outro exemplo que possui espécies com características ecológicas que simultaneamente pode ou não favorecer a extinção. Por um lado, a família possui representantes principalmente com frutos carnosos e dispersão zoocórica, por outro, muitos representantes são heliófitos e muitos apresentam frutos pequenos. Entre as três famílias com maiores números de espécies vulneráveis no CP, somente Sapotaceae possui mais representantes com todas as características ecológicas que as tornam vulneráveis à extinção. De modo geral, esta família possui maior proporção de espécies tolerantes à sombra, com frutos grandes, carnosos e dispersos por agentes bióticos.

Estudos realizados por Hall *et al.* (1996), Vieira *et al.* (1996), Corlett & Turner (1997), Nepstad *et al.* (1999), Silva & Tabarelli (2000), Tabarelli & Peres (2002) e Tabarelli *et al.* (2002, 2004), identificaram seis grupos de espécies lenhosas vulneráveis à extinção local e

regional em florestas tropicais: (1) plantas com sementes dispersas por grandes vertebrados frugívoros; (2) plantas dispersas por frugívoros com pouca habilidade para cruzar áreas abertas; (3) plantas dispersas por frugívoros especialistas; (4) plantas com grandes sementes que sofrem intensa predação por roedores; (5) plantas susceptíveis ao feito de borda e aos incêndios florestais e (6) árvores do dossel e emergentes que sofrem intensa exploração madeireira em florestas severamente fragmentadas. No entanto, neste trabalho, o conjunto de árvores vulneráveis não apresentaram todas as características ecológicas com diferenças significativas quando comparadas às árvores não vulneráveis. Isto sugere que as espécies estão se tornando vulneráveis independente das características ecológicas que possuem, o que pode estar associado diretamente a elevada taxa de perda de hábitat e não simplesmente ao processo de fragmentação. Ou seja, os ca. 94% de floresta destruída no CP eliminou ou está deixando regionalmente ameaçadas todas as árvores, independente das características que possam torná-las mais vulneráveis.

Em síntese, este trabalho ratifica a situação altamente crítica do Centro Pernambuco, uma vez que parcela representativa das espécies de árvores estão na iminência de extinção. Além disso, os atributos ecológicos comumente usados como referência para predições de susceptibilidade à vulnerabilidades podem não servir diante da elevada taxa de perda de habitat e as espécies atualmente vulneráveis não estão sendo protegidas de forma apropriada. A conservação da biodiversidade deste centro depende, portanto, da inclusão das UGs com maiores números de espécies vulneráveis como sendo as principais unidades de paisagens sustentáveis interconectadas pela matriz de múltiplo defendida no conceito de corredores de biodiversidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos curadores dos Herbários UFP, IPA, PEUFR, UFC, ALCB, EAN, MAC, MUFAL e HST pelo acesso às informações e material botânico; ao MSc. Marcondes Oliveira, pela revisão da lista de espécies; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida ao primeiro autor, à Conservação Internacional (CI), à Fundação o Boticário de Proteção à Natureza (FBPN) e ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN) pelo suporte financeiro desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, M.C.A. & Barbosa, M.R.V. (1996) Herbários. In *Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso e Perspectivas* (eds E.V.S.B. Sampaio, S.J. Mayo & M.R.V. Barbosa), pp. 145-150. Sociedade Botânica do Brasil, Recife, Brasil.
- Barbosa, D.C.A., Silva, P.G.G. & Barbosa, M.C.A. (2002) Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco. *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco* (eds M. Tabarelli & J.M.C. Silva), pp. 609–622. SECTMA e Editora Massangana, Recife, Brasil.
- Benítez-Malvido, J. & Martínez-Ramos, M. (2003) Influence of edge exposure on tree seedling species recruitment in tropical rain forest fragments. *Biotropica*, 35, 530-541.
- Brooks, T. & Rylands, A. B. (2003) Species on the brink: critically endangered terrestrial vertebrates. In *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook* (eds C. Galindo-Leal & I.G. Câmara), pp. 360-371. CABS & Island Press, Washington, USA.
- Bruna, E.M. (1999) Biodiversity - Seed germination in rainforest fragments. *Nature*, 402, 139-139.
- Cavalcante, A.M.B., Soares, J.J. & Figueredo, M.A. (2000) Comparative phytosociology of tree sinusiae between contiguous forests in different stages of succession. *Revista Brasileira de Biologia*, 60, 551–562.
- Cochrane, M.A. & Schulze, M.D. (1999) Fire as a recurrent event in a tropical forest of the eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. *Biotropica*, 31, 2-16.
- Cochrane, M.A., Alencar, A., Schulze, M.D., Souza Jr., C.M., Nepstad, D.C., Lefebvre, P. & Davidson, E.A. (1999) Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science*, 284, 1832-1835.
- Coimbra-Filho, A. F. & Câmara, I. G. (1996) *Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil*. FBCN, Rio de Janeiro, Brasil.
- Corlett, R.T. & Turner, I.M. (1997) Long-term survival in tropical forest remnants in Singapore and Hong Kong. In *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities* (eds W.F. Laurence & R.O. Bierregaard Jr), pp. 333-346. Chicago University Press, Chicago, USA.
- Correia, M.S. (1996) *Estrutura da vegetação da mata serrana em um brejo de altitude em Pesqueira-PE*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

- 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.
- Ferraz, E.M.N. (2002) *Estudo florístico e fitossociológico de um remanescente de floresta ombrófila Montana em Pernambuco, Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- 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* (ed C. Galindo-Leal & I.G. Câmara), pp. 3-11. CABS & Island Press, Washington, USA.
- Gascon, C., Williamson, G.B. & Fonseca, G.A.B. (2000). Ecology - Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*, 288, 1356-1358.
- Gomes, E.P.C. (1992) *Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de mata em São Paulo, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Griz, L.M.S. & Machado, I.C.S. (1998) Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois irmãos. *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em área Urbana (Recife–Pernambuco–Brasil)* (eds I.C. Machado, A.V. Lopes & K.C. Pôrto), pp. 197–224 . Editora Universitária da UFPE, Recife, Brasil.
- Hall, P., Walker, S. & Bawa, K. (1996) Effect of forest fragmentation on genetic diversity and mating system. *Conservation Biology*, 10, 757-767.
- Holdsworth, A.R. & Uhl, C. (1997) Fire in Amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. *Ecological Application*, 7, 713-725.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & Barrett, L.C. (1990) *Index Herbariorum: The Herbaria of the World*. New York Botanical Garden, New York, USA.
- Laurance, W.F., Ferreira, L.V., Rankin-de Mérona, J., Laurance, S.G., Hutchings R.G. & Lovejoy, T.E. (1998) Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation Biology*, 12, 460-464.
- Laurance, W.F., Delamônica, P., Laurance, S.G., Vasconcelos, H.L. & Lovejoy, T.E. (2000) Conservation: rainforest fragmentation kills big trees. *Nature*, 836, 1-3.
- Laurance, W.F. (2001) Fragmentation and plant communities: synthesis and implications for landscape management. In *Lessons from Amazonia: the Ecology and Conservation of a Fragmented Forest* (eds R.O. Bierregaard Jr., C. Gascon, T.E. Lovejoy & R.C.G. Mesquita), pp. 158-168. Yale University Press, New Haven, USA.
- Lorenzi, H. (1998) *Árvores Brasileiras*. Plantarum, São Paulo, Brasil.

- Matthes, L.A.F. (1992) *Dinâmica da sucessão secundária em mata, após a ocorrência de fogo - Santa Genebra - Campinas, São Paulo*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Murcia, C. (1996) Forest fragmentation and the pollination of Neotropical plants. In *Forest patches in tropical landscapes* (eds J. Schellas & R. Greenberg), pp. 19-36. Island Press, Washington D.C., USA
- Myers, N. (1990) Mass extinctions: what can the past tell us about the present and future? *Global and planetary change*, 82, 175-185.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-845.
- Nepstad, D.C., Veríssimo, A., Alencar, A., Nobre, C., Lima, E., Lefebvre, P., Schlesinger, P., Potter, C., Moutinho, P., Mendoza, E., Cochrane, M. & Brooks, V. (1999) Large-scale impoverishment of Amazon forests by logging and fire. *Nature*, 398, 505-508.
- Paglia, A., Paese, A., Bedê, L., Fonseca, M., Pinto, L.P. & Machado, R.B. (2004) Lacunas de conservação e áreas insubstituíveis para vertebrados ameaçados da Mata Atlântica. *Anais do IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, pp. 39-50. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza & Rede Pró-Unidades de Conservação, Curitiba.
- Peres, C.A. (2001) Paving the way to the future of Amazonia. *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 216-219.
- Pôrto, K., Almeida-Cortez, J. & Tabarelli, M. (2006) *Diversidade biológica e conservação da floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco*. Ministério do Meio Ambiente, Coleção Biodiversidade nº 14, Brasília, Brasil.
- Primack, R.B. & Rodrigues, E. (2001) *Biologia da conservação*. Gráfica e Editora Midiograf, Londrina, Brasil.
- RADAMBRASIL. (1983) *Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife*. Vol. 30. Rio de Janeiro, Brasil.
- Raven, P.H. (1990) The politics of preserving biodiversity. *BioScience*, 40, 769-774.
- Ribeiro, J.E.L.S., Hopkins, M.J.C., Vicentini, A., Sothers, C.A., Costa, M.A.S., Brito, J.M., Souza, M.A.D., Martins, L.H.P., Lohmann, L.G., Assunção, P.A.C.L., Pereira, E.C., Silva, C.F., Mesquita, M.R. & Procópio, L.C. (1999) *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus, Brasil.
- Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Cowling, R.M., Fishpool, L.D.C., Fonseca, G.A.B., Gaston, K.J., Hoffmann, M., Long, J.S., Marquet,

- P.A., Pilgrim, J.D., Pressey, R.L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Walter, R.W., Watts, M.E.J. & Yan, X. (2004) Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 428, 640-643.
- Roosmalen, M.G.M.van. (1985) *Fruits of the Guianan Flora*. Institute of Systematic Botany, Utrecht University, Utrecht, UK.
- Sales, M.F., Mayo, S.J. & Rodal, M.J.N. (1998) *Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.
- 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.
- Silva, J.M.C., Coelho, G. & Gonzaga, L.P. (2002) Discovered on the brink of extinction: a new species of Pygmy-Owl (Strigidae: Glaucidium) from Atlantic forest of northeast Brazil. *Ararajuba*, 10, 123-130.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1996) *Biometry*. Freeman & Company, New York, USA.
- Soulé, M.E. & Terborgh, J. (1999) The policy and science of regional conservation. In *Continental conservation: scientific foundations of regional reserve network* (eds M.E. Soulé & J. Terborgh), pp. 1-17. Island Press, Washington D.C., USA.
- Tabarelli, M., Mantovani, W. & Peres, C.A. (1999) Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation*, 91, 119-127.
- Tabarelli, M., Marins, J.F. & Silva, J.M.C. (2002) La biodiversidad brasileña amenazada. *Investigación y Ciencia*, 308, 42-49.
- Tabarelli, M. & Peres, C.A. (2002) Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biological Conservation*, 106, 165-176.
- 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. & Gascon, C. (2005) Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 38, 734-739.

- Tabarelli, M. & Santos, A.M.M. (2005) *Ação antrópica e raridade em plantas nas florestas tropicais: o caso do Centro de Endemismo Pernambuco*. Resumos do 56º congresso Nacional de Botânica, Curitiba, Brasil.
- Tabarelli, M., Pinto, L.P., Silva, J.M.C., Hirota, M. & Bedê, L. (2005) Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology*, 38, 695-700.
- Uchôa-Neto, C.A.M. (2002) *Integridade, grau de implementação e viabilidade das unidades de conservação de proteção integral na floresta Atlântica de Pernambuco*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Vieira, I.C.G., Salomão, R.P., Rosa, N.A., Nepstad, D.C. & Roma, J.C. (1996) O renascimento da floresta no rastro da agricultura. *Ciência Hoje*, 20, 38-44.
- Wilson, E.O. (1989) Threats to biodiversity. *Scientific American*, 261, 108-116.

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1. Localização e tipos de vegetação original e floresta remanescente do Centro Pernambuco

Figura 2. Número de espécies de árvores (N = 583) de acordo com o número de registros (N = 5.943) observados no Centro Pernambuco.

Figura 3. Logarítmo do número de registros de espécies vulneráveis nas famílias em relação ao logarítmo do número de registros no Centro Pernambuco (N = 152 registros).

Figura 4. Frequência de espécies de árvores vulneráveis (1 registro) e não vulneráveis (> 5 registros) de acordo com suas distribuições entre os tipos de vegetação do Centro Pernambuco (N = 549 espécies). AFP: áreas de formações pioneiras, FOA: floresta ombrófila aberta, FD: floresta ombrófila densa, EST: floresta estacional semidecidual, TEC: áreas de tensão ecológica.

Figura 5. Frequência de espécies de árvores regionalmente vulneráveis (1 registro) e não vulneráveis (> 5 registros) do Centro Pernambuco de acordo com **(a)** duas classes de altitude (N = 577 espécies) e **(b)** duas classes de precipitação (N = 580 espécies).

Figura 6. Frequência de espécies de árvores regionalmente vulneráveis (1 registro) e não vulneráveis (> 5 registros) do Centro Pernambuco de acordo com diferentes tipos de frutos (N = 497 espécies).

Figura 7. Centro Pernambuco de acordo com (a) a distribuição e número de espécies vulneráveis (N = 583 espécies) e (b) ocorrência de unidades de conservação entre as Unidades Geoambientais (UGs).

Figura 8. Unidades Geoambientais (UGs) do Centro Pernambuco que contemplam (A) as unidades de conservação de proteção integral, (B) as espécies vulneráveis à extinção regional neste centro de endemismo (N = 583 espécies) e (C) a proporção de UGs com espécies vulneráveis mas sem contemplar unidades de conservação.

Tabela 1. Famílias mais representativas das espécies de árvores do Centro Pernambuco de acordo com o número total de registros e com o número de registros de espécies vulneráveis.

Ranking	Total de registros	Registros de espécies vulneráveis
1	Leguminosae (1146)	Leguminosae (45)
2	Clusiaceae (408)	Myrtaceae (25)
3	Euphorbiaceae (309)	Annonaceae (15)
4	Anacardiaceae (278)	Sapotaceae (14)
5	Melastomataceae (236)	Melastomataceae (12)
6	Annonaceae (226)	Lauraceae (10)
7	Lauraceae (225)	Rutaceae (8)
8	Malpighiaceae (202)	Sapindaceae (8)
9	Lecythidaceae (199)	Verbenaceae (8)
10	Moraceae (180)	Meliaceae (7)

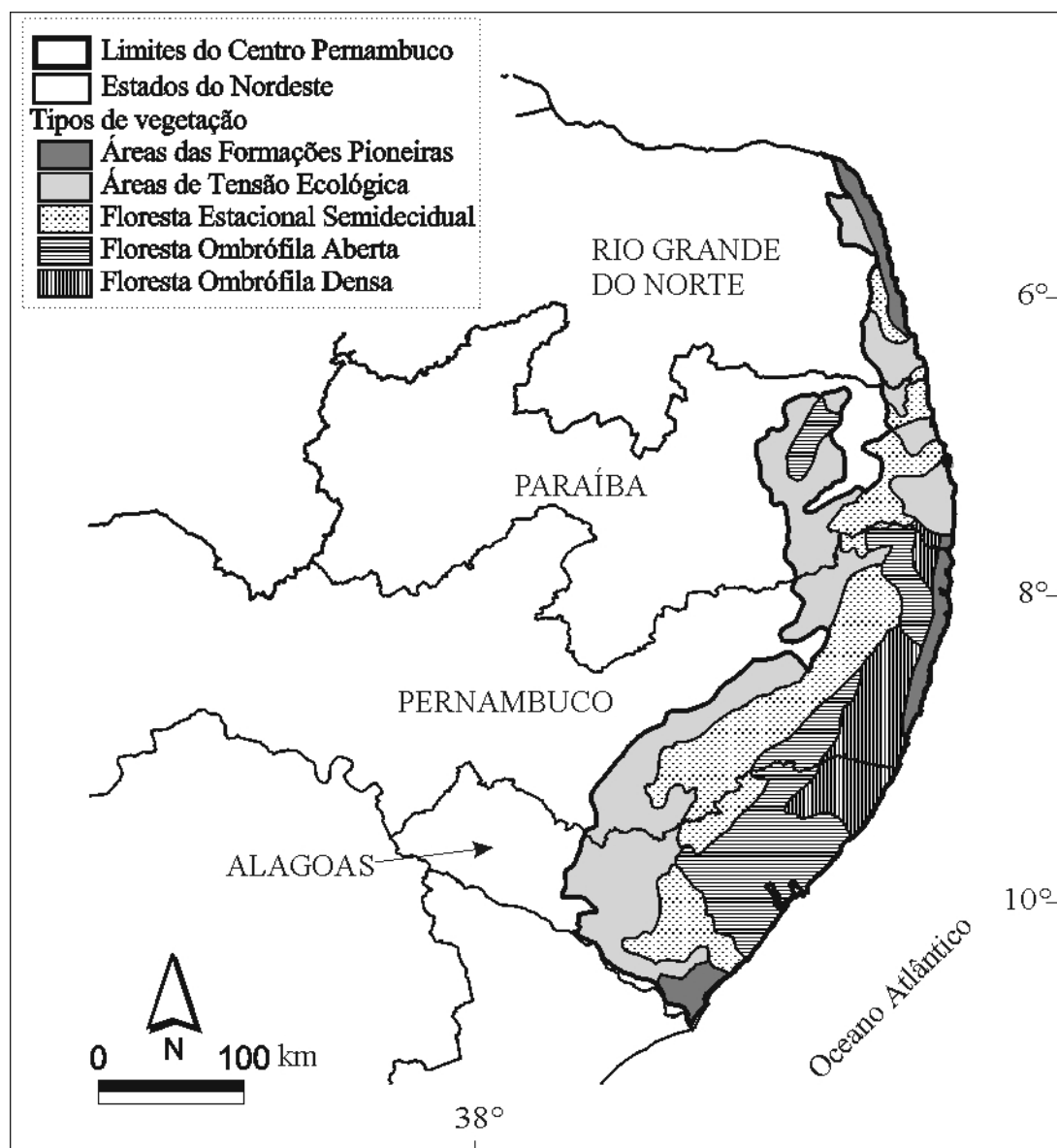


Figura 1.

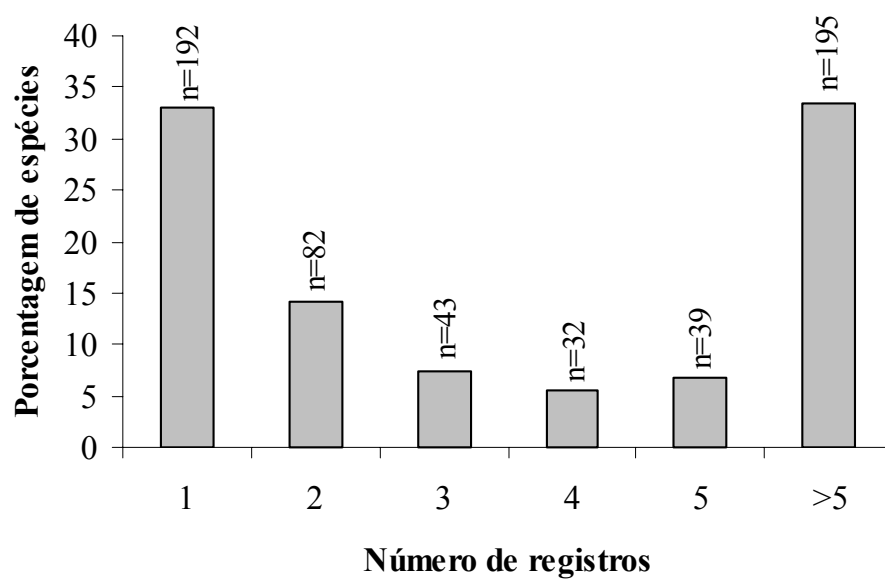


Figura 2.

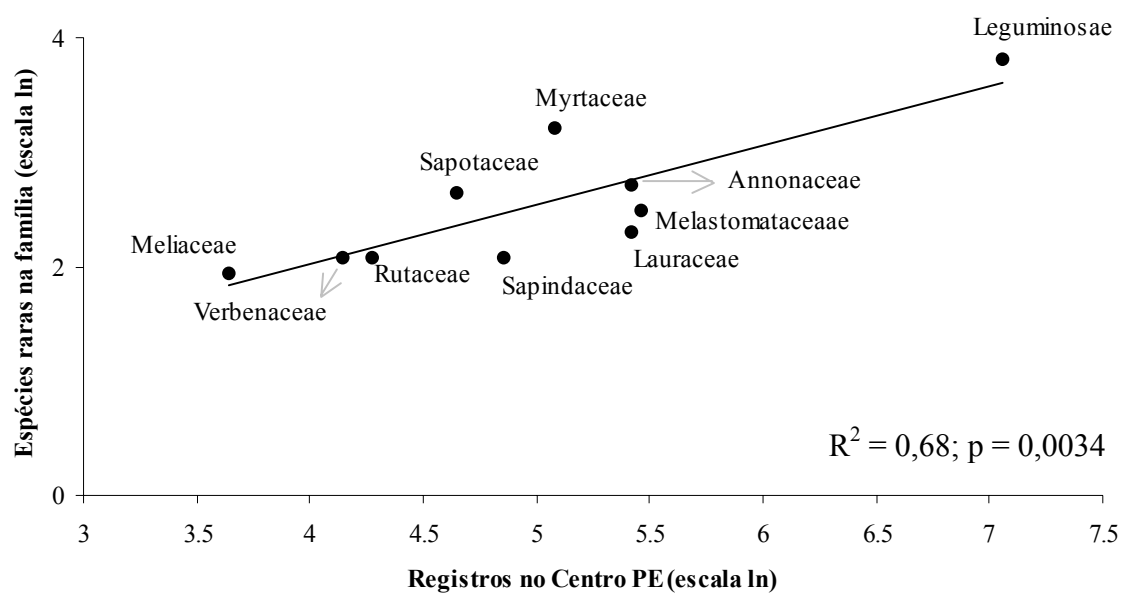


Figura 3.

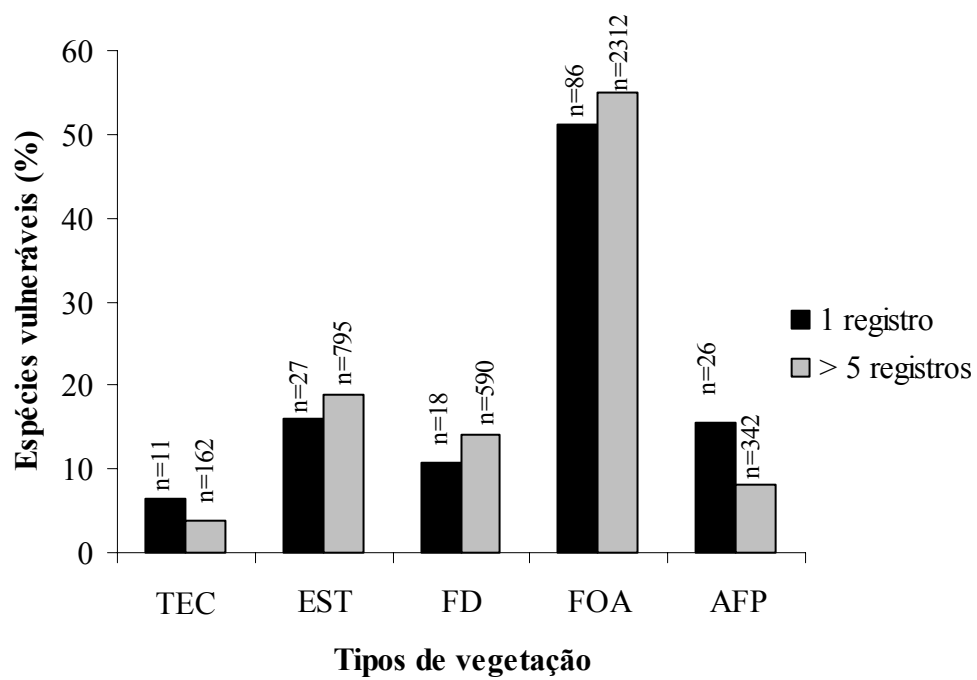


Figura 4.

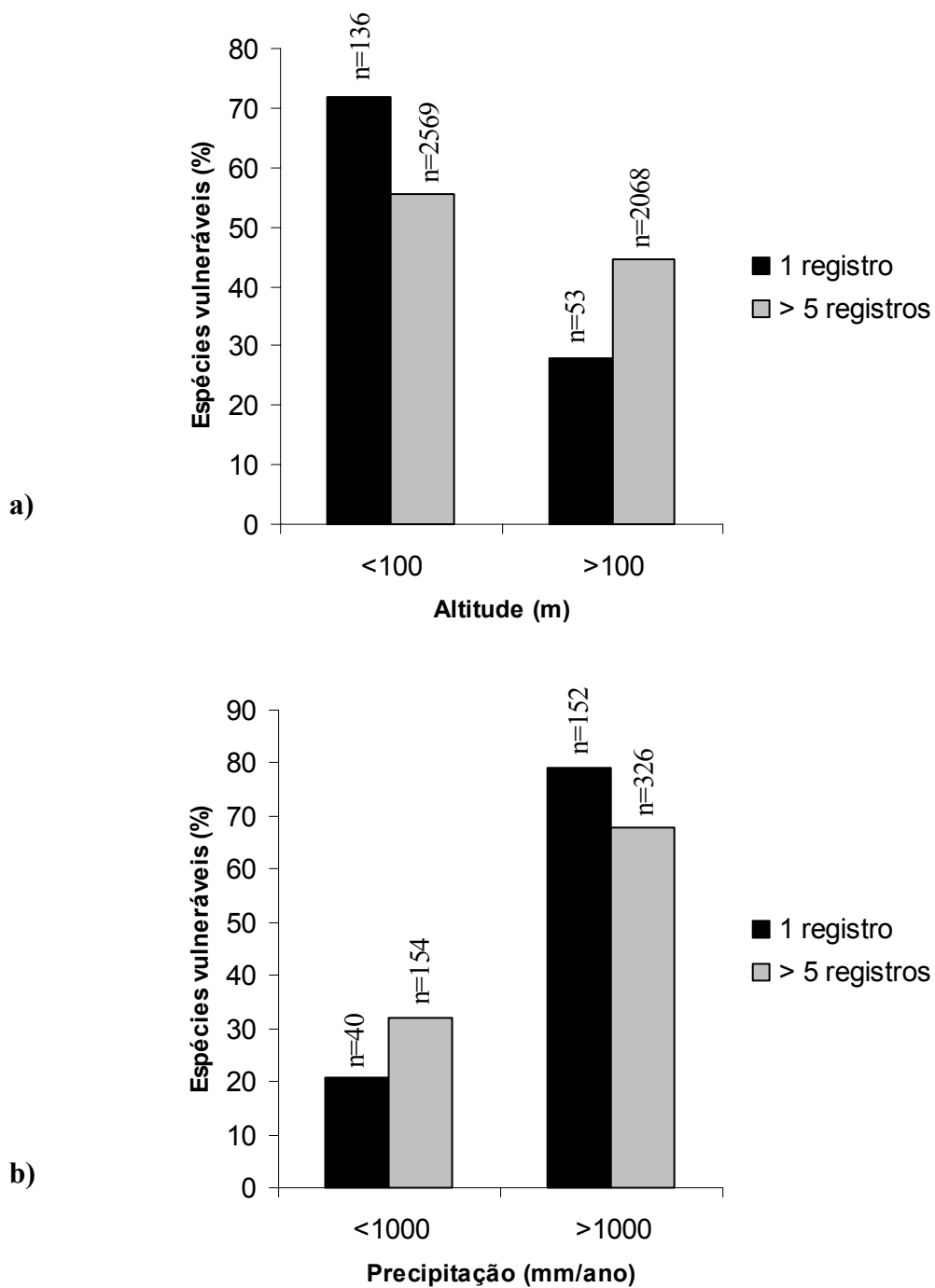


Figura 5.

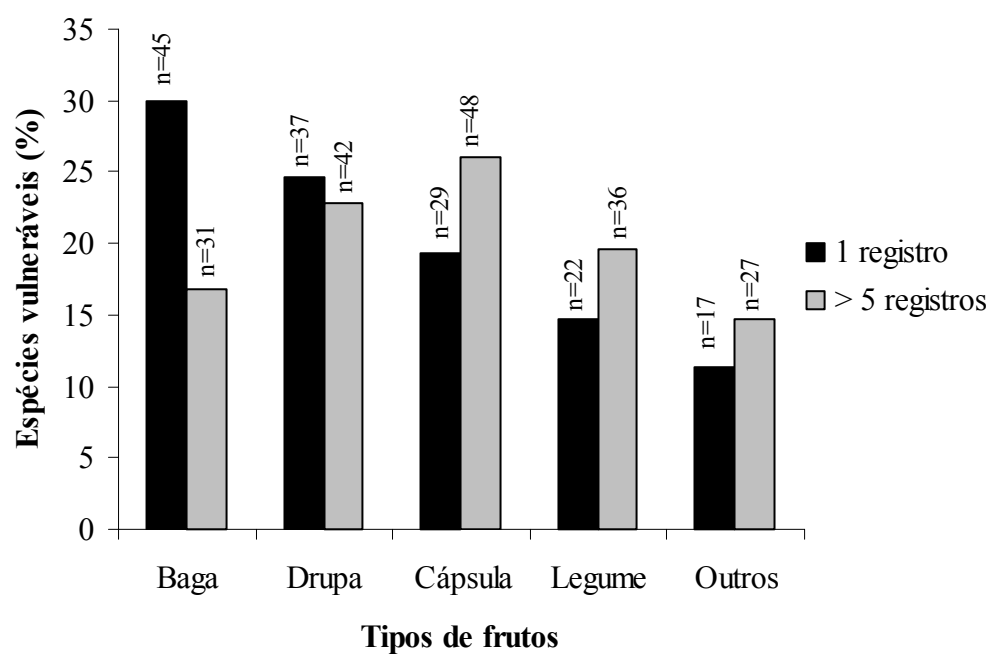


Figura 6.

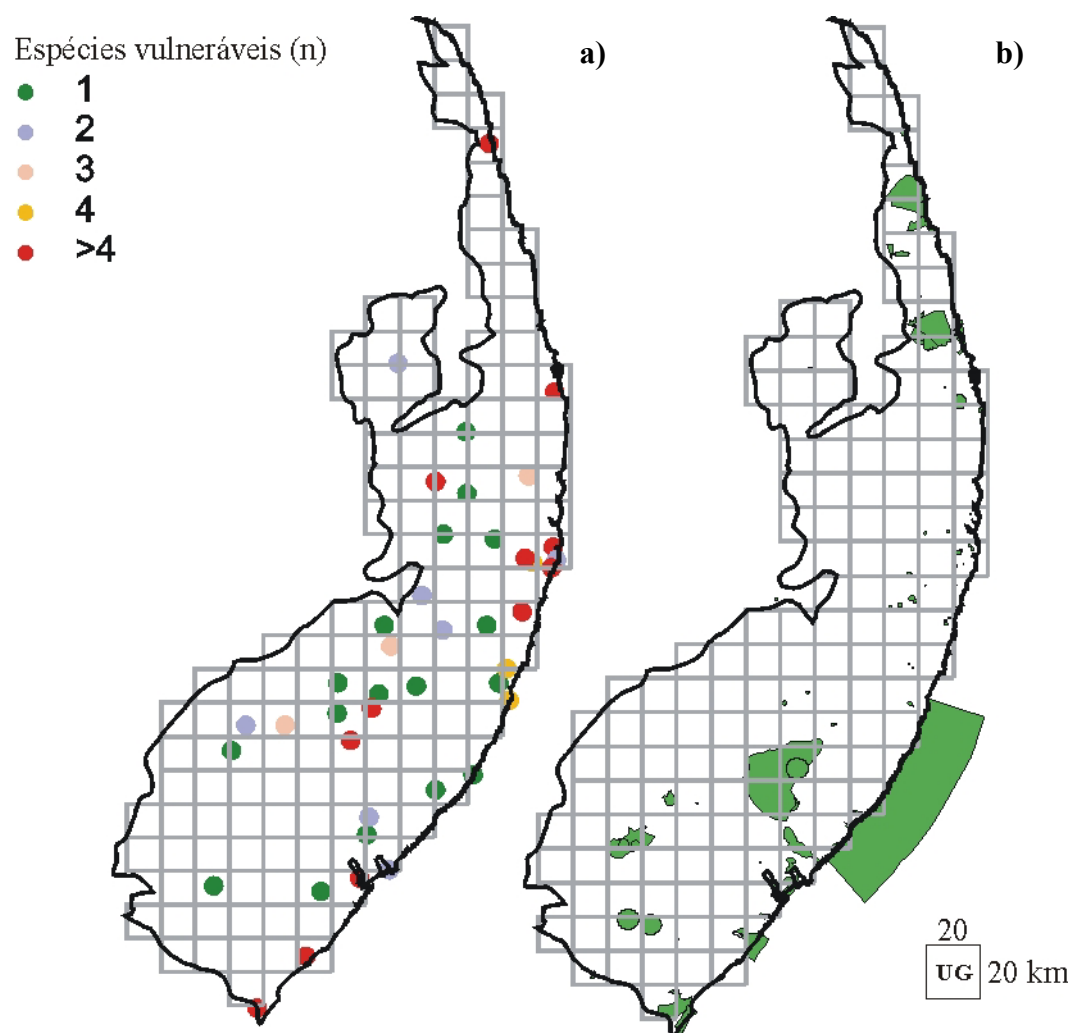
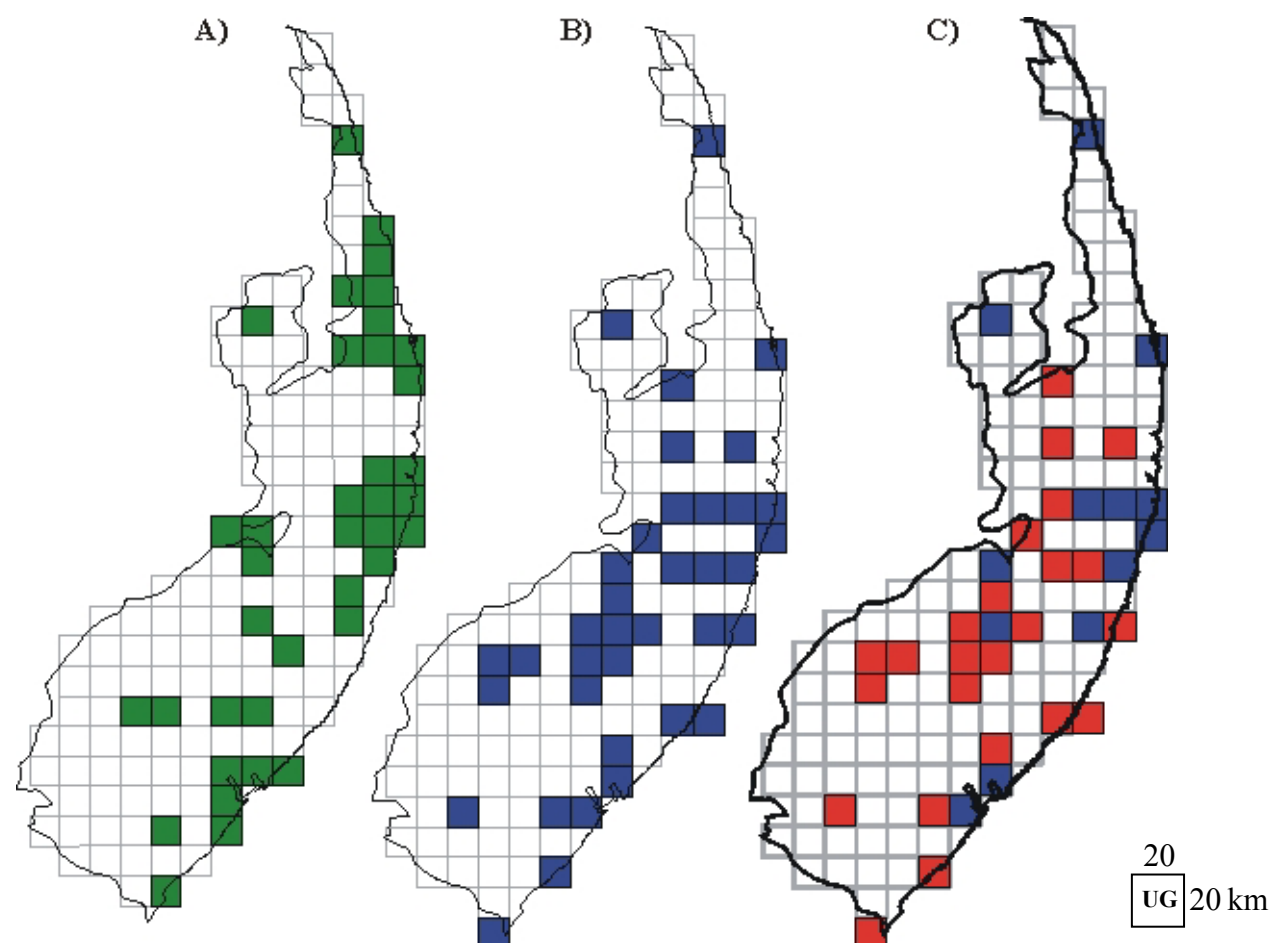


Figura 7.

Figura 8.



CONCLUSÕES

A análise da flora do Centro de Endemismo Pernambuco à luz da biogeografia da conservação colocou a questão da manutenção da biodiversidade regional como fortemente dependente de processos que atuam em várias escalas espaciais e temporais. Isto ficou evidente nos três capítulos que compõem esta tese. No primeiro, foi apresentada, de forma científica, uma interface entre processos biogeográficos e ecológicos para explicar a distribuição de espécies de árvores no Centro Pernambuco. No segundo, ficou evidente que os fatores que explicam a riqueza de espécies de árvores na escala regional são diferentes daqueles que explicam a riqueza de espécies em escala local ou de paisagem, embora paradoxalmente os atributos ecológicos das espécies de árvores sejam explicadas por fatores que atuam na escala local. Finalmente, no terceiro capítulo, foi observado que a vulnerabilidade à extinção de espécies de árvores em escala local não está associada simplesmente às características ecológicas das espécies diante do processo de fragmentação, mas sim ao processo de perda “aleatória” de habitat na escala regional. Assim, os processos que ocorrem na escala local não são e não devem ser tratados de forma isolada daqueles que ocorrem nas escalas de paisagem, regional, continental ou global. É necessária uma aceitação definitiva da mudança do paradigma da conservação, aceitação esta que acompanhe a evolução dos conhecimentos até então alcançados pelas disciplinas que servem de base para a conservação da biodiversidade. Por exemplo, a evolução científica levou a taxionomia clássica a ceder definitivamente lugar à sistemática filogenética. O uso da sistemática filogenética, por sua vez, colocou a biogeografia clássica em segundo plano, de forma que as relações atualmente reconhecidas entre áreas geográficas dependem dos históricos de relações filogenéticas dos seus representantes. Da mesma forma, a conservação da biodiversidade deve acompanhar esta evolução científica. Se esta idéia já vinha amadurecendo nos últimos anos, agora a ciência dispõe de ferramentas que permitem este tipo de abordagem. Não usa-las pode corresponder a um contra-senso científico de, talvez, irreparáveis consequências.

RESUMO

Nesta tese, as espécies de árvores do Centro de Endemismo Pernambuco foram analisadas quanto aos aspectos biogeográficos e ecológicos, quanto aos fatores preditores de variação na diversidade regional e quanto aos fatores preditores de vulnerabilidade regional. As análises, divididas em três capítulos, foram realizadas a partir da compilação de informações sobre ecologia e distribuição espacial de espécies de árvores no Centro Pernambuco, bem como suas ocorrências em outras formações vegetacionais do Brasil. No primeiro capítulo os resultados mostraram que os cinco tipos de vegetação deste centro de endemismo possuem espécies de árvores com diferentes tipos de frutos e síndromes de dispersão. Além disso, foi observado que o intercâmbio biótico desse centro com outras formações vegetacionais do Brasil é ecologicamente diferenciado e espacialmente dirigido entre tipos específicos de vegetação. No segundo capítulo, os resultados mostraram que a riqueza de espécies na escala regional não depende primariamente da precipitação. Este fator foi importante somente quando foram eliminados os fatores área original e heterogeneidade ambiental dos tipos de vegetação. Finalmente, no último capítulo foi observado que 32,9% das 583 espécies de árvores do Centro Pernambuco estão fortemente ameaçadas, uma vez que tais espécies possuem apenas uma população na região. As espécies ameaçadas foram encontradas com diferentes frequências entre (a) os cinco tipos de vegetação estudados, (b) duas classes de altitude (<100 m; >100 m) e (c) duas classes de precipitação (<1000 mm/ano; >1000 mm/ano). Embora o número de espécies vulneráveis tenha sido diferente de acordo com diferentes tipos de frutos, a vulnerabilidade não apresentou relações significativas com tamanho dos frutos, síndromes de dispersão ou nicho de regeneração. Além disso, a maior parte das espécies vulneráveis na escala regional não estão presentes nos limites das unidades de conservação atualmente implementadas na região. De acordo com os resultados, a manutenção da biodiversidade do Centro de Endemismo Pernambuco depende fundamentalmente de análises simultâneas dos aspectos biogeográficos, ecológicos e de conservação.

Palavras-chave

Floresta Atlântica brasileira, plantas, biodiversidade, distribuição regional, intercâmbio biótico, gradiente ambiental, Fragmentação de habitat, vulnerabilidade.

ABSTRACT

Here, I analyzed the tree species of the Pernambuco Center of Endemism concerning its biogeographic and ecological traits, the factors that predict variation in the regional diversity, and factors that predicts extinction vulnerability. The analyses, who was dived into three chapters, were based on compilation of information about ecology and spatial distribution of tree species in the Pernambuco Center boundary, as well as its occurrences in other Brazilian biota. In the first chapter the results showed that the five vegetation types of this center of endemism have tree species with different fruits types and dispersal syndromes. In addition, the biotic interchange of this center with others Brazilian biota was ecologically differentiated and spatially directed for specific vegetation types. In the second chapter, the results showed that the species richens in the regional scale is not primarily dependent on rain fall. This factor was important only when I eliminated both original area and environmental heterogeneity of the vegetation types. Finally, in the last chapter I have found that 32.9% of the 583 tree species of the Pernambuco Center are strongly threatened, once they have only one populations in the region. The threatened species were found with different frequencies among the five vegetation types, among two altitude classes (<100 m; >100 m) and among two precipitation classes (<1000 mm/year; >1000 mm/year). The vulnerability was also related to fruit types, but not related to fruit size, dispersal syndrome or regeneration syndrome. In addition, most of the regionally vulnerable species are not in conservation unities boundaries. According to the results of this thesis, the biodiversity maintenance of the Pernambuco Center of Endemism depends fundamentally on simultaneous analyses concerning biogeography, ecology and conservation altogether.

Key words

Brazilian Atlantic florest, plants, biodiversity, regional distribution, biotic interchange, environmental gradient, habitat fragmentation, vulnerability.

ANEXO 1 - Lista de famílias e espécies de árvores do Centro de Endemismo Pernambuco com informações sobre REG: número de registros observados no CP; DI: distribuição (cp – restritas ao Centro Pernambuco; fn – restritas a floresta Atlântica nordestina; fb – restritas a floresta Atlântica brasileira; am – amplas); IB: presente na lista do IBAMA de 1992; SP: lista de espécies ameaçadas do Estado de São Paulo; IU: lista de espécies ameaçadas da IUCN; (vu – vulnerável; pe – em perigo; in – indeterminada; ra – rara); FR: tipos de frutos (Le – legume; dr – drupa; ca – cápsula; ba – baga; ou – outros); TM – tamanho dos frutos; DP: tipos de dispersão (ab – dispersão abiótica; zo – dispersão biótica); NR: nicho de regeneração (in – intolerante à sombra; to – tolerante à sombra). nd – informações não disponíveis.

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	L.	18	am				ou	> 1,5	zo	in
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Schott	1	am	vu			dr	nd	ab	nd
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	L.	6	am				dr	nd	nd	nd
Anacardiaceae	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	Engl.	2	am	vu			ou	> 1,5	ab	in
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Raddi	17	am				dr	< 1,5	zo	in
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	L.	5	am				dr	> 1,5	zo	in
Anacardiaceae	<i>Thyrsodium schomburgkianum</i>	Benth	16	am				dr	< 1,5	zo	to
Anacardiaceae	<i>Thyrsodium spruceanum</i>	Benth.	30	am				dr	> 1,5	zo	to
Annonaceae	<i>Anaxagorea dolichocarpa</i>	Sprague & Sandw.	38	am				ou	< 1,5	ab	to
Annonaceae	<i>Anaxagorea phaeocarpa</i>	Mart.	1	am				ou	nd	nd	to
Annonaceae	<i>Annona glabra</i>	L.	6	am				ou	nd	zo	nd
Annonaceae	<i>Annona marcgravii</i>	Mart.	4	am				ou	nd	zo	nd
Annonaceae	<i>Annona salzmannii</i>	A.DC.	7	fn				ou	> 1,5	zo	to
Annonaceae	<i>Cymbopetalum brasiliense</i>	(Vell.) Benth. ex Baill.	2	am				ou	> 1,5	zo	nd
Annonaceae	<i>Duguetia gardneriana</i>	Mart.	5	fn				nd	nd	zo	nd
Annonaceae	<i>Duguetia lanceolata</i>	St. Hil.	1	am				ou	nd	zo	in
Annonaceae	<i>Guatteria australis</i>	St.Hill.	22	fb				ou	< 1,5	zo	to
Annonaceae	<i>Guatteria cauliflora</i>	Mart.	2	fb				ou	< 1,5	zo	to
Annonaceae	<i>Guatteria ovalifolia</i>		1	am				ou	nd	zo	nd
Annonaceae	<i>Guatteria pogonopus</i>	Mart.	13	am				ou	nd	nd	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Annonaceae	<i>Guatteria schlechtendaliana</i>	Mart.	2	fn				ou	nd	zo	nd
Annonaceae	<i>Guatteria schomburgkiana</i>	Mart.	2	am				ou	< 1,5	zo	to
Annonaceae	<i>Rollinia leptopetala</i>	R.E. Fr.	1	am				ou	> 1,5	zo	to
Annonaceae	<i>Rollinia mucosa</i>	(Jacq.) Baill	1	am				ou	> 1,5	nd	to
Annonaceae	<i>Rollinia pickelii</i>	Diels	3	fn			in	ou	nd	zo	nd
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	(Lam.) Mart.	1	am				ou	nd	zo	nd
Annonaceae	<i>Xylopia frutescens</i>	Aubl.	43	am				ou	< 1,5	zo	to
Annonaceae	<i>Xylopia laevigata</i>	(Mart.) R. E. Fries.	1	am				ou	nd	nd	nd
Annonaceae	<i>Xylopia nitida</i>	Dun.	4	am				ou	nd	nd	nd
Annonaceae	<i>Xylopia ochrantha</i>	Mart.	1	fb				ou	nd	nd	nd
Annonaceae	<i>Xylopia sericea</i>	A. St.-Hil.	1	am				ou	nd	nd	to
Apocynaceae	<i>Aspidosperma discolor</i>	A. DC.	15	am				ou	> 1,5	ab	nd
Apocynaceae	<i>Aspidosperma illustre</i>	(Vell.) Kuhlm. & Pirajá	2	fb				ou	nd	ab	in
Apocynaceae	<i>Aspidosperma limae</i>	Woodson	7	am				ou	nd	ab	nd
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	A. DC.	3	am				ou	nd	nd	in
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyricollum</i>	Müll. Arg.	4	am				ou	> 1,5	ab	nd
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Mart.	3	am				ou	nd	ab	in
Apocynaceae	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	Müll.Arg.	6	am				ou	nd	ab	nd
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i>	Gomez	12	am				ba	> 1,5	zo	in
Apocynaceae	<i>Himatanthus bracteatus</i>	(A. DC.) Woodson	41	am				ou	> 1,5	ab	nd
Apocynaceae	<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	(Mart.)R.E. Woods.	15	am				ou	nd	ab	nd
Apocynaceae	<i>Macoubea guianensis</i>	Aubl.	1	am				ba	> 1,5	zo	nd
Apocynaceae	<i>Peschiera australis</i>	(Müll. Arg.) Miers	6	am				nd	nd	nd	nd
Apocynaceae	<i>Rauvolfia grandiflora</i>	Mart.	6	fb				dr	nd	nd	nd
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana submollis</i>	Mart.	1	am				nd	< 1,5	zo	nd
Aquifoliaceae	<i>Ilex Sapotifolia</i>	Reiss.	5	cp				nd	nd	nd	nd
Araliaceae	<i>Didymopanax vinosum</i>	(Cham. & Schlecht) March.	1	am				dr	nd	zo	nd
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	(Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	51	am				dr	< 1,5	zo	in
Arecaceae	<i>Acrocomia intumescens</i>		4	fn				dr	nd	nd	nd
Arecaceae	<i>Attalea oleifera</i>	Barb.Rodr.	9	fb			vu	ou	> 1,5	zo	in

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Arecaceae	<i>Bactris ferruginea</i>	Burret	3	fb				dr	nd	zo	to
Arecaceae	<i>Bactris humilis</i>	(Walace)Burret.	4	am				dr	nd	nd	to
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i>	Jacq.	5	am				dr	nd	nd	nd
Arecaceae	<i>Syagrus oleracea</i>	(Mart.) Becc.	1	am				dr	> 1,5	zo	in
Arecaceae	<i>Syagrus pickelli</i>		1	cp				nd	nd	nd	nd
Avicenniaceae	<i>Avicennia germinans</i>	(L.) L.	6	am				ca	> 1,5	ab	nd
Avicenniaceae	<i>Avicennia schaueriana</i>	Stap et. Lechman	2	am				ca	> 1,5	ab	nd
Bignoniaceae	<i>Tabebuia caraiba</i>	(Mart.) Bureau	6	am				ca	nd	ab	nd
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	(Mart. ex. DC.) Standl.	4	am				ca	nd	ab	nd
Bignoniaceae	<i>Tabebuia elliptica</i>	(A.P.DC.) Sandwich	5	am				ca	nd	ab	nd
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	(Mart. ex DC.) Standl.	12	am				ca	> 1,5	ab	in
Bignoniaceae	<i>Tabebuia obtusifolia</i>	Bur.	1	am				ca	> 1,5	ab	nd
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i>	(Ridley) Sandwith	9	am				ca	> 1,5	nd	in
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Nichols	5	am				ca	nd	ab	in
Bignoniaceae	<i>Tabebuia stenocalyx</i>	Sprague & Stapf	2	am				ca	nd	ab	nd
Bignoniaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	(Vell.) Bureau	2	am				ca	nd	ab	in
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	L.	5	am				ca	nd	nd	nd
Bombacaceae	<i>Bombax gracilipes</i>	K. Schum.	5	am				ca	> 1,5	ab	nd
Bombacaceae	<i>Ceiba glaziovii</i>	(Kuntze) K. Schum.	3	am			vu	ca	nd	ab	nd
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	(L.) Gaertn.	1	am				ca	> 1,5	ab	nd
Bombacaceae	<i>Eriotheca crenulaticalyx</i>	A. Robins	21	cp				ca	> 1,5	ab	nd
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i>	Aubl.	7	am				ca	> 1,5	zo	in
Bombacaceae	<i>Quararibea turbinata</i>	(Sw.) Poir	7	am				ca	nd	zo	nd
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	(Ruiz & Pav.) Oken	2	am				dr	nd	zo	nd
Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i>	Lam.	7	am				dr	> 1,5	zo	to
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i>	Cham	22	am				dr	< 1,5	zo	in
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i>	Cham.	3	am				dr	> 1,5	zo	to
Boraginaceae	<i>Cordia toqueve</i>	Aubl.	1	am				nd	nd	nd	nd
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i>	(Vell.) Arrab. Ex. Stend	6	am				dr	< 1,5	zo	in
Boraginaceae	<i>Cordia verbenacea</i>	A.DC.	4	am				dr	nd	zo	to

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Burseraceae	<i>Bursera leptophloeos</i>	Mart.	1	am				nd	nd	nd	nd
Burseraceae	<i>Protium aracouchini</i>	(Aubl.) March.	6	am				dr	< 1,5	zo	to
Burseraceae	<i>Protium aromaticum</i>		1	am				dr	nd	nd	in
Burseraceae	<i>Protium bahianum</i>	Daly	1	fn				dr	nd	nd	nd
Burseraceae	<i>Protium brasiliense</i>	(Spreng.) Engl.	1	fb				dr	nd	nd	nd
Burseraceae	<i>Protium giganteum</i>	Engl. var. giganteum	10	am			ra	dr	< 1,5	zo	to
Burseraceae	<i>Protium guacayanum</i>	Cuatrec.	1	am				dr	nd	zo	nd
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	(Aubl.) Marchand	35	am				dr	< 1,5	zo	to
Burseraceae	<i>Protium neglectum</i>	Swart	1	am				dr	nd	nd	nd
Burseraceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Aubl.	66	am				dr	< 1,5	zo	in
Cactaceae	<i>Pilosocereus pachycladus</i>	Ritter	1	am				ba	nd	zo	nd
Capparaceae	<i>Capparis cynophallophora</i>	L.	7	am				ba	nd	zo	nd
Capparaceae	<i>Capparis jacobinae</i>	Moric. ex. Eichl.	3	am				ba	nd	zo	nd
Capparaceae	<i>Capparis nectaria</i>	Vell.	3	am				ba	nd	nd	nd
Capparidaceae	<i>Capparis flexuosa</i>	(L.) L.	10	am				ba	nd	zo	nd
Capparidaceae	<i>Crataeva tapia</i>	L.	7	am				ba	> 1,5	zo	nd
Cariaceae	<i>Jacaratia dodecaphylla</i>	(Vell.) A. DC.	2	am				nd	nd	nd	nd
Cariaceae	<i>Jacaratia spinosa</i>	var. Digitata A. DC.	4	am				nd	nd	nd	nd
Cecropiaceae	<i>Cecropia hololeuca</i>	Miq.	4	fb				ou	nd	nd	nd
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	Trécul	31	am				ou	< 1,5	zo	in
Cecropiaceae	<i>Cecropia palmata</i>	Willd.	2	am				ou	< 1,5	zo	in
Cecropiaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	Aubl.	6	am				dr	nd	zo	nd
Celastraceae	<i>Maytenus distichophylla</i>	Mart.	7	fb				ca	> 1,5	zo	nd
Celastraceae	<i>Maytenus impressa</i>	Reiss.	3	fn				ca	< 1,5	zo	to
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i>	Mart.	1	am				ca	< 1,5	zo	to
Chrysobalanaceae	<i>Couepia impressa</i>	Prance	12	fn			in	dr	> 1,5	zo	to
Chrysobalanaceae	<i>Couepia ovallifolia</i>		1	fn				nd	nd	nd	nd
Chrysobalanaceae	<i>Couepia pernambucensis</i>	Prance	1	fn				nd	nd	nd	nd
Chrysobalanaceae	<i>Couepia rufa</i>	Ducke	21	fb				dr	> 1,5	zo	to
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i>	L.	20	am			in	dr	< 1,5	zo	to

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella bicornis</i>	Mart. & Zucc	4	am				dr	< 1,5	zo	to
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella ciliata</i>	Mart. & Zucc	6	am				dr	< 1,5	zo	to
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i>	Moric. ex A.DC.	1	fb				dr	nd	zo	nd
Chrysobalanaceae	<i>Licania belemii</i>	Prance	5	fb			in	dr	nd	nd	nd
Chrysobalanaceae	<i>Licania canescens</i>	R. Bem.	1	am				nd	nd	nd	to
Chrysobalanaceae	<i>Licania dealbata</i>	Hook. f.	1	am				nd	> 1,5	zo	nd
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i>	Benth.	1	am			in	dr	> 1,5	zo	in
Chrysobalanaceae	<i>Licania impressa</i>	Prance	1	am				nd	nd	nd	nd
Chrysobalanaceae	<i>Licania kunthiana</i>	Hook f.	7	am				dr	> 1,5	zo	to
Chrysobalanaceae	<i>Licania littoralis</i>	Warm.	1	fb			in	dr	> 1,5	zo	nd
Chrysobalanaceae	<i>Licania octandra</i>	Hoffmanns. ex R. & S.	4	am				dr	> 1,5	zo	to
Chrysobalanaceae	<i>Licania rigida</i>	Benth.	1	am				dr	nd	nd	nd
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	(Benth.) Fritsch.	5	am				dr	nd	zo	nd
Chrysobalanaceae	<i>Licania turbinata</i>	Benth.	1	fn				nd	nd	nd	nd
Clusiaceae	<i>Caraipa densifolia</i>	Mart.	6	am				ca	> 1,5	ab	nd
Clusiaceae	<i>Clusia dardanoi</i>		3	fn				ca	< 1,5	zo	in
Clusiaceae	<i>Clusia hilariana</i>	Planch. & Triana	1	am				ca	< 1,5	zo	in
Clusiaceae	<i>Clusia nemorosa</i>	Meyer.	53	am				ca	< 1,5	zo	in
Clusiaceae	<i>Clusia paralicola</i>	G. Mariz	10	am				ca	< 1,5	zo	in
Clusiaceae	<i>Moronobea coccinea</i>	Aubl.	44	am				ba	> 1,5	zo	in
Clusiaceae	<i>Rheedia gardneriana</i>	Planch. & Triana	5	am				ba	> 1,5	zo	in
Clusiaceae	<i>Rheedia macrophylla</i>	Planch. & Triana	1	am				ba	nd	nd	in
Clusiaceae	<i>Tovomita bahiensis</i>	Engl.	1	fn				ca	nd	zo	nd
Clusiaceae	<i>Tovomita brevistaminea</i>	Engl.	9	am				nd	nd	zo	nd
Clusiaceae	<i>Tovomita excelsa</i>	Andrade-Lima & G. Mariz	1	fn				nd	nd	nd	nd
Clusiaceae	<i>Tovomita macrophylla</i>	(Poepp.) Walp.	1	am				nd	nd	zo	nd
Clusiaceae	<i>Tovomita mangle</i>	G. Mariz	10	fn				ca	nd	zo	to
Clusiaceae	<i>Vismia baccifera</i>	(L.) Tr. & Pl.	1	am				ba	nd	nd	nd
Clusiaceae	<i>Vismia cayennensis</i>	(Jacq.) Pers.	8	am				ba	< 1,5	zo	in
Clusiaceae	<i>Vismia guianensis</i>	(Aubl.) Choisy	46	am				ba	< 1,5	zo	in

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Clusiaceae	<i>Vismia martiana</i>	Reichardt	2	am				ba	< 1,5	zo	in
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	(Willd.) Spreng.	4	am				ca	> 1,5	ab	nd
Combretaceae	<i>Buchenavia capitata</i>	Eichl.	14	am				dr	> 1,5	zo	to
Combretaceae	<i>Combretum pisonioides</i>	Taub.	2	am			ra	nd	nd	nd	nd
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	L.	12	am				ou	< 1,5	ab	nd
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Goertn.	9	am				nd	> 1,5	ab	nd
Combretaceae	<i>Terminalia brasiliensis</i>	Camb.	1	am				nd	nd	ab	nd
Connaraceae	<i>Connarus blanchetii</i>	Planch. Var. laurifolius	2	fn			in	ou	nd	nd	nd
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i>	Vell.	1	am				ca	nd	ab	nd
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	L.	11	am				ou	nd	nd	nd
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea garckeana</i>	K. Schum.	2	am				ca	nd	nd	nd
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i>	(Aubl.) Benth.	17	am				ca	< 1,5	zo	to
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea obtusifolia</i>	Mart.	9	am				ca	< 1,5	zo	to
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i>	St.Hil.	5	am				dr	< 1,5	zo	nd
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuspidifolium</i>	Mart.	2	fb				dr	nd	nd	nd
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum grandifolium</i>	Peyr.	1	fn				dr	< 1,5	zo	in
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum mucronatum</i>	Benth.	27	am				dr	nd	zo	nd
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum passerinum</i>	Mart.	1	fb				dr	< 1,5	zo	in
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pulchrum</i>	A. St.-Hil.	1	fb				dr	nd	nd	nd
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum squamatum</i>	Sw.	26	am				dr	< 1,5	zo	in
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum subrotundum</i>	A. St.-Hil	2	am				dr	nd	zo	nd
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon verticillatus</i>	(Kl.) Baill.	1	fb				ca	nd	ab	nd
Euphorbiaceae	<i>Aleurites moluccana</i>	Willd.	2	am				nd	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Aparisthmium cordatum</i>	Baill.	8	am				ca	< 1,5	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Chaetocarpus echinocarpus</i>	(Baill.) Ducke	1	am				ca	nd	zo	nd
Euphorbiaceae	<i>Chaetocarpus myrsinites</i>	Baill.	16	am				ca	< 1,5	zo	in
Euphorbiaceae	<i>Chrysophyllum rufum</i>	Mart.	3	fn				ba	> 1,5	zo	to
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i>	Spreng.	19	am			in	ca	nd	ab	nd
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tirucalli</i>	L.	1	am				nd	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes concolor</i>	(Spreng.) Müll. Arg.	6	am				ca	nd	nd	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Fr. Allem.	6	am				nd	nd	zo	nd
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima oblonga</i>	(Tul.) Müll. Arg.	3	am				nd	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gossypifolia</i>	L.	7	am				nd	nd	ab	nd
Euphorbiaceae	<i>Jatropha mollissima</i>	(Pohl) Baill.	4	am				nd	nd	ab	nd
Euphorbiaceae	<i>Mabea occidentalis</i>	Benth.	22	am				ca	> 1,5	ab	nd
Euphorbiaceae	<i>Mabea piriri</i>	Aubl.	3	am				ca	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i>	Aubl.	2	am				ca	< 1,5	ab	nd
Euphorbiaceae	<i>Pera ferruginea</i>	(Schott) Müll. Arg.	17	am				ca	< 1,5	zo	in
Euphorbiaceae	<i>Pera heteranthera</i>	(Schränk) I.M. Johnst.	1	fb				ca	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Vahl	7	am				ca	nd	ab	nd
Euphorbiaceae	<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	Miers ex Benth.	20	am				ca	< 1,5	ab	nd
Euphorbiaceae	<i>Richeria grandis</i>	Vahl.	8	am				ca	< 1,5	zo	in
Euphorbiaceae	<i>Sapium argutum</i>	(Müll. Arg.) Huber	5	am				nd	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Sapium aubletianum</i>	(Müll.Arg.) Huber	3	am				ca	< 1,5	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulatum</i>	Pax.	3	am				ca	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	(L.) Morong	7	am				ca	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Sapium sceleratum</i>	Ridl.	1	fn				nd	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Spreng.	1	am				nd	nd	nd	nd
Euphorbiaceae	<i>Senefeldera multiflora</i>	Mart.	7	fb				nd	< 1,5	nd	nd
Flacourtiaceae	<i>Banara brasiliensis</i>	(Schott.) Benth.	2	am			in	ba	< 1,5	zo	to
Flacourtiaceae	<i>Banara guianensis</i>	Aubl.	1	am				ba	nd	nd	in
Flacourtiaceae	<i>Casearia commersoniana</i>	Cambess.	13	am				ca	< 1,5	zo	to
Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i>	Jacq.	1	am				ca	nd	nd	nd
Flacourtiaceae	<i>Casearia grandiflora</i>	Cambess.	1	am				ca	< 1,5	zo	to
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	Sw.	37	am				ca	< 1,5	zo	to
Guttiferae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Camb.	3	am				dr	nd	zo	to
Guttiferae	<i>Clusia intermedia</i>	G.Mariz	1	fn				ca	nd	nd	nd
Guttiferae	<i>Clusia pernambucensis</i>	G.Mariz	7	fn				ca	nd	zo	nd
Guttiferae	<i>Rheedia brasiliensis</i>	(Mart.) Pl. et Tr.	25	am				ba	> 1,5	zo	to
Hippocrateaceae	<i>Cheiloclinium cognatum</i>	(Miers) A .C. Sm	1	am				dr	nd	zo	to

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Humiriaceae	<i>Humiria balsamifera</i>	Aubl.	11	am				dr	nd	zo	nd
Humiriaceae	<i>Saccoglottis amazonica</i>	Malme var. subintegra (Ducke) Cuatrec.	4	am				dr	> 1,5	nd	to
Humiriaceae	<i>Saccoglottis mattogrossensis</i>	Benth. var. mattogrossensis	5	fb				dr	> 1,5	nd	nd
Humiriaceae	<i>Vantanea parviflora</i>	Lam.	1	am				nd	nd	nd	nd
Icacinaceae	<i>Emmotum fagifolium</i>	Desv.	4	am				dr	nd	nd	nd
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i>	Miers	2	am				dr	nd	nd	nd
Lacistemaceae	<i>Lacistema robustum</i>	Schnizl	3	fb			in	ca	< 1,5	zo	in
Lauraceae	<i>Cinnamomum chana</i>	Vattimo	5	fn				nd	< 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Cryptocarya moschata</i>	Ness & Mart.	1	am				nd	> 1,5	nd	nd
Lauraceae	<i>Dicypellium caryophyllatum</i>	(Mart.) Nees	2	am	vu			nd	nd	nd	nd
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i>	Nees	4	am				ba	< 1,5	zo	in
Lauraceae	<i>Ocotea blancheti</i>	(Meisn.) Mez	1	fb				nd	nd	nd	nd
Lauraceae	<i>Ocotea brachybotrya</i>	(Meisn.) Mez	5	am				ba	> 1,5	nd	nd
Lauraceae	<i>Ocotea bracteosa</i>	(Meissn)Mez	11	am				ba	< 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Ocotea canaliculata</i>	(Rich.) Mez	1	am				ba	> 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Ocotea duckei</i>	Vattimo-Gil	7	am				ba	< 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Ocotea gardneri</i>	(Meissn.)Mez.	18	am				ba	< 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Ocotea glomerata</i>	Benth. & Hook. F.	47	am				ba	< 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Ocotea indecora</i>	Schott ex Meisn.	1	am				ba	< 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Ocotea laxiflora</i>	(Meisn.) Mez	3	am				ba	nd	nd	nd
Lauraceae	<i>Ocotea limae</i>	Vattimo	2	fn				ba	< 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Ocotea opifera</i>	Mart.	19	am				ba	< 1,5	zo	in
Lauraceae	<i>Ocotea pretiosa</i>	(Nees.) Mez.	1	am	pe			ba	< 1,5	zo	to
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i>	(Rich.) Nees	1	am				ba	< 1,5	zo	in
Lauraceae	<i>Ocotea sylvatica</i>	(Meisn.) Mez.	2	fb				ba	nd	nd	nd
Lauraceae	<i>Persea caesia</i>	Meisn.	1	fb				nd	nd	nd	nd
Lecythidaceae	<i>Cariniana brasiliensis</i>	Casar.	4	am				ca	nd	nd	nd
Lecythidaceae	<i>Eschweilera alvimii</i>	S.A. Mori	1	fn			vu	nd	nd	nd	nd
Lecythidaceae	<i>Eschweilera apiculata</i>	Cambess.	1	am				ca	> 1,5	zo	to
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i>	Eschweilera ovata	58	am				ca	> 1,5	zo	to

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Lecythidaceae	<i>Gustavia augusta</i>	Linn.	14	am				ca	> 1,5	zo	to
Lecythidaceae	<i>Lecythis lurida</i>	(Miers) Mori	21	am				ca	> 1,5	zo	to
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i>	Cambess.	25	am				ca	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Abarema cochliacarpus</i>	(Gómez.) Barneby & Gomez	9	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Acacia bahiensis</i>	Benth.	1	am				Le	nd	ab	in
Leguminosae	<i>Acacia farnesiana</i>	(L.) Willd.	2	am				Le	nd	ab	in
Leguminosae	<i>Acacia glomerosa</i>	Benth.	2	am				Le	nd	ab	in
Leguminosae	<i>Acosmium bijugum</i>	(Vog.)Yakovl.	3	fb				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Acosmium subelegans</i>	(Mohlenbr.) Yakovlev	1	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Albizia polycephala</i>	(Benth.) Killip ex Record	5	am				Le	nd	ab	in
Leguminosae	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	(Benth.) Brenan	1	am				Le	nd	ab	to
Leguminosae	<i>Andira anthelminthica</i>	Benth.	1	am				dr	nd	zo	in
Leguminosae	<i>Andira fraxinifolia</i>	Benth.	7	am				dr	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Andira frondosa</i>	Mart. ex Benth.	1	fb				dr	> 1,5	zo	nd
Leguminosae	<i>Andira inermis</i>	H. B. K.	3	am				dr	nd	nd	in
Leguminosae	<i>Andira legalis</i>	(Vell.) Toledo	1	am				dr	nd	nd	in
Leguminosae	<i>Andira nitida</i>	Mart. ex Benth.	12	am				dr	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Andira Paniculata</i>	Benth.	3	am				dr	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Andira surinamensis</i>	(Bondt) Splitg. ex Pulle	1	am				dr	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Apuleia praecox</i>	Mart.	10	am				Le	> 1,5	zo	nd
Leguminosae	<i>Bauhinia breviloba</i>	Benth.	1	fn				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Bauhinia forficata</i>	Link	4	am				nd	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Bauhinia membranacea</i>	Benth.	1	fn				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Bocoa mollis</i>	(Benth.) R.S. Cowan	2	am				Le	> 1,5	ab	in
Leguminosae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Kunth.	53	am				Le	> 1,5	ab	nd
Leguminosae	<i>Caesalpinia echinata</i>	Lam.	4	fb	pe			Le	> 1,5	nd	nd
Leguminosae	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Mart.	10	am				Le	> 1,5	ab	nd
Leguminosae	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Benth.	2	am				Le	> 1,5	nd	nd
Leguminosae	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Tul.	3	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Canavalia brasiliensis</i>	Mart. ex Benth.	3	am				nd	nd	nd	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Leguminosae	<i>Cassia excelsa</i>	Schrad.	5	am				Le	> 1,5	ab	in
Leguminosae	<i>Cassia ferruginea</i>	Schrad.	6	am				Le	> 1,5	ab	nd
Leguminosae	<i>Cassia grandis</i>	L. f.	4	am				Le	> 1,5	nd	nd
Leguminosae	<i>Cassia pudibunda</i>	Mart. ex Benth.	10	am				Le	> 1,5	ab	in
Leguminosae	<i>Centrolobium robustum</i>	(Vell.) Mart. ex Benth.	2	am				nd	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Guill. ex Benth.	1	am				nd	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Chamaecrista bahiae</i>	(H.S. Irwin) H.S. Irwin & Barneby	8	am				Le	> 1,5	ab	nd
Leguminosae	<i>Chamaecrista ensiformis</i>	Vell. Irwin & Barneby	30	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Copaifera cearensis</i>	Huber ex Ducke	1	fn				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Desf.	8	am			in	Le	nd	zo	to
Leguminosae	<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	Taub.	8	fb				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Dalbergia frutescens</i>	(Vell.) Britton	1	am			vu	Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Derris guilleminiana</i>	(Tul.) J.F. Macbr.	3	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Dialium guianense</i>	(Aubl.) Sandwith	38	am				Le	< 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Dimorphandra gardneriana</i>	Tulasne	1	am				Le	> 1,5	ab	nd
Leguminosae	<i>Diploptropis ferruginea</i>	Benth.	2	fb				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Diploptropis incexis</i>	Rizz. & Mattos	3	fb				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Diploptropis purpurea</i>	(Rich.) Amshoff	14	am				Le	> 1,5	ab	to
Leguminosae	<i>Dipteryx odorata</i>	(Aubl.) Willd.	8	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	(Vell.) Morong	5	am				Le	nd	zo	nd
Leguminosae	<i>Enterolobium maximum</i>	Ducke	2	am				Le	nd	zo	nd
Leguminosae	<i>Erythrina fusca</i>	Lour.	3	am				ou	> 1,5	zo	nd
Leguminosae	<i>Erythrina velutina</i>	Willd.	7	am				ou	> 1,5	zo	in
Leguminosae	<i>Exostyles venusta</i>	Schott	1	am			ra	nd	< 1,5	zo	nd
Leguminosae	<i>Goniorrhachis marginata</i>	Taub	1	am				nd	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Hymenaea courbaril</i>	L.	24	am				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Hymenaea latifolia</i>	Hayne	1	am				Le	nd	zo	nd
Leguminosae	<i>Hymenaea martiana</i>	Hayne	8	am				Le	nd	zo	nd
Leguminosae	<i>Hymenaea rubriflora</i>	Ducke	5	fb				Le	nd	zo	to
Leguminosae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Mart. ex Hayne	1	am			in	Le	> 1,5	zo	in

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Leguminosae	<i>Hymenolobium alagoanum</i>	Ducke	2	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Hymenolobium janeirense</i>	Kulm	1	fb				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Hymenolobium modestum</i>	Ducke	1	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Inga bahiensis</i>	Benth.	7	am				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Inga bollandii</i>	Sprague Sandwith	3	fb				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Inga capitata</i>	Desv.	11	am				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Inga ciliata</i>	C. Presl	1	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Inga dysantha</i>	Benth	8	am				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Inga edulis</i>	Mart.	6	am				Le	> 1,5	zo	in
Leguminosae	<i>Inga flagelliformis</i>	(Vell.) Mart.	6	am				Le	nd	zo	nd
Leguminosae	<i>Inga ingoides</i>	(Rich.) Willd.	4	am				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Inga marginata</i>	Willd.	15	am				Le	> 1,5	zo	in
Leguminosae	<i>Inga sessilis</i>	(Vell.) Mart.	1	am				Le	< 1,5	nd	to
Leguminosae	<i>Inga spuria</i>	Humb. & Bonpl. ex Willd.	2	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Inga stipularis</i>	DC.	1	am				Le	> 1,5	zo	nd
Leguminosae	<i>Inga striata</i>	Benth	1	am				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Inga subnuda</i>	Salzm. ex Benth.	1	fb				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Inga thibaudiana</i>	DC. ssp. thibaudiana	19	am				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Machaerium acutifolium</i>	Vogel	9	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Machaerium hirtum</i>	(Vell.)Stellfeld	23	am			in	Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Macrosamanea pedicellaris</i>	(DC.) Kleinhoonte	30	am				Le	> 1,5	ab	nd
Leguminosae	<i>Melanoxylon brauna</i>	Schott	1	am	vu			nd	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Mimosa bimucronata</i>	Kuntze	1	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Benth.	2	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Myroxylon peruiferum</i>	L.f.	3	am				Le	> 1,5	ab	in
Leguminosae	<i>Ormosia bahiensis</i>	Monachino	2	am				nd	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Ormosia nitida</i>	Vog.	3	fb				Le	< 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Parkia pendula</i>	(Willd.) Benth. Ex. Walpers.	23	am				Le	> 1,5	zo	nd
Leguminosae	<i>Parkia platycephala</i>	Benth.	1	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Peltogyne recifensis</i>	Ducke	3	cp				nd	nd	zo	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Leguminosae	<i>Peltophorum dubium</i>	(Spreng.) Taub.	2	am				Le	> 1,5	ab	in
Leguminosae	<i>Piptadenia moniliformis</i>	Benth.	2	am				Le	> 1,5	ab	to
Leguminosae	<i>Piptadenia peregrina</i>	(L.) Benth.	2	am				Le	< 1,5	ab	in
Leguminosae	<i>Pithecellobium avaremotemo</i>	Mart.	4	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i>	(Roxb.) Benth.	2	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Pithecellobium foliolosum</i>	Benth.	5	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Pithecellobium saman</i>	(Jacq.) Benth.	7	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Plathymenia reticulata</i>	Benth.	16	am				nd	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Platymiscium floribundum</i>	Vog.	2	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Poecilanthe falcata</i>	(Vell.) Heringer	1	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Pterocarpus ancylocalyx</i>	Benth.	1	am				Le	> 1,5	ab	nd
Leguminosae	<i>Pterocarpus violaceus</i>	Vogel	21	am				Le	> 1,5	ab	in
Leguminosae	<i>Samanea tubulosa</i>	(Benth.) Barneby & J.W.Grimes	7	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Schizolobium amazonicum</i>	Huber ex Ducke	1	am				nd	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Sclerolobium densiflorum</i>	Benth.	25	fn				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Senna australis</i>	(Vell.) H.S. Irwin & Barneby	1	am				nd	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Senna georgica</i>	H.S. Irwin & Barneby	14	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Senna lechriosperma</i>	H.S. Irwin & Barneby	5	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Senna pendula</i>	(Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	5	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Senna quinquangulata</i>	(Rich.) H.S. Irwin & Barneby	9	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Senna splendida</i>	(Vogel) H.S. Irwin & Barneby	7	am				Le	nd	ab	nd
Leguminosae	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	(Willd.) Hochr.	26	am				Le	> 1,5	zo	in
Leguminosae	<i>Swartzia alterna</i>	Benth.	1	am				Le	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Swartzia apetala</i>	Raddi	2	am			in	Le	nd	zo	nd
Leguminosae	<i>Swartzia flaemingii</i>	Raddi	2	am				Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Swartzia macrostachya</i>	Benth.	9	am			in	Le	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Swartzia pickelii</i>	Killip. ex Ducke	12	cp			in	Le	nd	nd	to
Leguminosae	<i>Tamarindus indica</i>	L.	2	am				nd	nd	nd	nd
Leguminosae	<i>Tephrosia noctiflora</i>	Bojer ex Baker	1	am				nd	nd	nd	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Leguminosae	<i>Zollernia ilicifolia</i>	(Brongn.) Vogel	3	am				ou	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Zollernia latifolia</i>	Benth.	2	fb				ou	nd	nd	to
Leguminosae	<i>Zollernia paraensis</i>	Huber	14	am				ou	> 1,5	zo	to
Leguminosae	<i>Zygia cauliflora</i>	(Willd.) Britton & Killip	4	am				Le	> 1,5	nd	nd
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crispa</i>	A.Juss.	2	am				dr	< 1,5	zo	in
Malpighiaceae	<i>Byrsonima cydoniifolia</i>	A. Juss.	2	am				dr	nd	nd	nd
Malpighiaceae	<i>Byrsonima gardneriana</i>	A. Juss.	10	am				dr	nd	zo	in
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i>	DC.	65	am		pe		dr	< 1,5	zo	in
Malpighiaceae	<i>Byrsonima stipulacea</i>	A. Juss.	27	am				dr	> 1,5	zo	nd
Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Rich. Ex Juss.	6	am				dr	> 1,5	zo	nd
Malvaceae	<i>Gossypium barbadense</i>	L.	3	am				nd	nd	nd	nd
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	D.Don.	5	am				nd	nd	nd	nd
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i>	DC.	26	am				ba	> 1,5	zo	in
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	Triana	14	am				ba	nd	zo	nd
Melastomataceae	<i>Miconia amacurensis</i>	Wurdack	3	am				ba	< 1,5	zo	in
Melastomataceae	<i>Miconia benthamiana</i>	Triana	2	am				ba	nd	nd	nd
Melastomataceae	<i>Miconia calvescens</i>	(Schr. Et. Mart. ex DC.) DC.	16	am				ba	< 1,5	zo	in
Melastomataceae	<i>Miconia candolleana</i>	Triana	1	am				ba	nd	nd	nd
Melastomataceae	<i>Miconia cuspidata</i>	(Mart.) Naudin	1	am				ba	< 1,5	zo	in
Melastomataceae	<i>Miconia francavillana</i>	Cogn.	2	am				ba	< 1,5	zo	in
Melastomataceae	<i>Miconia hypoleuca</i>	(Benth.) Triana	25	am				ba	nd	nd	nd
Melastomataceae	<i>Miconia lepidota</i>	DC.	1	am				ba	< 1,5	nd	nd
Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i>	Naud	2	am				ba	nd	zo	nd
Melastomataceae	<i>Miconia lurida</i>	Cogn.	1	fn				ba	nd	nd	nd
Melastomataceae	<i>Miconia macrophylla</i>	(Pav. ex D. Don) Triana	1	am				ba	< 1,5	zo	in
Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i>	(Bonpl.) DC.	35	am				ba	< 1,5	zo	in
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i>	(SW) DC.	36	am				ba	< 1,5	zo	in
Melastomataceae	<i>Tibouchina fissinervia</i>	Cogn.	1	am				nd	nd	nd	nd
Melastomataceae	<i>Tibouchina grandifolia</i>	Cogn.	1	am				nd	nd	ab	nd
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	(Vell.) Mart.	1	am			in	ca	nd	nd	in

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Meliaceae	<i>Cedrella odorata</i>	L.	1	am				ca	> 1,5	nd	in
Meliaceae	<i>Guarea trichilioides</i>	L.	15	am				ca	> 1,5	zo	to
Meliaceae	<i>Trichilia cathartica</i>	Mart.	1	am				nd	nd	nd	nd
Meliaceae	<i>Trichilia lepidota</i>	Mart.	6	am		vu	ra	ca	> 1,5	zo	to
Meliaceae	<i>Trichilia quadrijuga</i>	Kunth.	1	am				ca	nd	nd	nd
Meliaceae	<i>Trichilia ramalhoi</i>	Rizzini	1	fb				ca	> 1,5	zo	nd
Meliaceae	<i>Trichilia silvatica</i>	DC.	1	fb		vu	ra	ca	> 1,5	nd	nd
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	Aubl.	30	am				ou	nd	zo	nd
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i>	(Parkinson) Fosberg	1	am				nd	nd	nd	nd
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	L.	6	am				ou	nd	nd	nd
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Trécul	1	am				ou	nd	zo	nd
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i>	(Aubl.) Huber	27	am				ou	> 1,5	zo	in
Moraceae	<i>Brosimum guianensis</i>	Ruiz & Pav.	8	am				ou	> 1,5	zo	in
Moraceae	<i>Brosimum paraense</i>	Huber	16	am				ou	> 1,5	zo	in
Moraceae	<i>Brosimum potabile</i>	Ducke	1	am				ou	nd	nd	nd
Moraceae	<i>Chlorophora tinctoria</i>	(L.) Gaud.	2	am				nd	> 1,5	zo	in
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	Ruiz & Pav.	9	am				nd	> 1,5	zo	to
Moraceae	<i>Ficus gomelleira</i>	Kunth & C.D.Bouché	2	am				ou	nd	zo	nd
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i>	Chodat	5	am				ou	nd	nd	nd
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	L.F.	1	am				ou	nd	zo	in
Moraceae	<i>Ficus retusa</i>	L.	1	am				ou	nd	zo	nd
Moraceae	<i>Ficus trigonata</i>	L.	1	am				ou	> 1,5	zo	in
Moraceae	<i>Helicostylis tomentosa</i>	(Popp. et. Endl.) Rusby	32	am				ou	> 1,5	zo	to
Moraceae	<i>Sorocea ilicifolia</i>	Miq.	28	am				nd	< 1,5	zo	to
Myristicaceae	<i>Virola gardneri</i>	(A . DC.) Warb.	19	am				ca	> 1,5	zo	to
Myrsinaceae	<i>Cybianthus detergens</i>	Mart.	1	am				dr	nd	nd	nd
Myrsinaceae	<i>Myrsine ovalifolia</i>	D. Dietr.	1	fn				dr	< 1,5	zo	in
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	Mart.	1	am				dr	< 1,5	zo	in
Myrsinaceae	<i>Myrsine venosa</i>	A. DC.	2	fb				dr	< 1,5	zo	in
Myrsinaceae	<i>Rapanea guianensis</i>	Aubl.	17	am				dr	< 1,5	zo	in

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Myrtaceae	<i>Calyptanthus dardanoi</i>	Mattos	2	fn				nd	< 1,5	zo	to
Myrtaceae	<i>Campomanesia aromatica</i>	(Aubl.) Griseb.	1	am				ba	nd	zo	in
Myrtaceae	<i>Campomanesia dichotoma</i>	(O. Berg) Mattos	8	fb				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Eugenia glomerata</i>	Spring	2	am				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Eugenia hirta</i>	O. Berg	1	fn				ba	< 1,5	zo	to
Myrtaceae	<i>Eugenia hyemalis</i>	Cambess.	1	am				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Eugenia lambertiana</i>	DC.	1	am				ba	< 1,5	zo	to
Myrtaceae	<i>Eugenia prosoneura</i>	O. Berg	1	am				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Eugenia pseudopsidium</i>	Jacquin	1	am				ba	> 1,5	zo	to
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i>	(Kunth) DC.	5	am				ba	< 1,5	zo	to
Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	Cambess.	1	am				ba	nd	zo	nd
Myrtaceae	<i>Eugenia recurvata</i>	O. Berg	1	cp				ba	< 1,5	zo	to
Myrtaceae	<i>Gomidesia martiana</i>	Berg	1	fb				nd	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Gomidesia spectabilis</i>	(DC.) Berg	1	fb				nd	> 1,5	nd	nd
Myrtaceae	<i>Myrcia alagoensis</i>	Berg	5	fn				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Myrcia bergiana</i>	Berg.	5	fn				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Myrcia citrifolia</i>	(Aubl.) Urb.	1	am				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Myrcia crassifolia</i>	(Miq.) Kiaersk.	2	am				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	(A. Rich.) DC.	7	am				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Myrcia hatschbachii</i>	D. Legrand	1	am				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Myrcia hirtiflora</i>	DC.	2	fn				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Myrcia jacobinensis</i>		1	fn				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Myrcia lundiana</i>	Kiaersk.	1	fb				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Myrcia multiflora</i>	(Lam.) DC.	4	am				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Myrcia rostrata</i>	DC.	3	am				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Myrcia rotundifolia</i>	(O. Berg) Kiaersk.	1	cp				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Myrcia silvatica</i>	(G. Meyer) DC. - Barb. Rodr.	24	am				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i>	(Meyr.)DC.	12	am				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i>	(Aubl.) DC.	6	am				ba	< 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i>	(West. ex Willd.)Berg.	1	am				ba	nd	nd	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Myrtaceae	<i>Pseudocaryophyllus platyphyllus</i>	<i>platyphyllus</i> Burret	2	am				nd	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i>	Sabine	1	am				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Psidium firmum</i>	O. Berg in Mart.	1	am				ba	< 1,5	nd	nd
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	L.	1	am				ba	nd	nd	nd
Myrtaceae	<i>Psidium guianense</i>	Pers.	5	am				ba	> 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i>	Sw.	1	am				ba	> 1,5	zo	in
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i>	(L.) Skeels	2	am				ba	nd	nd	nd
Nictaginaceae	<i>Guapira noxia</i>	(Netto) Lundell	1	am				dr	nd	zo	to
Nictaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	(Vell.) Reitz.	16	am				dr	< 1,5	zo	to
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	L.	1	am				nd	nd	nd	nd
Nyctaginaceae	<i>Pisonia cordifolia</i>	Mart.	4	cp				nd	nd	nd	nd
Nyctaginaceae	<i>Pisonia subcordata</i>	Sw.	2	am				nd	nd	nd	nd
Ochnaceae	<i>Ouratea blanchetiana</i>	(Planch.) Engl.	1	am				dr	< 1,5	zo	to
Ochnaceae	<i>Ouratea castaneifolia</i>	(DC.) Engler	2	am				dr	nd	zo	nd
Ochnaceae	<i>Ouratea crassa</i>	Tiegh.	1	fn				dr	nd	nd	nd
Ochnaceae	<i>Ouratea crassifolia</i>	(Pohl) Engl. in Mart.	1	am				dr	< 1,5	zo	to
Ochnaceae	<i>Ouratea cuspidata</i>	(A. St. Hil.) Engl.	1	am				dr	< 1,5	zo	to
Ochnaceae	<i>Ouratea fieldingiana</i>	(Gardn.) Engl.	3	am				dr	< 1,5	zo	to
Ochnaceae	<i>Ouratea nitida</i>	Aubl.	5	am				dr	nd	nd	nd
Ochnaceae	<i>Ouratea Polygyna</i>	Engler	1	am				dr	nd	nd	to
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	Aubl.	1	am				dr	> 1,5	zo	to
Olacaceae	<i>Schoepfia obliquifolia</i>	Turcz.	5	am				dr	< 1,5	zo	nd
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	L.	8	am				dr	> 1,5	zo	to
Phytolaccaceae	<i>Gallesia gorazema</i>	Checar	2	fb				ou	> 1,5	ab	in
Piperaceae	<i>Piper marginatum</i>	(H.B.K.)C.DC.	11	am				dr	nd	zo	nd
Polygonaceae	<i>Coccoloba cordifolia</i>	Meisn.	2	cp				ou	< 1,5	zo	in
Polygonaceae	<i>Coccoloba guianensis</i>	Meisn.	1	am				ou	< 1,5	zo	in
Polygonaceae	<i>Coccoloba latifolia</i>	Lam.	3	am				ou	< 1,5	zo	nd
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i>	Casar.	31	am				ou	< 1,5	zo	in
Polygonaceae	<i>Coccoloba scandens</i>	Casar.	1	am				ou	nd	nd	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Polygonaceae	<i>Triplaris gardneriana</i>	Wedd.	2	am				ou	< 1,5	ab	in
Polygonaceae	<i>Triplaris pachau</i>	Mart.	1	am				ou	nd	ab	nd
Proteaceae	<i>Roupala cearaensis</i>	Sleumer	9	am				ou	nd	ab	nd
Proteaceae	<i>Roupala rhombifolia</i>	Mart.ex. Meisn.	5	am				ou	nd	nd	nd
Quiinaceae	<i>Quiina Paraensis</i>	Pires et. Fróes	1	am				nd	nd	nd	nd
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	Reissek	1	am				nd	nd	zo	in
Rhamnaceae	<i>Strychnos parvifolia</i>	A. DC.	4	am				nd	> 1,5	zo	in
Rhamnaceae	<i>Zizyphus joazeiro</i>	Mart.	14	am				dr	> 1,5	nd	in
Rizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	L.	9	am				ba	> 1,5	ab	nd
Rubiaceae	<i>Alibertia myrciifolia</i>	Spruce ex K. Schum.	1	am				ba	nd	nd	in
Rubiaceae	<i>Alseis floribunda</i>	Schott	11	am				ca	nd	ab	nd
Rubiaceae	<i>Alseis pickelii</i>	Pilger & Schmale	3	fb				ca	nd	nd	in
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Benth.	1	am				ca	< 1,5	ab	nd
Rubiaceae	<i>Chomelia obtusa</i>	Cham. et. Schlechter	3	am				nd	nd	nd	nd
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i>	(Jaqc.) K.Schum.	13	am				nd	nd	ab	nd
Rubiaceae	<i>Faramea salicifolia</i>	C. Presl	2	am				dr	< 1,5	zo	to
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	L.	8	am				ba	> 1,5	zo	to
Rubiaceae	<i>Guettarda angelica</i>	Mart.ex.M.Arg.	2	am				dr	< 1,5	zo	to
Rubiaceae	<i>Guettarda grazielae</i>		1	cp				dr	< 1,5	zo	to
Rubiaceae	<i>Guettarda platypoda</i>	DC.	15	am				dr	< 1,5	zo	to
Rubiaceae	<i>Guettarda sericea</i>	Muell. Arg.	1	am				dr	nd	nd	to
Rubiaceae	<i>Palicourea aenofusca</i>	(Müll. Arg.) Standl.	3	fn				dr	nd	zo	nd
Rubiaceae	<i>Posoqueria grandiflora</i>	<i>grandiflora</i> Standl.	1	am				ba	nd	nd	nd
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i>	(Rudge) R. & S.	25	am				ba	> 1,5	zo	in
Rubiaceae	<i>Posoqueria longiflora</i>	Aubl.	5	am				ba	nd	nd	nd
Rubiaceae	<i>Psychotria sessilis</i>	(Vell.) Müll. Arg.	7	am				dr	< 1,5	zo	to
Rubiaceae	<i>Randia spinosa</i>	(Thunb.) Poir.	2	am			in	ba	> 1,5	zo	in
Rubiaceae	<i>Tocoyena brasiliensis</i>	Mart.	5	am				ba	nd	nd	nd
Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	(C & S.) Schum	4	am				ba	nd	zo	nd
Rutaceae	<i>Conchocarpus heterophyllus</i>	(St.-Hil) Kallunki & Pirani	1	am				nd	nd	nd	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Rutaceae	<i>Conchocarpus insignis</i>	Pirani	1	fb				nd	nd	nd	nd
Rutaceae	<i>Esenbeckia febrifuga</i>	(A.St.Hill)A.Juss.	1	am				ca	nd	ab	nd
Rutaceae	<i>Esenbeckia grandiflora</i>	Mart.	11	am			in	ca	nd	nd	nd
Rutaceae	<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	Engl.	1	am				ca	nd	nd	nd
Rutaceae	<i>Hortia arborea</i>	Engl.	4	fb		pe		ba	> 1,5	zo	to
Rutaceae	<i>Metrodorea nigra</i>	A. St.-Hil.	1	fb				ca	nd	nd	nd
rutaceae	<i>Pilocarpus spicatus</i>	A.St.-Hill.	2	am			ra	nd	nd	nd	nd
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Lam.	4	am				ca	nd	nd	nd
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	(L.) Sarg.	1	am				ca	< 1,5	zo	in
Rutaceae	<i>Zanthoxylum monogynum</i>	A.St.-Hil.	2	am				ca	nd	nd	nd
Rutaceae	<i>Zanthoxylum petiolare</i>	A. St.-Hil. & Tul.	6	am				ca	nd	nd	in
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Lam.	13	am				ca	< 1,5	zo	in
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rugosum</i>	A.St. Hil. & Tul.	1	fn				ca	nd	nd	nd
Rutaceae	<i>Zanthoxylum stelligerum</i>	Turcz.	1	am				ca	< 1,5	zo	in
Rutaceae	<i>Zanthoxylum syncarpum</i>	Tul.	3	am				ca	nd	nd	nd
Sapindaceae	<i>Allophylus laevigatus</i>	(Turcz) Radlk.	1	am				dr	nd	zo	in
Sapindaceae	<i>Allophylus puberulus</i>	Raldk	2	am				dr	nd	zo	in
Sapindaceae	<i>Allophylus semidentatus</i>	Radlk.	3	am				dr	nd	zo	to
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i>	Camb.	2	am				ca	nd	zo	nd
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i>	Mart.	9	am				ca	< 1,5	zo	to
Sapindaceae	<i>Cupania racemosa</i>	(Vell.) Radlk.	16	am				ca	< 1,5	zo	to
Sapindaceae	<i>Cupania revoluta</i>	Radlk.	29	am				ca	< 1,5	zo	to
Sapindaceae	<i>Dilodendron bipinnatum</i>	Radlk.	5	am				nd	nd	nd	nd
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i>	Aublet.	1	am				nd	nd	nd	nd
Sapindaceae	<i>Matayba purgans</i>	(Poepp.) Radlk.	2	am				nd	nd	nd	nd
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	L.	8	am				dr	< 1,5	zo	to
Sapindaceae	<i>Talisia acutifolia</i>	Radlk.	1	am				ba	nd	nd	nd
Sapindaceae	<i>Talisia elephantipes</i>	Sandwith & Tutin	2	am				ba	nd	nd	nd
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i>	Radlk.	7	am				ba	> 1,5	zo	in
Sapindaceae	<i>Talisia macrophylla</i>	Mart.	2	am				ba	> 1,5	zo	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Sapindaceae	<i>Talisia obovata</i>	A.C. Sm.	1	am				ba	nd	nd	nd
Sapotaceae	<i>Bumelia obtusifolia</i>	Humb. ex Roem. & Schult.	2	am				dr	nd	zo	nd
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i>	L.	1	am				ba	nd	nd	nd
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	Mart.	1	fb			ra	ba	> 1,5	nd	nd
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum splendens</i>	Mart.	2	fb			vu	ba	> 1,5	zo	to
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum Viride</i>	Mart. & Eichl.	1	fb			in	ba	nd	nd	nd
Sapotaceae	<i>Manilkara dardanoi</i>	Ducke	1	fb			pe	ba	nd	nd	nd
Sapotaceae	<i>Manilkara rufula</i>	(Miq.) H.J. Lam	7	am			ra	ba	> 1,5	zo	to
Sapotaceae	<i>Manilkara salzmannii</i>	(A.DC.) H.J.Lam	20	am				ba	nd	nd	in
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	(L.) P. Royen	4	am				ba	nd	nd	nd
Sapotaceae	<i>Micropholis compta</i>	Pierre	1	fb			vu	ba	> 1,5	zo	to
Sapotaceae	<i>Micropholis gardneriana</i>	(A. DC.) Pierre	1	am				ba	nd	nd	nd
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i>	(Mart. & Eichler) Pierre	1	am				ba	nd	nd	nd
Sapotaceae	<i>Pouteria coriacea</i>	(Pierre) Pierre	1	am				ba	> 1,5	zo	to
Sapotaceae	<i>Pouteria peduncularis</i>	(Mart.&Eichl.) Baehni	3	fn			pe	ba	> 1,5	zo	to
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	reticulata (Engl.) Eyma	1	am			in	ba	nd	nd	nd
Sapotaceae	<i>Pouteria scytalophora</i>	Eyma	8	am				ba	> 1,5	zo	to
Sapotaceae	<i>Pradosia glycyphloea</i>	(Casar.) Liais	4	am				dr	nd	nd	to
Sapotaceae	<i>Pradosia lactescens</i>	(Vell.) Radlk.	6	am				dr	> 1,5	nd	to
Sapotaceae	<i>Radlkoferella grandiflora</i>	(A. DC.) Pierre	5	am			ra	ba	> 1,5	zo	to
Simaroubaceae	<i>Simaba cuneata</i>	A.St.-Hil. & Tul.	5	am				nd	< 1,5	zo	nd
Simaroubaceae	<i>Simaba ferruginea</i>	A. St.-Hil.	1	fn				nd	nd	nd	nd
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Aubl.	45	am				dr	< 1,5	zo	in
Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i>	Dunal	1	am				nd	nd	nd	nd
Solanaceae	<i>Solanum caavurana</i>	Vell.	1	am				nd	< 1,5	zo	in
Solonaceae	<i>Brunfelsia uniflora</i>	(Pohl.) D.Bom.	4	am				ba	> 1,5	zo	in
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Lam.	35	am				ca	< 1,5	zo	in
Tiliaceae	<i>Apeiba tibourbou</i>	Aubl.	43	am				ca	> 1,5	zo	nd
Tiliaceae	<i>Christiana africana</i>	DC.	9	am				ou	nd	nd	nd
Tiliaceae	<i>Corchorus hirtus</i>	L.	17	am				ca	> 1,5	nd	nd

Família	Espécies	Autor	POP	DI	IB	SP	IU	FR	TM	DP	NR
Tiliaceae	<i>Luehea ochrophylla</i>	Mart.	15	am				ca	nd	ab	nd
Tiliaceae	<i>Luehea paniculata</i>	Mart.	11	am				ca	nd	ab	nd
Tiliaceae	<i>Luehea speciosa</i>	Willd.	8	am				ca	> 1,5	ab	nd
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	(L.) Blume	37	am				dr	< 1,5	zo	in
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	(L.) Gaudich. ex Wedd.	2	am				nd	nd	zo	nd
Verbenaceae	<i>Aegiphila chrysantha</i>	Hayek	1	am				dr	nd	nd	in
Verbenaceae	<i>Aegiphila pernambucensis</i>	Moldenke	17	am				dr	nd	nd	nd
Verbenaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i>	Cham.	19	am				dr	< 1,5	zo	in
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i>	(Ruiz & Pav.) A. Juss.	1	am				nd	nd	nd	nd
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Cham.	11	am				nd	nd	nd	nd
Verbenaceae	<i>Citharexylum pernambucense</i>	Moldenke	2	cp				nd	nd	nd	nd
Verbenaceae	<i>Vitex capitata</i>	Vahl.	1	am				nd	nd	nd	nd
Verbenaceae	<i>Vitex cymosa</i>	Bertero ex Spreng.	1	am				dr	> 1,5	zo	in
Verbenaceae	<i>Vitex polygama</i>	Cham.	1	am				dr	> 1,5	zo	in
Verbenaceae	<i>Vitex rufescens</i>	Juss.	5	am				dr	> 1,5	zo	in
Verbenaceae	<i>Vitex triflora</i>	Vahl	1	am				dr	nd	nd	nd
Violaceae	<i>Paypayrola blanchetiana</i>	Tull.	21	fb				ca	nd	ab	nd
Violaceae	<i>Paypayrola grandiflora</i>	Tul.	1	am				ca	nd	ab	nd
Violaceae	<i>Rinorea guianensis</i>	Aubl.	3	am				ca	nd	ab	nd
Vochysiaceae	<i>Qualea cordata</i>	(Mart.) Spreng.	1	am				ca	nd	nd	nd
Vochysiaceae	<i>Qualea cryptantha</i>	(Spreng.) Warming.	2	am				ca	nd	nd	nd
Vochysiaceae	<i>Qualea glaziovii</i>	Warm.	1	fb				ca	nd	nd	nd
Vochysiaceae	<i>Vochysia oblongifolia</i>	Warm.	5	fn				ca	nd	nd	nd
Vochysiaceae	<i>Vochysia thyrsoidea</i>	Pohl	1	am				ca	nd	ab	nd

ANEXO 2 – Normas

Diversity and Distributions

A Journal of Conservation Biogeography

Edited by:

David M. Richardson

ISI Journal Citation Reports® Ranking: 2004: 5/24 (Biodiversity Conservation); 32/107

(Ecology)

Impact Factor: 2.109

Author Guidelines

Average time between receipt of manuscript and editorial decision is now 39 days!

Diversity and Distributions has five main categories of articles: -

1. Biodiversions. These are editorial items solicited directly by the Editor. Unsolicited material will not normally be considered. If you have an idea for such a contribution (up to 2000 words), please contact the Editor, who will provide you with the necessary guidance for submission.

2. Biodiversity Viewpoints. This section contains short essays (usually up to 3000 words) considering biodiversity from a particular disciplinary, regional, political, or other standpoint. If you would like to contribute such an essay, please contact the Editor outlining the distinctive character of your proposed essay, its length, the number of references, and the character of any illustrations to be used.

3. Biodiversity Reviews and Research. This is the core section of the journal and presents research or review articles up to 5000 words in length, but preferably shorter. Tables should not be overlong and complicated. The Editor reserves the right to publish long tables and appendices on the journal's website, rather than in the printed version. Such a decision will only be taken after consultation with the author. A short running title should be provided. A brief, informative Abstract of no more than 300 words must be provided, ending with a list of up to six key words or phrases, arranged in alphabetical order. Three different weights of headings are available: authors should indicate the relative importance of a heading by the use of ringed capital letters. *i.e.*, (A) for main headings; (B) for secondary headings; and, (C) for tertiary headings. The correct nomenclatural authorities for all taxa must be given on the first appearance in the text, in Tables, and in the captions to Figures, unless a general reference to a standard source is provided at an appropriate place in the manuscript.

4. Biodiversity Letters. This section presents short items (normally less than 1000 words) of general news interest with respect to biodiversity, conferences or events, computer hardware and software developments, films and videos, the law, and political debates. Brief letters to the editor are also most welcome. Lively titles are encouraged, and material should be as topical as possible.

5. Bibliodiversions. This is the book review section, and it is dealt with by our book review editor. Books for review, and suggestions for review, should be sent directly to Dr. Richard Field.

Manuscript preparation and submission. Authors should submit manuscripts by email. Hard copy submissions are no longer accepted. The submission should include: 1) ONE Word (.doc or .rtf) file with all text, references, tables, figure captions and appendices. Please number lines (use the "page setup" function, go to "layout" and select "continuous")

2) ONE PDF (.pdf) file containing the entire manuscript, including all text and all figures. Important!: This file should not exceed 1MB in size (referees do not like receiving big files) The manuscript should be double-spaced, with ample margins. The first page should bear the title of the contribution, the name(s) of the author(s), the *complete* address, including post, zip, and box code and e-mail address of the institution where the work was carried out. The full postal *and email* address of the author with whom the Editor can correspond must also be indicated, as well as the present address of any author if different from the place where the work was carried out.

Contributing authors are requested to submit, at the time of submission of their manuscripts, a list of at least five persons that they consider well qualified to review the submitted work (e-mail addresses should be included). The list should NOT include any current or recent collaborators in work that is closely related to the topic of the submitted paper, or any persons within the same organization as any of the authors of the submitted work.

All enquiries should be directed to:

David M. Richardson
Professor
Centre for Invasion Biology (CIB)
Science Faculty
University of Stellenbosch
Private Bag X1
Matieland 7602
South Africa

Tel: +2782 902-9024

Fax: +2721 808-2995

E-mail: rich@sun.ac.za

CIB website: www.sun.ac.za/cib

Pages and lines should be numbered to aid cross-referencing (in MSWord, go to “Page Setup” then “Layout”; select “Line numbers”; click on “Add line numbers” and select “continuous”).

Only papers written in English will be accepted. The journal cannot provide detailed editing of manuscripts to correct English. Where necessary, authors should have their manuscripts checked by a native English speaker *before* submitting their work.

Abbreviations and units. SI units (metre, kilogram, etc.) are essential. Statistics and measurements should be given in figures, i.e. 10⁺mm, except where the number begins the paragraph. When the number does *not* refer to a unit of measurement, it is spelt out, except where the number is greater than 10.

Tables, figures, maps and illustrations. Tables must be typed on separate sheets and numbered consecutively with Arabic numerals. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. Maps that display area data and organism distribution at a continental, hemispheric, or world scale must always use an equal-area map projection (e.g., Mollweide or Aitoff's). Note especially that Mercator's projection is not acceptable for such data. Please indicate the precise projection employed in the caption. On these maps, the equatorial scale should be indicated, while scale information should be provided, preferably as a scale bar within the figure, for all maps of whatever size and area.

All illustrations (including photographs) are classified as figures and should be numbered consecutively (Fig. 1, Fig. 2, etc.).

We would like to receive your artwork in electronic form. Please **do not** embed figures in your Word document. Save vector graphics (line art) in Encapsulated Postscript format (.eps) or Tagged Image File format (.tif), and bitmap files (half-tones/photographs) in .tif format at 800 d.p.i. (at reproduction size). Combination figures can be saved in either .eps or .tif format. Colour artwork should be saved in CMYK rather than RGB. Full artwork guidelines are given on the publisher's website <http://www.blackwellpublishing.com/authors/digill.asp>. Note that your paper will go through production more quickly if the figures do not have to be relabelled or redrawn. Please ensure that electronic artwork is prepared such that, after reduction to fit across one or two columns or two-thirds width (65†mm, 136†mm or 110†mm, respectively) as required, all lettering will be clear and easy to read, i.e. no labels should be too large or too small. Avoid using tints if possible; if they are essential to the understanding of the figure, try to make them coarse. Always enclose hard copies of electronic figures; we can scan these if the electronic file is not of high enough quality for reproduction. **Original drawings or photographs, where possible, should be supplied for reproduction.** When submitting hard copy figures the author's name and figure number should be written in pencil on the back. Bar scales for maps and photographs are preferred to numerical scales and *must* be given on such items. Each figure should have a legend which makes the material completely understandable without reference to the text.

Please do not send electronic figures until you are asked for them (following acceptance of the manuscript).

If there is colour artwork in your manuscript when it is accepted for publication, Blackwell Publishing require you to complete and return a Colourwork Agreement Form before your paper can be published. This form can be downloaded as a PDF from the Internet. The web address for the form is: http://www.blackwellpublishing.com/pdf/SN_Sub2000_F_CoW.pdf. If you are unable to access the Internet, or are unable to download the form, please contact the Production Editor: ddi@oxon.blackwellpublishing.com, who will be able to email or FAX a form to you.

Once completed, please return the form to the Production Editor at the address below:

Production Editor
Diversity and Distributions
Blackwell Publishing
101 George Street
Edinburgh, EH2 3ES, UK.
FAX: +44 131 226 3803

Any article received by Blackwell Publishing with colour work will not be published until the form has been returned.

Under exceptional circumstances, authors may request the above charges to be waived. This must be done, in writing, at the time of submission of the manuscript, and authors must justify to the Editor that inclusion of the figure(s) in colour is essential for interpretation of the results presented. If authors wish to apply for funds to cover the costs of colour printing, the Editor will provide relevant support letters to funding bodies, indicating acceptance of the paper.

Note that we offer a free Colour on the Web option whereby authors can have figures printed in black and white in the journal but in colour in the online version, free of charge.

Exclusive Licence Form. Authors will be required to sign an Exclusive Licence Form (ELF) for all papers accepted for publication. Signature of the ELF is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production unless a signed form has been received. Please note that signature of the Exclusive Licence Form does not affect ownership of copyright in the material. (Government employees need to complete the Author Warranty sections, although copyright in such cases does not need to be assigned). After submission authors will retain the

right to publish their paper in various medium/circumstances (please see the form for further details). To assist authors an appropriate form will be supplied by the editorial office. Alternatively, authors may like to download a copy of the form [here](#).

Online Open. OnlineOpen is a pay-to-publish service from Blackwell that offers authors whose papers are accepted for publication the opportunity to pay up-front for their manuscript to become open access (i.e. free for all to view and download) via the Blackwell Synergy website. Each OnlineOpen article will be subject to a one-off fee of £1250 (equivalent to \$2500) to be met by or on behalf of the Author in advance of publication. Upon online publication, the article (both full-text and PDF versions) will be available to all for viewing and download free of charge. The print version of the article will also be branded as OnlineOpen and will draw attention to the fact that the paper can be downloaded for free via the Blackwell Synergy service.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the combined payment and copyright licence form available from our website at:
http://www.blackwellpublishing.com/pdf/DDI_OOF.pdf

(Please note this form is for use with OnlineOpen material ONLY.)

Once complete this form should be sent to the Editorial Office along with the rest of the manuscript materials at the time of acceptance or as soon as possible after that (preferably within 24 hours to avoid any delays in processing). Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to.

References. References should be made by giving the author's name with the year of publication in parentheses. When reference is made to a work by three authors or more, only the first name and *et al.* should be given in the citation. All authors' names should be listed in the reference itself. If several papers by the same author and from the same year are cited, a, b, c, etc., should be inserted after the year of publication. References must be listed in alphabetical order and chronological order at the end of the paper in the following standard form:

Cox, C.B. & Moore, P.D. (1999) *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*, 6th edn. Blackwell Science, Oxford.

May, R.M. (1994) The effects of spatial scale on ecological questions and answers. *Large-scale ecology and conservation biology* (ed. by P.J. Edwards, R.M. May and N.R. Webb), pp. 1–17. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Watt, A.S. (1947) Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology*, **35**, 1–22.

Please note that **titles of journals should be written in full**. Unpublished data, works in preparation and papers submitted but not yet accepted may be cited in the text, giving the author's initials and surname, but should *not* be included in the reference list.

Appendices and Supplementary Material. Appendices may be provided for important primary data, which needs to be included in the paper. If, however, these data are very extensive, or if they are of only indirect relevance to the paper, they will normally be made available in an electronic form through the Journal's pages on www.blackwell-synergy.com. Such supplementary material should be referred to in the text as, for example, "see Appendix S1 in Supplementary Material". Authors should then include a 'Supplementary Material' section immediately before their References section, which should be in the following form:

Supplementary material

The following material is available online at www.blackwell-synergy.com/loi/ddi

Appendix S1 Short title of supplementary appendix 1

Appendix S2 Short title of supplementary appendix 2

Only short titles to appendices should be given in this section; full titles can be given with the supplementary material itself. Supplementary files are hosted by the Publisher in the format supplied by the author and are not copy-edited by the Publisher. It is the responsibility of the author to supply supplementary material in an appropriate file format and to ensure that it is accurate and correct. Prior to publication, authors will be sent the URL of their Supplementary Material for them to check linking and content. Extensive editing of material is not possible at this stage and the onus is on the author to ensure that material is sent in a correct form at the time of submission. Note: if authors supply links to their own web sites, Blackwell Publishing is not responsible for the material on these sites.

Oryx - The International Journal of Conservation

Scope

Oryx - The International Journal of Conservation is published quarterly on behalf of Fauna & Flora International, a nonprofit making registered charity dedicated to the promotion of conservation and biodiversity. The journal aims to provide a comprehensive view of the conservation and status of fauna, flora and habitats, and of conservation policy and sustainable use. *Oryx* publishes original papers on all aspects of conservation, particularly material that has the potential to improve conservation management and that enhances understanding of conservation needs.

Readership

The readership is broadly based and global, including conservation professionals, academics specializing in wildlife conservation, government departments, non-governmental conservation organizations, students in conservation-related disciplines and interested members of the general public.

Papers (2,000-7,000 words) and **Short Communications** (<2,000 words) are invited on topics relevant to the journal's focus, including:

- Field research on the status and distribution of threatened species or habitats;
- Reviews of the status and distribution of individual species or taxonomic groups;
- Reviews of conservation policy and legislation at international, national and local levels;
- Planning for species and biodiversity conservation;
- The working of international conservation conventions;
- The nature and results of conservation initiatives, including analytical case studies;
- Research on the sustainable use of wild species;
- The history of conservation, including the role of key people, organizations and initiatives.

Forum papers (up to 7,000 words) aim to promote lively debate about current and controversial issues. Topics are usually identified by the Editors, with short critical responses being commissioned from one or more authors. The Editors also welcome suggestions for suitable topics and contributors.

Submissions Manuscripts (one copy only) should be sent, preferably by e-mail, to the Editor (addresses as below). On the submission form, available on the Oryx web site or from the Editor, the Corresponding Author must confirm that: (1) the submitted manuscript has not been published, or submitted for publication, elsewhere, (2) all authors have read the submitted manuscript and agreed to its submission, and (3) all authors have abided by the Code of Conduct for contributors to Oryx (published in Oryx 35(2), 99-100; included in the Instructions for Contributors on the Oryx web site, and also obtainable from the Editor). Both quantitative and qualitative methodology used in the reported work should be appropriate to the research question and must be clearly described. If there is overlap with other papers, including any in press or in preparation, this should be stated and the papers in question sent to the Editor.

Review and editing Manuscripts are subject to rigorous peer review; the form used for this purpose is on the Oryx web site. Contributors may suggest appropriate reviewers, although these will not necessarily be referred to. For manuscripts with a substantial statistical content, one of the reviewers will be a statistician. In order to minimize reviewing time, manuscripts are normally sent to reviewers electronically. After acceptance, manuscripts may be edited for style and clarity and, unless major changes have been made, such editing will not be seen by the author until the proof stage. Proofs are preferably sent to authors as a Portable Document Format (PDF) file attached to an e-mail note, or otherwise by post. For viewing and printing PDF files Acrobat Reader can be downloaded free of charge from <http://www.adobe.com>. Corrected proofs should be returned to the Editor within 3 days of receipt. Minor corrections can be communicated to the Editor by fax or e-mail. The Editor welcomes contributions to the other sections of the journal (deadlines for the January, April, July and October issues are 1 October, 3 January, 5 April and 15 July, respectively):

Briefly Concise reports (< 175 words) on news of general conservation interest from around the world, based on authoritative published sources, including reputable web sites.

Conservation News Items (<650 words) concerning major recent developments in conservation, or important announcements, other than from published sources.

Letters Substantial and informative contributions (< 650 words) in response to material published in previous issues of the journal.

Publications, Grants and Opportunities and Meetings These sections cover, respectively, book reviews and brief announcements of new publications, news of the availability of grants or funding opportunities, and announcements of relevant meetings. Authors and publishers are invited to send publications to the Editor for potential review.

Preparation of manuscripts

Submissions must be prepared as indicated below. Manuscripts that do not conform to these instructions will be returned to the author for revision before being sent for review. Authors should consult a recent issue of *Oryx* for general style. Contributions should be in English, with British English spelling and terminology, double-spaced, with margins of at least 30 mm. Electronic submissions, in Rich Text, WordPerfect or Word format, are preferred. The cover page should contain the title, a running header of no more than 40 characters, a word count from the abstract to the references inclusive, but not including tables or figure and plate legends, the corresponding author's full mailing address, e-mail address and address at the time the research was carried out, if different, and the names and addresses of additional authors. All pages should be numbered consecutively, and the order of the sections of the manuscript should be: cover page, main text, biographical sketches, tables, figure and plate legends, figures, plates. Short Communications must not have any subheadings within the text.

Title This should be a succinct description of the work, <= 20 words, preferably embodying either the overall conclusions or the aim (e.g., *Dramatic decline of the orang-utan in Sumatra*, rather than *Conservation status of the orang-utan...*).

Abstract This should describe, in 100-250 words, the aims, methods, major findings and conclusions. It should be informative and intelligible without reference to the text, and should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords Up to eight pertinent words or phrases should be provided, in alphabetical order, for literature searching.

References These should be cited in the text as, for example, Hardcastle & Wilson (1996) or (Leadbeater, 1996). For three or more authors use the first author's surname followed by *et al.*. Multiple references should be in chronological order. The reference list should be in alphabetical order following the Harvard author-date system, and article titles and the titles of serial publications should be given in full. The following are examples of house style:

LeBoeuf, B.J., Kenyon, K.W. & Villa-Ramirez, B. (1986) The Caribbean monk seal is extinct. *Marine Mammal Science*, 2, 70-72.

MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1967) *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, USA.

Sutherland, W.J. (ed.) (1998) *Conservation Science and Action*. Blackwell Science, Oxford, UK.

Beck, B.B., Rapaport, L.G. & Stanley Price, M.R. (1994) Reintroduction of captive-born animals. In *Creative Conservation: Interactive Management of Wild and Captive Animals* (eds P.J.S. Olney, G.M. Mace & A.T.C. Feistner), pp. 265-286. Chapman & Hall, London, UK.

Brady, L.D., Huston, K., Jenkins, R.K.B., Kauffmann, J.L.D., Rabearivony, J., Raveloson, G. & Rowcliffe, M. (1996) *UEA Madagascar Expedition '93*. Final Report. Unpublished Report, University of East Anglia, Norwich, UK.

Bowler, M. (1991) *Implications of large predator management on commercial ranchland in Zimbabwe*. MSc thesis, University of Zimbabwe, Zimbabwe.

SABONET (2000) *Southern African Plant Red Data List Project*. <http://www.sabonet.org/reddatalist/index.html> [accessed 14 October 2002].

Biographical sketches This should describe the main research interests of all authors (<150 words), over and above what is obvious from the subject of the manuscript and the authors' affiliations.
Tables These should be self-explanatory and printed on separate sheets, each with an appropriate caption.

Appendices Mathematical or statistical models, lengthy tables, and questionnaires should be placed in Appendices. These may be made available as online-only Appendices on the journal web site, depending on length and the availability of page space. Note that online-only appendices can also include figures and plates, and that these can be in colour.

Figures, maps and plates Guidelines for the preparation of figures, maps and plates are included in the Instructions for Contributors on the *Oryx* web site, and are also obtainable from the Editor.

Nomenclature Where necessary, the basis used for nomenclature of taxa should be indicated in the methodology. The first time a species is mentioned, its scientific name should follow without intervening punctuation: thus, African elephant *Loxodonta africana*. English names should be in lower case throughout except where they incorporate a proper name.

Abbreviations Full expansion should be given at their first mention in the text.

Symbols and units Use the recommended SI units (International System of Units, see the website of Bureau International des Poids et Mesures at <http://www.bipm.org>).

Offprints, page charges and colour figures Contributors receive two free copies of the issue in which their paper is published and 50 free offprints, and may purchase additional copies. No page charges are levied. Colour figures can be published, but only at the author's expense.

Copyright Authors will be asked, upon acceptance of an article, to transfer copyright to the publisher.

These *Instructions for Contributors* (including the *Code of Conduct* and *Guidelines for preparation of Figures and Plates*), and Submission and Reviewing Forms are available on the *Oryx* web site or from:

Editor, *Oryx - The International Journal of Conservation*, Fauna & Flora International, Great Eastern House, Tenison Road, Cambridge CB1 2TT, UK; E-mail: oryx@fauna-flora.org; Fax: +44 (0)1223 461481. *Oryx* web site: <http://uk.cambridge.org/journals/orx>

Oryx is covered by *Biological Abstracts*, *BIOBASE/Current Awareness in Biological Sciences*, *Current Contents*

Agriculture, Biology and Environmental Science, *Science Citation Index*, *SciSearch*, *Research Alert* and *Ecology Abstracts*.