

**Daniel Portela Wanderley de Medeiros**

**Restingas: Aspectos fisionômicos e atributos biológicos em  
um ecossistema adjacente à Floresta Atlântica do Centro  
de Endemismo Pernambuco**

**Recife**

**2009**

**Daniel Portela Wanderley de Medeiros**

**Restingas: Aspectos fisionômicos e atributos biológicos em  
um ecossistema adjacente à Floresta Atlântica do Centro  
de Endemismo Pernambuco**

Tese apresentada ao curso de  
Doutorado em Botânica do Programa  
de Pós-graduação em Botânica da  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco

**Orientadora:** Profa. Dra. Carmen Silvia Zickel  
**Conselheira:** Profa. Dra. Ariadna Valentina Lopes

**Recife**

**2009**

Ficha catalográfica

M488r Medeiros, Daniel Portela Wanderley de.  
Restingas : aspectos fisionômicos e atributos biológicos em um ecossistema adjacente à Floresta Atlântica do Centro de Endemismo Pernambuco / Daniel Portela Wanderley de Medeiros. – 2009.  
127 f.

Orientadora : Carmen Silvia Zickel  
Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Botânica  
Inclui bibliografia

CDD 581.5

1. Ecologia vegetal
  2. Restingas
  3. Atributos biológicos
- I. Zickel, Carmen Silvia.
  - II. Título

**DANIEL PORTELA WANDERLEY DE MEDEIROS****Restingas: Aspectos fisionômicos e atributos biológicos em um ecossistema adjacente à  
Floresta Atlântica do Centro de Endemismo Pernambuco**

Tese defendida e \_\_\_\_\_ pela Banca Examinadora:

**Orientadora:** \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Carmen Silvia Zickel – UFRPE

**Examinadores:** \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Dorothy Sue Dunn de Araujo – UFRJ (Titular)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcelo Tabarelli – UFPE (Titular)

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Maria Bernadete Costa e Silva – IPA (Titular)

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Ana Virginia Leite – UFRPE (Titular)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque – UFRPE (Titular)

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Cibele Cardoso de Castro – UFRPE (Suplente)

Recife

2009

## DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a Daniella Alencar de Medeiros, minha filha que, apesar de ainda estar desfrutando a vida intra-uterina, conseguiu nortear a minha vida de uma maneira maravilhosa. *Eu te amo princesa...*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos que me tem sido ofertadas para enfrentar os obstáculos na minha caminhada durante o tempo medido na Vida;

A minha "orientadora-mãe" Profa. Dra. Carmen Silvia Zickel, pela paciência e dedicação que foram, e continuam sendo, de fundamental importância para a minha formação superior. Obrigado, Carmen;

Em especial, a duas pessoas que contribuíram muito para a realização desta tese, o meu "irmão", Eduardo Bezerra de Almeida Junior e Adriano Vicente dos Santos, por toda ajuda e companheirismo durante a nossa jornada.

A minha conselheira Profa. Dra. Ariadna Valentina Lopes pela paciência e dedicação a este trabalho;

Aos companheiros "restingólogos" Dr. Adriano Vicente, Dr. Francisco Soares, MSc. James Cantarelli, MSc. Simone Lira, MSc. Luciana Pessoa, Liliane Lima, Patrícia Lima, Edson Gomes, Tássia Pinheiroque, juntos, formam um grupo de trabalho maravilhoso;

A todos os pesquisadores do herbário, Dárdano de Andrade Lima - do IPA (Instituto de Pesquisas Agropecuárias) - em nome da Dra. Rita de Cássia Pereira, pela atenção e disponibilidade para identificação das espécies em herbário;

A Profa. Dra. Cibele Cardoso de Castro representando a Coordenação do curso de pós-graduação em Botânica por todo o suporte;

A Pró-reitora de Ensino e Graduação Profa. Dra. Maria José de Sena pela atenção cedida neste momento crucial da minha vida acadêmica;

A Profa. Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres pela ajuda em concursos;

Aos membros da banca, pela paciência e dedicação às correções pertinentes a este trabalho;

Às Professoras Doutoras, Ariadne do Nascimento Moura, Elcida de Lima Araújo, Sonia Maria Barreto Pereira, pela orientação, apoio e conhecimento passados durante a minha jornada na UFRPE em meus cursos de pós-graduação;

Com muito carinho, a minha esposa Suzany Alencar Medeiros, pelo amor, alegria e companheirismo, além do grande incentivo nos momentos de maior dificuldade durante toda a minha jornada acadêmica;

Aos meus pais Luiz Alberto Regueira Medeiros e Rosa Maria Portela Wanderley Medeiros, minha tia querida, Maria Lais Regueira Medeiros, por todo amor, dedicação, ensinamentos e incentivos;

A toda minha família, pela força, principalmente, minhas irmãs, Marília e Miriam Medeiros e seus maridos, Edvaldo Manoel e Silvio Lassalvia;

Aos meus queridos primos, Marcelo Medeiros de Barros e Maria Eliza Medeiros de Barros pela "torcida" e incentivo;

Ao meu "sobrinho-afilhado" querido, João Victor de Medeiros e Freitas, pelos momentos alegres;

In memoriam, ao meu avô, Irnando de Barros Wanderley, Cleonice Damásio Mühlert Wanderley, minha "dinda", minha tia, Leda Maria Regueira Medeiros, minhas "madrinhas" Maria Auxiliadora Portella (Mariinha) e Ademildes Gasparini Cardoso, que, tenho certeza, estão "olhando" por mim;

A minha "nova família" Paulo Alencar, Maria Mauricea Alencar, Hugo Leonardo Alencar, Márcia Nunes, Fernanda Patrícia Alencar, Flávio Alencar, Beatriz Pires, Lara Costa, por toda amizade e apoio;

Ao Sr. Manasses Araújo e Sra Margarida Silva representando todos os funcionários e amigos do PPGB;

A Kleber Andrade da Silva e Dijaci Araújo Ferreira pelo incentivo e ajuda na jornada de "concurseiros";

Aos compadres, Esdras Ferreira e Karine Medeiros pela força da amizade;

Aos meus "amigos irmãos" do CIR, Carlos Frederico, Clayton Souza, Giulliani Lira, Igor Santos, Kleber Andrade, Maria das Graças e Adriano Vicente dos Santos, pela amizade verdadeira que vivemos durante todo este período e que transcenderá a "Existência";

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para conclusão do meu curso de mestrado e doutorado.

**OBRIGADO!!!**

## SUMÁRIO

Agradecimentos	v
Lista de tabelas	viii
Lista de figuras	ix
<b>Resumo geral</b>	<b>x</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>Introdução geral</b>	<b>12</b>
<b>Revisão de literatura</b>	<b>13</b>
Floresta Atlântica e Centro de Endemismo Pernambuco	13
Conceito e classificação das restingas	15
Conhecimento florístico-estrutural das restingas	18
Representação dos grupos biológicos na vegetação	22
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>28</b>
<b>Artigo 1. Restingas do Centro de Endemismo Pernambuco: Aspectos ecológicos e estruturais</b>	<b>51</b>
Resumo	53
Introdução	54
Material e Métodos	55
Resultados	60
Discussão	68
Agradecimentos	71
Referências Bibliográficas	71
Anexos	78
Anexo 1. Tabela 5	78
Anexo 2. Normas para submissão de periódicos a Plant Ecology	84
<b>Artigo 2. Atributos reprodutivos das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco: Uma comparação entre as restingas e outros ecossistemas tropicais</b>	<b>92</b>
Resumo	94
Introdução	95
Material e Métodos	96
Resultados e Discussão	100
Considerações Finais	110
Agradecimentos	110
Literatura Citada	111
Anexo. Normas para submissão de periódicos a Annals of Botany	119



## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

- Tabela 1** Áreas estudadas com suas respectivas referências, coordenadas geográficas, e precipitação média anual, de 1960 a 1990 (fonte INMET), no Centro de Endemismo Pernambuco. 57
- Tabela 2** Caracterização dos diferentes níveis de impacto antrópico para as áreas de restinga ao Norte do São Francisco. 59
- Tabela 3** Valores para altura e diâmetro médio, densidade, área basal por hectare, riqueza, diversidade e equitabilidade, em seis áreas de restinga. Letras diferentes após o número (apenas no sentido horizontal) indicam diferença significativa entre médias comparadas pelo teste *a posteriori* de Kruskal-Wallis analisadas par a par. Entre frequências (Densidade e Área basal), pelo teste G. 61
- Tabela 4** Valores do coeficiente de correlação de Spearman entre: riqueza de espécies, diâmetro médio (cm), altura média (m), precipitação pluviométrica anual (mm), coordenadas geográficas (UTM), entre as restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. 62
- Tabela 5** Espécies registradas nas sete áreas de restinga estudadas, ordenadas a partir da maior dominância relativa (DoR). N= Número de indivíduos, DR = densidade relativa, AB = área basal. 78

### ARTIGO 2

- Tabela 1.** Áreas estudadas com suas respectivas referências, coordenadas geográficas, e precipitação média nos últimos dez anos do Centro de Endemismo Pernambuco. 97
- Tabela 2** Número de espécies para cada síndrome de polinização com os respectivos tratamentos florais (tamanho floral, recursos florais, tipos florais, sistema sexual, tipo de fruto, tamanho do fruto, síndromes de dispersão. 102
- Tabela 3** Número de espécies (entre parênteses percentuais) enquadradas em categorias de recursos florais nos diversos ecossistemas tropicais. 103
- Tabela 4** Percentual dos sistemas de polinização anemofilia, cantarofilia, adaptação a vespas, falenofilia, psicofilia, ornitofilia, dpi (diversos pequenos insetos), quiropterofilia, melitofilia e miofilia, no presente estudo e em outras comunidades tropicais. 105
- Tabela 5.** Frequência (%) dos sistemas sexuais (hermafrodita, monóica, andromonóica e dióica) em espécies das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco comparadas com as de comunidades Neotropicais e Paleotropicais 107
- Tabela 6.** Número de espécies que possuem atributos carpológicos (tipo e tamanho de fruto) e, ao mesmo tempo, estratégia de dispersão do tipo biótica ou abiótica nas restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. 109

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1

<b>Figura 1</b> Mapa do continente sul americano com o Brasil em destaque (cinza escuro), região Nordeste (cinza claro) e Centro de Endemismo Pernambuco (preto), ampliado a direita e com as áreas de restinga estudadas	56
<b>Figura 2</b> Precipitação pluviométrica mensal da normal climatológica entre 1960 e 1990, no Centro de Endemismo Pernambuco (INMET, 2008).	57
<b>Figura 3</b> Distribuição de indivíduos por classe de altura (m) em áreas de Restinga do Centro de Endemismo Pernambuco.	63
<b>Figura 4</b> Distribuição de indivíduos por classe de altura (m) em áreas de Restinga do Centro de Endemismo Pernambuco.	64
<b>Figura. 5</b> Distribuição de indivíduos por classe de diâmetro (cm) em áreas de Restinga do Centro de Endemismo Pernambuco	66
<b>Figura. 6</b> Distribuição de indivíduos por classe de diâmetro (cm) em três áreas de Restinga do Centro de Endemismo Pernambuco	67

### ARTIGO 2

<b>Figura 1</b> Mapa do continente sul americano com o Brasil em destaque (cinza escuro), região Nordeste (cinza claro) e Centro de Endemismo Pernambuco (preto), ampliado a direita e com as áreas de restinga estudadas.	98
<b>Figura 2</b> Proporções de tamanho da flor (A) de tipos florais (B) de espécies analisadas em cada categoria das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.	101
<b>Figura 3</b> Proporção percentual entre tipos de frutos (baga, drupa, cápsula e outros tipos) do total (263) de espécies analisadas em cada categoria das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.	107
<b>Figura 4</b> Percentual de acordo com tamanho de frutos classificados em pequeno, médio grande e muito grande (A) síndromes de dispersão biótica ou abiótica (B) do total de espécies analisadas em cada categoria (247 e 260 espécies respectivamente) das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.	108

Medeiros, Daniel Portela Wanderley de; Dr; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2009; Restingas: Aspectos fisionômicos e atributos biológicos em um ecossistema adjacente à Floresta Atlântica do Centro de Endemismo Pernambuco; Carmen Silvia Zickel; Ariadna Valentina Lopes

## RESUMO GERAL

O Centro de endemismo Pernambuco é de especial importância biogeográfica e abriga a Floresta Atlântica ao norte do São Francisco, que corresponde a todas as porções desta floresta situadas entre Alagoas e Rio Grande do Norte. Dentre essas florestas, inserida como um ecossistema adjacente à Floresta Atlântica *sensu lato*, encontram-se as Restingas. Essas formações são constituídas por areias quartzosas marinhas. Alguns estudos demonstram que existe uma variação natural na diversidade, riqueza, atributos ecológicos e composição de espécies lenhosas, em gradientes estruturais, dentro de um ecossistema. Porém, as restingas não foram contempladas com pesquisas com esse tipo de enfoque. Portanto, é notória a necessidade desses estudos em um ecossistema fragilizado pela ação antrópica. A presente pesquisa tem por objetivo principal caracterizar os parâmetros estruturais e os atributos biológicos das espécies lenhosas das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. O estudo foi desenvolvido nas áreas de restinga situadas ao norte do Rio São Francisco, entre os paralelos 5°00'00" e 10°30'00" sul e meridianos 34°50'00" e 37°12'00" oeste (de Alagoas ao Rio Grande do Norte). A primeira parte do estudo foi associada à compilação de dados estruturais preexistentes, somados a levantamentos realizados em campo, para uma análise conjunta da estrutura dessas áreas, analisar os fatores determinantes das similaridades ou diferenças entre parâmetros estruturais, juntamente com uma avaliação das correlações existentes entre esses ecossistemas e gradientes abióticos. Os resultados mostram que a estrutura das restingas parece não estar sendo influenciadas por gradientes abióticos. No entanto, a diferença entre alguns parâmetros, o que influencia na estrutura entre as áreas pode estar relacionada com o grau de antropização das Restingas. A segunda parte organiza um banco de dados referente a suas estratégias reprodutivas com a perspectiva de compreender os fatores mantenedores da diversidade vegetal nas áreas. Estes dados são comparados com os de outros ecossistemas, com a intenção de promover, futuramente, uma adequação das práticas de manejo e conservação nas restingas. Flores inconspícuas, oferecendo néctar como recurso, abertas, polinizadas por abelhas, hermafroditas, com frutos carnosos, de tamanho médio e síndromes de dispersão biótica, são as características dos atributos biológicos em que se enquadra a maioria das espécies das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. Como resultados da segunda parte, nota-se que os atributos biológicos parecem ser similares a outras florestas tropicais, com algumas poucas variações, de acordo com diferenças fisionômicas e abióticas desses ecossistemas. Estas informações poderão ser utilizadas para nortear futuros trabalhos na área de estudo pois, pesquisas com esse tipo de enfoque, poderão fornecer dados primordiais sobre a estrutura e o funcionamento das restingas.

**Palavras-chave:** Restinga, gradiente estrutural, atributos biológicos, Centro de Endemismo Pernambuco.

Medeiros, Daniel Portela Wanderley de; Dr; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2009; Restingas: Aspectos fisionômicos e atributos biológicos em um ecossistema adjacente à Floresta Atlântica do Centro de Endemismo Pernambuco; Carmen Silvia Zickel; Ariadna Valentina Lopes

## ABSTRACT

The Center of Endemism Pernambuco is particularly important biogeographical and shelter the Atlantic Forest to the north of San Francisco River located between Alagoas and Rio Grande do Norte States. A ecosystem adjacent to the Atlantic forest *sensu lato* is the restinga vegetation. The soil these formations are composed predominantly for sandy sediments, classified as marine quartz sand. Some studies show that there is a natural variation in diversity, richness, ecological attributes and composition of woody species in structural gradients. However the restinga were not provided with researches. Therefore it is evident the need for such studies in a highly fragile ecosystem by human action. This study aims to characterize the structural parameters and biological attributes of the woody species of restinga of Center of Endemism Pernambuco. The study was conducted in the areas of restinga located north of the Rio San Francisco River, between parallels 5°00'00 "and 10°30'00" S and meridians 34°50'00" and 37°12'00" W (of Alagoas to Rio Grande do Norte States). The first part of the study was associated with the compilation of existing structural data, in addition to field surveys, for a joint analysis of the structure of these areas, analyzing the factors determining the similarities or differences between structural parameters, and an evaluation of correlations between these ecosystems and abiotic gradients. The results show that the structure of restinga studied seems not be influenced by abiotic gradients. However, the difference between some parameters, which influence the structure of the areas, may be related to the degree of anthropic action of restinga. The second part holds a database related to reproductive strategies of the woody species studied with a view to understand the factors that maintain vegetal diversity at area. These data are compared with other ecosystems, with the intention of promoting in the future an adjustment of management practices and conservation in the restinga. Inconspicuous flowers that offer nectar as a resource, open, pollinated by bees, hermaphrodite, with fleshy fruits, medium size and biotic dispersal syndromes are the characteristics of the biological attributes that fit the majority of species of restinga of Center of Endemism Pernambuco. In the results of the second part, note that the biological attributes appear to be similar to other tropical forests, with few changes, according to physiognomic and abiotic differences these ecosystems. This information may be used to guide future work in the study area because research with this type of approach could provide key data on the structure and functioning of the restinga.

**Key-words:** Restinga, structural gradient, biological attributes, Center of Endemism Pernambuco.

## INTRODUÇÃO GERAL

Padrões de distribuição, origem e formação da Floresta Atlântica *sensu lato* são questões amplamente discutidas no Brasil. Essas questões estão diretamente relacionadas às expansões e retrações das florestas úmidas (Andrade-Lima 1982), assim como transgressões e regressões marítimas, associadas às mudanças climáticas (Cerqueira 2000). Entre estas variações, tem-se a formação de depósitos arenosos costeiros, geomorfologicamente denominados de restinga (Turcq et al. 1987). O termo restinga, no sentido biótico, está também, associado ao conjunto de comunidades existentes sobre tais depósitos (Cerqueira 2000).

A restinga possui uma grande variação de fisionomias, dependendo da região em que se encontra (Lacerda et al. 1984; Araújo 1992). Numa extensão de costa tão grande, como a brasileira, não apenas seria de se esperar variação geográfica por diferenciação ecológica, como também por diferentes histórias de antropização (Araújo e Henriques 1984). A restinga é um ecossistema adjacente da Floresta Atlântica *latu sensu* que foi diferenciada por Prance (1982; 1987) em três grandes 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. Nos dois primeiros centros de endemismo, as restingas têm sido fisionômicas descritas a partir de listas florísticas e estudos fitossociológicos, sendo classificadas quanto ao agrupamento e/ou formações de blocos ou moitas (Araújo e Henriques 1984; Araújo 2000; Pereira e Araújo 2000; Zaluar e Scarano 2000). O Centro de endemismo Pernambuco é de especial importância biogeográfica (Andrade-Lima 1982) e abriga a floresta Atlântica ao norte do São Francisco, que corresponde a todas as porções desta floresta situadas de Alagoas ao Rio Grande do Norte (Santos 2006a).

A floresta ao norte do rio São Francisco é composta por cinco tipos florestais, entre eles se encontram as restingas e mangues, com cerca de 6,1% de um total de 76.938,4 Km<sup>2</sup> (Tabarelli et al. 2006). Com relação às restingas do Centro de endemismo Pernambuco, ainda não há um padrão vegetacional descrito e analisado como nas restingas das regiões Sul e Sudeste. Isso gera uma dificuldade quanto à caracterização fisionômica das áreas de restinga no Nordeste, apesar das listagens florísticas das áreas litorâneas das regiões Sudeste e Nordeste apresentarem espécies comuns em suas restingas (Zickel et al. 2004).

Alguns estudos demonstram que em outros ecossistemas existe uma variação natural na diversidade, riqueza, atributos ecológicos e composição de espécies lenhosas, em gradientes estruturais (Goodland 1971; Eiten 1972; Ferri 1977; Mantovani e Martins 1988; Oliveira e Moreira 1992; Eiten, 1994; Ribeiro e Tabarelli 2002).

A proteção da biodiversidade não depende apenas dos atributos de histórias de vida de grupos ecológicos locais, mas, também, da compreensão de relações biogeográficas entre biotas e de como o intercâmbio biótico interfere nos padrões desses grupos ecológicos em uma escala regional (Santos 2006a). Os contextos teóricos e metodológicos, que antes possuía uma base predominantemente ecológica e de escala local (competição, dispersão, polinização, efeito de borda), agora vem sendo incrementado com teorias e metodologias originadas de abordagem nas escalas de paisagem (meta-população, conectividade, beta diversidade), e regional (intercâmbio biótico, gama diversidade) (Santos 2006a).

A fundamentação teórica do presente estudo será apresentada a partir de informações sobre a formação e organização de biotas em escala regional, a fim de elucidar duas grandes questões. A primeira possui um enfoque fisionômico e está diretamente relacionada aos parâmetros estruturais, correlações abióticas e fatores que influenciam a estrutura das restingas estabelecidas no Centro de Endemismo Pernambuco. A segunda questão está associada ao que representam os atributos biológicos nessas restingas, comparado-as também, com outros ecossistemas.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Floresta Atlântica e Centro de endemismo Pernambuco**

A história da floresta atlântica foi marcada por períodos de conexão com outras florestas Sul-americanas (por exemplo, Amazônia e florestas andinas) que resultaram em um intercâmbio biótico, seguido por períodos de isolamento que direcionaram uma especiação geográfica (Silva et al. 2004).

Do ponto de vista evolutivo e de conservação, a floresta atlântica pode ser entendida como um complexo formado por várias comunidades de plantas, incluindo aquelas encontradas na sua periferia (Rizzini 1979; Scarano 2002). No nordeste do Brasil, os mangues, cobrindo planícies flúvio-marinhas, as restingas, sobre as planícies arenosas costeiras e os tabuleiros arenosos, sobre manchas de solo arenoso nos baixos platôs adjacentes às planícies costeiras, dentro e na periferia da floresta atlântica, são algumas dessas comunidades marginais, associadas à floresta atlântica (Santos 2006b).

A floresta atlântica apresenta elevada riqueza de espécies e diversidade florística (Mori e Boom 1983; Peixoto e Gentry 1990; Joly et al. 1991; Barros et al. 1991). Os fatores condicionantes dos padrões de riqueza e diversidade da floresta atlântica têm sido amplamente discutidos (Leitão-Filho 1982; 1994; Mantovani 1998). A biota da floresta é composta por vários tipos vegetacionais (Silva e Casteli 2003; Silva et al. 2004). Embora a

extensão e a posição destas áreas sejam ainda controversas, como citado anteriormente, pelo menos três centros de endemismos podem ser reconhecidos (Prance 1982; 1987)

Dois grandes grupos de processos são importantes para caracterização da distribuição da biota em caráter regional, sendo um biogeográfico (Brown e Lomolino 1998) e outro ecológico (Cox e Moore 1993; Ruggiero 2001). O primeiro se refere às espécies da região, que ocorrem por meio de especiação ou dispersão com o aumento da proporção de espécies endêmicas e o favorecimento do intercâmbio biótico (Brown e Sax 2004). Já o segundo grupo está associado à manutenção da biota, pois as espécies precisam manter suas populações viáveis e capazes de acompanhar variações ambientais no tempo (Cox e Moore 1993). A interação entre processos biogeográficos e ecológicos pode explicar a distribuição espacial das espécies em escala regional.

A floresta atlântica do Nordeste brasileiro, originalmente com 76.938 km<sup>2</sup> em extensão (IBGE 1985), é considerada um dos mais distintos centros de endemismo na América do Sul. A singularidade biológica desta área foi reconhecida por estudos biogeográficos em suas florestas (Oliveira et al. 2004). Esse centro abriga todas as florestas ao norte do Rio São Francisco, de Alagoas ao Rio Grande do Norte, sendo constituído por um mosaico de Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional Semidecidual, estabelecidas em Terras Baixas, Sub-montanas e Montanas (Veloso et al. 1991).

A floresta atlântica vem sendo abordada com diferentes enfoques, como por exemplo, através da análise da estrutura e da dinâmica das associações de espécies dentro da comunidade (Santos et al. 2000; Oliveira et al. 2004; Dias et al. 2005), de relações determinísticas entre comunidade e o meio abiótico (Roth 1999; Aide et al. 2000; Cirne et al. 2003; Medeiros et al. 2007), e da estrutura da comunidade através da dinâmica de mosaicos florestais (Clark e Clark 2000; Condit et al. 2002; Ivanauskas et al. 2004). Em escala regional, grande parte da riqueza de plantas vasculares da floresta ao norte do São Francisco se refere às árvores (DAP  $\geq$  10 cm) (Tabarelli et al. 2006).

Como resultado de antigas conexões com as outras florestas, segundo Andrade-Lima (1953), existem centenas de espécies de plantas lenhosas que ocorrem de forma disjunta na floresta atlântica ao norte do São Francisco. Andrade-Lima (1982) ressaltou que grande parte das espécies “amazônico-nordestinas” tem distribuição restrita às Florestas de Terras Baixas e sua distribuição disjunta decorre da existência de um contínuo de vegetação que, no passado, teria conectado a floresta amazônica e a floresta atlântica através de área, atualmente coberta por caatinga. Em consequência de todo esse processo, a floresta atlântica ao norte do São Francisco, parece ser composta por uma biota mista oriunda da combinação de floras de

origens distintas (Andrade-Lima 1982).

Na região costeira do nordeste do Brasil, a floresta atlântica ocupa uma faixa litorânea adjacente às areias quaternárias da planície costeira, recobrando os baixos platôs formados por sedimentos terciários do Grupo Barreiras (Rizzini 1979; Salgado et al. 1981). Ao longo de sua extensão, a floresta atlântica cobre áreas com diferentes tipos de solo, relevo e pluviosidade, que resultam em um mosaico com diversos microhabitats (Barbosa e Thomas 2002; Ferraz et al. 2004).

Geralmente, as restingas são negligenciadas, tanto em termos de importância ecológica, como de conservação, provavelmente por possuírem baixa diversidade e pouco endemismo, dois critérios fundamentais, utilizados atualmente, como parte das iniciativas para conservação (Scarano 2002). No entanto, essas comunidades têm sua importância, tanto do ponto de vista ecológico, através dos processos adaptativos e evolutivos (plasticidade ecológica das espécies; processos de facilitação através de plantas facilitadoras), como em termos de ecologia de paisagem, podem servir como ponto de partida para a dispersão e recolonização de espécies, como proteção de espécies raras ou de pequenos habitats, ou ainda, prover heterogeneidade à matriz (Forman 1995). Dessa forma, estudos conduzidos nessas comunidades marginais, principalmente nas áreas de restinga, são essenciais para incluí-las como parte integrante do patrimônio regional do Nordeste brasileiro.

## **Conceito e classificação das restingas**

### *Conceitos*

O litoral brasileiro possui uma linha costeira de 7.367 km. Destes, cerca de 5.000 km apresentam vegetação de restinga (Araújo e Lacerda 1987). De acordo com o Decreto Federal 750/93, a restinga é considerada como um dos ecossistemas associados da floresta atlântica, sendo constituído por sedimentos eminentemente arenosos, enquadrados como areias quartzosas marinhas (Pereira 2002). Esses sedimentos arenosos podem ter variadas formas de deposição. Três principais fatores promovem a formação das planícies litorâneas arenosas: fontes de areia; correntes de deriva litorânea e variações do nível relativo do mar (Suguio e Tessler 1984). Esta última tem um papel fundamental na gênese desses depósitos (Cerqueira 2000). Marroig e Cerqueira (1997) fizeram referência a uma oscilação do nível do mar que resultou numa transgressão de 180 m, a regressão Fouratiana, ocorrida por volta de 2,5 milhões de anos A.P (antes do presente). Desde esta regressão, o nível do mar tem descido de forma não linear, com regressões e transgressões, estas sucessivamente menores.

O termo restinga, nos mais variados conceitos, é empregado, tanto para designar



somente o tipo de vegetação que recobre as planícies arenosas costeiras, quanto para designar o sistema substrato-vegetação como um todo (Suguio e Tessler 1984). A posição topográfica pode influenciar algumas características como diversidade e estrutura das restingas, ou os desníveis do terreno que dão origem a um complexo mosaico intimamente ligado à profundidade do lençol freático (Cordazzo 1985; Cordazzo e Costa 1989).

Segundo Freire (1990), a restinga é um ambiente geologicamente recente e as espécies que a colonizam são principalmente provenientes de outros ecossistemas (floresta atlântica, cerrado e caatinga), porém com variações fenotípicas devido às condições diferentes do seu ambiente original. Barros et al. (1991) destacaram que algumas dessas áreas representam transições entre a "restinga" propriamente dita e a "floresta atlântica" ocorrente sobre as planícies, denominada por Veloso et al. (1991) de "Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas".

Ao longo da costa brasileira ocorrem planícies formadas por sedimentos quaternários, depositados, predominantemente, em ambientes marinhos, continentais ou transicionais (Suguio & Tessler 1984). Essas feições são comumente denominadas, na literatura, como planícies costeiras ou planícies litorâneas e, freqüentemente, o termo restinga, que tem significado diverso na literatura, está relacionado a elas (Suguio & Martin 1990). Freqüentemente, estas planícies estão associadas a desembocaduras de grandes rios e/ou reentrâncias na linha da costa, e podem estar intercaladas por falésias e costões rochosos de idade pré-cambriana, sobre os quais se assentam eventualmente seqüências sedimentares e vulcânicas acumuladas em bacias paleozóicas, mesozóicas e cenozóicas (Villwock 1994 e Silva 1998).

De acordo com o IBGE (1992), as restingas são formações pioneiras com influência marinha, fluvio-marinha ou fluvial (sistemas edáficos de primeira ocupação). Possuem variação vegetacional, ocorrendo desde os tipos herbáceos até os arbustivos e arbóreos. Sugiyama (1998) também utilizou o termo restinga para considerar o conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente distintas sob influência marinha e/ou flúvio-marinha, distribuídas em mosaico e que ocorrem em áreas com grande diversidade ecológica.

As planícies costeiras também se caracterizam pela justaposição de cordões litorâneos, especialmente da sua porção sudeste e sul, nas quais podem ser encontrados praias, dunas frontais, cordões litorâneos e zonas intercordões (Silva 1998). Estes cordões já receberam a denominação de "restingas" e "feixes de restinga", "terraços de construção marinha", "antigos cordões de praias", "meandros abandonados", "outras feições lineares" e "alinhamento de antigos cordões litorâneos" (Silva 1998).

### *Classificação fisionômica*

Rizzini (1979), através de critérios fisionômicos e geográficos, dividiu a vegetação brasileira em dez grandes complexos. A restinga, por sua vez, foi subdividida em diferentes séries de formações, englobando desde comunidades halófitas praianas, floresta paludosa marítima, floresta paludosa litorânea, floresta esclerófila litorânea, "scrub" (arbusto) lenhoso atlântico, "scrub" suculento, até comunidades hidrófilas. Por outro lado, Eiten (1983), baseado em características climáticas e fisionômicas, reconheceu no litoral a "restinga costeira" e a diferenciou desde arbórea até campos praianos. Ele descreveu os tipos de vegetação de São Paulo como: florestas de restinga baixa e mediana, latifoliada, sempre verde, cuja composição variava muito de uma área para outra.

No Nordeste, o primeiro estudo foi realizado por Andrade-Lima (1960), que classificou e dividiu a região litorânea de Pernambuco, relacionando a geomorfologia e a vegetação, e denominou as florestas de restingas pernambucanas de Florestas Estacionais Perenifólias de Restingas e Terraços Litorâneos. Ele subdividiu o litoral em cinco zonas distintas: zona oceânica ou marítima; da praia; dos mangues; das restingas e dos morros.

Os diferentes padrões fisionômicos ocorrentes nas restingas contemplam tanto as formações herbáceas, passando por formações arbustivas, abertas ou fechadas, até as florestas cujo dossel varia em altura, geralmente não ultrapassando os 20m (Silva 1999).

Devido à heterogeneidade das formações vegetais costeiras, tanto florística quanto estruturalmente, além da complexidade quanto à classificação das fisionomias, uma grande quantidade de termos é empregada para denominar estas diferentes formações. Isto cria um desencontro para comparações florísticas e estruturais entre áreas, dificultando maiores generalizações para as formações vegetais costeiras (Silva 1998). Frente a esta situação, é recomendável que as propostas de classificação da vegetação das restingas brasileiras sejam flexíveis e hierarquizadas, pois desta forma podem ser adequadas a diferentes escalas de mapeamento, mantendo, no entanto, os mesmos critérios de tipificação (Silva e Britez 2005).

Silva e Britez (2005), baseados em uma adaptação dos estudos de Carvalho (1995), propuseram e descreveram termos para a caracterização das restingas. Assim foi denominada de "campo", a formação com predomínio fisionômico de espécies herbáceas. A fisionomia com predomínio de arbustos, com alturas variadas, com elementos arbóreos isolados foi denominada de "fruticeto" e a fisionomia com predomínio de árvores, com três estratos diferenciados e abundância de epífitas e lianas, foi denominada de "floresta". Estas denominações podem estar associadas ao grau de cobertura da fisionomia, sendo "aberta" ou "fechada", de acordo com a incidência de luz, e podem estar associadas, também, ao grau de

inundação da área, podendo ser classificado(a) como “inundável” ou “não inundável”.

### **Conhecimento florístico-estrutural das restingas**

Ule (1901) iniciou o estudo das restingas com a descrição da flora da restinga em Cabo Frio, no Rio de Janeiro, contribuindo com os primeiros dados florísticos sobre a vegetação litorânea brasileira. A partir desse estudo, outros autores realizaram análises descritivas, na tentativa de padronizar uma classificação para as restingas através de critérios geológicos, geomorfológicos e do próprio complexo vegetacional (Rawitscher 1944; Bigarella 1946; Seabra 1949; Andrade-Lima 1954; 1960; Rizzini 1979; Eiten 1983).

Com o passar do tempo, aumentou o interesse em compreender a flora das restingas. Entre os estudos florísticos realizados na região Sul, destaca-se o de Reitz (1961) que apresentou uma listagem florística para a zona litorânea de Santa Catarina, agrupando as plantas conforme suas funções ecológicas, incluindo a vegetação das praias e dunas primárias, ao qual chamou de “xerossera arenosa, etapa da anteduna, halófitas e psamófitas”, evidenciando, assim, o caráter sucessional da vegetação costeira.

O conhecimento florístico das restingas é de grande importância para entender o desenvolvimento e colonização desse ecossistema. Estudos pontuais realizados nas restingas listaram as espécies presentes (Araujo e Henriques 1984; Assis et al. 2004a) e tentaram identificar a qual formação fisionômica essas espécies contemplariam (Henriques et al. 1984). As listagens florísticas das áreas litorâneas das regiões Sudeste e Nordeste apresentam espécies comuns, entretanto, existem diferenças quanto à distribuição dessas espécies e quanto ao aspecto fisionômico das restingas.

Em 1984, após a realização do Simpósio sobre as Restingas Brasileiras, Lacerda et al. (1984) disponibilizaram vários estudos relacionados a esse ecossistema, possibilitando um melhor conhecimento sobre a composição das espécies, a fisionomia e a relação do solo com os componentes vegetacionais.

No Rio Grande do Sul, alguns pesquisadores (Waechter 1985; 1990; Muller e Waechter 2001; Gonçalves e Waechter 2003) vêm desenvolvendo estudos florísticos em faixas litorâneas de todo o Estado, englobando todos os estratos vegetais. Eles enfatizaram as diferenças entre o litoral norte (pertencente à província atlântica) e o litoral sul (pertencente à província pampeana) e classificaram a vegetação de restinga, baseados em fatores sucessionais, em quatro tipos: vegetação pioneira, vegetação campestre, vegetação savânica e vegetação florestal. No Sudeste, alguns estudos contribuíram para o conhecimento das restingas. Esses estudos (Grande e Lopes 1981; Silva e Barbosa 1990; Furlan et al. 1990)

auxiliaram em uma melhor concepção desse ecossistema quanto à composição fisionômica da vegetação. A partir de 2003, mais estudos foram desenvolvidos nas restingas do Sudeste e do Sul, principalmente no Rio de Janeiro, através dos PELD's (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração), fornecendo dados sobre a composição vegetal desse ecossistema.

Os demais estudos, associados à vegetação de restinga, foram desenvolvidos pontualmente, com caráter qualitativo, apresentando listas florísticas (Grande e Lopes 1981; Furlan et al. 1990; Barros et al. 1991; Kirizawa et al. 1992; Ramos-Neto 1993; César e Monteiro 1995; Assis 1999; Assumpção e Nascimento 2000). A maioria desses estudos, além de apresentar listas florísticas, contribuiu com análises estruturais, e com dados de similaridade entre as áreas, fornecendo subsídios para um maior conhecimento dessas áreas.

O Rio de Janeiro e o Espírito Santo possuem a maior concentração de estudos qualitativos sobre as restingas, contemplando desde a vegetação reptante de praias e dunas até as formações arbustivo-arbóreas mais elevadas. Esses dados foram importantes para a compreensão dos diferentes padrões fisionômicos (Pereira e Araujo 2000), apontando as restingas mais similares, indicando quais espécies apresentam ampla distribuição e quais são endêmicas (Silva e Somner 1984; Henriques et al. 1984; Araujo e Henriques 1984; Henriques et al. 1986; Araújo e Oliveira 1988; Silva e Oliveira 1989; Pereira et al. 1992; Sá 1992; Thomaz e Monteiro 1993; Fabris e Pereira 1994; Pereira e Gomes 1994; Almeida e Araujo 1997; Araujo et al. 1998; Pereira et al. 1998; Pereira e Zambom 1998; Assumpção e Nascimento 2000).

Araujo e Henriques (1984) e Pereira (1990) apontaram que as diferenças fisionômicas são acompanhadas por modificações estruturais e por espécies que caracterizam cada formação. Esse fato é uma característica das restingas do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Esses autores consideraram a hipótese de que uma determinada espécie cresce sobre solos desnudos, gerando assim, condições favoráveis para outras espécies desenvolverem-se na área, formando moitas. Ribas et al. (1994) destacaram a ocorrência de áreas onde o aspecto predominante da vegetação é de um conjunto de "moitas" de extensão e formas variadas, em meio às quais ocorrem áreas abertas, onde podem ocorrer espécies herbáceas. Zaluar e Scarano (2000) argumentaram que essas moitas, com o passar do tempo, aumentam de tamanho, compondo a formação arbustiva (fruticeto, segundo Silva e Brites 2005) e, quando se fusionam, geram a formação florestal de restinga.

Com os dados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo foi possível realizar uma análise florística das restingas e estabelecer parâmetros para sua diversidade (Pereira e Araújo 2000). Esses autores montaram um banco de dados para estes Estados e analisaram a distribuição das

espécies, a ligação com outros ecossistemas e a possível origem das espécies colonizadoras. A partir desses dados foi possível observar uma forte ligação das restingas do Espírito Santo com a região amazônica. Já o Rio de Janeiro apresentou critérios de distribuição das espécies semelhantes à floresta atlântica *sensu lato*, com 25% das espécies conhecidas como cosmopolitas ou pantropicais e 13% como endêmicas.

Recentemente, através da compilação de dados, Alves et al. (2007) avaliaram um padrão de distribuição disjunta entre campos rupestres e as restingas do litoral brasileiro que vem sendo repetidamente proposto para algumas espécies de fanerógamas (Giulietti e Pirani 1988; Harley 1995) e mostrou que 16% das espécies investigadas possuem esse padrão.

No Nordeste, os poucos estudos realizados não definiram se há um padrão vegetacional como ocorre nas restingas das regiões Sul e Sudeste, gerando assim, dificuldade quanto à caracterização fisionômica das áreas de restinga (Zickel et al. 2004).

De maneira geral, os estudos desenvolvidos no Sudeste trataram e descreveram o aspecto fisionômico das restingas. Contudo, alguns trabalhos (Araújo 2000; Zaluar e Scarano 2000; Pereira e Araújo 2000; Cerqueira 2000) mostraram a importância da compreensão acerca do desenvolvimento das espécies vegetais nas áreas. Scarano et al. (2004) sugeriram, a partir dos estudos em Jurubatiba, um modelo funcional acerca da dinâmica da formação aberta de *Clusia*. Esse modelo é uma adaptação do proposto por Zaluar (1997) e propõe que diferentes estádios sucessionais coexistem lado a lado no sistema, em que uma ilha de vegetação em dado estágio sucessional pode mudar de fase em função do ingresso e crescimento, ou da morte, de uma das espécies-chaves. Em Jurubatiba, essas ilhas de vegetação são formadas em resposta ao ingresso, crescimento e morte das espécies-chave *Allagoptera arenaria* e *Clusia hilariana*.

Os PELD's vêm contribuindo significativamente para o entendimento das restingas. Além de esclarecer a origem e elucidar as diferentes formações fisionômicas desse ecossistema, têm destacado as espécies mais importantes na colonização dos solos das restingas, gerando as moitas, caráter significativo nas restingas do Sudeste.

Os estudos qualitativos e quantitativos realizados nas restingas do Sul e Sudeste do Brasil descreveram o porte vegetacional desse ecossistema, caracterizando, principalmente, o estrato arbustivo-arbóreo (Ramos-Neto 1993; Rossoni 1993; Silva et al. 1994; César e Monteiro 1995; Muller e Waechter 2001; Assis et al. 2004b; Reis-Duarte 2004). Poucos estudos fitossociológicos foram desenvolvidos para o estrato herbáceo (Danilevich et al. 1990; Muller e Waechter 2001), e, a maioria destes está concentrada no Sul e no Sudeste do Brasil. Alguns autores organizaram dados sobre a composição do complexo de restinga englobando a

mata de restinga e a vegetação de dunas (Araújo e Henriques 1984; Waechter 1985; Porto e Dillenburg 1986; Souza et al. 1986; Cordazzo e Costa 1989; Danilevicz 1989; Danilevicz et al. 1990; Waechter 1990; Rossoni e Baptista 1994, 1995; Silva 1998; Silva et al. 2003). Tais estudos analisaram os aspectos ecológicos, fisionômicos e estruturais, além de fornecer listas sobre a florística desse ecossistema. Esses dados destacaram um componente arbóreo significativo e a família Myrtaceae como a mais importante, tanto em número de indivíduos quanto em número de espécies (César e Monteiro 1995; Assis 1999; Almeida e Araújo 1997).

Os estudos realizados na costa litorânea nordestina contribuíram, em sua maioria, com listas florísticas e diferenciações dos aspectos fisionômicos das restingas dessa região. Esses registros foram pontuais e pouco se conhece sobre a vegetação costeira do Nordeste (Andrade-Lima 1951; 1954; 1979; Fonseca 1979; Esteves 1980; Rocha 1980; Pinto et al. 1984; Freire 1990; Trindade 1991; Oliveira-Filho e Carvalho 1993; Oliveira-Filho 1993; Freire e Monteiro 1994; Pontes 2000; Matias e Nunes 2001; Almeida Jr. et al. 2006; Cantarelli 2003; Sacramento et al. 2007; Silva et al. 2008). Outros estudos, que vêm sendo desenvolvidos nessa região, estão relacionados com o levantamento florístico e fitossociológico das áreas e através de compilação de dados de herbários (Zickel et al. 2007).

Nessa região, praticamente não existem estudos fitossociológicos. Trindade (1991) e Almeida Jr. et al. (2002) analisaram áreas no Rio Grande do Norte, o primeiro Parque das Dunas e o segundo no Santuário Ecológico de Pipa, descreveram a estrutura em áreas de floresta de restinga com diferentes métodos de amostragem e inclusão de indivíduos. Na Paraíba, Oliveira-Filho (1993) estudou um gradiente de vegetação de tabuleiro-restinga em Mataraca e observou que estas vegetações não podem ser consideradas como comunidades discretas, mas como um contínuo fisionômico composto por espécies adaptadas a solos arenosos.

Em Pernambuco, os estudos de Cantarelli (2003) e Vicente et al.(2003), foram realizados no litoral sul, e, de acordo com os dados, foram observadas espécies comuns entre as áreas do litoral sul. Através desses estudos iniciais foi possível para Zickel et al. (2004) mostrarem a ocorrência de espécies em comum entre a restinga e os outros ecossistemas adjacentes, principalmente a floresta atlântica.

O conhecimento da fisionomia representa um importante conjunto de informações quanto à aparência geral externa da vegetação, disposição, arranjo, ordem e relações entre as populações e/ou indivíduos que constituem as comunidades vegetacionais (Martins 1991). Através de levantamentos florísticos podemos conhecer e avaliar o perfil das plantas nas restingas, enquanto o estudo fitossociológico fornece informações sobre a estrutura e a

fisionomia da comunidade de uma determinada área, além de possíveis afinidades entre espécies ou grupos de espécies (Silva et al. 2002).

Percebe-se, contudo, uma distribuição pontual dos trabalhos realizados, que, abordam uma caracterização quali-quantitativa da vegetação de restinga em alguns Estados. É notável a maior quantidade de dados somados nos últimos anos no Sudeste brasileiro. Falta, porém, uma comparação entre os dados coletados na região Nordeste (Silva 1999).

Faz-se necessário um melhor conhecimento da ecologia das espécies pertencentes a esse ecossistema e como estas se comportam em relação a seus aspectos reprodutivos (Medeiros et al. 2007). O referido estudo é, até o momento, o único que possui um enfoque ecológico, realizado no Nordeste brasileiro. No entanto, estudos como os PELDs, realizados em outras regiões, foram de fundamental importância para compreensão da composição vegetal das restingas, demonstrando assim, a grande necessidade de estudos com esse enfoque no Nordeste Brasileiro.

### **Representação dos grupos biológicos na vegetação**

As planícies litorâneas de uma mesma região, dentre as cinco regiões brasileiras, estão muitas vezes sujeitas a um mesmo clima. Deste modo, os principais fatores determinantes das diferenças florísticas e estruturais de suas comunidades estão ligados às características fisiográficas locais (Sztutman e Rodrigues 2002). Embora muitas das características florísticas e estruturais apontadas por diversos autores para floresta atlântica em diferentes áreas do litoral brasileiro sejam semelhantes entre si, alguns aspectos do conhecimento sobre estas formações ainda permanecem obscuros, faltando uma análise conjunta e mais detalhada para defini-las melhor (Santos 2006b).

Em um estudo abrangendo várias formações vegetais, em diferentes continentes, Gentry (1988) ressaltou que a variação latitudinal pode ter influência direta na florística, porém os parâmetros estruturais não sofrem grandes variações. Tais características sofrem uma influência maior de fatores intrínsecos aos vegetais ou até mesmo em função de uma determinada espécie em seu ecossistema (Gentry 1988).

O interesse sobre o papel das espécies aumentou muito desde o trabalho de Schulze e Mooney (1993), devido à crescente necessidade de manter os serviços básicos oferecidos pelo ecossistema (qualidade de água, fertilidade do solo, fixação de CO<sub>2</sub>) (Scarano e Dias 2004). Relações positivas entre diversidade de espécies e processos bióticos (Naeem et al. 1994; 1996; Tilman et al. 1996; Hector et al. 1999) reforçaram a noção de complementariedade de nicho, que pressupõem que espécies distintas tenham diferentes formas de aquisição de

recursos e que, portanto, uma maior diversidade proporcionaria uma exploração mais efetiva dos recursos disponíveis, aumentando as taxas de processos ecossistêmicos. Tais relações podem ser definidas a partir da idéia do conceito de grupos funcionais, o qual Blondel (2003), um recurso ou qualquer outro componente ecológico pode ser processado por espécies diferentes para fornecer um serviço de ecossistema ou função específica.

Murcia (1995) indicou que os efeitos abióticos, biológicos diretos e, principalmente, os biológicos indiretos são ligados à alteração de processos e padrões ecológicos chaves (polinização, dispersão e migração), e são de fundamental importância para o conhecimento da área, evitando assim a fragmentação de habitats.

#### *Biologia Floral e Síndromes/Sistemas de polinização*

Em qualquer ecossistema florestal a diversidade de espécies é acompanhada por uma grande diversidade de sistemas de polinização (Lopes e Machado 1998). Segundo Faegri e Pijl (1979), a biologia floral investiga os aspectos morfológicos das flores e as interações ecológicas entre estas e os seus polinizadores, incluindo aspectos fisiológicos envolvidos na polinização e fertilização.

As espécies vegetais apresentam flores com características morfológicas e funcionais diversificadas, que podem ser associadas a sistemas de polinização, incluindo espécies polinizadas pelo vento, besouros, mariposas, abelhas, insetos pequenos, aves ou morcegos (Proctor et al. 1996; Machado e Oliveira 2000). Muitas espécies vegetais apresentam características morfológicas e fisiológicas específicas que podem atrair certos grupos de visitantes florais em detrimento de outros (Bosch et al. 1997). A esse diferencial da atratividade tem sido dada grande importância, interpretando porque visitantes específicos são observados em determinadas flores, o que levou ao estabelecimento das síndromes de polinização (baseadas na cor e forma das flores, presença de recompensas e odores, e sistemas sexuais), supostamente adaptadas a tipos específicos de polinizadores (Faegri e Pijl 1979). Um modo de avaliação de como funciona o mecanismo de polinização e dispersão de uma planta, seria a observação de características peculiares as estruturas reprodutivas da mesma. Ao se estudar essas características se pode então inferir a provável síndrome de dispersão e polinização. Vale ressaltar que inferências sobre essas síndromes possuem um eficiente e importante valor prognóstico, uma vez que se pode ter uma idéia geral sobre os modos de dispersão e polinização em uma determinada comunidade (Griz e Machado 1998).

Recentemente, o conceito de síndrome de polinização tem sido criticado por autores como Waser et al. (1996) e Mayfield et al. (2001), que observaram que muitas flores são visitadas por numerosas espécies de polinizadores generalistas. Porém, autores como Momose



et al. (1998), Dicks et al. (2002), Muchhala (2003), Machado & Lopes (2004), Fenster et al. (2004) e Stuurman et al. (2004) têm relatado que, freqüentemente, a comunidade de polinizadores converge com as síndromes de polinização, de modo que a abordagem por síndromes é um importante meio para compreender os mecanismos de diversificação das características florais. A utilização do conceito de síndromes constitui um guia importante para estudar a ecologia reprodutiva, embora algum grau de variação seja aceitável. As características florais não são indicadores precisos e infalíveis na determinação do polinizador (Machado e Lopes 2004).

Síndromes de polinização levam em conta um grupo de caracteres florais que permitem determinar um grupo específico de polinizadores em certas espécies (Bawa et al. 1985). Alguns desses caracteres vêm sendo utilizados em estudos relacionados à biologia, como por exemplo, o tamanho floral (Machado e Lopes 2004) que, caracterizaram as flores desde inconspícua a muito grande. Os recursos oferecidos ao polinizador que, de acordo com Faegri e Pijl (1979), Endress (1994), Proctor et al. (1996), são: partes florais, néctar, óleo ou pólen, ou ainda, os tipos florais que, segundo Machado e Lopes (2004) podem ser classificados em: aberto/taça ou disco, câmara, campânula/funil, estandarte, goela, inconspícuo (atribuído a flores muito pequenas - até 4mm), pincel e tubo.

Há inúmeros e importantes trabalhos que enfocam caracteres florais e biologia floral de espécies isoladas em áreas de floresta amazônica (Ferreira et al. 1994; Jürgens et al. 2000) floresta atlântica (Lopes e Machado 1998; Machado e Loiola 2000; Machado e Oliveira 2000; Goldenberg e Varassim 2001; Coelho e Barbosa 2003; Sigrist e Sazima 2004), restinga (Lenzi e Orth 2004), cerrado (Proença e Gibbs 1994; Goldenberg e Shepherd 1997; Lenza e Oliveira 2005; Benezar e Pessoni 2006), campos rupestres (Madeira e Fernandes 1999; Carmo e Franceschinelli 2002) e caatinga (Lewis e Gibbs 1998; Kiill e Drumond 2001; Nadia et al. 2007) ou ainda na junção de vários tipos florestais (Gressler et al. 2006).

Além disso, a biologia da polinização nos Neotrópicos, em nível de comunidade, tem sido estudada tanto em áreas florestais (Bawa et al. 1985; Kress e Beach 1994; Yamamoto et al. 2007), quanto em áreas de cerrado (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger 1988; Barbosa 1997; Borges 2000; Oliveira e Gibbs 2000; Martins e Batalha 2006), e caatinga (Machado e Lopes 2004). Porém, pouco se tem (Ormond et al. 1991; Matallana et al. 2005; Medeiros et al. 2007) sobre esse assunto em ecossistemas de restinga, principalmente na região Nordeste.

#### *Sistemas sexuais*

Segundo Richards (1986), as espécies podem ser enquadradas nas seguintes categorias de sistemas sexuais: 1) Hermafroditas: indivíduos com flores hermafroditas, com estames e

pistilos funcionais, anteras deiscentes, pólen viável e ovário capaz de produzir fruto; 2)Dióicas: flores unissexuais em indivíduos distintos; 3)Monóicas: indivíduos com flores masculinas e femininas; 4)Androdioicas ou Ginodioicas: populações com indivíduos hermafroditas e indivíduos masculinos ou femininos, respectivamente; 5)Andromonóicas ou Ginomonóicas: indivíduos com flores hermafroditas e unissexuais (masculinas ou femininas, respectivamente); 6)Hercogâmicas: possuem flores com separação espacial entre órgãos sexuais e 7)Dicogâmicas: possuem flores com separação temporal no amadurecimento dos órgãos sexuais. Espécies dicogâmicas podem ser classificadas como protândricas ou protogínicas, nas quais as inflorescências ou flores possuem anteras ou pistilo amadurecendo previamente, respectivamente.

Uma tentativa para se entender a evolução e distribuição de sistemas sexuais em plantas seria comparar e contrastar os tipos de sistemas apresentados em diferentes floras neotropicais. A partir dessa comparação emerge um forte padrão, sugerindo que a maioria de espécies tem flores hermafroditas, menos espécies são dióicas e, menos ainda, possuem sistemas monóicos (Soares 2007).

A ampla diversidade de sistemas sexuais das plantas tem sido um dos principais focos de pesquisa da biologia reprodutiva vegetal. A estratégia reprodutiva mais comum das angiospermas é o sistema monoclinó ou hermafroditismo em que as flores possuem ambos os sexos (Matallana et al. 2005). Já o sistema diclinó é caracterizado pelas flores que produzem ou pólen ou óvulos, caracterizando-as assim como flores masculinas ou femininas. Nesse caso, há a separação parcial (monoecia) ou total (dioecia) dos gêneros nos indivíduos. Estima-se que a dioecia, que é o típico dimorfismo diclinó, ocorra em 6-7% das plantas superiores (Renner e Ricklefs 1995).

No Brasil, estudos sobre biologia reprodutiva vêm sendo realizados para diferentes ecossistemas, cerrado (Saraiva et al. 1996; Oliveira e Gibbs 2000), floresta atlântica (Silva et al. 1997), com poucos para vegetação costeira (Ormond et al. 1991, Matallana et al. 2005) e nenhum estudo foi realizado nas restingas nordestinas (Medeiros et al. 2007).

Matallana et al. (2005) argumentaram que, como as restingas possuem uma formação geológica recente, a flora é composta, principalmente, de espécies imigrantes das florestas tropicais adjacentes. Esse fato levou à expectativa de que haveria uma proporção pequena de dióicas entre as espécies dominantes. Porém, os pesquisadores encontraram um elevado percentual de espécies dióicas na área de restinga estudada

As plantas hermafroditas podem ser favorecidas durante a colonização, porque têm a capacidade de produzir uma semente que é potencialmente capaz de estabelecer uma

população nova (Stebbins 1957). Já as dióicas dependeriam predominantemente de vetores para polinização cruzada. Tal fato seria improvável, pois os vetores de polinização, provavelmente não migrariam de uma floresta mesófila para um ambiente costeiro escasso em nutrientes no litoral (Lopes e Machado 1998).

Por outro lado, Matallana et al. (2005), estudando uma área de restinga no Rio de Janeiro, encontraram predominância de espécies dióicas entre as espécies dominantes da área. Esse fato corrobora a idéia, sugerida por Bawa (1982), de que polinizadores generalistas permitem que plantas dióicas se estabeleçam mais rápido, contribuindo para dominância na área, do que as hermafroditas que requerem polinizadores especialistas.

Já outros estudiosos encontraram uma correlação entre frutos carnosos que, provavelmente, possuem a dispersão de seus diásporos realizada por animais e plantas dióicas (Renner e Ricklefs 1995; Ainsworth 2000; Vamosi et al. 2003; Vamosi e Vamosi 2004). Esta relação ocorre através da ampla dispersão conseguida pelos pássaros, aumentando, assim, a chance dos diásporos caírem próximos a plantas com flores femininas em populações onde o sexo dos vegetais é separado (Heilbut et al. 2001). No entanto, a comparação entre frutos carnosos e plantas dióicas, é difícil de se analisar para espécies pertencentes às restingas do Nordeste brasileiro devido, principalmente, à carência de estudos nessa área. Um maior conhecimento da biologia reprodutiva pode ser essencial para a manutenção da biodiversidade de áreas fragmentadas nos trópicos (Bawa e Hadley 1990) e para projetos de administração nesse ecossistema.

#### *Atributos carpológicos e síndromes de dispersão*

O tamanho, a cor, o tipo e a composição química dos frutos são alguns dos critérios utilizados para selecioná-los, do ponto de vista do animal, que podem inclusive estar correlacionados a diversos grupos de frugívoros dispersores (Ridley 1930). Além das características morfológicas e fisiológicas, há também características fenológicas associadas ao agente dispersor (Pijil 1982; Jordano 1995; Medeiros et al. 2007).

Estudos sobre dispersão de frutos e sementes contribuem para o entendimento da co-evolução entre plantas e animais, principalmente nos trópicos, onde é maior a atuação dos vetores bióticos comumente representados por formigas, répteis, aves e mamíferos (Fournier 1974; Piña-Rodrigues e Aguiar 1993; Ferraz et al. 1999; Machado e Lopes 2004; Machado et al. 2006).

O intercâmbio de espécies entre biotas, através da dispersão de seus diásporos, é dependente de configurações geográficas e eventos históricos, os quais são importantes mecanismos reguladores da riqueza de espécies nas comunidades (Schluter e Ricklefs 1993a,

b). Todavia, apesar da importância dos estudos com esse enfoque para a manutenção de populações e dos ecossistemas, esse estudo é um ramo da ciência ainda em fase embrionária no Nordeste do Brasil (Griz et al. 2002).

A dispersão modifica os padrões de recrutamento em escala espacial e temporal. Para espécies dependentes de condições especiais para o estabelecimento das plântulas, como clareiras, ou ainda ambientes com solos pobres (Embrapa 1999), com ocorrência espacial e temporal variável no ambiente florestal (Augspurger 1983), o transporte dos diásporos é essencial para a colonização de novos sítios (Hamilton e May 1977). Desta forma, a estrutura e a dinâmica das comunidades vegetais são influenciadas pela eficiência da dispersão (Sinha e Davidar 1992).

Van der Pijl (1982) denominou como síndrome de dispersão o conjunto de características que atraem e/ou facilitam a ação de determinados mecanismos ou agentes dispersores. As diferentes espécies que constituem as comunidades vegetais apresentam diferentes síndromes de dispersão, e o conjunto das diferentes proporções dessas síndromes presentes numa comunidade de plantas é chamado de espectro de dispersão (Hughes et al. 1994).

O espectro de dispersão pode variar de acordo com as características da vegetação. Nos trópicos, em áreas que possuem maior umidade e muitos animais, a zoocoria é a mais freqüente tanto na floresta atlântica *sensu stricto* (Negrelle 2002), quanto na Floresta Estacional Semidecídua (Kinoshita et al. 2006) e até mesmo no cerrado (Batalha & Mantovani 2000).

Tabarelli et al. (2003) comparando a variação no modo de dispersão de espécies lenhosas entre floresta seca e úmida, sugeriram uma constante e previsível variação no modo de dispersão em relação ao gradiente de precipitação média anual e que as espécies dispersas por vertebrados ganham em importância nas áreas mais úmidas.

Conhecer os agentes dispersores das plantas é essencial para qualquer programa que vise à preservação *in situ* de suas populações (Gressler et al. 2006). Apesar disso, algumas espécies estão desaparecendo da natureza sem que saibamos quais são seus agentes dispersores (Kawasaki e Landrum 1997). Outras podem estar ameaçadas devido ao desaparecimento dos dispersores de suas sementes (Silva e Tabarelli 2000; Cordeiro e Howe 2003).

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aide, T. M.; Zimmerman, J. K.; Pascarella, J. B.; Rivera L, Marcano-Vega, H. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration Ecology** 8 (4): 328-338.

Almeida Jr.; E. B.; Zickel, C. S.; Arns, K. N. Y. 2002. Levantamento florístico e fitossociológico do Santuário de Pipa – RN. In: **Anais do XII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. UFRPE, Recife.

Almeida Jr.; E. B.; Zickel, C. S.; Pimentel, R. M. M. 2006. Caracterização e espectro biológico da vegetação do litoral arenoso do Rio Grande do Norte. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA 23 (3), p. 45-58.

Almeida, A.L.; Araújo, D.S.D. 1997. Comunidades vegetais do cordão arenoso externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. In: Absalão, R.S. e Esteves, A.M. (eds.). **Ecologia Brasiliensis, vol. III: Ecologia de Praias do Litoral Brasileiro**. Rio de Janeiro: PPGE/UFRJ, p. 47-63.

Alves, R. J. V.; Cardin, L.; Kropf, M. S. 2007. Angiospermdisjunction “Camposrupestres - restingas”: a re-evaluation. **Acta Botanica Brasilica**. 21(3): 675-685.

Andrade-Lima, D. 1951. A flora da praia de Boa Viagem 1ª contribuição. **Separata do Boletim da SAIC**. Imprensa Oficial. Recife, p.121-126.

Andrade-Lima, D. 1953. Notas sobre a dispersão de algumas espécies vegetais no Brasil. **Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco**, v. 11, p. 25-49.

Andrade-Lima, D. 1954. Primeira contribuição para o conhecimento da flora do Cabo de Santo Agostinho. **Separata de Anais do IV Congresso Nacional da Sociedade Botânica do Brasil**. Recife.

Andrade-Lima, D. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas** v.5, p.305-341.

Andrade-Lima, D. 1979. A flora e a vegetação da área Janga - Maranguape/ Paulista - Pernambuco. In: Congresso Nacional de Botânica, 30., Campo Grande. **Anais...**, Campo Grande: Sociedade Brasileira de Botânica, p.179-190.

Andrade-Lima, D. 1982. Present day forest refuges in northeastern Brazil. In Prance, G. T. (Ed.). **Biological diversification in the Tropics**. New York: Columbia University Press, p. 245-254.

Araújo, D. S. D. 1992. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In: SEELIGER, U. (ed.). **Coastal plant communities of Latin America**. Academic Press, San Diego. Pp. 337-347.

Araújo, D. S. D. 2000. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Araújo, D. S. D.; Henriques, R. P. B. 1984. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: **Restingas: Origem, estrutura e processos** (Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R.; Turcq, B., Orgs.) P. 159-194. Ceuff. Niterói.

Araújo, D. S. D.; Lacerda, L. D. 1987. A natureza das restingas. **Ciência Hoje** 6.(33) 42-48.

Araújo, D. S. D.; Lima, H.C.; Farag, P.R.C.; Lobão, A.Q.; Sá, C.F.C.; Kurtz, B.C. 1998. O centro de diversidade vegetal de Cabo Frio: levantamento preliminar da flora. In: **IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros** (ACIESP org.) p. 147-157. Anais. v. 3.

Araújo, D. S. D; Oliveira, R.R. 1988. Reserva Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro): Lista preliminar da flora. **Acta Botanica Brasilica** 1 (2). 83-94.

Assis, A. M.; Pereira, O. J; Thomaz, L. D. 2004b. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica** 27 (2) 349-361.

Assis, A. M.; Thomaz, L. D; Pereira, O. J. 2004a. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** v. 18 (1),

p. 191-201.

Assis, M. A. 1999. Florística e caracterização das comunidades vegetais da planície costeira de Picinguaba, Ubatuba - São Paulo. Campinas, 248 f. **Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)** - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Assumpção, J.; Nascimento, M. T. 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. 14 (3): 301-315.

Augspurger, C. K. 1983. Seed dispersal of the tropical tree, *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. **Journal of Ecology** 71: 759-771

Barbosa, A. A.. 1997. **Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo, Uberlândia – MG**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Barbosa, M. R. V.; Thomas, W. W. 2002. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Mata Atlântica no Nordeste. In: Araújo, E. L.; Moura, A. N.; Sampaio, E. S. B.; Gestinari, L. M. S.; Carneiro, J. M.T. (Ed.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: UFRPE/SBB, Imprensa Universitária, p.19-22.

Barros, F.; Melo, M. M. R. F.; Chiea, S. A. C.; Kirizawa, M., Wanderley, M. G. L.; Jung-Mendaçoli, S. L. 1991. Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes. **In: Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso** (Melo, M.M. R. F., ed.). São Paulo.

Batalha, M. A.; Mantovani, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé de Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia** 60:129-145.

Bawa, K. S.; Bullock, S. H.; Perry, D. R.; Coville, R. E.; Grayum, M. H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. **American Journal of Botany** 72: 346–356.

Bawa, K. S; Hadley, M. 1990. **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Carnforth:

Parthenon.

Benezar, S. M. C.; Pessoni, L. A. 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. **Acta Amazônica**: 36(2) 159-168.

Bigarella, J. J. 1946. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. **Boletim de Geografia** 55: 747-779.

Blondel, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter? **Oikos** 100: 223–231.

Borges, H. B. N. 2000. **Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do cerrado**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Bosch J., Retana J.; Cerdá X. 1997. Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in a herbaceous Mediterranean plant community. **Oecologia** 109: 583-591.

Brown, J. H.; Lomolino, M. V. 1998. **Biogeography**. 2nd edn., Sinauer Associates, Sunderland, MA. 692p

Brown, J. H.; Sax, D. F. 2004. An essay on some topics concerning invasive species. **Austral Ecology** 29 (5) 530–536.

Cantarelli, J. R. R. 2003. **Florística e estrutura de uma restinga da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe - litoral sul de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 86p.

Carmo, R.; Franceschinelli, E. 2002. Polinização e biologia floral de *Clusia arrudae* Planchon & Triana (Clusiaceae) na Serra da Calçada, município de Brumadinho, MG. **Revista Brasileira de Botânica**. 25 (3) 351-360.

Carvalho, V. C. 1995. **Proposta de um sistema flexível de classificação fitogeográfica: ênfase no uso de sensoriamento remoto multiestágio (1a versão)**. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 52 p.



Cerqueira, R. 2000. Biogeografia das restingas *In: Ecologia de restingas e lagoas costeiras* (Esteves, F.A. & Lacerda, L.D., eds.) p. 65-75. Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé (NUPEM/UFRJ). Rio de Janeiro.

César, O.; Monteiro, R. 1995. Florística e fitossociologia de uma floresta de restinga em Picinguaba (Parque Estadual da Serra do Mar), município de Ubatuba-SP. **Naturalia**, v. 20, p. 89-105.

Cirne, P.; Zaluar, H. L. T.; Scarano, F. R. 2003. Plant diversity, intraespecific associations and resprouting on a sandy spit in a Brazilian coastal plain. **Ecotropica** 9: 33-38.

Clark, D. B.; Clark, D. A. 2000. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management** 137: 185-198.

Coelho, C. P.; Barbsa, A. A. 2003. Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. **Revista Brasileira de Botânica**: 26 (3) 403-413.

Condit R.; Pitman N.; Leigh Jr. E .G.; Chave J.; Terborgh J.; Foster R. B.; Núñez V. P.; Aguilar S.; Valencia R.; Villa G.; Muller-Landau H. C.; Losos E; Hubbell, S. P. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. **Science** 295: 666-669.

Cordazzo, C. V. 1985. **Taxonomia e ecologia da vegetação das dunas costeiras ao sul de Cassino (RS)**. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande.

Cordazzo, C. V.; Costa, C. S. B. 1989. Associações vegetais das dunas frontais de Garopaba (SC). **Ciência e Cultura** 41 (9): 906-910.

Cordeiro, N. J.; Howe, H. F. 2003. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. **Proceedings of the National Academy of Science** 100:14052-14056.

Cox, C. B.; Moore, P. D. 1993. *Biogeography an ecological and evolutionary approach*. 5<sup>th</sup> ed. Blackwell Sience, Cambridge.

Danilevicz, E. 1989. Flora e vegetação de restinga na barra da Laguna do Peixe, Tavares, Rio Grande do Sul: levantamento preliminar. **Iheringia** (Série Botânica) 39: 69-79.

Danilevicz, E., Janke, H.; Pankowski, L.H.S. 1990. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba, SC. **Acta bot. bras.** 4 (2) supl.: 21-34.

Dias A. T. C.; Zaluar H. T.; Ganade, G. E.; Scarano F. R. 2005. Canopy composition influencing plant patch dynamics in Brazilian sandy coastal plain. **Journal Tropical Ecology** 21 343-347.

Dicks, L. V.; Corbet, S. A; Pywell, R. F. 2002. Compartmentalization in plant-insect flower visitor webs. **Journal of Animal Ecology** 71: 32-43.

Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review** 38:201–341.

Eiten, G. 1983. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq./Coordenação editorial, 305p.

Eiten, G. 1994. Vegetação do cerrado. Pp. 17–73 in Pinto, M. N. (ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. EDUNB e SEMATEC, Brasília, DF.

Embrapa 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

Esteves, G.L. 1980. **Contribuição ao conhecimento da vegetação da restinga de Maceió**. Maceió: Secretaria de Planejamento do Estado de Alagoas, 42 p.

Fabris, L. C.; Pereira, O. J. 1994. Levantamento florístico na formação pós-praia, na restinga de Setiba, município de Guarapari, ES. *In*: **3º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Brasileira** (ACIESP org.) p. 124-133. Anais v. 3.

Fabris, L. C.; Pereira, O. J. 1998. Florística da formação pós-praia na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari (ES). *In*: **IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros** (ACIESP org.). p. 165-176. Anais. v. 3.

Faegri K.; van der Pijl L. 1979. The principles of pollination ecology, 3rd edition. Oxford: Pergamon.

Fenster, C. B.; Armbruster, W. S.; Wilson, P.; Dudash, M.; Thonson, D. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 35 375-403.

Ferraz, E. M. N.; Araújo E. L.; Silva S. I. 2004. Floristic similarities between lowland and montane areas of Atlantic coastal forest in northeastern Brazil. **Plant Ecology** 174: 59-70.

Ferraz, K. D.; Artes, R.; Mantovani, W.; Magalhães, L. M., 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 59 305-315.

Ferri, 1977. Ecologia dos cerrados. Pp. 15-36 in Ferri, M. G. (ed.). **IV Simpósio sobre cerrado**. EDUSP e Itatiaia, São Paulo.

Fonseca, M. R. 1979. **Vegetação e flora dos tabuleiros arenosos de Pirambu - Sergipe**. Recife, 1979. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 102.

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

Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. **Turrialba** 24 422-423.

Freire, M. C. C.; Monteiro, R. 1994. Florística das praias da Ilha de São Luís, Estado do Maranhão (Brasil): diversidade de espécies e suas ocorrências no litoral brasileiro. **Acta Amazonica** 23 (2-3) 125-140.

Freire, M. S. B. 1990. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas do Natal. **Acta Botanica Brasilica** 4 (2) suplemento: 41-59.

Furlan, A.; Monteiro, R.; César, O.; Timoni, J.L. 1990. Estudos florísticos das matas de

restinga de Picinguaba, SP. *In: 2º Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira* (ACIESP orgs) p. 220-227. Anais. v. 3.

Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of Missouri Botanic Garden* 75:1-34.

Giulietti, A. M.; Pirani, J. R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. Pp. 39-69. In: P.E. Vanzolini, W.R.; Heyer (eds.). **Proceedings of a workshop on Neotropical Distribution Patterns**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências

Goldenberg, R.; Shepherd, G. J. 1997. Studies on the reproductive biology of *Melastomataceae* in "cerrado" vegetation. *Plant Systematics and Evolution*. 211:13-29.

Goldenberg, R.; Varassin, 2001. Sistemas reprodutivos de espécies de Melastomataceae da Serra do Japi, Jundiá, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 24(3) 283-288.

Gonçalves, C. N.; Waechter, J. L. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Acta bot. bras.* 17 (1): 89-100.

Goodland, 1971. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of Central Brazil. *Journal of Ecology* 59:411-419.

Grande, D. A.; Lopes, E. A. 1981. Plantas da restinga da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil) *Hoehnea* 9: 1-22.

Gressler, E.; Pizzo, A. M.; Morellato, L. P. C. 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V.29, n.4, p.509-530.

Griz, L. M. S.; Machado, I. C. 1998. Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: Machado, I. C., Lopes, A.V., Porto, K. C., eds. **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana**. Recife: Dois Irmãos, 197 – 224.

Griz, L. M. S.; Machado, I. C. e Tabarelli, M. 2002. Ecologia de dispersão de sementes: progressos e perspectivas. In: Tabarelli, M.; Silva, JMC, eds. **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Cidade Universitária, 02:597–608.

Hamilton, W. D.; May, R. M. 1997. Dispersal in stable habitats. **Nature** **269**: 578-581.

Harley, R. M. 1995. Introduction. In: B.L. Stannard; Y. B. Harvey & R.M. Harley (eds.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina - Bahia, Brazil**. Kew, Royal Botanic Gardens. 1-853

Hector, A.; Schmid, B.; Beierkuhnlein, C.; Caldeira, M. C.; Diemer, M. *et al.* 1999. Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. **Science** **286** 1123-1127.

Heilbut, J. C.; Ilves, K. L.; Orro, S. P. 2001. The consequences of dioecy for seed dispersal: modeling the seed-shadow handicap. **Evolution** **55**: 880-888.

Henriques, R. P. B.; Araújo, D. S. D.; Hay, J. D. 1986. Ordenação e distribuição de espécies das comunidades vegetais na praia da restinga de Barra de Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**. **7** 27-36.

Henriques, R.P.B.; Meirelles, M.L.; Hay, J.D. 1984. Ordenação e distribuição das comunidades vegetais na praia da restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**. **7** (1): 27-36.

Hueck, K. 1955. Plantas e formações organogênicas das dunas do litoral paulista. **Secr. Agr. Inst. Bot.**, São Paulo, 130 p.

Hughes, L.; Dunlop, M.; French, K.; Leishman, M.R.; Rice, B.; Rodgerson, L.; Westoby, M. 1994. Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes. **Journal of Ecology** **82**: 933-950.

IBGE, 1985. **Atlas nacional do Brasil**: região do Nordeste. IBGE, Rio de Janeiro.

IBGE. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, IBGE. (Série

Manuais Técnicos em Geociências no 1). 92 p.

Ivanauskas N. M.; Monteiro R.; Rodrigues R. R. 2004. Estrutura de um trecho de floresta amazônica na bacia do alto rio Xingu. **Acta Amazônica** 34 (2): 281-305.

Joly, C. A., Leitão Filho, H. F.; Silva, S. M. 1991. O patrimônio florístico - The floristic heritage. In **Mata Atlântica - atlantic rain forest** (G.I. Câmara, coord.). Ed. Index Ltda. e Fundação S.O.S. Mata Atlântica, São Paulo.

Jordano, P. 1995. Angiosperm fleshy fruits and seed dispersers: a comparative analysis of adaptation and constraints in plant-animal interactions. **America Naturalist**. 145: 163-191.

Kawasaki, M. L.; Landrum, L. R. 1997. A rare and potentially economic fruit of Brazil. cambuci, *Campomanesia phaea* (Myrtaceae). **Economic Botany** 51:403-407.

Kiill, L. H. P.; Drumond, M. A. 2001. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Gliricidia sepium* (jacq.) Steud. (fabaceae- papilionoidae) na região de Petrolina, Pernambuco. **Ciência Rural**. 31 (4) 597-601.

Kinoshita, L. S.; Torres, R. B.; Forni-Martins, E. R.; Spinelli, T.; Ahn, Y. J.; Constâncio, S. S. 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasiliense** 20 (2): 313-327.

Kirizawa, M., Lopes, E.A., Pinto, M. M., Lam, M.; Lopes, M.I.M.S. 1992. Vegetação da Ilha Comprida: aspectos fisionômicos e florísticos. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2., 1999. São Paulo. **Anais...**, São Paulo: ACIESP, v. 2. p. 386-391. 1992.

Kress, W. J.; Beach, J. H. 1994. Flowering plant reproductive systems. In: McDade LA, Bawa KS, Hespenheide H, Hartshorn G, eds. **La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: University of Chicago Press, 161-182.

Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R; Rucq, B. (Orgs.).1984. **Restinga: origem, estrutura e processos**. CEUFF. Niterói.

- Leitão Filho, H. F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, v. 16, n. 1, p. 197-206.
- Leitão Filho, H. F. 1994. Diversity of arboreal species in atlantic rain forest. An. **Academia Brasileira de Ciências** 66 (supl. 1): 91-96.
- Lenza, E.; Oliveira, P. E. 2005. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**: 28 (1)179-190.
- Lenzi, M.; Orth, A. I. 2004. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**: 17 (2) 67-89.
- Lewis, G.; Gibbs, P. 1998. Reproductive biology of *Caesalpinia calycina* and *C. pluviosa* (Leguminosae) of the caatinga of north-eastern Brazil. **Plant Systematics and Evolution**. 217:43-53
- Lopes, A. V.; Machado I. C. S. 1998. Floral biology and reproductive ecology of *Clusia nemorosa* (Clusiaceae) in northeastern Brazil. **Plant Systematics and Evolution** 213: 71–90.
- Machado I. C.; Loiola, M. I. 2000. Fly pollination and pollinator sharing in two synchronopatric species: *Cordia multispicata* (Boraginaceae) and *Borreria alata* (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**. 23 (3) 305-311.
- Machado I. C.; Lopes A. V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany** 94: 365–376.
- Machado, A. O.; Oliveira, P. E. 2000, Biologia floral e reprodutiva de *Casearia grandiflora* Camb. (Flacourtiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**. 23: 283-290
- Machado, I. C.; Lopes, A.V.; Sazima, M. 2006. Plant sexual systems and a review of the breeding system studies in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Annals of Botany** 97 277–287.

- Madeira, J. A.; Fernandes, G. W. 1999. Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipo, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**. 15 463-479
- Mantovani, W. 1998. Tropical Atlantic rain forest dynamics, southeastern Brazil. In: **International Congress of Ecology**, 7, Florence, New tasks for ecologists after Rio 1992. Florence, 1998. p. 274.
- Mantovani, W.; Martins, F. R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 11:101–112
- Marroig, G.; Cerqueira, R. 1997. Plio-Pleistocene South America history and the Amazonas Lagoon Hypothesis: a piece in the puzzle of Amazonian diversification. **Journal of Complete biology** 2: 103-119.
- Martins, F. Q.; Batalha, M. A. 2006. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper Taquari Region (central Brazil). **Brazilian Journal of Biology**. 66: 543-552.
- Martins, F. R. 1991. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Matallana, G.; Wendt, T.; Araújo, D. S. D.; Scarano, F. R. 2005. High abundance of dioecious plants in a tropical coastal vegetation. **American Journal of Botany** 92: 1513–1519.
- Matias, L. Q.; Nunes, E.P. 2001. Levantamento florístico da Área de Proteção Ambiental de Jericoacoara, Ceará. **Acta bot. bras.** 15 (1): 35-43.
- Mayfield, M. M.; Waser, N.; Price, M. 2001. Exploring the most effective pollinator principle with complex flowers: bumblebees and *Ipomopsis aggregata*. **Annals of Botany** 88: 591-596.
- Medeiros, D. P. W., Lopes, A. V.; Zickel, C. S. 2007. Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. **Flora**. 202(7): 513-520.



Momose, K.; Yumoto, T.; Nagamitsu, T.; Kato, M.; Nagamasu, H.; Sakai, S.; Harrison, R.D.; Itioka, T.; Hamid, A.A.; Inoue, T. 1998. Pollination biology in a lowland Dipterocarp forest in Sarawak, Malaysia. I. Characteristic of the plant-pollinator community in a lowland Dipterocarp forest. **American Journal of Botany** 85: 1477-1501.

Mori, S. A.; Boom, B. M. 1983. Southern Bahian moist forests. **Botanical Review**. 49:155-232.

Muchhala, N. 2003. Exploring the boundary between pollination syndromes: bats and hummingbirds as pollinators of *Burmeistera cyclostigmata* and *B. tenuiflora* (Campanulaceae). **Oecologia** 134: 373-380.

Müller, S. C.; Waechter, J. L. 2001. Estrutura sinusial dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. **Revista Brasileira de Botânica**., 24: 395-406.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests – Implications for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v.10, n.2 p.58-62.

Nadia, T. .; Machado, I. C.; Lopes, A. V. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. **Acta Botânica. Brasília**. 21(4): 835-845.

Naeem, S.; Hakansson, K.; Lawton, J. H.; Crawley, M. J.; Thompson, L. J. 1996. Biodiversity and plant productivity in a model assemblage of plant species. **Oikos** 76: 259-264.

Naeem, S.; Thompson, L. J.; Lawler, S. P.; Lawton, J. H.; Woodfin, R. M. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of an ecosystems. **Nature** 368: 734-737.

Oliveira, M. A.; Grilo, A. S.; Tabarelli, M. 2004. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**. 38 (4) 389-394.

Oliveira, P. E., Gibbs, P. E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora** 195: 311–329.

Oliveira-Filho, A. T. 1993. Gradient analysis of an area of coastal vegetation in the state of Paraíba, Northeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** 50 (2): 217-236.

Oliveira-Filho, A. T.; Carvalho, D. A. 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. **Revista Brasileira de Botânica**, 16 (1) 115-130.

Ormond, W. T.; Pinheiro, M. C. B.; Lima, H. A. 1991. Sexualidade das plantas da restinga de Maricá, RJ. Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro, **Série Botânica** 87: 1-24.

Ormond, W. T.; Pinheiro, M. C. B.; Lima, H. A.; Correia, M. C. R.; Pimenta, M. L. 1993. Estudo das recompensas florais das plantas da restinga de Maricá – Itaipuaçu, RJ. I – Nectaríferas. **Bradea** 6: 179-195.

Peixoto, A. L.; Gentry, A. 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Revta Brasileira de Botânica**. 13:19-25.

Pereira, O. B. 2002. Restingas In: **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil** (Araújo, E.L., Moura, A.N., Sampaio, E.V.S.B., Gestinari, L.M.S. & Carneiro, J.M.T., eds.) p. 38-43. UFRPE/SBB. Recife.

Pereira, O. J. 1990. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba-Guarapari, Espírito Santo. In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, 2., Águas de Lindóia. **Anais...**, Águas de Lindóia: ACIESP, 1990, v. 71, n. 3, p. 117-128.

Pereira, O. J., Assis, A. M.; Souza, R. L. D. 1998. Vegetação da restinga de Pontal do Ipiranga, município de Linhares (ES). In: **IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Anais** (ACIESP org.) p. 117-128. Anais v. 3.

Pereira, O. J., Thomaz, L. D.; Araujo, D. S. D. 1992. Fitossociologia da vegetação de antedunas da restinga de Setiba / Guarapari e em Interlagos / Vila Velha, ES. **Boletim Museu Biologia Mello Leitão** (nova série) 1: 65-75.

Pereira, O. J.; Araújo, D. S. D. 2000. Análise florística das restingas dos estados do Espírito

Santo e Rio de Janeiro. In: **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras** (F.A. Esteves & L.D. Lacerda, eds.). UFRJ/ NUPEM, Macaé, p. 25-63.

Pereira, O. J.; Gomes, J. M. L. 1994. Levantamento florístico das comunidades vegetais de restinga no município de Conceição da Barra, ES. In: **3º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Brasileira** (ACIESP org.) p. 67-78. Anais v. 2.

Pereira, O. J.; Zambom, O. 1998. Composição florística da restinga de Interlagos, Vila Velha (ES). In: **IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros** (ACIESP org.) p. 129-139. Anais. v. 3.

Pijl, L. van der. 1982. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlim; Springer-Verlag.

Pinã-Rodrigues, F. C. M. E; Aguiar, I. B. 1993. Maturação e dispersão de sementes. In: **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília, 215–274.

Pinto, G. C .P., Bautista, H. P.; Ferreira, J. D. C. A. 1984. A restinga do litoral nordeste do Estado da Bahia. In: Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D. de; Cerqueira, R.; Turq, B. (eds.). **Restingas: Origem, estrutura e processos**. Niterói, CEUFF, p.195-216.

Pontes, A. F. 2000. **Levantamento florístico da mata do AMEM, Cabedelo, Paraíba-Brasil**. João Pessoa. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 92p.

Porto, M. L.; Dillenburg, L. R. 1986. Fisionomia e composição florística de uma mata de restinga da Estação Ecológica do Taim, Brasil. **Ciência e Cultura** 38(7): 1288-1236.

Prance, G. T. 1987. Biogeography of neotropical plants. In: G. T. Whitmore & G. Prance (Eds.). **Biogeography and quaternary history in tropical America**. Claredon Press, oxford. p. 175-196.

Prance, G. T. 1982. Forest refuges: evidence from woody angiosperms. In **Biological diversification in the tropics** (G.T. Prance, ed.). Columbia University Press, New York. p.137-157.

Proctor, M.; Yeo, P.; Lack, A. 1996. **The natural history of pollination**. London: Harper Collins Publishers.

Proença, C. E. B.; Gibbs, P. E. 1994. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. **New Phytol.** 126, 343-354.

Ramos-Neto, M.B. 1993. **Análise florística estrutural de duas florestas sobre restinga, Iguape, São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.

Rawitscher, F. 1944. Algumas noções sobre a vegetação do litoral Brasileiro. **Boletim da Associação Geográfica Brasileira** 4(5): 13-28.

Reis-Duarte, R. M. 2004. **Estrutura da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP): bases para promover o enriquecimento com espécies arbóreas nativas em solos alterados**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, *Campus* de Rio Claro, Rio Claro, São Paulo.

Reitz, P. R. 1961. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia** 13: 17-115.

Renner, S.; Ricklefs, R. 1995. Dioecy and its correlates in the flowering plants. **American Journal of Botany** 82: 596–606.

Ribas, L. A.; Hay, J.D.; Caldas-Soares, J.F. 1994. Moitas de restinga: Ilhas ecológicas. In: **3º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Brasileira** (ACIESP org.) p. 79-88. Anais v. 2.

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

Richards, A. J. 1986. **Plant breeding systems**. London: George Allen & Unwin.

Ridley, H. N. 1930. **The dispersal of plants throughout the world**. Reeve: Ashford, 745.

Rizzini, C. T. 1979. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos**. EDUSP e Editora HUCITEC, São Paulo.

Rocha, R. F. A. 1980. **Vegetação e flora do delta do Rio São Francisco-Alagoas**. Recife. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 184 p.

Rossoni, M. G. 1993. **Estudo fitossociológico da mata de restinga no Balneário Rondinha Velha, Arroio do Sal, Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 73p.

Rossoni, M. G.; Baptista, L.R.M. 1994/1995. Composição florística da mata de restinga, Balneário Rondinha Velha, Arroio do Sal, RS, Brasil. **Pesquisas Botânicas**. 45: 115-131.

Roth L. C. 1999. Anthropogenic change in subtropical dry forest during a century of settlement in Jaiquí Picado, Santiago Province, Dominican Republic. **Journal of Biogeography** 26: 739-759.

Ruggiero, A. 2001. Interacciones entre la biogeografía ecológica y la macroecología: aportes para comprender los patrones espaciales en la diversidad biológica. **Introdução a la biogeografía en latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones** (ed. Por J. L. Morrone), pp. 81-94. UNAM, México.

Sá, C. F. C. 1992. A vegetação da restinga de Ipitangas, Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema (RJ): Fisionomia e listagem de Angiospermas. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** v.31, p. 87-102.

Sacramento, A. C. S.; Zickel, C. S.; Almeida-Junior, E. B. 2007. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. **Árvore**. 31( 6): 1121-1130.

Salgado, O. A.; Jordy Filho, S.; Gonçalves, L. M. C. 1981. Vegetação In: **Brasil – Projeto RADAMBRASIL**. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro, p. 485-535.

Santos M.; Rosado S. C. S.; Oliveira Filho A. T.; Carvalho D. 2000. Correlações entre variáveis do solo e espécies herbáceo-arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba. **Cerne** 6 (1): 019-029.

Santos, A. M. M. 2006a. **Flora do centro de endemismo Pernambuco: Biogeografia e conservação**. Tese. Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

Santos, A. V. 2006b. **Tabuleiros arenosos do Nordeste do Brasil: vegetação e relações históricas baseadas na distribuição de espécies lenhosas**. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Saraiva, L. C.; César, O.; Monteiro, R. 1996. Breeding systems of shrubs and trees of a Brazilian savanna. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** 39: 751–763.

Scarano, F. R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. **Annals of Botany** 90: 517-524.

Scarano, F. R.; Dias, A. T. C. 2004. A importância de espécies no funcionamento de comunidades e ecossistemas. In: Coelho, A. S.; R, D. LOYOLA; M. B. G. Souza (Eds.). 2004. **Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da Ecologia no Brasil. Belo Horizonte: O Lutador**. p. 43-59.

Scarano, F.R.; Cirne, P.; Nascimento, M.T.; Sampaio, M.C.; Villela, D.M.; Wendt, T.; Zaluar, H.L.T. 2004. Ecologia vegetal: integrando ecossistemas, comunidades, populações e organismos. In: C.F.D. Rocha; F.A. Esteves & F.R. Scarano. **Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba. Ecologia, história natural e conservação**. Rima editora. São Carlos. p. 77-97.

Schluter, D.; Ricklefs, R.E. 1993a. Species diversity: an introduction to the problem. *In* **Species diversity in ecological communities** (R.E. Ricklefs & D. Schuter, eds.). University of Chicago, Chicago, p.1-10.

Schluter, D.; Ricklefs, R.E. 1993b. Species diversity: regional and historical influences. *In* **Species diversity in ecological communities** (R.E. Ricklefs & D. Schuter, eds.). University

of Chicago, Chicago, p.350-364.

Schulze, E. D.; Mooney, H. A. 1993. **Biodiversity and ecosystem function**. New York: Springer.

Seabra, J. 1949. Flora das dunas. (Apontamentos sobre a flora psamófila das dunas de Itapoá, Bahia). **Lilloa** 20: 187-192.

Sigrist, M. R.; Sazima, M. 2004. Pollination and Reproductive Biology of Twelve Species of Neotropical Malpighiaceae: Stigma Morphology and its Implications for the Breeding System. **Annals of Botany** 94: 33-41.

Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G. 1988. A polinização de plantas do Cerrado. **Revista Brasileira de Biologia** 48: 651–663.

Silva A. G, Guedes-Bruni R. R, Lima M. P. M. 1997. Sistemas sexuais e recursos florais do componente arbustivo-arbóreo em mata preservada na reserva ecológica de Macaé de Cima. In: Lima HC, Guedes-Bruni RR, orgs. **Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 187–211.

Silva, D. G.; Barbosa, L.M.; Ehlin-Martins, S. 2003. Distribuição de alturas e diâmetros em dois tipos de floresta de restinga no município de Bertoga – SP. **Hoehnea** 30 (2): 163 – 171.

Silva, J. G.; Oliveira, A. S. 1989. A vegetação de restinga no município de Maricá - RJ. **Acta Botanica Brasilica** 3 (2) suplemento: 253-272.

Silva, J. G.; Somner, G. V. 1984. A vegetação da restinga de Barra de Maricá, RJ. In: Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R.; Turq, B. (eds.). **Restingas: Origem, estrutura e processos**. Niterói, CEUFF, p.217-225.

Silva, J. M. C.; Casteli, C. H. M. 2003. Status of biodiversity of the Atlantic Forest of Brazilian In: C. Galindo-Leal & G. Câmara (Eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversit status, threats, and outlook**. CABS & Island press, Washington. p. 43-59.

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.

Silva, J. M. C.; Tabarelli, M. (2000) Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeastern Brazil. *Nature*, 404, 72–74.

Silva, L. O.; Costa, D. A.; Santos-Filho, K. E. S.; Ferreira, H. D.; Brandão, D. 2002. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas- Novas, Goiás. *Acta Botânica Brasílica*. 16 (1): 43-53.

Silva, S. M. 1998. **As formações vegetais da Planície Litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: Composição florística e principais características estruturais**. Campinas, 262 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Silva, S. M. 1999. Diagnóstico das restingas do Brasil. *In: Workshop Avaliação e Ações Prioritárias Para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira, Ilhéus*. (Fundação Bio Rio, ed.). Disponível em [www.bdt.org](http://www.bdt.org). Consultado em 05/11/2004.

Silva, S. M.; Britez, R. M.; Souza, W. S.; Joly, C. A. 1994. Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. *In: 3º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Brasileira* (ACIESP org.) p. 47-56. Anais v. 2.

Silva, S. M.; Britez, R.M. 2005. A vegetação da Planície Costeira. *In: História Natural e conservação da Ilha do Mel* (M.C.M. Marques & R.M.Britez, orgs.). UFPR. Curitiba

Silva, S. S. L.; Zickel, C. S.; Cestaro, L. A. Flora vascular e perfil fisionômico de uma restinga no litoral sul de Pernambuco, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 22(4): 1123-1135.

Silva, T. S; Barbosa, J.M. 1990. Espécies de gramíneas (Poaceae) do litoral arenoso e do manguezal da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil), *Ecossistema* 15.

Sinha, A.; Davidar, P. 1992. Seed dispersal ecology of a wind dispersed rain forest tree in the western Ghats, India. *Biotropica* 24(4): 519-526.



Souza, M. L. D. R. S.; Falkenberg, D. B.; Silva-Filho, F. A. 1986. Nota prévia sobre o levantamento florístico da restinga da Praia Grande (São João do Rio Vermelho, Florianópolis-SC). *In: Congresso Nacional de Botânica*, 37. Ouro Preto. Anais. Universidade Federal de Ouro Preto. p.513-520.

Stebbins, G. L. 1950. **Variation and evolution in plants**. New York, NY: Columbia University Press.

Stuurman, J.; Hoballah, M. E.; Broger, L.; Moore, J.; Basten, C.; Kuhlemeier, C. 2004. Dissection of floral pollination syndromes in *Petunia*. **Genetics** 168:1585-1599.

Sugiyama, M. 1998. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica** v. 11, p. 119-159.

Suguió, K.; Martin, L. 1990. Geomorfologia das restingas. *In: II Simposio de ecossistema da costa Sul e Sudeste brasileira: estrutura, função e manejo*. Águas de Lindóia, ACIESP (org.), vol.3, p. 185-205.

Suguió, K.; Tessler, M.G. 1984. Planície de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. Pp. 15-25. *In: L. D. Lacerda; D. S. D. Araújo; R. Cerqueira; B. Turcq (Eds.) Restingas: Origem, Estrutura e Processos*. CEUFF, Niterói.

Sztutman, M.; Rodrigues, R. R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera-Açu, SP. **Revista Brasileira de Botânica**. V.25, n.2, p.161-176.

Tabarelli, M.; Siqueira-Filho, J. A.; Santos, A. M. M. 2006. A Floresta atlântica ao Norte do Rio São Francisco. *In: Diversidade Biológica e Conservação da Floresta atlântica ao Norte do São Francisco* (Porto, C. C.; Almeida –Cortez, J. S.; Tabarelli, M. orgs.) p. 25-40. Ministério do Meio Ambiente (MMA) Brasília.

Thomaz, L. D.; Monteiro, R. 1993. Distribuição de espécies na comunidade halófila-psamófila ao longo do litoral do Estado do Espírito Santo. **Arquivo de Biologia Tecnologia** 36 (2): 375-399.

Tilman, D.; Wedin, D.; Knops, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature** 379:718-720.

Trindade, A. 1991. **Estudo florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de um trecho da floresta arenícola costeira do Parque Estadual das Dunas, Natal-RN**. Recife, 168 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Turcq, B.; Suguio, K.; Soubiès, F.; Servant, M.; Pressinotti, M. N. 1987. Alguns terraços fluviais do Sudeste e do Centro-Oeste brasileiro por radio-carbono: possíveis significados paleoclimáticos. In **Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, 1, Porto Alegre, 1987, ABEQUA. Anais: 379-392.

Ule, E. 1901. Die vegetation von Cabo Frio an der Kuste von Brasilien. **Botany Jarhburg Systematic** 28: 511-528.

Vamosi, J. C.; Otto, S. P.; Barrett, S. C. H. 2003: Phylogenetic analysis of ecological correlates of dioecy in angiosperms. **Journal of Evolutionary Biology** 16: 1006-1018.

Vamosi, J. C.; Vamosi, S. M.. 2004. The role of diversification in causing the correlates of dioecy. **Evolution** 58: 723-73.

Veloso, P. H.; Rangel-Filho, A. L. R.; Lima, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro.

Vicente, A.; Lira, S. L.; Cantarelli, J. R. R.; Zickel, C. S. 2003. Estrutura do componente lenhoso de uma restinga no município de Tamandaré, Pernambuco, nordeste do Brasil. In: **Livro de Resumos do VI Congresso de Ecologia do Brasil**. (Ecossistemas aquáticos, costeiros e continentais). Fortaleza. 170-172.

Villwock, J. A. 1994. A costa brasileira: geologia e evolução. In: ACIESP ed. 3º Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Brasileira. **Anais...**, São Paulo, v.1, p.1-15.

Waechter, J. L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul,

Brasil. **Comunicação do Museu de Ciências. PUCRS** (Série Botânica) 33: 49-68.

Waechter, J. L. 1990. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, 2., 1990, Águas de Lindóia. **Anais...**, Águas de Lindóia: ACIESP, 1990, v.3. p. 228-248.

Waser, N. M.; Chittka, L.; Price, M.V.; Willians, N. M.; Ollerton J. 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. **Ecology** 77: 1043-1060.

Weller, S. G.; Sakai A. K. 1999. Using phylogenetic approaches for the analysis of plant breeding systems evolution. **Annual Review of Ecology and Systematics** 30: 167-199.

Yamamoto L. F, Kinoshita L. S, Martins F. R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da floresta estacional semidecídua Montana, SP Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. 21: 553-573.

Zaluar, H. L. T. 1997. **Espécies focais e a formação de moitas na restinga aberta de *Clusia*, Carapebus, Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado). PPGEcologia- UFRJ. Rio de Janeiro.

Zaluar, H. L. T.; Scarano, F. R. 2000. Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais. In: Esteves, F. A. & Lacerda L. D. (Eds.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Rio de Janeiro: NUPEM-UFRJ.

Zickel, C. S. ; Almeida Jr, E. B. ; Medeiros, D. P. W. ; Lima, P. B. ; Souza, T.M. S. ; Barros, A. L. . Magnoliophyta species of restinga, Pernambuco State, Brazil. **Check list** (UNESP), v. 3, p. 224-241, 2007.

Zickel, C.S., Vicente, A., Almeida Jr, E.B., Cantarelli, J.R.R.; Sacramento, A. C. 2004. Flora e vegetação das restingas no Nordeste Brasileiro. *In*: **Oceanografia: um cenário tropical** (E. Eskinazi-Leça, S. Neumann-Leitão e M.F. Costa, orgs.). Bargaço, Recife. p. 689-701.

**ARTIGO 1**

**Restingas do Centro de Endemismo Pernambuco: Aspectos ecológicos e estruturais**

Artigo a ser enviado ao periódico Plant Ecology

RESTINGAS DO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO: ASPECTOS  
ECOLÓGICOS E ESTRUTURAIS

Daniel Portela Wanderley de Medeiros<sup>1\*</sup> Ariadna Valentina Lopes<sup>2</sup> Eduardo Bezerra de Almeida Jr.<sup>3</sup>  
e Carmen Silvia Zickel<sup>4</sup>

1\* Doutorando do Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Depto. de Biologia – Botânica. Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos – CEP 52117-900. Recife – PE e-mail: dpwmedeiros@gmail.com

2 Universidade Federal de Pernambuco – Depto. de Botânica – Av. Professor Moraes Rego s/n Cidade Universitária-CEP:50660-901. Recife – PE

3 Doutorando do Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

4 Universidade Federal Rural de Pernambuco – Depto. de Biologia – Botânica. Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos – CEP 52117-900. Recife - PE

**Resumo**

O objetivo deste trabalho foi analisar se existe variação estrutural em gradientes latitudinais e pluviométricos, além de comparar flora, riqueza e diversidade entre as restingas situadas ao norte do Rio São Francisco. O estudo foi desenvolvido no Centro de Endemismo Pernambuco que abrange os estados de Alagoas ao Rio Grande do Norte. Um banco de dados foi formado através da compilação de sete levantamentos fitossociológicos. Os dados foram analisados a partir de testes de variância, frequências e correlações entre variáveis estruturais. Em alguns parâmetros, como a densidade, todas as áreas apresentaram diferenças significativas. As correlações mostraram diferenças significativas apenas entre diâmetro médio e altura média das espécies. Os aspectos estruturais das restingas estudadas parecem não estar sendo influenciados por gradientes abióticos. Os dados encontrados sugerem uma diferença entre alguns parâmetros. Tal fato pode estar relacionado com o grau de antropização em que se encontram as restingas pesquisadas.

## Introdução

O Centro de endemismo Pernambuco inclui todas as florestas entre os estados do Rio Grande do Norte e Alagoas, o que representa uma área de distribuição original de 56.400,8 km<sup>2</sup>, distribuídos na forma de uma estreita faixa de floresta (Prance 1982). Essa floresta situada ao norte do rio São Francisco, é composta por cinco tipos florestais entre os quais se encontram as restingas (Tabarelli et al. 2006). Segundo Sugiyama (1998), as restingas são comunidades vegetais fisionomicamente distintas sob influência marinha e/ou flúvio-marinha, distribuídas em mosaico, que ocorrem em áreas com grande diversidade ecológica. São comunidades importantes tanto do ponto de vista ecológico, através dos processos adaptativos e evolutivos, como em termos de ecologia de paisagem (Scarano 2002).

Apesar dessa importância, a divergência sobre aspectos fisionômicos e a ausência de dados ecológicos de diversos trechos do litoral brasileiro são as maiores dificuldades para compreensão desse ecossistema, principalmente na região Nordeste brasileira (Medeiros et al. 2007). A importância dos estudos descritivos sobre vegetação de restinga para a preservação ambiental e manejo de unidades de conservação reside no fornecimento de dados sobre a dinâmica dessas comunidades. Essas pesquisas procuram, ainda, facilitar a escolha de espécies cujas populações mereçam estudos mais detalhados, objetivando a preservação de espécies raras e o aumento de conhecimento sobre estratégias bem sucedidas na colonização de ambientes com solos pobres, como os de restinga (Pereira et al. 2001).

Os padrões estruturais de comunidades podem ser consequência de diversos processos históricos e ecológicos que atuam ou atuaram em diferentes escalas de espaço e tempo (Schluter e Ricklefs 1993). Entre esses fatores, pode-se destacar a localização dos centros de riqueza ou distribuição (Gentry 1988). Com exceção de Myrtaceae, as famílias com maior riqueza de plantas lenhosas nas florestas neotropicais, têm seus principais centros de riqueza fora da região costeira brasileira (Tabarelli e Mantovani 1999).

Os estudos realizados na costa litorânea nordestina vêm contribuindo com dados florísticos e estruturais, com o intuito de diferenciar aspectos fisionômicos das restingas dessa região. Todavia, há a necessidade de uma análise conjunta e mais detalhada desses trabalhos para definir melhor suas respectivas características florísticas e estruturais. Tais pesquisas são pontuais, dificultando assim, a visão de um aspecto geral das restingas do Nordeste como um todo (Santos 2006).

As mudanças, tanto estrutural quanto florística, na composição das espécies a partir de gradientes geográficos (Gentry 1988) ou de precipitação (Eiten 1994; Ribeiro e Tabarelli 2002), é um tema recorrente em diferentes ecossistemas tropicais. De acordo com alguns

pesquisadores (Gentry 1988; Clinebell et al. 1995), variações estruturais e florísticas de plantas lenhosas, em florestas tropicais, estão relacionadas a cinco gradientes principais: o latitudinal, o de precipitação, o edáfico, o altitudinal e o intercontinental. Como a variação edáfica em áreas de restinga parece ser pequena, pois essas áreas são formadas principalmente por sedimentos eminentemente arenosos, enquadrados como areias quartzosas marinhas (Pereira 2000), com alta salinidade e baixo teor de nutrientes (Scarano 2002), é razoável que se pense na hipótese de que a variação estrutural, nesse ecossistema, esteja associada, principalmente, a gradientes latitudinais e de precipitação.

O objetivo deste trabalho foi analisar se existe variação estrutural, em gradientes latitudinais e pluviométricos, comparar flora, riqueza e diversidade, além de analisar os fatores determinantes das similaridades ou diferenças entre parâmetros analisados para as restingas do Centro de endemismo Pernambuco.

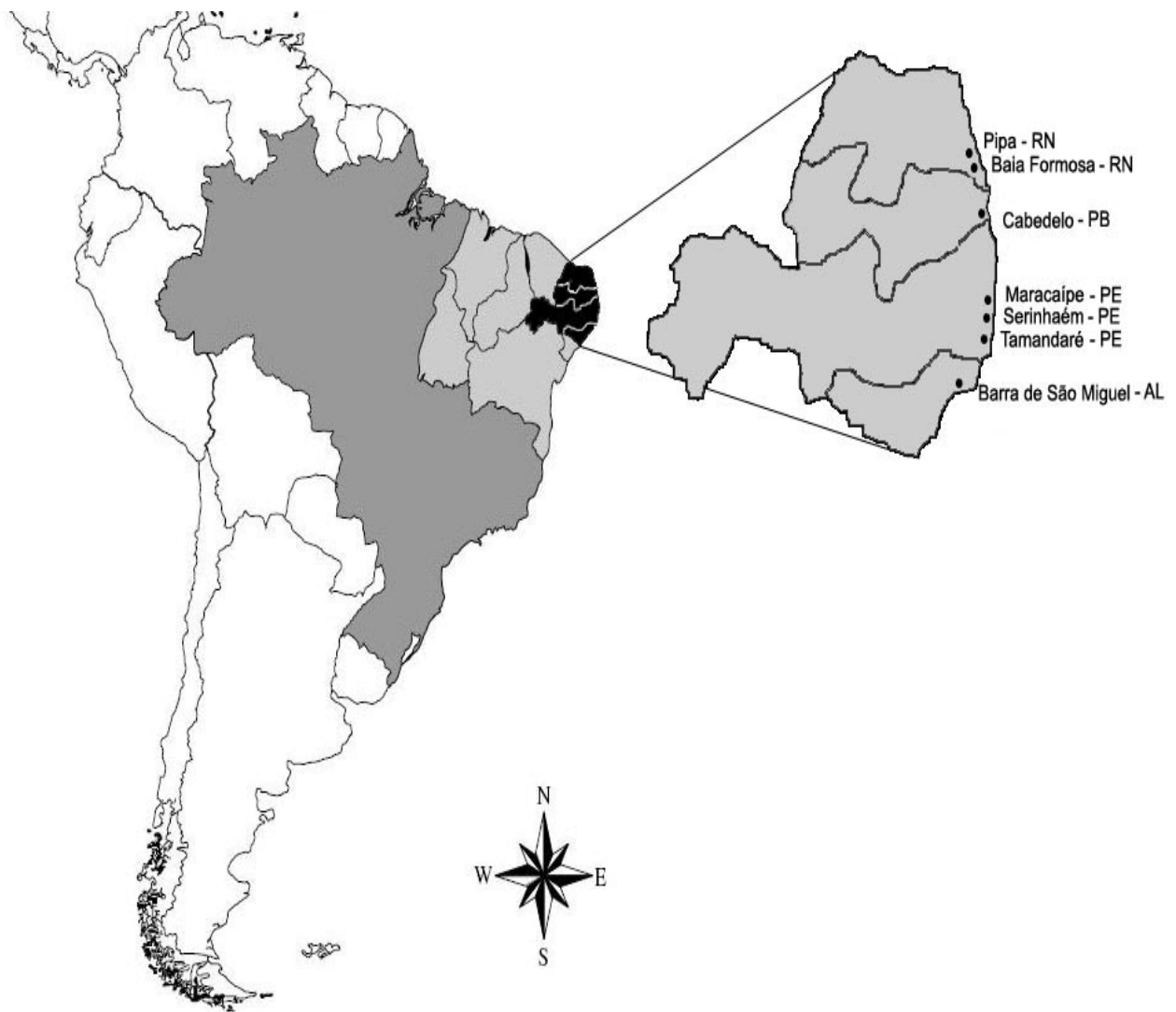
## **Material e Métodos**

### *Área de estudo*

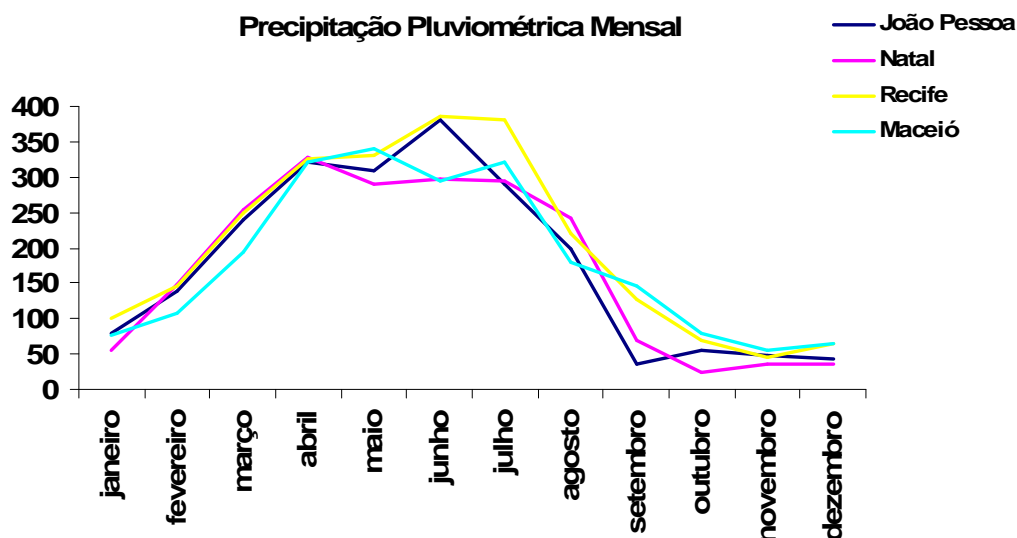
O estudo foi desenvolvido em sete áreas de restinga ao norte do Rio São Francisco, entre os paralelos 5°00'00" e 10°30'00" Sul e meridianos 34°50'00" e 37°12'00" Oeste (Fig. 1) das Alagoas ao Rio Grande do Norte, em baixas latitudes da Zona Tropical, onde o predomínio dos ventos alísios confere estabilidade e bom tempo a quase toda a área (RADAMBRASIL 1983).

Em todas as áreas os solos são arenosos, com teores de areia variando de 98% a 100% na floresta, fruticeto e no campo, classificados como Neossolos Quartzarênicos, de acordo com a classificação da EMBRAPA (1999). A precipitação pluviométrica varia entre 2.075 e 2443mm anuais, de Alagoas ao Rio Grande do Norte, de acordo com uma normal climatológica de 30 anos (INMET 2008) (Fig. 2).





**Fig. 1** Mapa do continente sul americano com o Brasil em destaque (cinza escuro), região Nordeste (cinza claro) e Centro de Endemismo Pernambuco (preto), ampliado a direita e com as áreas de restinga estudadas.



**Fig. 2** Precipitação pluviométrica mensal da normal climatológica entre 1960 e 1990, no Centro de Endemismo Pernambuco (INMET, 2008).

Um banco de dados foi formado através da compilação de sete levantamentos fitossociológicos, abrangendo todo Centro de Endemismo Pernambuco (Tabela 1).

**Tabela 1** Áreas estudadas com suas respectivas referências, coordenadas geográficas, e precipitação média anual, de 1960 a 1990 (fonte INMET), no Centro de Endemismo Pernambuco.

<i>Áreas – Estados</i>	<i>Referência Bibliográfica</i>	<i>Coordenadas</i>	<i>Precipitação média anual em mm (30 anos)</i>
Barre de São Miguel – AL	Medeiros et al. (não publicado)	09° 50' 38" 35° 53' 53"	2.183
Tamandaré-PE	Vicente et al. 2003	08°47'20''S 35°06'45''W	2.443
Sirinhaém-PE	Cantarelli 2003	08°39'44''S 35°05'25''W	2.443
Maracaípe-PE	Almeida Jr. 2006	08°31'48''S 35°01'05''W	2.443
Cabedelo_PB	Zickel et al. (não publicado)	06°58'44''S 34°50'11''W	2.141
Baia Formosa-RN	Medeiros et al. (não publicado)	06°22'25''S 35°00'54''W	2.075
Pipa-RN	Almeida Jr. 2006	06°11'00''S 35°17'30''W	2.075

Estes estudos seguiram para a caracterização estrutural o método de quadrantes (Cottam e Curtis 1956). O critério de inclusão foi o perímetro a altura do solo (PAS)  $\geq 10$ cm, selecionando apenas as espécies lenhosas na fisionomia floresta e/ou fruticeto em todas áreas comparadas.

Foram obtidos, através de coleta de campo e compilação do banco de dados, densidade e área basal total, dominância, densidade relativa, riqueza, diversidade, altura e diâmetro médios das espécies lenhosas em cada área. A diversidade e equitabilidade seguem os índices de Shannon ( $H'$ ) e Pielou ( $J'$ ), respectivamente (Shepherd 1995). Os indivíduos foram distribuídos em classes de altura, com intervalos de 1 m, e de diâmetro com intervalo de 10 cm para comparação das fisionomias entre as áreas.

#### *Índice de impacto de menor severidade*

Partindo da hipótese exploratória, onde já se conhecia as áreas e os dados estruturais da vegetação das restingas, houve a necessidade de uma padronização em relação aos diferentes níveis de antropização, para que as áreas se adequassem aos graus de impactos causados pelo homem. Visto que a antropização também poderia interferir no arranjo estrutural da vegetação.

As áreas foram avaliadas através de diferentes formas de impacto que serviram como critério de separação, de forma que o conjunto dessas características enquadrasse as áreas em diferentes níveis de antropização. Essa avaliação foi utilizada para as restingas ao norte do São Francisco e foram consideradas para as fisionomias floresta e fruticeto. Partindo do pressuposto de que os indicadores devem ser simples, objetivos, confiáveis e mensuráveis.

Para avaliação da severidade de antropização das restingas, foram preestabelecidas notas denominadas de “Índice de Impacto Antrópico” (INIPAN) constituído de uma escala variando de 1 a 5. Para a avaliação foi preferido o conceito de severidade a níveis de intensidade antrópica devido à sua melhor correlação com os impactos às plantas (adaptado de Cochrane 2003).

Os critérios para atribuição das notas da escala foram adotados a partir de referências de estudos em diferentes ecossistemas (Silva et al 2005; Barbosa e Faria 2006; Kazmierczak e Seabra 2007). Para avaliar o índice de impacto antrópico foram consideradas as seguintes características: presença de serrapilheira na área; indícios de corte; presença de cipó na composição fisionômica; presença de epífitas; altura e diâmetro das espécies (Tabela 2).

O INIPAN foi atribuído para cada área a partir das análises dos dados estruturais da vegetação, visitas as áreas e histórico dos últimos dez anos da vegetação, com o intuito de estabelecer uma metodologia de hierarquização das áreas de restingas e, conseqüentemente, diferenciar as restingas quanto aos diferentes níveis de degradação.

**Tabela 2** Caracterização do diferentes níveis de impacto antrópico para as áreas de restinga ao Norte do São Francisco.

<i>Índices</i>	<i>Crítérios</i>
1 Baixa severidade	serrapilheira espessa (superior a 5cm de espessura); indícios leves de corte; baixa presença de cipó (menor que 10% da vegetação); cerca de 50% dos indivíduos com altura superior a 7m; Mais de 30% das espécies com diâmetro acima de 40cm; Presença intensa de epífitas;
2 Menor severidade	serrapilheira esparsa (até 5cm de espessura); indícios de corte (extração seletiva); presença de cipó (em 10% e 20% da vegetação); cerca de 40% dos indivíduos com altura superior a 7m; Mais de 25% das espécies com diâmetro acima de 40cm; Presença de epífitas (pelo menos 30%);
3 Severidade moderada	serrapilheira muito esparsa (pouca espessura); corte seletivo para consumo (em 20% a 30% da vegetação); presença moderada de cipó (em 20% a 30% da vegetação); cerca de 30% dos indivíduos com altura superior a 7m; Mais de 12% das espécies com diâmetro superior a 40cm; Presença de epífitas (cerca de 20% a 30%);
4 Severo	serrapilheira muito esparsa com partes da área com solos desnudos; corte raso em até 40% da vegetação; presença intensa de cipó (em 30 a 40% da vegetação); Cerca de 20% dos indivíduos com altura superior a 7m; Menos de 12% das espécies com diâmetro superior a 40cm; Presença baixa de epífitas (10%);
5 Muito severo	solos desnudos (pouca ou ausência de serrapilheira); corte intenso (maior que 40% da vegetação); presença intensa e aglomerada de cipó (mais de 40% da vegetação); 10% dos indivíduos com altura superior a 7m; Menos de 10% das espécies com diâmetro superior a 40cm; Ausência de epífitas (pelo menos 30%).

#### *Análises dos dados*

Por não haver normalidade entre os dados, após o teste de Kolmogorov-Smirnov (Lilliefors), a diferença entre altura média e diâmetro médio das espécies, foi testada através do teste de variância Kruskal-Wallis, analisando-se as áreas par a par. Para o teste entre

freqüências (densidade e área basal total) foi utilizado o teste G. Para avaliação de correlações, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman entre: riqueza de espécies, diâmetro médio (cm), altura média (m), precipitação pluviométrica anual (mm) e coordenadas geográficas (UTM). Todas as análises foram realizadas através do programa Bioestat 5.0 (Ayres et al. 2000).

## **Resultados**

### *Estrutura, riqueza e diversidade de espécies lenhosas*

Dentre as restingas do Centro de Endemismo Pernambuco, a restinga de Barra de São Miguel em Alagoas foi a que apresentou maior riqueza (49 spp), seguida por Maracaípe, em Pernambuco (44 spp), Baía Formosa no Rio Grande do Norte e Cabedelo na Paraíba, ambas com 40 espécies. As demais áreas (Tamandaré e Sirinhaém-PE; e Pipa-RN) apresentaram números inferiores a 35 espécies (Tabela 3).

Cabedelo foi à área que apresentou maior altura média (8,94m), e maior diâmetro médio (24,8cm). A altura média das espécies variou de 3,2m em Baía Formosa a 8,94m em Cabedelo. Na análise entre as alturas médias, não houve diferença significativa entre B. de São Miguel, Maracaípe e Pipa. Diferença significativa entre as alturas médias foi observada entre B. Formosa e todas as outras áreas. Fato semelhante ocorreu com a restinga de Cabedelo em relação a todas as outras (Tabela 3).

Já o diâmetro médio das espécies variou entre 6,08cm em Tamandaré a 24,8cm em Cabedelo. É importante ressaltar que entre as áreas de Pipa, Tamandaré e Sirinaém valores elevados de diâmetro podem estar associados à grande quantidade de indivíduos perfilhados, diferentemente das áreas de Serrambi e Cabedelo que possuem árvores de diâmetros consideráveis. Não houve diferença significativa entre os diâmetros médios de B. de São Miguel e todas as demais restingas, exceto Cabedelo. Nesta última, houve diferença significativa entre todas as outras áreas, exceto a Maracaípe (Tabela 3).

A densidade de espécies lenhosas variou entre 615ind/ha (Maracaípe) a 4.681 ind/ha (Baía Formosa). Todas as áreas apresentaram diferença significativa entre si. Com relação à área basal total, só não houve diferença significativa entre Maracaípe e Tamandaré, além de Barra de São Miguel e Cabedelo (Tabela 3).

**Tabela 3** Valores para altura e diâmetro médio, densidade, área basal por hectare, riqueza, diversidade e equitabilidade, em seis áreas de restinga. Letras diferentes após o número (apenas no sentido horizontal) indicam diferença significativa entre médias comparadas pelo teste *a posteriori* de Kruskal-Wallis analisadas par a par. Entre frequências (Densidade e Área basal), pelo teste G.

<i>Parâmetros</i>	<i>Sírinhaém</i>	<i>B. São Miguel</i>	<i>Baia Formosa</i>	<i>Maracaípe</i>	<i>Tamandaré</i>	<i>Pipa</i>	<i>Cabedelo</i>
Altura média*	4,41 - 0,09	4,86 a ± 0,32	3,05 b ± 0,21	4,96 a ± 0,37	5,21 a ± 0,27	3,79 a ± 0,25	7,84 c ± 0,79
Diâmetro médio*	18,27 - 1,09	14,38 ab ± 1,70	10,94 b ± 2,17	16,39 ac ± 1,51	16,10 ab ± 1,24	15,35 ad ± 3,03	23,04 cd ± 3,92
Densidade (ind/ha)	2919 a	1599 b	4681 c	615 d	929 e	3401 f	821 g
Área basal /ha	-	55,553 a	124,036 b	24,126 c	34,98 c	216,05 d	55,032 a
Riqueza	28	49	40	44	24	32	40
Diversidade (H')	2,649	3,33	3,254	3,508	2,855	2,597	3,018
Equitabilidade (J')	0,795	0,856	0,882	0,892	0,898	0,807	0,818

\* Valores médios ± erro padrão. - Representa ausência de dados

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) variou entre 2,649 nats/ind em Sirinhaém a 3,508 nats/ind em Maracaípe (Tabela 3). Não houve diferença significativa entre os gradientes de precipitação pluviométrica e latitudinal com os demais parâmetros. Houve correlação apenas entre diâmetro médio e altura média das espécies das restingas pesquisadas (Tabela 4).

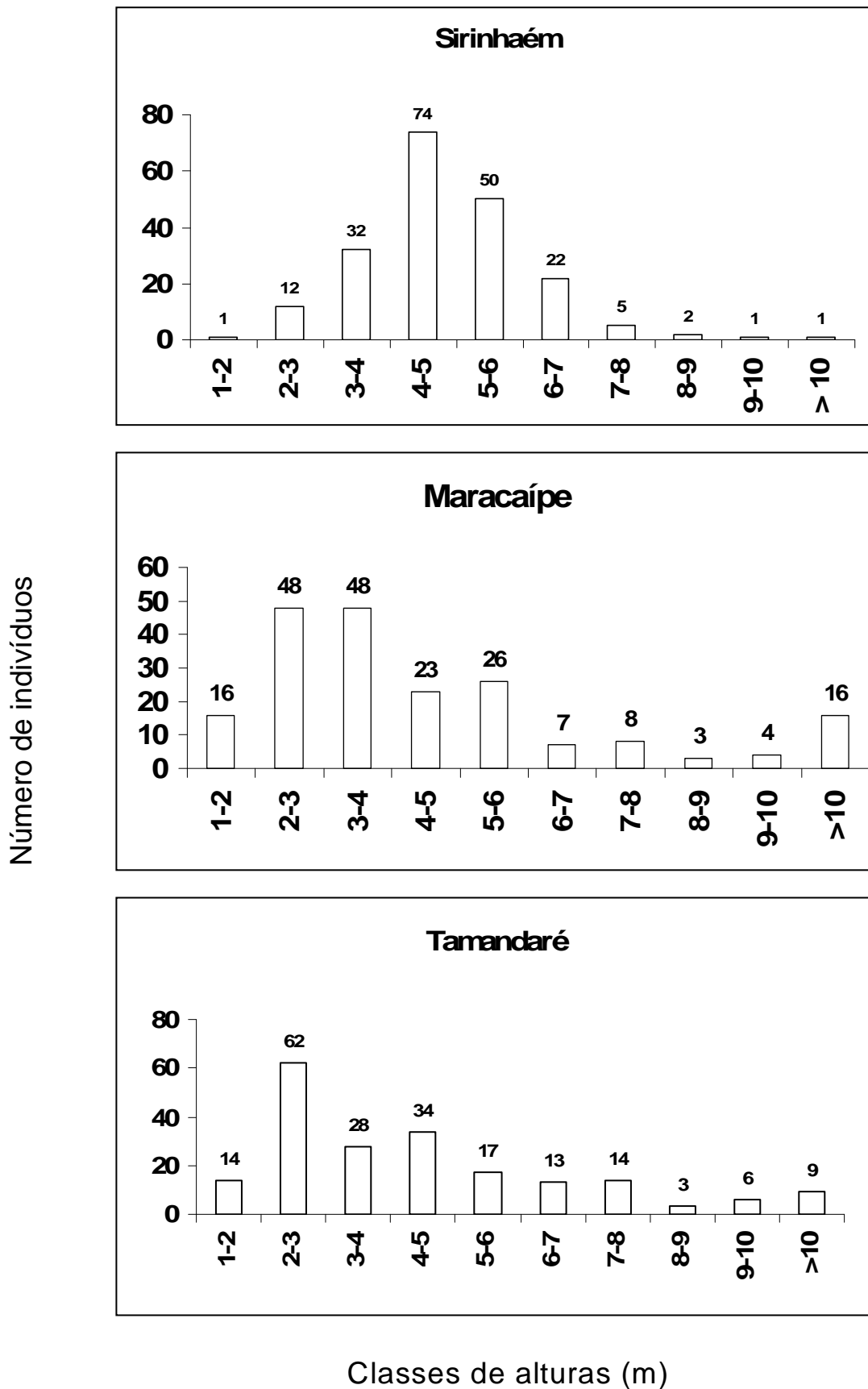
**Tabela 4** Valores do coeficiente de correlação de Spearman entre: riqueza de espécies, diâmetro médio (cm), altura média (m), precipitação pluviométrica anual (mm), coordenadas geográficas (UTM), entre as restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

<b>Correlações</b>	<b>Resultados</b>
riqueza x diâmetro médio	(p)= 0,7259
riqueza x altura média	(p)= 0,7932
riqueza x precipitação anual média	(p)= 0,7932
riqueza x latitude	(p)= 0,7389
diâmetro médio x altura média	(p)= 0,0496* (rs)=0,7553
diâmetro médio x precipitação anual média	(p)= 0,2632
diâmetro médio x latitude	(p)= 0,9340
altura média x precipitação anual média	(p)= 0,2216
altura média x latitude	(p)= 0,6002
latitude x precipitação anual média	(p)= 0,0638

\* Correlação entre parâmetros analisados

#### *Distribuição de indivíduos em classes de diâmetro e altura*

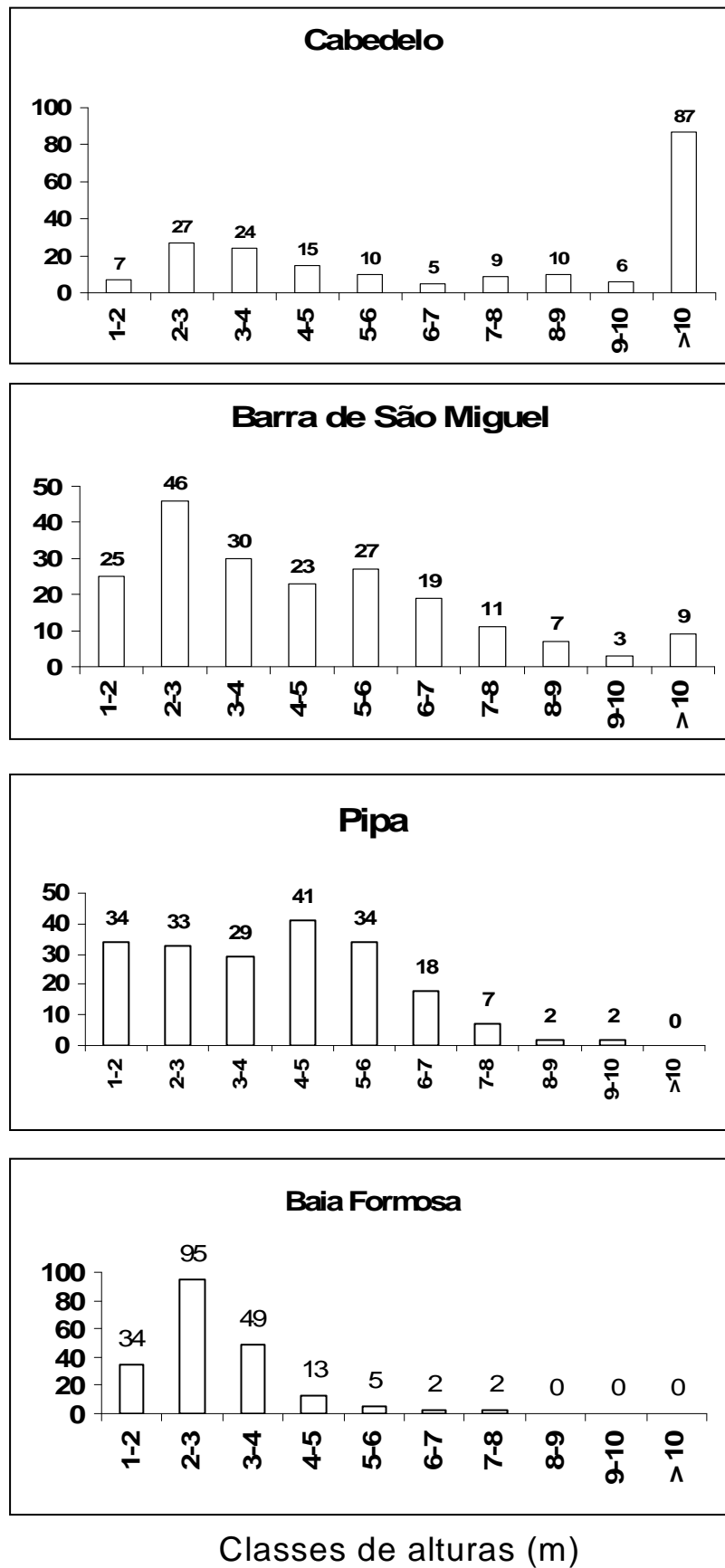
A distribuição de frequências de altura das árvores variou entre todas as sete áreas analisadas (Fig. 3 e 4). Entre as áreas de Barra de São Miguel e Pipa, tem-se maior concentração de indivíduos na classe de 2-3 e 4-5m respectivamente (22% e 20%). As áreas de Baía Formosa e Maracaípe tiveram maior quantidade de espécies pertencentes à classe 2-3 (47% e 24% , respectivamente). Um maior percentual de indivíduos distribuídos entre a classe 4-5m foi observado nas restingas de Pipa e Sirinhaém (20% e 36% respectivamente). Faz-se importante destacar a concentração de espécies na classe de altura maior que 10m (43,5%), na restinga de Cabedelo (Fig. 4).



**Fig. 3** Distribuição de indivíduos por classe de altura (m) em áreas de Restinga do Centro de Endemismo Pernambuco.



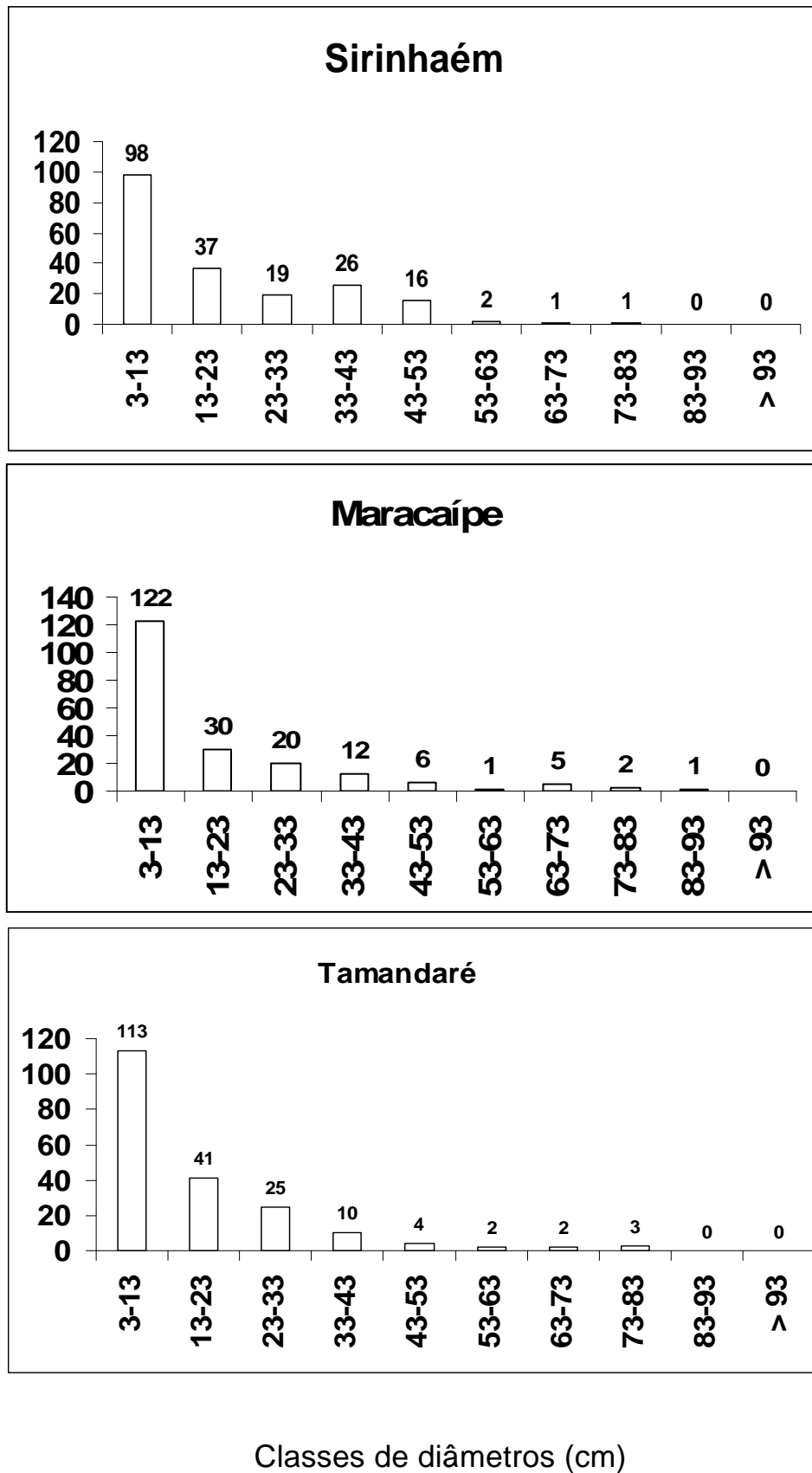
Número de indivíduos



**Fig. 4** Distribuição de indivíduos por classe de altura (m) em áreas de Restinga do Centro de Endemismo Pernambuco.

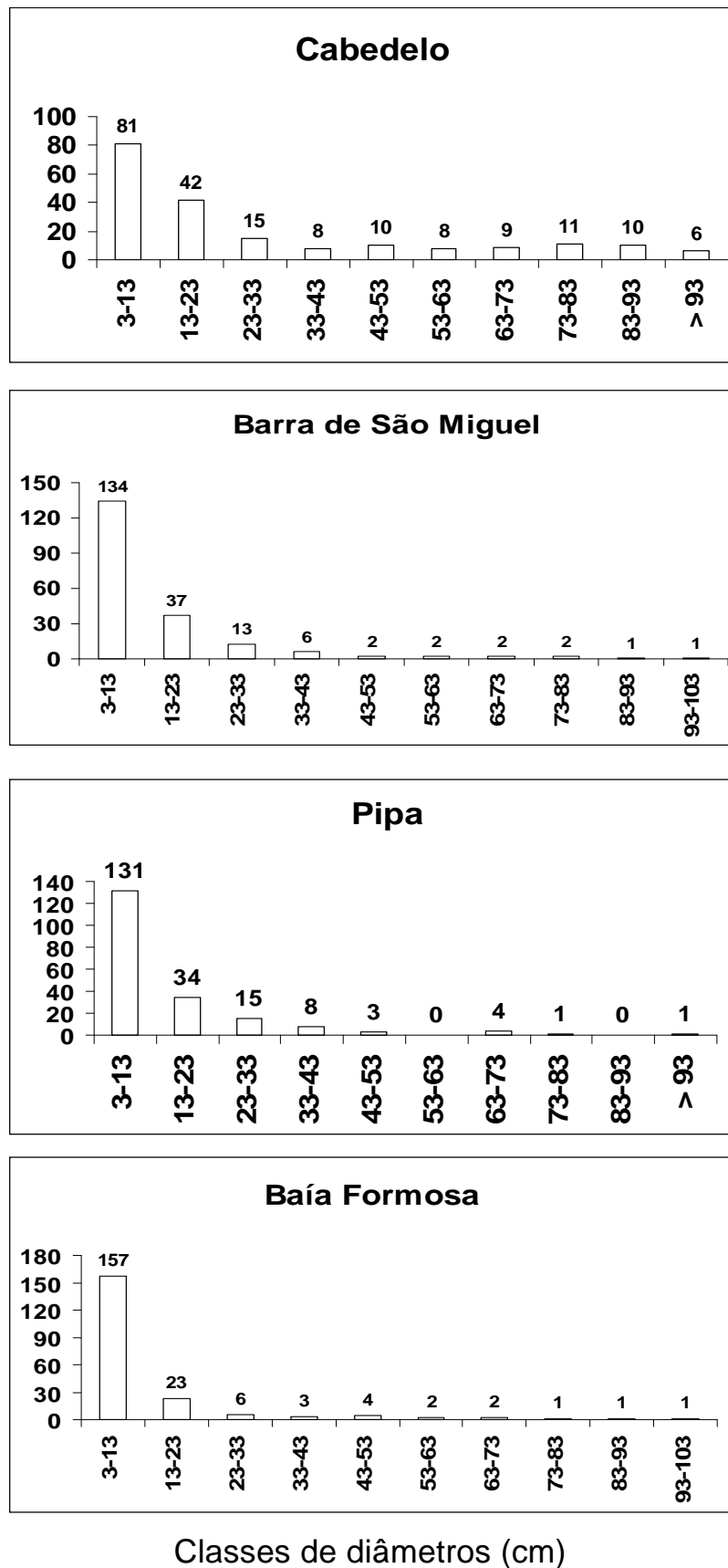
A variação na distribuição das frequências diamétricas foi muito semelhante entre as áreas (Fig. 5 e 6). Todas as restingas estudadas demonstraram que a maioria de suas árvores está inserida na primeira classe diamétrica (3-13cm). A quantidade de indivíduos inseridos na primeira classe foi maior na restinga de Baía Formosa com 78,5% do total de indivíduos seguido por Barra de São Miguel e Maracaípe (66% e 61,3% respectivamente). O padrão diamétrico encontrado nas seis áreas de restinga estudadas foi semelhante a um “J” invertido (Fig. 5 e 6).

Número de indivíduos



**Fig. 5** Distribuição de indivíduos por classe de diâmetro (cm) em áreas de Restinga do Centro de Endemismo Pernambuco.

Número de indivíduos



**Fig. 6** Distribuição de indivíduos por classe de diâmetro (cm) em áreas de Restinga do Centro de Endemismo Pernambuco

Apenas uma espécie (*Hymenolobium alagoanum*) foi responsável por 62,2% da dominância relativa na restinga de Sirinhaém. Duas espécies, *Manilkara salzmannii* e *Tapirira guianensis* corresponderam a mais da metade da dominância relativa na restinga de Barra de São Miguel (31,3% e 20,4% respectivamente). Em Baía Formosa e Pipa, (*Maytenus distichophylla* com 33,78%, *Eugenia excelsa* com 13,50% e *Manilkara salzmannii* com 27,31%, *Inga capitata* com 22,43% respectivamente) que, praticamente, completam a metade dessa dominância.

Para as restingas de Tamandaré e Cabedelo foram necessárias pelo menos quatro espécies para a obtenção de 53,95% do total de dominância relativa nessas áreas (*Anacardium occidentale*, *Manilkara salzmannii*, *Couepia impressa* e *Byrsonima gardneriana*) e 55,85% (*Saccoglottis mattogrossensis*, *Manilkara salzmannii*, *Buchenavia capitata* e *Protium bahianus*) respectivamente.

É notória a co-dominância de *Manilkara salzmannii* em pelo menos cinco das sete restingas estudadas, com valores de densidade relativa elevados (sempre entre as três primeiras espécies). Outras espécies, como *Tapirira guianensis*, *Maytenus distichophylla* e *Chamaecrista ensiformis*, também merecem destaque por aparecerem em, pelo menos, três áreas de restinga, porém, com dominâncias mais baixas, exceto em Baía Formosa (*Maytenus distichophylla* 33,78%) e em Maracaípe (*Chamaecrista ensiformis* 11,21%) (Tabela 5 Anexo 1).

#### *Índice de Impacto Antrópico*

Dentre as restingas analisadas, Cabedelo apresentou características que se enquadram no índice de baixa severidade de antropização (1); No extremo (áreas com impacto muito severo) foi enquadrada a área de Sirinhaém (5); A área de Maracaípe foi apontada como menor severidade (2); Pipa, Baía Formosa e Barra de São Miguel foram classificadas como áreas de severidade moderada (3); e Tamandaré com o impacto de antropização severo (4) (Tabela 2).

## **Discussão**

Alguns estudos ressaltam que precipitações inferiores a 3000 mm/ano, solos pobres ou com níveis intermediários de fertilidade e acima de 20° de latitude, são características que estão relacionadas à redução da riqueza de plantas lenhosas em florestas neotropicais (Mantovani 1993; Tabarelli e Mantovani 1999).

Faz-se importante lembrar que o presente estudo está relacionado a um ecossistema adjacente a floresta atlântica e que, por si só, já possui uma menor diversidade e,

conseqüentemente, uma menor riqueza (Scarano 2002) do que a Floresta Ombrófila Densa. No entanto, os dados encontrados no presente estudo, refutam a idéia de baixa riqueza ou diversidade (Zickel et al. 2004), pelo menos, entre a maioria das restingas ao norte do São Francisco. A diversidade de espécies nas restingas, exceto a área de Sirinhaém, foi próxima dos valores de diversidade registrados por Trindade (1991), Silva et al. (1993) e Fabris (1995) para outras formações florestais de restinga, que variaram entre 3 e 3,7 nat/ind<sup>-1</sup>. Poucas espécies possuem a capacidade de se desenvolver em solos com baixa quantidade de nutrientes (Rodrigues 1999). Todavia, apesar da baixa quantidade de nutrientes, a diversidade e a equitabilidade encontrada, na maioria das áreas de restinga estudadas, foram altas, quando comparadas com outras restingas (Assis et al. 2004), ou ainda com áreas de floresta atlântica *stricto sensu* (Borém e Oliveira-Filho 2002, Sztutman e Rodrigues 2002), fato que reforça a importância e necessidade de conservação dessas áreas.

Por outro lado, os resultados desse estudo indicaram diferenças significativas na densidade, área basal, médias de altura e diâmetro entre as áreas estudadas. As principais diferenças foram encontradas principalmente entre as áreas extremas do índice de impacto antrópico atribuído. Segundo Roth (1999) e Hitimana et al. (2004), a distribuição das freqüências de alturas e diâmetros e variações nos parâmetros estruturais entre áreas semelhantes refletem a estratificação vertical e a distribuição espacial dos indivíduos dentro da floresta. Dessa forma, podem ser utilizados para acessar efeitos de distúrbio na vegetação, assim como diferenças em condições naturais. Uma vez que áreas sofrem diferentes pressões, em relação aos indícios de corte, ou presença de muitos indivíduos com baixa altura e diâmetro pequenos, por exemplo, isso pode proporcionar grande influência na composição vegetal e interferir nas análises dos dados, sendo necessária cautela quanto às interpretações e comparações realizadas, visto que, outros fatores também podem contribuir para essas diferentes pressões. Nesse caso, o fato das áreas estarem mais próximas da população local pode facilitar o acesso e a área ser utilizada como fonte de subsistência ou para uso econômico (Roth 1999; Hitimana et al. 2004; Dunphy et al. 2000; Weaver e Chinea 2003)

Quanto à distribuição das classes de altura nas restingas foi observado que as áreas têm uma distribuição desigual, porém a distribuição dos diâmetros nessa área segue o padrão do “J invertido”, demonstrando que existe entrada de jovens na comunidade (Hitimana et al. 2004). Então, um dos fatores para a desigualdade entre as áreas pode ser, provavelmente, devido à retirada seletiva de madeira pela população local, que suprime indivíduos adultos de determinado porte (Santos 2006). Em pelo menos quatro das sete áreas estudadas, o índice de impacto antrópico atribuído foi de moderado a severo. A grande concentração de indivíduos

nas classes menores de diâmetros parece refletir uma alta pressão antrópica exercida sobre essas áreas (Dunphy et al. 2000; Weaver e Chinea 2003).

As famílias listadas Myrtaceae, Mimosaceae, Fabaceae e Lauraceae são características das restingas de Pernambuco, Paraíba e no Rio Grande do Norte (Almeida-Junior et al. no prelo). Burseraceae, Lauraceae e Sapotaceae foram apontadas por Peixoto e Gentry (1990) como famílias que se desenvolvem em solos de baixa fertilidade cuja espécie *Manilkara salzmannii* (Sapotaceae) foi uma espécie que apresentou co-dominância na maioria das áreas estudadas. Hay e Lacerda (1984), em uma área de restinga, também sugeriram que a baixa fertilidade do solo poderia justificar a representatividade de espécies destas famílias, entre elas *Manilkara salzmannii* (Sapotaceae) e *Protium heptaphyllum* (Burseraceae).

Em outros estudos, Assis et al. (2004) e Pereira et al. (2000) encontraram essas famílias como as mais representativas nas restingas do Espírito Santo, com destaque para *Protium heptaphyllum*, espécie característica da floresta de restinga da costa brasileira. *Chamaecrista ensiformis*, que foi uma das espécies dominantes em, pelo menos três áreas do estudo, é particularmente freqüente nas restingas costeiras, desde o Maranhão até São Paulo, podendo ocorrer também em matas de galeria nos cerrados, sempre em solos arenosos (Irwin e Barneby 1977; Cestaro e Soares 2004), além de ser abundante nas áreas próximas ao litoral perto da cidade de Natal (Trindade 1991).

O presente estudo demonstrou que as restingas do Centro de Endemismo Pernambuco, apesar de compartilhar condições ambientais semelhantes, em escala de paisagem, apresentam discreta variação na diversidade e estrutura espacial da vegetação. Essa pequena variação pode estar associada tanto em relação a estrutura quanto pelas diferenças na composição florística, que por sua vez, sofre influência dos diferentes níveis de distúrbios das áreas.

A composição florística também é fortemente influenciada pela biota das áreas circunvizinhas, como a floresta atlântica, tabuleiros arenosos e caatinga. Sua colonização é afetada por processos estocásticos como dispersão e extinção, que influenciam a distribuição de espécies de forma randômica, e pode conduzir a heterogeneidade em gradientes ecológicos em escala regional (Brown e Sax 2004).

Gentry (1988) avaliou que a variação latitudinal pode ter influência direta na florística, porém os parâmetros estruturais não sofrem grandes variações. Tais características sofrem uma influência maior de fatores intrínsecos aos vegetais ou até mesmo a função de uma determinada espécie em seu ecossistema. Esses dados corroboram, em parte, os dados encontrados na presente pesquisa. Não houve correlação entre tais gradientes. Por outro lado, pesquisas recentes neste (Pennington et al. 2000) e em outros ecossistemas, como por

exemplo, o cerrado (Coutinho 1978; Eiten 1982; 1994; Ribeiro e Tabarelli 2002), corroboram as idéias de que existem mudanças previsíveis ao longo dos gradientes estruturais que são achados localmente ou regionalmente dentro de vegetação (Eiten 1994).

Diante dos dados apresentados, os aspectos estruturais das restingas estudadas parecem não sofrer influência direta dos gradientes abióticos. No entanto, esses dados sugerem que há diferença entre alguns parâmetros estruturais, assim como há diferentes níveis de impacto antrópico, o que contribui, de certa forma, para as diferenças na fisionomia entre as áreas de restinga do Centro de endemismo Pernambuco.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de doutorado que possibilitou a execução da pesquisa. Aos pesquisadores do herbário Dárdano de Andrade Lima do IPA (Instituto de Pesquisas Agropecuárias) em nome da Dra. Rita de Cássia Pereira pela atenção e disponibilidade no herbário. Ao Dr. Adriano Vicente dos Santos pela ajuda na análise dos dados.

### **Referências Bibliográficas**

Araujo DSD (1992) Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In U. Seeliger (ed) Coastal plant communities of Latin America. Academic Press, New York, pp 337-347.

Almeida Jr. EB. (2006). Fisionomia e estrutura da restinga da RPPN Nossa Senhora do Outeiro de Maracaípe, Ipojuca, PE. 96 p. Master Thesis, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Almeida Jr EB, Araújo EL, Zickel CS (no prelo) The relationship between water table, soil nutrients and the woody structure of an area of coastal vegetation in NE Brazil.

Assis AM, Pereira, OJ, Thomaz, LD (2004) Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). *Revta. Bras. Bot.* 27(2): 349-361.



- Ayres M, Ayres-Junior M, Ayres DL, Santos A (2000) *BioEstat 2.0: Aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá, CNPq, Belém.
- Barbosa, JHC, Faria, SM (2006). Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na reserva biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, BRAsil. *Rodriguésia* 57 (3): 461-476
- Borém RAT, Oliveira-Filho AT (2002) Fitossociologia do estrato arbóreo em uma toposseqüência alterada de mata atlântica, no município de Silva Jardim-RJ., Brasil. *R. Árvore* 26(6).727-742.
- Brown JH, Sax D (2004) En essay ono some topics concerning ivasive species. *Aust. Eco.* (29): 530-536.
- Cantarelli JRR (2003) Florística e estrutura de uma restinga da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe, litoral sul de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Botânica), UFRPE, Recife, Brasil.
- Cestaro LA, Soares JJ (2004) Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 18(2): 203-218.
- Clinebell RR, Phillips OL, Gentry AH, Stark N, Zuuring H (1995) Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biol. Conserv.* 4:56-90.
- Cochrane MA (2003). Fire science for rainforests. *Nature* 42:913-919.
- Cottam G, Curtis JT (1956) The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37(3): 451-460.
- Coutinho LM (1978) O conceito de cerrado. *Revta. Bras. Bot.* 1:17-23.
- Cronquist A (1988) *The evolution and classification of flowering plants*. Bronx, New York.

Dunphy BK, Murphy PG, Lugo AE (2000) The tendency for trees to be multiple-stemmed in tropical and subtropical dry forests: studies of Guanica forest, Puerto Rico. *Trop. Ecol.* 41 (2):161-167.

Eiten G (1982) Brazilian 'Savannas'. In Huntley BJ, Walter BH (eds) *Ecology of tropical savannas*. Springer-Verlag, New York. pp 25–47.

Eiten G (1994) Vegetação do cerrado. In Pinto MN (ed) *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. EDUNB e SEMATEC, Brasília, DF. pp 17–73.

Embrapa (1999) Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

Fabris LC (1995) Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES. Dissertação Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Gentry AH (1982) Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the andean orogeny? *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69:557-593.

Gentry AH (1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gar.* 75:1-34.

Hay JD, Lacerda LD (1984). Ciclagem de nutrientes do ecossistema de restinga. In Lacerda LD, Araújo DSD, Cerqueira R, Turq B (eds) *Restingas: Origem, Estrutura e Processos*. CEUFF, Niterói, pp. 461-477.

Hitimana J, Kiyapi JL, Njunge JT (2004) Forest structure characteristics in disturbed and undisturbed sites of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, western Kenya. *Forest Ecol. and Manag.* 194: 269-291.

INMET (2008) Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Consultado em 10/ 04/ 2008.

Irwin HS, Barneby RC (1977) Monographic studies in Cassia (Leg. Caesalpinioideae) IV, Supplementary notes on Section Apoucouita Benth. *Brittonia* 29 (3): 277-290.

Kazmierczak ML, Seabra FB (2007). Índice de susceptibilidade de degradação ambiental [ISDA] em áreas do cerrado paulista. *Anais XIII Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto*, INPE, p.2745-2752.

Mantovani W (1993) Estrutura e dinâmica da floresta atlântica na Juréia, Iguape-SP. Tese de livre-docência, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Medeiros DPW, Lopes AV, Zickel CS. (2007). Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. *Flora*. 202(7): 513-520.

Mori LA, Silva LAM, Lisboa G, Coradin L (1989) Manual de manejo do herbário fanerogâmico. Ilhéus, Centro de Pesquisa do Cacau.

Peixoto AL, Gentry A (1990) Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). *Revta brasil. Bot.* 13:19-25.

Pennington RT, Prado DE, Pendry CA (2000) Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Jour. of Biog.* 27:261–273.

Pereira OJ, Borgo JH, Rodrigues ID, Assis AM (2000) Composição florística de uma floresta de restinga no município da Serra-ES. In: *Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros* (3) pp74-83.

Pereira MCA, Araujo DSD, Pereira OJ (2001), Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Marica – RJ. *Acta bot. bras.* 24: 237-281.

Prance G.T. (1982). Forest refuges: evidence from woody angiosperms. In *Biological diversification in the tropics* (G.T. Prance, ed.). Columbia University Press, New York. pp.137-157.

RADAMBRASIL (1983). Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro, pp. 301-339.

Ribeiro LF, Tabarelli M (2002) A structural gradient in cerrado vegetation of Brazil: changes in woody plant density, species richness, life history and plant composition. *Jour. of Trop. Eco.* 18:775–794.

Rodrigues RR (1999) A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. Circular Técnica, IPEF n. 189. ESALQ/USP.

Roth LC (1999) Anthropogenic change in subtropical dry Forest during a century of settlement in Jaiquí Picado, Santiago Province, Dominican Republic. *Jour. of Biog* 26: 739-759.

Sá CFC (2002) Regeneração de um trecho de floresta de restinga na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, Estado do Rio de Janeiro: II - Estrato arbustivo. *Rodriguésia* 82: 5-23.

Santos AV. (2006). Tabuleiros arenosos do Nordeste do Brasil: vegetação e relações históricas baseadas na distribuição de espécies lenhosas. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Scarano FR (2002) Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.

Schluter D, Ricklefs RE (1993) Species diversity: an introduction to the problem. In Ricklefs RE, Schlute D. (eds) *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press, Chicago, pp1-10.

Shepherd G J. (1995) Fitopac 2.0. Universidade Federal de Campinas, Campinas.

Silva SM, Britez RM, Souza WS, Joly CA (1993) Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. In *Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira*. ACIESP, São Paulo, pp.33-48.

Silva VF, Oliveira-Filho AT, Venturin N, Carvalho WAC, Gomes JBC. (2005). Impacto do fogo no componente arbóreo de uma floresta estacional semidecídua no município de Ibituruna, MG, Brasil. *Acta bot. bras.* 19(4): 701-716

Sugiyama M. (1998). Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* v. 11, p. 119-159.

Sztutman M, Rodrigues RR (2002) O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera-Açu, SP. *Revt. Brasil. Bot.* 25:161-176.

Tabarelli M, Mantovani W (1999) A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). *Revta Brás. de Bio.* 59:239–250.

Tabarelli M, Siqueira-Filho JA.; Santos AMM. 2006. A Floresta atlântica ao Norte do Rio São Francisco. In: *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta atlântica ao Norte do São Francisco* (Porto, C. C.; Almeida –Cortez, J. S.; Tabarelli, M. orgs.) p. 25-40. Ministério do Meio Ambiente (MMA) Brasília.

Trindade A (1991) Estudo florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de um trecho da floresta arenícola costeira do Parque Estadual das Dunas, Natal-RN. Recife, 168 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Vicente A, Lira SL, Cantarelli JRR, Zickel CS (2003) Estrutura do componente lenhoso de uma restinga no município de Tamandaré, Pernambuco, nordeste do Brasil. In: *Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil*. (Ecossistemas aquáticos, costeiros e continentais). Fortaleza. 170-172.

Weaver PL, Chinea JD (2003) Secondary subtropical dry Forest at the la Tinaja Tract of the Cartagena Lagoon National Wildlife Refuge, Puerto Rico. *Caribbean Jour. of Scie.* 39: 273-285.

Zickel CS, Vicente A., Almeida Jr EB, Cantarelli JRR, Sacramento AC. (2004). Flora e vegetação das restingas no Nordeste Brasileiro. In: *Oceanografia: um cenário tropical* (E.

Eskinazi-Leça, S. Neumann-Leitão e M.F. Costa, orgs.). Bargaço, Recife. p. 689-701.

## Anexos

## Anexo 1

**Tabela 5** Espécies registradas nas sete áreas de restinga estudadas, ordenadas a partir da maior dominância relativa (DoR). N= Número de indivíduos, DR = densidade relativa, AB = área basal.

<i>Barra de São Miguel - AL</i>	N	DR (%)	DoR (%)	AB (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
<i>Manilkara salzmannii</i> (A. DC.) H.J. Lam	14	7	31,32	21,757
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	17	8,5	20,43	14,195
<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.	3	1,5	6,6	0,4584
Indeterminada 5	1	0,5	5,54	0,3852
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	22	11	5,53	0,3842
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart	3	1,5	4,28	0,2973
<i>Marlierea regeliana</i> O. Berg.	25	12,5	3,75	0,2605
<i>Ocotea gardneri</i> (Meisn.) Mez	7	3,5	3,05	0,2116
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth	10	5	2,65	0,1844
<i>Pouteria grandiflora</i> (A. DC.) Baehni	8	4	1,72	0,1192
<i>Chamaecrista</i> sp	1	0,5	1,54	0,1071
Fabaceae	2	1	1,32	0,0917
<i>Inga capitata</i> Desv.	7	3,5	1,21	0,0843
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	8	4	1,05	0,0726
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	7	3,5	0,96	0,0664
<i>Brosimum</i> sp	2	1	0,85	0,0591
Indeterminada 3	1	0,5	0,83	0,0575
<i>Licania littoralis</i> Warm.	2	1	0,76	0,0525
<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul	3	1,5	0,72	0,0497
<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg.	4	2	0,56	0,0391
<i>Pilocarpus longiracemosus</i> Mart. ex Engl.	6	3	0,55	0,0385
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC	1	0,5	0,47	0,0326
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	2	1	0,46	0,0318
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan.	4	2	0,45	0,0312
Indeterminada 4	1	0,5	0,37	0,0258
<i>Schinus terenbintifolium</i> Raddi	1	0,5	0,33	0,0232
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	2	1	0,3	0,0207
<i>Licania hypoleuca</i> Benth.	1	0,5	0,29	0,0199
<i>Rheedia brasiliensis</i> (Mart.)	3	1,5	0,25	0,0176
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart	5	2,5	0,24	0,0164
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	2	1	0,2	0,0136
<i>Myrcia bergiana</i> O. Berg	4	2	0,18	0,0124
Indeterminada 2	1	0,5	0,17	0,0115
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC	1	0,5	0,16	0,0109

<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	3	1,5	0,14	0,0097
<i>Jacaranda obovata</i> Cham.	2	1	0,14	0,0095
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	1	0,5	0,14	0,0097
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	1	0,5	0,12	0,0082
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	1	0,5	0,08	0,0058
<i>Shoephia obliquifolia</i> Turcz	1	0,5	0,06	0,0042
Indeterminada 1	1	0,5	0,06	0,0042
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	2	1	0,03	0,0019
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	1	0,5	0,03	0,0023
<i>Byrsonima riparia</i> W.R. Anderson	1	0,5	0,03	0,0023
<i>Calyptanthes</i> sp	1	0,5	0,03	0,0018
<i>Myrcia hirtiflora</i> DC.	1	0,5	0,03	0,0018
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1	0,5	0,02	0,0011
Clusiaceae 1	1	0,5	0,02	0,0011
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng	1	0,5	0,02	0,0011
<i>Baía Formosa - RN</i>				
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart.	20	10	33,78	17,902
<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg.	12	6	13,05	0,6916
<i>Myrcia</i> sp	14	7	11,48	0,6086
<i>Sloanea garckeana</i> K.Schum.	1	0,5	8,36	0,4432
<i>Mimosa axillares</i> Benth.	6	3	6,26	0,3317
Myrtaceae 1	3	1,5	5,81	0,3081
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	15	7,5	5,16	0,2737
Indeterminada 3	1	0,5	3,61	0,1912
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	5	2,5	2,22	0,1178
<i>Guettarda platypoda</i> DC	18	9	0,85	0,045
Indeterminada 1	1	0,5	0,82	0,0436
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart	4	2	0,75	0,0396
<i>Eugenia hirta</i> O. Berg	3	1,5	0,72	0,0384
<i>Eugenia ligustrina</i> Kiaersk.	1	0,5	0,71	0,0379
<i>Inga capitata</i> Desv.	7	3,5	0,65	0,0344
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	1	0,5	0,63	0,0336
<i>Clusia nemorosa</i> G. Mey.	11	5,5	0,55	0,0293
<i>Coccoloba confusa</i> How	8	4	0,55	0,0293
<i>Duguetia moricandiana</i> Mart.	4	2	0,45	0,0241
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	13	6,5	0,39	0,0206
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	2	1	0,38	0,0199
<i>Erythroxylum colombinum</i> Mart.	7	3,5	0,37	0,0194



<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	4	2	0,33	0,0174
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan.	3	1,5	0,33	0,0175
<i>Cupania</i> sp	4	2	0,29	0,0156
<i>Ouratea hexasperma</i> St. Hil	6	3	0,28	0,0147
<i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.	6	3	0,27	0,0141
<i>Licania octandra</i> (Hoffm. ex R. & B.) Kuntze.	5	2,5	0,2	0,0108
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	2	1	0,13	0,0068
<i>Marlierea regeliana</i> O. Berg.	2	1	0,13	0,0067
<i>Eugenia rotundifolia</i> Casar.	2	1	0,12	0,0061
<i>Hymenaea</i> sp	1	0,5	0,12	0,0062
Indeterminada 5	1	0,5	0,06	0,0032
<i>Ocotea gardneri</i> (Meisn.) Mez	1	0,5	0,05	0,0026
<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	1	0,5	0,04	0,002
Indeterminada 2	1	0,5	0,02	0,0011
<i>Schoepfia obliquifolia</i> Turcz	1	0,5	0,02	0,0011
<i>Licania littoralis</i> Warm.	1	0,5	0,01	0,0008
Indeterminada 4	1	0,5	0,01	0,0008
<i>Pouteria</i> sp.	1	0,5	0,01	0,0008
<i>Pipa - RN</i>				
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) Lam	23	10,61	27,31	41,695
<i>Eugenia</i> sp1	43	18,94	3,89	0,5946
<i>Inga capitata</i> Desv.	13	4,17	22,43	34248
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	31	13,64	4,45	0,6796
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart.	15	6,06	13,4	20461
<i>Guettarda platypoda</i> DC.	9	5,3	4,62	0,7051
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	13	7,2	0,29	0,0441
<i>Simaba cuneata</i> St. – Hil. & Tul.	11	4,92	2,75	0,4192
<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	4	1,52	2,37	0,3613
<i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.	5	1,89	0,99	0,1508
<i>Ouratea cuspidata</i> Tiegh.	5	1,89	0,24	0,0371
<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl.)Eichler.	2	0,76	2,58	0,3938
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme	5	1,14	0,01	0,0021
<i>Myrcia</i> sp 1	4	1,52	0,08	0,0126
<i>Calliandra</i> sp	1	0,38	2,11	0,3215
<i>Eugenia edulis</i> Vell.	3	1,14	0,41	0,0625
<i>Cordia superba</i> Cham.	3	2,27	3,1	0,4732
<i>Vitex rufescens</i> A. Juss.	3	1,14	0,02	0,0038

<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	1	0,38	0,63	0,0963
<i>Anacardium occidentale</i> L.	1	0,76	0,61	0,0938
<i>Eugenia</i> sp 2	1	0,38	0,04	0,0054
Indeterminada 1	1	0,38	0,02	0,0029
<i>Ximena Americana</i> L.	1	0,38	0,01	0,0018
<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell.	1	0,76	0,01	0,0008
<i>Licania</i> sp.	1	0,38	0	0,0003
<i>Cabedelo - PB</i>				
<i>Saccoglotis mattogrossensis</i> Malme	27	13,5	17,34	2,3247
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) Lam	18	9	14,13	1,8951
<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl.)Eichler.	2	1	14,09	1,8891
<i>Protium bahianus</i> D.C.Daly	43	21,5	10,29	1,3802
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	6	3	10,15	1,3607
Indeterminada 8	1	0,5	7,69	10.313
Indeterminada 2	2	1	3,7	0,4958
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby	4	2	2,41	0,3235
Sapotaceae 1	2	1	1,84	0,247
Indeterminada 6	1	0,5	1,82	0,2437
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	1	0,5	1,71	0,23
<i>Calyptrotrichia</i> sp	2	1	1,35	0,1814
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	5	2,5	1,33	0,1781
Lauraceae 1	5	2,5	1,28	0,1714
<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	1	0,5	1,25	0,1673
Lauraceae 2	5	2,5	1,24	0,1666
<i>Inga capitata</i> Desv.	8	4	1,23	0,1646
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	3	1,5	0,97	0,1298
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	3	1,5	0,72	0,096
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	2	1	0,72	0,0971
<i>Thyrsodium schomburgkianum</i> Benth.	6	3	0,69	0,0922
Indeterminada 1	8	4	0,65	0,0866
Indeterminada 5	1	0,5	0,65	0,0877
<i>Inga</i> sp	2	1	0,44	0,0593
<i>Cupania</i> sp	3	1,5	0,42	0,0565
<i>Couepia impressa</i> Prance	1	0,5	0,38	0,0509
<i>Tabebuia</i> sp	1	0,5	0,34	0,046
Indeterminada 4	1	0,5	0,27	0,0368
Indeterminada 3	1	0,5	0,21	0,0287
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	9	4,5	0,19	0,0249

<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	2	1	0,17	0,0224
Myrtaceae 1	4	2	0,07	0,0096
<i>Rinorea</i> sp	7	3,5	0,06	0,0079
<i>Eugenia</i> sp2	1	0,5	0,05	0,0072
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart.	2	1	0,04	0,0054
<i>Eugenia cyclophylla</i> O. Berg	3	1,5	0,03	0,0035
Indeterminada 7	1	0,5	0,03	0,0042
<i>Eugenia</i> sp1	4	2	0,02	0,0032
<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan.	1	0,5	0,02	0,002
<i>Swartzia pickelii</i> Killip. ex Ducke	1	0,5	0,01	0,0016
<i>Maracápe - PE</i>				
<i>Manilkara salzmannii</i> (A. DC.) H.J. Lam	15	5	14,54	2,2815
<i>Saccoglotis mattogrossensis</i> Malme	20	8	5,04	0,7905
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby	14	5	11,21	1,7601
<i>Guapira nitida</i> (Schmidt) Lundell	7	2,25	6,66	1,0447
<i>Anacardium occidentale</i> L.	10	2,75	5,64	0,8849
<i>Myrcia bergiana</i> O. Berg	18	12,25	3,67	0,5753
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	6	2	2,63	0,4134
<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	11	4,5	7,07	1,1096
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	9	3,5	0,67	0,105
<i>Guettarda platypoda</i> DC	8	3,25	0,64	0,1008
<i>Inga capitata</i> Desv.	4	1,75	2,38	0,373
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth	5	2	7,12	1,1182
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	4	5	1,9	0,2989
Myrtaceae 3	3	1	1,99	0,3126
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	1	0,75	5,2	0,8159
<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg.	5	1,25	0,35	0,0543
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	5	0,75	0,03	0,0044
<i>Ocotea gardneri</i> (Meisn.) Mez	4	1,75	0,78	0,122
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC	3	2,75	0,68	0,1073
<i>Byrsonima riparia</i> W. R. Anderson	3	2	0,29	0,045
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	3	2	0,17	0,0261
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart	2	1	1,97	0,3099
<i>Rollinia pickelli</i> Mart.	2	1,5	1,04	0,1637
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	3	1,25	0,22	0,0352
<i>Couepia impressa</i> Prance	2	0,5	0,3	0,0478
<i>Marlierea regeliana</i> O. Berg.	3	2,5	0,61	0,095
<i>Marlierea</i> sp 1	3	1,75	0,56	0,0885

<i>Ocotea duckei</i> Vattimo	2	2,75	1,72	0,2692
<i>Eugenia</i> sp 2	2	2	1,66	0,2607
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess.	2	1	0,4	0,0633
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	2	0,25	0,06	0,0087
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	3,25	3,72	0,5844
não identificada	2	1,25	0,45	0,0706
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	3	0,75	0,09	0,0138
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart.	2	1	0,41	0,0637
<i>Eugenia hirta</i> O. Berg	1	1,5	1,12	0,1751
<i>Cyphomandra fragrans</i> (Hook.) Sendtn.	2	0,5	0,01	0,0019
<i>Inga flageliformis</i> (Vell.) Mart.	1	0,75	0,29	0,0458
<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.	1	1,5	0,34	0,0539
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	1	0,25	0,09	0,014
<i>Coccoloba confusa</i> How	1	0,5	1,27	0,1996
<i>Myrcia</i> sp.	1	0,5	0,12	0,0103
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	1	0,75	0,19	0,0296
<i>Marlierea</i> sp. 2	1	0,5	0,03	0,0029
<i>Tamandaré - PE</i>				
<i>Anacardium occidentale</i> L.	21	10,5	17,9	0,9838
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) Lam	14	7	14,65	0,8049
<i>Couepia impressa</i> Prance	7	3,5	10,95	0,6018
<i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.	24	12	10,45	0,5745
<i>Protium bahianus</i> D.C.Daly	21	10,5	10,28	0,5649
Indeterminada	14	7	7,45	0,4095
Lauraceae 1	3	1,5	6,5	0,3572
Myrtaceae 2	8	4	3,93	0,2161
<i>Ouratea crassa</i> Tiegh.	5	2,5	3,77	0,2071
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme	7	3,5	3,27	0,1799
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth	16	8	2,93	0,161
<i>Inga</i> sp	9	4,5	2,05	0,1126
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	7	3,5	1,73	0,095
<i>Ocotea gardneri</i> (Meisn.) Mez	13	6,5	1,69	0,0929
Myrtaceae 1	6	3	0,93	0,0512
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	4	2	0,38	0,0209
<i>Byrsonima vacciniifolia</i> A. Juss.	1	0,5	0,31	0,0168
Myrtaceae 3	4	2	0,29	0,0161
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	9	4,5	0,23	0,0125
<i>Simaba cuneata</i> A. St.-Hil. & Tul.	2	1	0,1	0,0055

<i>Guettarda platypoda</i> DC.	2	1	0,08	0,0043
<i>Solanum stipulaceum</i> Roem. & Schult	1	0,5	0,06	0,0032
<i>Guettarda platypoda</i> DC.	1	0,5	0,03	0,0018
<i>Curatella americana</i> L.	1	0,5	0,03	0,0016
<i>Sirinhaém - PE</i>				
<i>Hymenolobium alagoanum</i>	57	27,4	62,22	63,749
<i>Ocotea gardneri</i> (Meisn.) Mez	27	12,98	10,91	11,182
<i>Ouratea cuspidata</i> Tiegh.	18	8,65	1,08	0,111
<i>Ilex</i> sp.	14	6,73	4,39	0,4501
<i>Sacoglottis matogrossensis</i>	13	6,25	0,9	0,0918
<i>Protium bahiensis</i>	12	5,77	1,12	0,1152
<i>Cinnamomum</i> sp.	7	3,37	0,31	0,0316
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	7	3,37	2,26	0,2314
<i>Inga capitata</i> Desv	6	2,88	3,83	0,3928
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	5	2,4	1,88	0,1923
<i>Chamaecrista apoucouita</i>	5	2,4	1,92	0,1964
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	4	1,92	0,31	0,0317
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	4	1,92	0,42	0,0432
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	1,92	4,16	0,4267
<i>Byrsonima</i> sp	3	1,44	0,18	0,0189
<i>Eschweilera ovata</i>	3	1,44	0,22	0,0221
<i>Anacardium occidentale</i> L.	3	1,44	1,21	0,1235
<i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss	2	0,96	0,04	0,0042
<i>Eugenia</i> sp.	2	0,96	0,04	0,0046
<i>Myrcia jacobinensis</i>	2	0,96	0,05	0,0049
<i>Myrcia bergiana</i> O. Berg	2	0,96	0,28	0,0288
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	2	0,96	0,47	0,0481
<i>Calypttranthes dardanoi</i>	1	0,48	0,02	0,0023
<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell	1	0,48	0,02	0,0018
<i>Humiria balsamifera</i>	1	0,48	0,03	0,0026
<i>Vismia guianensis</i>	1	0,48	0,04	0,0046
<i>Ficus</i> sp.	1	0,48	0,22	0,0224
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth	1	0,48	1,46	0,1494

## Anexo 2 Normas para submissão de periódicos a *Plant Ecology*

### Title Page

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

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

Keywords

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

Abstract for practitioners

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

Conservation Evidence

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Note: If you use Word 2007, do not create the equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead.

Save your file in doc format. Do not submit docx files.

Word template

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

LaTeX macro package

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

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

Footnotes

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

Acknowledgments

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

#### Citation

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

Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).

This result was later contradicted (Becker and Seligman 1996).

This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1993).

#### Reference list

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

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

#### Journal article

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

#### Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. Doi:10.1007/s001090000086

#### Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

#### Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

#### Online document

Doe J (1999) Title of subordinate document. In: *The dictionary of substances and their effects*. Royal Society of Chemistry. Available via DIALOG. [http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document](http://www.rsc.org/dose/title%20of%20subordinate%20document).

Accessed 15 Jan 1999

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

#### Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table heading. The table title should explain clearly and concisely the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table heading.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

#### Artwork Guidelines

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

#### Figure Captions

##### Figure Placement and Size

##### Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

#### Line Art

Definition: Black and white graphic with no shading.

Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.

All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.

Line drawings should have a minimum resolution of 1200 dpi.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

#### Halftone Art

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

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

Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

#### Combination Art

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

Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

#### Color Art

Color art is free of charge for online publication.

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

If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.

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

#### Figure Lettering

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

Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).

Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.

Avoid effects such as shading, outline letters, etc.

Do not include titles or captions within your illustrations.

#### Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.



Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc."

#### Figure Captions

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

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

No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.

Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

#### Figure Placement and Size

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

For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.

For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Print

Recommend to others

Free Electronic Sample Copy

Bookmark References Online

E-content

For authors and editors

Aims and scope

An invitation to join the 51st IAVS Annual Symposium, September 2008

Manuscript submission

Submit online

Title page

Abstracts for practitioners

Text

References

Tables

Artwork

ESM

After acceptance

Languages

OpenChoice

Table of Contents Alert for this Journal

You will receive via email the table of contents of every new issue published in this journal.

E-mail

Retype E-mail

Please feel free to send me information from Springer.

Additional information

Shipping dates

Order this journal

Order back issues

Article Reprints  
 Bulk Orders  
 Other contacts  
 Production  
 Customer Service  
 Advertising  
 Related journals  
 Economic Botany  
 The Botanical Review  
 Brittonia  
 Tropical Plant Biology  
 Folia Geobotanica  
 Theoretical Ecology  
 Kew Bulletin  
 Related subjects  
 Plant Sciences

#### Electronic Supplementary Material

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

#### Submission

Audio, Video, and Animations

Text and Presentations

Spreadsheets

Specialized Formats

Collecting Multiple Files

Numbering

Captions

Processing of supplementary file

#### Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

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

#### Audio, Video, and Animations

Always use MPEG-1 (.mpg) format.

#### Text and Presentations

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

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

#### Spreadsheets

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

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

#### Specialized Formats

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

#### Collecting Multiple Files

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

#### Numbering

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

Name your files accordingly, e.g., Animation3.mpg.

#### Captions

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

#### Processing of supplementary files

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

#### After acceptance

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs

#### Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

#### Springer Open Choice

#### Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, they agree to the Springer Open Choice Licence.

#### Offprints

Additional offprints can be ordered by the corresponding author.

#### Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

#### Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

#### Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

#### Languages

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

<http://www.unicode.org>

Such abstracts in other languages will carry a disclaimer:

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

Springer Open Choice™

Your Research. Your Choice.

Springer operates a program called Springer Open Choice. It offers authors to have their journal articles made available with full open access in exchange for payment of a basic fee ('article processing charge').

With Springer Open Choice the authors decide how their articles are published in the leading and well respected journals that Springer publishes. Springer continues to offer the traditional publishing model, but for the growing number of researchers who want open access, Springer journals offer the option to have articles made available with open access, free to anyone, any time, and anywhere in the world. If authors choose open access in the Springer Open Choice program, they will not be required to transfer their copyright.

Whatever the decision, an author's work will always benefit from all Springer has to offer. There is no difference in the way that they are treated between Springer Open Choice articles and other articles among the well over 100,000 that Springer publishes annually. All articles will be peer-reviewed, professionally produced, and available both in print and in electronic versions on SpringerLink. In addition, every article will be registered in CrossRef and included in the appropriate Abstracting and Indexing services. Springer Open Choice articles will have the possibility of incorporating additional non-text files.

**ARTIGO 2**

**Atributos reprodutivos das restingas do Centro de Endemismo  
Pernambuco: Uma comparação entre as restingas e outros ecossistemas  
tropicais**

Artigo a ser enviado ao periódico *Annals of Botany*

*Atributos reprodutivos das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco: Uma  
comparação entre as restingas e outros ecossistemas tropicais*

Daniel Portela Wanderley de Medeiros<sup>1\*</sup>, Ariadna Valentina Lopes<sup>2</sup> Carmen Silvia Zickel<sup>3</sup>

1\* Doutorando do Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Depto. de Biologia – Botânica. Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos – CEP 52117-900. e-mail: dpwmedeiros@gmail.com

2 Universidade Federal de Pernambuco – Depto. de Botânica – Av. Professor Moraes Rego s/n Cidade Universitária-CEP:50660-901.

3 Universidade Federal Rural de Pernambuco – Depto. de Biologia – Botânica. Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos – CEP 52117-900.

## RESUMO

- *Introdução:* estudos relacionados a estratégias ecológicas possuem uma importância fundamental para o entendimento de vários processos biológicos, principalmente daqueles relacionado às interações planta-animal. Estudos sobre os sistemas reprodutivo, sexual e de polinização nos ecossistemas têm sido realizados de diversas formas, inclusive com abordagem comunitária, a maioria deles incluindo espécies do componente arbustivo-arbóreo. O presente estudo tem por objetivo descrever quais são os atributos biológicos das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco, com a perspectiva de compreender os fatores mantenedores da diversidade vegetal nessas áreas e, com isso, promover uma adequação das práticas de manejo e conservação das mesmas, além de comparar esses dados com os estudos já realizados nas restingas e nos ecossistemas adjacentes.
- *Método:* Foi formado um banco de dados das espécies lenhosa de restinga, através da compilação e coleta de campo de levantamentos florísticos e fitossociológicos em informações sobre: forma biológica, atributos florais, síndromes de polinização, atributos carpológicos e síndromes de frutificação.
- *Resultados chave:* Flores inconspícuas, oferecendo néctar como recurso, abertas, polinizadas por abelhas, hermafroditas, com frutos carnosos, de tamanho médio e síndromes de dispersão biótica, são as características dos atributos biológicos em que se enquadra a maioria das espécies das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. Os atributos biológicos são similares aos de outras florestas tropicais, com algumas poucas variações de acordo com as variações fisionômicas e abióticas desses ecossistemas.
- *Conclusões:* Pesquisas com esse tipo de enfoque poderá nos fornecer dados primordiais sobre a estrutura e funcionamento das restingas. Se estas estratégias ou adaptações estruturais e funcionais forem melhor entendidas, proverão uma base para definir os princípios comuns que governam o funcionamento das restingas, fornecendo-nos assim, uma importante ferramenta para o princípio da aplicação da restauração desse ecossistema fortemente antropizado.

**Palavras-chave:** Tratamentos florais, recursos florais, síndromes de polinização, síndromes de dispersão, Restinga, Centro de Endemismo Pernambuco

## INTRODUÇÃO

O Centro de Endemismo Pernambuco é composto por florestas situadas ao norte do Rio São Francisco, de Alagoas ao Rio Grande do Norte. Engloba comunidades periféricas, como as restingas, os mangues e os tabuleiros arenosos (Veloso *et al.*, 1991; Rizzini, 1979). Dentre essas comunidades, destacam-se as restingas que, atualmente, são áreas pouco contempladas quando relacionadas a estudos ecológicos. Segundo Scarano (2002), o ecossistema de restinga parece ser negligenciado quando associado a pesquisas com esse enfoque, por possuírem baixa diversidade e pouco endemismo quando comparado a Floresta Atlântica *stricto sensu*. Porém, deve-se dar o devido valor a esse ecossistema que, por possuir uma origem recente (Freire, 1990), pode fornecer informações importantes. Essas informações estão relacionadas a processos adaptativos e evolutivos e esse ecossistema pode servir como ponto de partida para a dispersão e recolonização de espécies, ou ainda, como proteção de espécies raras ou de microhabitats (Scarano, 2002).

As restingas foram contempladas com estudos florístico-estruturais desde Ule (1901) até a presente data, porém, pesquisas com enfoque ecológico são raras ou inexistentes no Nordeste brasileiro (Medeiros, 2007). Estudos relacionados a estratégias ecológicas possuem uma importância fundamental para o entendimento de vários processos biológicos, principalmente àqueles relacionado às interações planta-animal (Ramirez e Brito, 1990). Estudos sobre os sistemas reprodutivo, sexual e de polinização nos ecossistemas têm sido realizados de diversas formas, inclusive com abordagem comunitária, a maioria deles incluindo espécies do componente arbustivo-arbóreo (Oliveira e Gibbs, 2000).

Esforços significativos, por intermédio de um grande número de pesquisas, procuram compreender a diversidade dos sistemas reprodutivos em angiospermas (Matallana *et al.*, 2005), assim como, análises florais morfológicas, ecológicas e fisiológicas estão sendo relacionadas com vetores de polinização (Machado e Lopes, 2004). Essas análises podem ajudar na predição dos polinizadores (Faegri e Pijl, 1979; Waser, 1983; Dafni e O'Toole, 1994; Endress, 1994; Proctor *et al.*, 1996), caracterizando assim, as síndromes de polinização (Vogel, 1954; Faegri e Pijl, 1979) que, provê em um valioso guia a estudos em ecologia reprodutiva (Machado e Lopes, 2004).

Assim como os estudos sobre a biologia floral, estudos associados à dispersão de frutos e sementes contribuem para o entendimento da co-evolução entre plantas e animais, principalmente nos trópicos, onde é maior a atuação dos vetores bióticos comumente representados por formigas, répteis, aves e mamíferos (Fournier, 1974; Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993; Ferraz *et al.*, 1999). Todavia, apesar da importância dos mecanismos de dispersão para a manutenção de populações e dos ecossistemas, a ecologia da dispersão é um ramo da ciência ainda em fase embrionária no Nordeste do Brasil (Griz *et al.*, 2002).

Pesquisas relacionadas à biologia reprodutiva, incluindo polinização e dispersão, em comunidades florestais (Bawa *et al.*, 1985; Kress e Beach 1994; Yamamoto *et al.*, 2007),



cerrado (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988; Barbosa, 1997; Borges, 2000; Oliveira e Gibbs, 2000; Martins e Batalha, 2006), e na caatinga (Machado e Lopes, 2004) vêm sendo realizadas nos últimos anos, assim como outras que abordam atributos carpológicos e síndromes de dispersão em comunidades na floresta atlântica (Griz e Machado, 1998; Talora e Morellato, 2000; Spina *et al.*, 2001) caatinga (Griz e Machado, 2001; Rocha *et al.*, 2004) floresta amazônica (Macedo, 1977; Vieira *et al.*, 2002) e cerrado (Batalha e Mantovani, 2000; Ribeiro e Tabarelli, 2002; Costa *et al.*, 2004). Porém, estudos relacionados a esses atributos biológicos praticamente não existem para o ecossistema restinga (Ormond *et al.*, 1993; Matallana *et al.*, 2005), principalmente na região nordeste do Brasil, que possui apenas uma pesquisa relacionada a aspectos fenológicos de uma comunidade (Medeiros *et al.*, 2007).

A partir do exposto, é notório o pioneirismo do presente estudo que tem por objetivo ajudar a preencher a grande lacuna estabelecida no conhecimento dos atributos biológicos das espécies de restinga na região nordeste do Brasil. Mais especificamente nos estados que compartilham as áreas do Centro de Endemismo Pernambuco. Portanto, a presente pesquisa objetiva descrever quais são os atributos reprodutivos das espécies de restinga do Centro de Endemismo Pernambuco, com a perspectiva de subsidiar a compreensão dos fatores mantenedores da diversidade vegetal nessas áreas e, com isso, sugerir adequação de práticas de manejo e conservação das mesmas, além de comparar esses dados com os poucos estudos já realizados nas restingas de outras regiões do Brasil e nos ecossistemas adjacentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

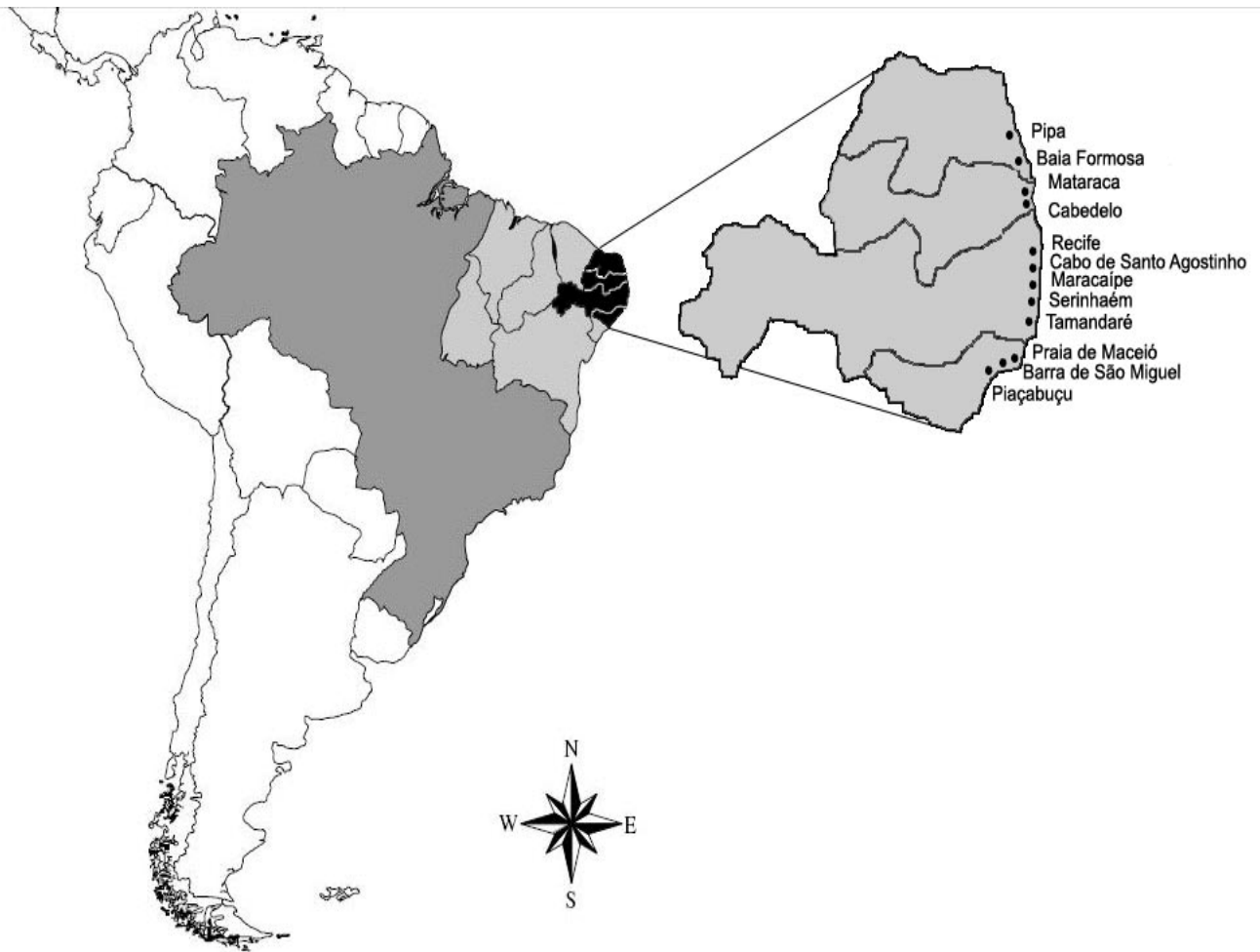
### *Áreas de estudo*

O estudo foi desenvolvido em 12 áreas de restingas situadas ao norte do Rio São Francisco, entre os paralelos 5°00'00" e 10°30'00" sul e meridianos 34°50'00" e 37°12'00" oeste (Fig. 1) (de Alagoas ao 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). Os solos são arenosos, com teores de areia variando de 98% a 100% na floresta, fruticeto e no campo, classificados como Neossolos Quartzarênicos, de acordo com a classificação da Embrapa (1999).

Um banco de dados foi formado através da compilação dos levantamentos florísticos e fitossociológicos já realizados, que tinham como critério de inclusão o perímetro a altura do solo maior que dez centímetros, para formulação da listagem das espécies do Centro de Endemismo Pernambuco (Tabela 1).

**Tabela 1.** Áreas estudadas com suas respectivas referências, coordenadas geográficas, e precipitação média nos últimos dez anos do Centro de Endemismo Pernambuco.

<i>Áreas - Estados</i>	<i>Referência Bibliográfica</i>	<i>Coordenadas (Latitude)</i>	<i>Precipitação média anual em mm (30 anos)</i>
Barra de São Miguel - AL	Medeiros et al. (não publicado)	09° 50' 38" 35° 53' 5"W	2.183
Maceió-AL	Esteves (1980)	09°40'55"S 35°43'17"W	2.183
Piaçabuçu-AL	Rocha (1984)	10°25'19"S 36°22'38"W	2.183
Tamandaré-PE	Vicente <i>et al.</i> (2003a)	08°47'20"S 35°06'45"W	2.430
Serinhaem-PE	Cantarelli (2003)	08°39'44"S 35°05'25"W	2.430
Maracaípe-PE	Almeida-Junior (2006)	08°31'48"S 35°01'05"W	2.430
Cabo de Santo Agostinho-PE	Andrade-Lima (1953)	08°21'30"S 34°56'44"W	2.430
Boa viagem-PE	Andrade-Lima (1951)	08°06'36"S 34°53'21"W	2.430
Mataraca-PB	Oliveira-Filho e Carvalho (1993)	06° 36' 3"S 35° 5' 5"W	2.141
Cabedelo_PB	Vicente <i>et al.</i> (2003a)	06° 58' 44"S 34° 50' 1"W	2.141
Baía Formosa-RN	Medeiros et al. (não publicado)	06°22'25"S 35°00'54"W	2.075
Pipa-RN	Almeida-Junior (2006)	06°11'00"S 35°17'30"W	2.075



**Fig. 1.** Mapa do continente sul americano com o Brasil em destaque (cinza escuro), região Nordeste (cinza claro) e Centro de Endemismo Pernambuco (preto), ampliado a direita e com as áreas de restinga estudadas.

#### *Coleta de dados das estratégias reprodutivas*

As informações referentes a estratégias reprodutivas das espécies lenhosas de restinga foram obtidas através de literatura especializada (artigos em periódicos, livros, dissertações e teses) e consultas a órgãos especializados em informações sobre distribuição de plantas, além do conhecimento da biologia das espécies estudadas. A partir dessas informações foi formulado um banco de dados. Posteriormente, as espécies foram classificadas e quantificadas, em termos percentuais, de acordo com os atributos/recompensas florais e síndromes de polinização e, os atributos carpológicos e as síndromes de frutificação.

#### *Atributos/recompensas florais e síndromes de polinização*

Para as espécies foram registrados atributos florais como tamanho, tipos ou formas de flores, recurso ou recompensa floral, sistema sexual e síndromes de polinização. Com relação ao tamanho floral, seguiu-se a classificação de Machado e Lopes (2004): 1) inconspícua ( $\leq 4$

mm); 2) pequena ( $> 4 \leq 10$  mm), 3); média ( $> 10 \leq 20$  mm); 4) grande ( $> 20 \leq 30$  mm); e 5) muito grande ( $> 30$  mm). Os recursos florais foram divididos em cinco classes: 1) abrigo/cópula/partes florais (ACPF); 2) néctar; 3) óleo; 4) pólen; e 5) sem recurso (Faegri & Pijl, 1979; Endress, 1994; Proctor *et al.*, 1996).

Os tipos florais adotados foram os propostos por de Faegri e Pijl (1979), modificados por Machado & Lopes (2004): 1) aberto/taça ou disco; 2) câmara; 3) campânula/funil; 4) estandarte; 5) goela; 6) inconspícuo (atribuído a flores muito pequenas - até 4 mm); 7) pincel; e 8) tubo. As espécies foram classificadas ainda quanto ao sistema sexual em: 1) andromonóicas; 2) dióicas; 3) hermafroditas; e 4) monóicas (Richards, 1986).

A classificação das síndromes de polinização foi feita de acordo com Faegri e Pijl (1979) e Proctor *et al.* (1996): 1) anemofilia/vento; 2) cantarofilia (besouros); 3) “adaptação a diversos pequenos insetos” (DPI); 4) esfingofilia (esfingídeos); 5) falenofilia (mariposas); 6) melitofilia (abelhas); 7) miiofilia (moscas); 8) ornitofilia (aves); 9) psicofilia (borboletas); 10) quiropterofilia (morcegos); e 11) adaptação a vespas.

#### *Atributos carpológicos e síndromes de frutificação*

Além dos atributos florais, a maioria das espécies listadas no banco de dados foi classificada de acordo com o tipo e tamanho dos frutos, assim como as síndromes de dispersão de seus respectivos diásporos, a partir da literatura especializada.

Os frutos foram classificados em 19 “tipos” diferentes seguindo o tratamento de Spjut (1994) com algumas adaptações. Alguns tipos foram classificados em nível de categorias como a “série II B” – “Frutos capsulares”, outros foram classificados em último nível de classificação em: núcúlanio; drupa; folículo; sâmara; cápsula; esquizocarpo; legume; anfisarcum; pixídio; glande; carcerulos; acrosacrum; baga; e câmara.

Para categoria tamanho, seguiu-se a sugestão de Ribeiro e Tabarelli (2002) em: 1) pequenos (frutos menores que 0,6 cm de largura); 2) médios (frutos entre 0,6 e 1,5 cm de largura); 3) grandes (frutos entre 1,6 e 3,0 cm); e 4) muito grandes (frutos maiores que 3,0 cm de largura).

As síndromes de dispersão dos diásporos foram classificadas de acordo com Pijl (1982) adaptadas por Vicente *et al.* (2003b): 1) Abiótica - tipo de dispersão não mediada por animais sendo os diásporos alados, plumosos, em forma de balão; ou seja, dispersos pelo vento ou outra categoria semelhante; além das que possuem mecanismos de explosão do fruto e expulsão da semente como as espécies barocóricas (dispersão por gravidade) e (2) Biótica - quando apresentam atrativos e/ou fontes alimentares em seus diásporos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram listadas, no banco de dados, 282 espécies lenhosas nas 12 áreas estudadas. Os resultados serão detalhados em seqüência dos atributos florais e carpológicos. Vale a pena ressaltar que não foi possível classificar as 282 espécies para cada atributo. O número de espécies classificadas variou dependendo do atributo floral ou carpológico analisado.

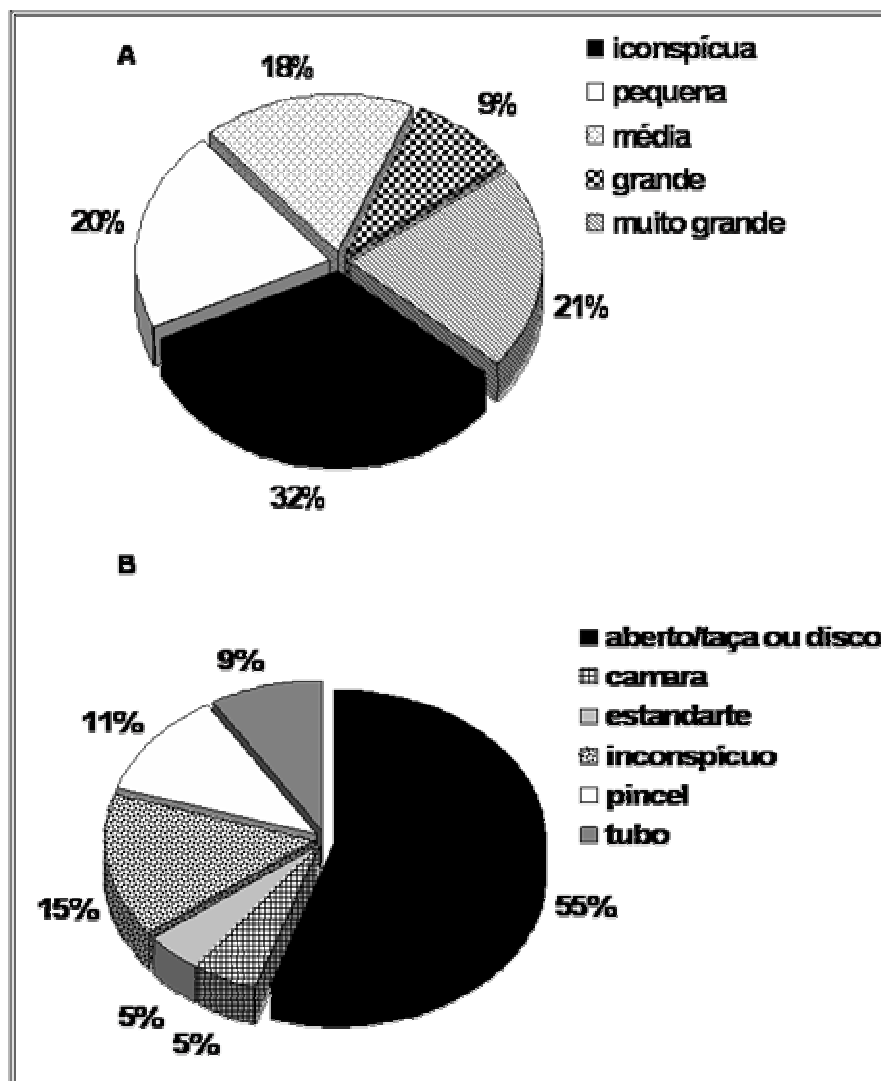
### *Biologia Floral*

Do total de 282 espécies registradas nas 12 áreas, 225 espécies foram classificadas quanto ao tamanho floral. Observa-se uma maior concentração (32%) de espécies com flores inseridas na categoria “inconspícua” nas restingas estudadas. Em segundo lugar, têm-se as espécies classificadas como “muito grande” (21%), posteriormente “pequena” (20%), “média” (18%) e, por último, as espécies inseridas na categoria “grande”, com apenas 9% do total (fig. 2A). Flores muito pequenas, geralmente, estão associadas à polinização não especializada como diversos pequenos insetos e pequenas abelhas (Faegri e Pijl, 1979; Bawa e Opler, 1975; Bawa *et al.*, 1985). Esse fato corrobora os dados encontrados nas restingas estudadas (Tabela 2).

Cinquenta por cento de um total de 219 espécies, inseridas na categoria recurso floral, foram classificadas como flores que produzem néctar. Em seqüência, têm-se flores produtoras de pólen (36%), óleo e abrigo/cópula/partes florais, com 6% cada. Apenas 2% das espécies utilizam a resina como recurso floral. Em um estudo apenas com espécies nectaríferas da restinga de Maricá (Rio de Janeiro), Ormond *et al.* (1993) ressaltou que mais de 50% das espécies estudadas utilizam o néctar como principal recurso (Tabela 3).

Um alto percentual de espécies nectaríferas prevaleceu também em outros ecossistemas tropicais (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988; Oliveira e Gibbs, 2000; Ramirez *et al.*, 1990; Machado e Lopes, 2004) superando as espécies que possuem o pólen como recurso principal oferecido aos seus polinizadores. A proporção de espécies que ofertaram outros tipos de recursos nas restingas estudadas foi semelhante a dos estudos supracitados.

Na categoria “tipos florais”, 55% de um total de 221 espécies foram classificadas como flores do tipo “aberta/taça ou disco”. O restante das espécies inseridas nas categorias subsequentes foi: 15% “inconspícuo”, 11% “pincel”, 9% “tubo”, 5% para “estandarte” e “câmara” (fig. 2B). Segundo Faegri e Pijl (1979), proporções semelhantes a estas são comuns nas comunidades tropicais, pois flores em disco, pincel, pequenos tubos ou ainda inconspícuas, permitem o acesso a uma grande diversidade de polinizadores.



**Fig. 2.** Proporções de tamanho da flor (**A**) de tipos florais (**B**) de espécies analisadas em cada categoria das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

**Tabela 2.** Número de espécies para cada síndrome de polinização com os respectivos tratamentos florais (tamanho floral, recursos florais, tipos florais, sistema sexual, tipo de fruto, tamanho do fruto, síndromes de dispersão)

Tratamentos florais	Sistemas de Polinização									
	Anemofilia	Cantarofilia	Adaptação a vespas	Falenofilia	Psicofilia	Ornitofilia	Dpi	Quiropterofilia	Melitofilia	Miiofilia
<i>Tamanho floral</i>										
inconspícua	5	2	2	-	-	-	10	-	33	5
pequena	1	5	-	2	-	-	7	2	21	2
média	1	-	-	-	-	-	1	-	35	1
grande	-	3	-	-	2	1	-	4	9	-
muito grande	-	7	-	4	-	1	1	8	23	-
<i>Recursos florais</i>										
acpf	-	6	-	-	-	-	-	-	5	-
néctar	3	1	1	8	2	4	13	14	47	8
óleo	2	-	-	-	-	-	-	-	14	-
pólen	-	10	-	2	-	5	2	4	48	-
resina	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-
<i>Tipos florais</i>										
aberto/taça ou disco	2	5	1	-	1	6	12	6	77	2
câmara	-	10	-	-	-	-	-	-	1	-
campânula/funil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
estandarte	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
inconspícuo	2	1	-	-	-	-	7	-	19	1
pincel	-	-	-	3	1	-	-	11	8	-
tubo	-	1	-	4	-	2	-	1	5	5
<i>Sistema sexual</i>										
hermafrodita	-	12	1	10	4	8	5	16	110	8
monóica	3	4	-	-	-	-	4	-	7	-
dióica	3	-	1	-	-	1	11	-	11	-
androdióica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
andromonóica	-	1	-	-	-	-	4	2	4	-
<i>Tipo de fruto</i>										
nuculano	-	1	-	-	-	-	1	-	8	4
drupa	1	4	2	1	3	2	4	1	25	3
folículo	-	-	-	1	-	1	1	-	2	-
sâmara	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-
cápsula	2	1	-	1	-	1	5	1	13	1
esquizocarpo	-	-	-	-	-	-	2	-	5	1
legume	-	-	-	-	-	2	-	4	9	-
amphisarcum	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-
pixídio	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
glans	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
carcerulos	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
acrosacrum	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
baga	3	1	-	3	1	2	4	-	44	-
câmara	-	-	-	-	-	-	-	8	4	-
trima	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
cryptocarpo	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
discocarpo	-	10	-	-	-	-	1	-	2	2
etaerionaro	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-
lomentáceo	-	-	-	2	-	-	-	2	6	-
<i>Tamanho do fruto</i>										
pequeno	1	-	1	-	1	1	10	-	6	2
médio	2	4	1	1	2	2	5	3	57	7
grande	-	2	-	1	-	2	13	3	33	2
muito grande	4	11	-	8	-	1	4	10	36	-
<i>Síndromes de dispersão</i>										
biótica	6	15	2	4	4	2	14	11	105	9
abiótica	1	2	-	6	-	6	7	6	33	-
<b>espécies de cada sistema de polinização</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>139</b>	<b>11</b>

**Tabela 3.** Número de espécies (entre parênteses percentuais) enquadradas em categorias de recursos florais: néctar, pólen, óleo, resina, ACPF (abrigo, cópula ou partes florais), nos diversos ecossistemas tropicais

Recurso floral	Restinga (presente estudo)	Restinga (Ormond et al. 1993)*	Savana, cerrado (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988)	Savana, cerrado (Oliveira e Gibbs, 2000)	Floresta tropical (arbustiva) (Ramirez et al. 1990)	Floresta seca, caatinga (Machado e Lopes 2004)
Néctar	108 (50)	141 (62)	128 (45.9)	40 (70.2)	20 (40.8)	103 (71.5)
Pólen	79 (36)	-	46 (16.5)	11 (19.3)	13 (2.5)	22 (15.3)
Óleo	14 (6)	-	10 (3.6)	2 (3.5)	-	13 (9)
Resina	5 (2)	-	-	-	2 (4.1)	2 (1.4)
ACPF	13 (6)	-	6 (2.2)	-	-	0
Total	219	141	190	53	35	140

\* Análises realizadas apenas com espécies nectaríferas. - significa ausência do dado

#### Síndromes/Sistemas de polinização

A melitofilia (polinização realizada por abelhas) foi a síndrome mais freqüente dentre as 243 espécies analisadas, com 56%, seguida por “dpi”(diversos pequenos insetos) com 11%, cantarofilia e quiropterofilia (7%). As demais categorias tiveram pequenos percentuais, como miofilia (5%), ornitofilia (4%), anemofilia (3%), psicofilia (2%) e adaptação a vespas (1%). A predominância da melitofilia como principal síndrome de polinização corrobora os dados encontrados, tanto em outras áreas de restinga, quanto em outros ecossistemas tropicais. Espécies polinizadas por diversos pequenos insetos estão em segundo lugar também em áreas de cerrado, florestas estacionais semidecíduais e florestas tropicais chuvosas (Tabela 4).

Flores polinizadas principalmente por pequenos insetos são pequenas e normalmente do tipo aberta ou disco, pois estas características insinuam recompensas florais que são acessíveis a muitos insetos. Por outro lado, um inseto de tal grupo pode visitar flores de várias espécies desde que lá existam muitas espécies com estas características (Bawa e Opler, 1975; Bawa, 1980). A predominância de pequenas abelhas e insetos, provavelmente acontece devido à ausência de especificidade que é a condição mais freqüente em tipos de vegetação diferentes (Martins e Batalha, 2006; Bawa, 1980).

Espécies quiropterófilas correspondem ao terceiro maior percentual dentre as áreas de restinga estudadas, o que se assemelha aos dados de Machado e Lopes (2004) na vegetação de caatinga (Tabela 4). Todavia, esses resultados diferem dos dados de pesquisas realizadas em áreas de florestas úmidas e cerrado (Bawa et al., 1985; Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988; Oliveira e Gibbs, 2000).



A proporção de espécies ornitófilas encontradas no presente estudo, parece ser equivalente, apenas, a da formação de restinga estudada no Rio de Janeiro (Ormond *et al.*, 1993), essa proporção parece diminuir em áreas de cerrado e aumentar em florestas com predominância de arbustos, caatinga e em uma das áreas de floresta úmida (Tabela 4).

#### *Sistemas sexuais*

Das 256 espécies classificadas no banco de dados, a maioria foi de hermafroditas (74%), seguida de espécies dióicas (13%), monóicas (9%) e as andromonóicas (4%). Como esperado, ocorreu um alto percentual de espécies hermafroditas entre as restingas do Centro de Endemismo Pernambuco, sendo este, o sistema sexual mais comumente encontrado nas plantas tropicais (Richards, 1986). Alta proporção de espécies hermafroditas também foi encontrada em outras pesquisas (Tabela 5), destacando-se o maior valor em áreas de caatinga (Machado e Lopes, 2006).

A percentagem de espécies monóicas foi semelhante à de outras florestas tropicais, como floresta atlântica *stricto sensu* (Silva *et al.*, 1997), floresta tropical úmida (Ibarra-Manriquez e Oyama, 1992), florestas mistas de dipterocarpaceae (Kato, 1996) e, até florestas secas como a caatinga (Machado *et al.*, 2006). Valores reduzidos relacionados a monoicia foram encontrados no cerrado (Oliveira e Gibbs, 2000) e, demais áreas, mais de 10% de suas espécies foram classificadas como monóicas (tabela 5)

Poucas espécies foram consideradas como andromonóicas nas restingas estudadas (Tabelas 2 e 5). A proporção foi semelhante a encontrado por Machado *et al.* (2006) na caatinga, porém, bem menos do que da floresta tropical decídua secundária na Venezuela e a floresta mista de Dpterocarpaceae de terras baixas na Malásia (Ruiz-Zapata e Arroyo, 1978; Kato, 1996).

**Tabela 4.** Percentual dos sistemas de polinização anemofilia, cantarofilia, adaptação a vespas, falenofilia, psicofilia, ornitofilia, dpi (diversos pequenos insetos), quiropterofilia, melitofilia e miiofilia, no presente estudo e em outras comunidades tropicais

Síndromes de polinização	Restinga (presente estudo)	Restinga (Ormond et al. (1993)*	Savana, Cerrado (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988)	Savana Cerrado (Oliveira e Gibbs, 2000)	Floresta Tropical (arbustiva) (Ramirez et al., 1990)	Floresta seca, Caatinga (Machado e Lopes, 2004)	Floresta tropical semidecidual (Yamamoto et al., 2007)	Floresta tropical úmida (Bawa et al., 1985)	Floresta tropical úmida (Kress e Beach, 1994)	Floresta Dipterocarpaceae (Kato, 1996)
Anemofilia	3.0	-	13.6	0.0	8.2	2.0	1.7	2.5	2.5	0.0
Cantarofilia	7.0	-	2.8	2.0	2.7	0.7	2.3	7.3	12.7	2.4
Adaptação a vespas	1.0	-	-	-	-	1.3	-	4.3	2.5	2.4
Falenofilia	4.0	29.8 <sup>1</sup>	2.2 <sup>1</sup>	12.0	10.9 <sup>1</sup>	1.3	6.4	7.9	8.0	2.4
Psicofilia	2.0	-	-	0.0	-	3.9	4.1	4.9	4.3	2.4
Ornitofilia	4.0	5.4	1.8	2.0	12.3	15.0	3.5	4.3	14.9	-
Dpi	11.0	-	-	49.0	-	12.4	20.9 <sup>2</sup>	15.8	11.2	-
Quiropterofilia	7.0	2.1	1.8	3.0	-	13.1	4.1	3.0	3.6	0.0
Melitofilia	56.0	40.8	65.2	32.0	56.2	30.5	50.6	41.5	38.4	70.7
Miiofilia	5.0	17.8	10.4	-	9.6	0.0	6.4	-	1.8	7.3

\*Análises realizadas apenas com espécies nectaríferas. <sup>1</sup> Somatório dos percentuais entre os sistemas de polinização falenofilia e psicofilia.

<sup>2</sup> Dados relacionados à polinização não especializada. - Representa ausência do dado.

A percentagem de espécies dióicas encontradas no presente estudo parece seguir o mesmo padrão das duas outras áreas de restinga analisadas (Tabela 5), sendo menor que as da maioria das florestas úmidas. O percentual das florestas secas parece ser semelhante, exceto para a caatinga (Machado *et al.*, 2006) que apresentou um valor de dioicia reduzido e as florestas decíduas e semidecíduas (Bawa, 1974; Bawa e Opler, 1975; Ruiz-Zapata e Arroyo, 1978).

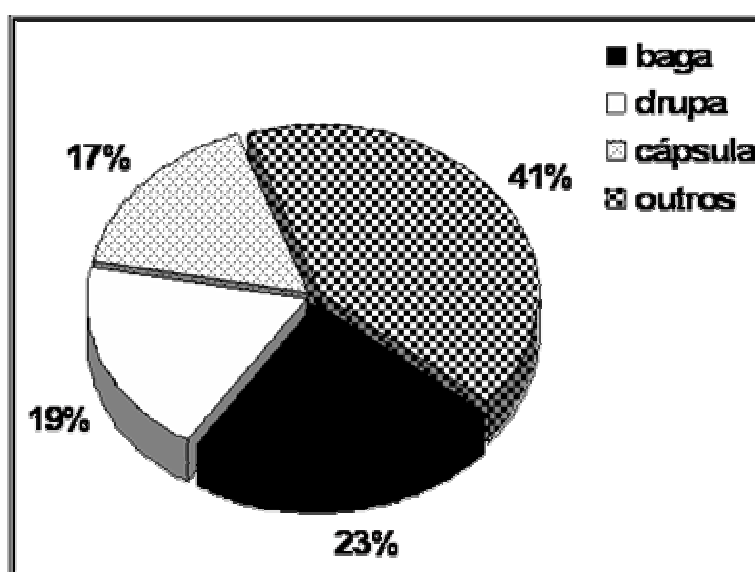
O percentual de espécies dióicas encontradas neste estudo (13%) foi maior do que o esperado (6%) para toda a flora de angiospermas (Renner Ricklefs, 1995). A relação encontrada entre as espécies dióicas e ambientes tropicais vem sendo atribuída ao fato de que climas tropicais favorecem o habitat de espécies lenhosas com essa característica (Bawa, 1980; Givnish, 1980).

#### *Atributos carpológicos e Síndromes de dispersão*

Nas 263 espécies classificadas quanto aos tipos de frutos, os do tipo baga foram predominantes (23%), seguidos de drupa (19%) e frutos capsulares (17%). Os outros, somaram 41% (Fig. 3).

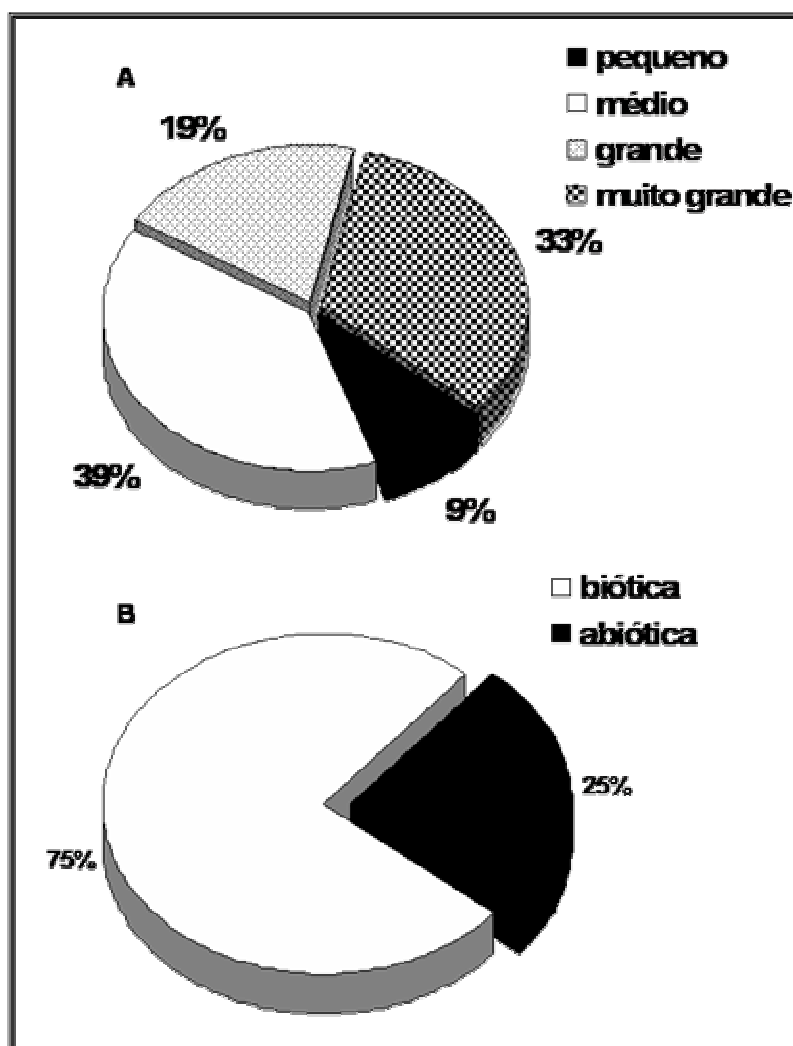
**Tabela 5.** *Frequência (%) dos sistemas sexuais (hermafrodita, monóica, andromonóica e dióica) em espécies das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco comparadas com as de comunidades Neotropicais e Paleotropicais*

<i>Estudos em comunidades tropicais</i>	<i>Hermafroditas(%)</i>	<i>Monóicas(%)</i>	<i>Andromonóicas(%)</i>	<i>Dióicas(%)</i>
<i>Vegetação com influência marinha</i>				
'Restinga' (vegetação costeira), Brasil (presente estudo)	74.0	9.0	4.0	13.0
'Restinga' (vegetação costeira), Brasil (Ormond et al. 1991)	75.6	14.2	-	10.2
'Restinga' (vegetação costeira), Brasil (Matallana et al. 2005)	75.0	11.0	-	14.0
<i>Florestas Úmidas</i>				
Floresta úmida, Brasil (Silva et al. 1997)	78.9	8.5	-	12.6
Floresta úmida, Costa Rica (Kress e Beach 1994)	70.2	12.4	-	17.4
Floresta úmida, Costa Rica (Bawa et al. 1985)	65.5	11.4	-	23.1
Floresta úmida, Mexico (Ibarra-Manriquez e Oyama, 1992)	63.0	9.0	-	27.0
Floresta mista de Dipterocarpaceae de terras baixas, Malásia (Kato 1996)	80.5	7.3	12.2	-
<i>Florestas Secas</i>				
Floresta seca - Caatinga, Brasil (Machado et al. 2006)	83.0	9.5	4.8	2.7
Savana, 'Cerrado', Brasil (Oliveira e Gibbs, 2000)	80.0	5.0	-	15.0
Floresta tropical semidecídua, Mexico (Bullock, 1985)	70.2	14.9	2.0	13.0
Floresta tropical decídua (Tabla e Bullock, 2002)	70.2	17.6	-	12.3
Floresta tropical Semi-decidual, Costa-Rica (Bawa 1974; Bawa e Opler 1975)	68.0	10.0	-	22.0
Floresta tropical decíduas secundária, Venezuela (Ruiz-Zapata e Arroyo, 1978)	63.7	-	13.6	22.7



**Fig. 3.** *Proporção percentual entre tipos de frutos (baga, drupa, cápsula e outros tipos) do total (263) de espécies analisadas em cada categoria das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.*

Com relação ao atributo “tamanho de fruto”, de 247 espécies classificadas, 39% foram considerados como frutos médios, 33% muito grandes, 19% grande e apenas 9% classificados como frutos pertencentes à categoria pequeno (Fig. 4A). O tamanho dos diásporos tem grande participação na seleção de agentes dispersores (Griz & Machado, 1998). Nas restingas do Centro de endemismo Pernambuco, a maioria de suas espécies apresentou dispersão do tipo biótica (75%) contra 25% abiótica, de um total de 260 espécies observadas (Fig. 4B). Nota-se que a maioria dos frutos que possuem síndromes de dispersão biótica está na classificação de frutos carnosos, assim como a maioria dos frutos foram classificados como “médios” possuem a mesma síndrome (Tabela 6).



**Fig. 4.** Percentual de acordo com tamanho de frutos classificados em pequeno, médio grande e muito grande (A) síndromes de dispersão biótica ou abiótica (B) do total de espécies analisadas em cada categoria (247 e 260 espécies respectivamente) das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

Os padrões de distribuição de espécies são altamente dependentes das estratégias de dispersão. Espécies dispersas pelo vento, em florestas secas, tendem a ter uma faixa de distribuição mais larga e espécies dispersas por pássaros e mamíferos, em florestas úmidas,

têm uma maior propensão ao endemismo local (Gentry, 1988). Estudos mais específicos têm apontado para as diferentes tendências na predominância dos modos de dispersão em áreas de floresta seca e úmida no Nordeste do Brasil (Vicente *et al.*, 2003b). Segundo as pesquisas, espécies dispersas abioticamente têm maior predomínio na vegetação da caatinga (Machado *et al.*, 1997; Griz e Machado, 2001). Por outro lado, há uma maior predominância de espécies dispersas por vertebrados na vegetação de floresta atlântica (Griz e Machado, 1998).

**Tabela 6.** Número de espécies que possuem atributos carpológicos (tipo e tamanho de fruto) e, ao mesmo tempo, estratégia de dispersão do tipo biótica ou abiótica nas restingas do Centro de Endemismo Pernambuco.

Atributos carpológicos	Síndromes de dispersão	
	Biótica	Abiótica
<i>tipo de fruto</i>		
nuculânio	12	2
drupa	48	2
folículo	-	5
sâmara	-	3
cápsula	30	11
esquizocarpo	6	3
legume	4	14
anfisarcum	2	3
pixídio	1	1
glande	2	-
carcerulos	1	-
acrosacrum	8	-
baga	59	1
câmara	6	6
tryma	1	-
cryptocarpo	3	-
discocarpio	9	-
etaerionario	3	-
lomento	-	9
<i>total</i>	<i>134</i>	<i>60</i>
<i>tamanho do fruto</i>		
pequeno	14	6
médio	88	5
grande	43	3
muito grande	41	40
<i>total</i>	<i>186</i>	<i>54</i>

A idéia de que, em florestas tropicais, a proporção de espécies bióticas diminui das áreas úmidas em direção as secas, vem sendo defendida desde Gentry (1982). Em geral, habitats úmidos também apresentam uma alta proporção de espécies com frutos carnosos (Bullock, 1995; Fleming, 1979; Howe & Smallwood, 1982). Esse fato parece estar presente também nas áreas de restinga estudadas (ver Tabela 1). Por outro lado, algumas pesquisas

ressaltam que a dispersão biótica, em se tratando de florestas secas, prevalece em áreas que possuem uma precipitação  $> 1000$  mm. Esta relação entre precipitação com espécies que possuem dispersão do tipo biótica ainda não é totalmente aceita para áreas de vegetação seca, pela falta de mais estudos que comprovem o fato (Griz e Machado, 2001). Contudo, várias pesquisas comprovam a relação da dispersão biótica com as florestas úmidas (Morellato, 1991).

Mecanismos de dispersão abióticos (vento, explosão e balística) são mais importantes em inselberg do que em florestas altas, onde a anemocoria e autocoria estão entre 15 e 20% (Frankie *et al.*, 1974; Hilty, 1980; Castaño, 2003). Provavelmente, essas diferenças são consequência da disponibilidade restrita dos vetores animais, como também a abertura das copas, além da baixa estatura da vegetação nesse ecossistema, que também facilita a circulação do vento em qualquer estrato (Arbelelas e Parrado-Rossell, 2005).

Por fim, flores inconspícuas, oferecendo néctar como recurso, abertas, polinizadas por abelhas, hermafroditas, com frutos carnosos, de tamanho médio e síndromes de dispersão biótica são as características dos atributos biológicos em que se enquadra a maioria das espécies lenhosas das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. Os percentuais dos atributos reprodutivos são equivalentes aos de duas outras áreas de restinga do estado do Rio de Janeiro. Porém, não há trabalhos em regiões mais próximas para que possa se comparar esses dados. Estes atributos são similares também aos de outras florestas tropicais, com algumas variações, de acordo com as variações fisionômicas e abióticas desses ecossistemas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados e comparações do presente estudo indicam quais atributos reprodutivos predominam em espécies lenhosas das restingas do Centro de Endemismo Pernambuco. Espécies com essas características reprodutivas podem ser um bom indicativo para futuros trabalhos relacionados à recuperação desse ecossistema. Esses dados virão à tona a partir do conhecimento da existência dessa variação de estratégias de sobrevivência, que estão associadas a fatores intrínsecos às plantas. Se estas estratégias ou adaptações estruturais e funcionais forem melhor entendidas, proverão uma base para definir os princípios comuns que governam o funcionamento das restingas, fornecendo-nos assim, uma importante ferramenta para o princípio da aplicação da restauração desse ecossistema antropizado.

## Agradecimentos

Agradecemos a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de doutorado que possibilitou a execução da pesquisa. Ao

MSc. Eduardo Bezerra de Almeida-Junior pela grande contribuição na coleta de dados e identificação das espécies, assim como todos os pesquisadores do herbário Dárdano de Andrade Lima do IPA (Instituto de Pesquisas Agropecuárias) em nome da Dra. Rita de Cássia Pereira pela atenção e disponibilidade no herbário.

### LITERATURA CITADA

**Almeida Jr. EB.** 2006. *Fisionomia e estrutura da restinga da RPPN Nossa Senhora do Outeiro de Maracaípe, Ipojuca, PE.* Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

**Almeida Jr. EB, Zickel CS, Pimentel RMM.** 2006. Caracterização e espectro biológico da vegetação do litoral arenoso do Rio Grande do Norte. *Revista de Geografia*, 23: 45-58.

**Andrade-Lima D.** 1951. A flora da praia de Boa Viagem 1ª contribuição. *Separata do Boletim da SAIC.* Recife, Brasil.

**Andrade-Lima D.** 1953. Notas sobre a dispersão de algumas espécies vegetais no Brasil. *Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco.* 11: 25-49.

**Arbelelas MV, Parrado-Rossell A.** 2005. Seed dispersal modes of the sandstone Plateau vegetation of the middle Caquetá river region, Colombian Amazonia. *Biotrópica* 37: 64-72.

**Barbosa AA.** 1997. *Biologia reprodutiva de uma comunidade de campo sujo, Uberlândia – MG.* Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

**Batalha MA, Mantovani W.** 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé de Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60:129-145.

**Bawa KS.** 1974. Breeding systems of tree species of lowland tropical community. *Evolution* 28: 85-92.

**Bawa KS.** 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 15-39.



**Bawa KS, Opler PA. 1975.** Dioecism in tropical forest trees. *Evolution* 29: 167–179.

**Bawa KS, Bullock SH, Perry DR, Coville RE, Grayum MH. 1985.** Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. *American Journal of Botany* 72: 346–356.

**Borges HBN. 2000.** Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do cerrado. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

**Bullock SH. 1995.** Plant reproduction in neotropical dry forests. In: Bullock SH, Mooney HA, Medina E, eds. *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge, 277–303.

**Cantarelli JRR. 2003.** *Florística e estrutura de uma restinga da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe - litoral sul de Pernambuco*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

**Castaño N. 2003.** *Estomación de la oferta de frutos em el gradiente vertical de um bosque de tierra firme Del Médio Rio Caquetá, Amazônia colombiana*. B. Sc. Thesis. Universidad Nacional de Colômbia, Bogotá.

**Costa IR, Araújo FS, Lima-Verde LW. 2004.** Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 18: 759-770.

**Dafni A, O'Toole C. 1994.** Pollination syndromes in the Mediterranean: generalizations and peculiarities. In: Arianoutsou M, Groves RH, eds. *Plant–animal interactions in Mediterranean-type ecosystems*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 125–135.

**Embrapa 1999.** *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

**Endress PK. 1994.** *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge University Press.

**Esteves GL. 1980.** *Contribuição ao conhecimento da vegetação da restinga de Maceió.* Maceió: Secretaria de Planejamento do Estado de Alagoas.

**Faegri K, van der Pijl L. 1979.** *The principles of pollination ecology*, 3<sup>rd</sup> edition. Oxford: Pergamon.

**Ferraz KD, Artes R, Mantovani W, Magalhães LM. 1999.** Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Rev. Brasileira Biol.* 59: 305–315.

**Fleming TH. 1979.** Do tropical frugivores compete for food? *American Zoologist* 19: 1157-1172.

**Fournier LA. 1974.** Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. *Turrialba* 24: 422–423.

**Frankie GW, Baker HG, Opler PA. 1974.** Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881-919.

**Freire MSB. 1990.** Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas do Natal. *Acta Botanica Brasilica* 4: 41-59.

**Gentry AH. 1988.** Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gar.* 75:1-34

**Givnish TJ. 1980.** Ecological constraints on the evolution of breeding systems in seed plants: dioecy and dispersal in gymnosperms. *Evolution* 34: 959-972.

**Griz LMS, Machado IC. 1998.** Aspectos morfológicos e síndromes de dispersão de frutos e sementes na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: Machado IC., Lopes AV, Porto KC. eds. *Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um Remanescente de Mata Atlântica em área urbana.* Recife: Dois Irmãos, 197–224.

**Griz LMS, Machado IC. 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.

**Griz LMS, Machado IC, Tabarelli M. 2002.** Ecologia de dispersão de sementes: progressos e perspectivas. In: Tabarelli M, Silva JMC, eds. *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. Recife: Cidade Universitária, 2:597–608.

**Hilty SL. 1980.** Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12: 292-306.

**Howe HF, Smallwood J. 1982.** Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.

**Ibarra-Manriquez G, Oyama K. 1992.** Ecological correlates of reproductive traits of Mexican rain forest trees. *American Journal of Botany* 79: 283- 394.

**Kato M. 1996.** Plant–pollinator interactions in the understory of a lowland mixed dipterocarp forest in Sarawak. *American Journal of Botany* 83: 732–743.

**Kress WJ, Beach JH. 1994.** Flowering plant reproductive systems. In: McDade LA, Bawa KS, Hespdenheide H, Hartshorn G, eds. *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*. Chicago: University of Chicago Press, 161–182.

**Macedo M. 1977.** Dispersão de plantas lenhosas de uma campina amazônica. *Acta Amazônica* 7:1-69.

**Machado ICS, Barros LM, Sampaio EVSB. 1997.** Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57–68.

**Machado IC, Lopes AV. 2004.** Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. *Annals of Botany* 94: 365–376.

**Machado IC, Lopes AV, Sazima M. 2006.** Plant Sexual Systems and a Review of the Breeding System Studies in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 97: 277–287.

**Martins FQ, Batalha MA. 2006.** Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper Taquari Region (central Brazil). *Braz. J. Biol.* 66: 543-552.

**Matallana G, Wendt T, Araujo DSD, Scarano FR. 2005.** High abundance of dioecious plants in a tropical coastal vegetation. *American Journal of Botany* 92: 1513–1519.

**Medeiros DPW, Lopes AV, Zickel CS. 2007.** Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. *Flora.* 202: 513-520.

**Morellato LPC. 1991.** *Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no Sudoeste do Brasil.* Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

**Oliveira PE, Gibbs PE. 2000.** Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora* 195: 311–329.

**Oliveira-Filho AT, Carvalho DA. 1993.** Florística e fisionomia da vegetação. *Revista Brasileira de Botânica* 16: 115-130.

**Ormond WT, Pinheiro MCB, Lima HA, Correia MCR, Pimenta ML. 1993.** Estudo das recompensas florais das plantas da restinga de Marica – Itaipuaçu, RJ. I – Nectaríferas. *Bradea* 6: 179–195.

**Pijl L. van der. 1982.** *Principles of dispersal in higher plants.* Berlin; Springer-Verlag.

**Pinã-Rodrigues FCM, Aguiar IB. 1993.** Maturação e dispersão de sementes. In: *Sementes Florestais Tropicais.* Brasília, Brasil.

**Proctor M, Yeo P, Lack A. 1996.** *The natural history of pollination.* London: Harper Collins Publishers.

**RADAMBRASIL 1983.** Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro 301-339.

**Ramírez N, Brito Y. 1990.** Reproductive biology of a tropical palm swamp community in the Venezuelan Llanos. *American Journal of Botany* 77: 1260–1271.

**Ramírez N, Gil C, Hokche O, Seres A, Brito Y. 1990.** Biología floral de una comunidad arbustiva tropical en la Guayana Venezolana. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 77: 383–397.

**Renner S, Ricklefs R. 1995.** Dioecy and its correlates in the flowering plants. *American Journal of Botany* 82: 596–606.

**Ribeiro LF, 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.

**Richards AJ. 1986.** *Plant breeding systems*. London: George Allen & Unwin.

**Rizzini CT. 1979.** *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos*. EDUSP e Editora HUCITEC, São Paulo.

**Rocha, RFA. 1980.** Vegetação e flora do delta do Rio São Francisco-Alagoas. Recife. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 184 p.

**Rocha PLB, Queiroz LP, Pirani R. 2004.** Plant species and habitat structure in a sand dune field in the Brazilian Caatinga: a homogeneous habitat harbouring an endemic biota. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 739-755.

**Ruiz-Zapata T, Arroyo MTK. 1978.** Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10: 221–230.

**Scarano FR 2002.** Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.

**Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G. 1988.** A polinização de plantas do Cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48: 651–663.

**Silva AG, Guedes-Bruni RR, Lima MPM. 1997.** Sistemas sexuais e recursos florais do componente arbustivo-arbóreo em mata preservada na reserva ecológica de Macaé de Cima. In: Lima HC, Guedes-Bruni RR, orgs. *Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 187–211.

**Spina AP, Ferreira WM, Leitão Filho HF. 2001.** Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). *Acta Bot. Brasilica* 3: 289–450.

**Spjut RW. 1994.** A systematic treatment of fruit types. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, volume 70. Bronx, New York.

**Tabla VP, Bullock S. 2002.** La polinización en la selva tropical de Chamela. In: Noguera FA, Rivera JHV, Aldrete ANG, Avendanõ MQ, eds. *História natural de Chamela. Mexico*: Instituto de Biología-UNAM, 499–515.

**Tarola DC e Morellato LPC. 2000.** Fenologia das espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 01:13-26.

**Ule E. 1901.** Die vegetation von Cabo Frio na der Kuste von Brssilien. *Botany Jarhburg Systematic* 28: 511-528.

**Veloso PH, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. 1991.** *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.

**Vicente A, Lira SL, Cantarelli JRR, Zickel CS. 2003a.** Estrutura do componente lenhoso de uma restinga no município de Tamandaré, Pernambuco, nordeste do Brasil. In: *Livro de Resumos do VI Congresso de Ecologia do Brasil*. (Ecossistemas aquáticos, costeiros e continentais). Fortaleza. 170-172.

**Vicente A, Santos AMM, Tabarelli M. 2003b.** Variação no modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no nordeste do Brasil. In: Leal I, Tabarelli M, Silva JMC eds. *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife, Brasil.

**Vieira DLM, Aquino FG, Brito MA, Fernandes-Bulhão C, Henriques RPB. 2002.**

Síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas em cerrado sensu stricto do Brasil Central e savanas amazônicas. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 215-220.

**Vogel S. 1954.** Blütenbiologische Typen als Elemente der Sippengliederung. *Jena*: Gustav Fischer Verlag.

**Waser NM.1983.** The adaptive nature of floral traits: ideas and evidence. In: Real L, ed. *Pollination biology*. New York: Academic Press, 241–285.

**Yamamoto LF, Kinoshita LS, Martins FR. 2007.** Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da floresta estacional semidecídua Montana, SP Brasil. *Acta Bot. Bras.* 21: 553-573.

## ANEXO

Normas para submissão de periódicos a *Annals of Botany*

## INTRODUCTION

## Scope of the Journal

*Annals of Botany* is published for the Annals of Botany Company by Oxford University Press. Experimental, theoretical and applied papers on all aspects of plant science are welcome. The submitted manuscript or its essential content must not have been published previously or be under consideration for publication elsewhere. To merit publication in *Annals of Botany*, contributions should be substantial, written in clear English and combine originality of content with potential general interest. Submission of manuscripts that report small incremental advances or are of geographically local interest only is discouraged unless the implications of the findings are wide-reaching. Agronomic papers are expected to contain a substantial amount of basic plant biology. In general, a paper is unlikely to be accepted unless the referees and editors involved in its evaluation are enthusiastic about the science. The Covering Letter is an essential part of all submissions. It should include an ~60 word summary of the scientific strengths of the paper that the author(s) believe qualify it for consideration by *Annals of Botany*.

Authors whose first language is not English are well advised to have the manuscript, including Abstract, and the Covering Letter, checked by a native English speaker prior to submission. Many professional language-editing services are available on the internet. One such service is provided by RESCRIPT Co of New Zealand that includes help with manuscript revisions. It is contactable on <http://www.rescript.co.nz>. The *Annals of Botany* takes no responsibility for the quality of the service offered by this company and use of such a service does not guarantee that any manuscript will be accepted for publication.

## Charges

Authors pay no fees or page charges unless electing for our Open Access scheme (see below for details). The corresponding author receives a free copy of the issue of the Journal in which their paper appears and a unique URL that gives access to a PDF (Portable Document Format) file of their article. In addition, 25 offprints of the article will be supplied without charge. Additional offprints can be ordered using the form sent out with the proofs. Orders from the UK will be subject to a 17.5% VAT charge. For orders from elsewhere in the EU you or your institution should account for VAT by way of a reverse charge. Please provide us with your or your institution's VAT number. Colour photographs and graphics are also printed without charge where their use enhances scientific content or clarity.

## Open Access

Starting in January 2006, *Annals of Botany* authors have the option to make their accepted paper freely available online immediately upon publication, under the '[Oxford Open](http://www.oxfordjournals.org/oxfordopen)' initiative. Authors can choose this open access option when completing the customary Licence to Publish form sent to the corresponding author of all accepted papers. Here, authors are asked to indicate whether or not they wish to have their paper made freely available immediately online. There is a charge, which varies depending on circumstances (see <http://www.oxfordjournals.org/oxfordopen>) but it is considerably cheaper for authors whose university or institution subscribes to the Journal, and for authors in developing countries. Orders from the UK will be subject to a 17.5% VAT charge. For orders from elsewhere in the EU you or your institution should account for VAT by way of a reverse charge. Please provide us with your or your institution's VAT number. If you do not select the Open Access option, your paper will be published with standard subscription-based access and you will not be charged.

## Types of article



Standard research papers ('ORIGINAL ARTICLES') and 'TECHNICAL ARTICLES' should not normally exceed ten printed pages (each printed page in the journal holds approximately 1000 words or 40–50 references). A 'REVIEW' submitted speculatively should have fewer than 24 printed pages. 'SHORT COMMUNICATIONS' should not exceed six printed pages. Short opinion papers ('VIEWPOINT') up to 6 pages long will also be considered. 'INVITED REVIEWS' (up to 24 pages) and 'BOTANICAL BRIEFINGS' (up to 6 pages) are published by invitation only. The journal also publishes book reviews (Publishers' Books for Review).

#### Summary of submission processes

Submission management and evaluation of submitted manuscripts will involve the Journal's online manuscript submission system. The manuscript text should be prepared in English (see PREPARING THE ARTICLE FILE below for details) and submitted online starting from our [login page](#). Figures, tables and other types of content should be organized into *separate files* for submission (see PREPARING TABLE and FIGURE FILES, SUPPLEMENTARY INFORMATION FILES and VIDEO FILES below for details). If you are using the online submission system for the first time please go to the login page and generate a login name and password after clicking on the "First time authors only should register here" link. If you are already registered but need to be reminded of your login name or password please go to the login page and click on "Unknown/Forgotten password?". There is extensive guidance available throughout the submission process. To make use of this guidance please click on the "Author Instructions" link or the "Tips" link situated at the top of every screen. In addition, there are frequent context-sensitive help points throughout the site that can be opened by clicking on the following symbol ?.

If you are unable to access our web-based submission system, please contact the Editorial Office (e-mail: [annals-botany@bristol.ac.uk](mailto:annals-botany@bristol.ac.uk)) for alternative methods of submitting your paper. The postal address is Annals of Botany Editorial Office, School of Biological Sciences, University of Bristol, Woodland Road, Bristol BS8 1UG, UK.

#### Back to Start

#### Preparing a covering letter

Each submission should be accompanied by a Covering Letter formatted in MS Word (file type DOC) or in Rich Text Format (file type RTF). The letter should include contact details of the corresponding author, the title and authorship of the paper, and should state if the paper is a first submission, revision or a resubmission. It must also include an ~60 word summary of the scientific strengths of the paper that the author(s) believe qualify it for consideration by Annals of Botany. The manuscript reference number must be given if the paper is a revision or resubmission. If the paper is a revised or resubmitted manuscript, the letter should explain what changes have been made to the manuscript and where changes requested by the Handling Editor and referees have not been carried out. Any other information to which authors wish to draw the Chief Editor's attention should also be included in this letter.

#### PREPARING THE ARTICLE FILE

(Always consult a recent issue of *Annals of Botany* for layout and style)

Text should be typed using size 12 Times New Roman or Courier, double-spaced throughout and with an approx. 25 mm margin. All pages should be numbered sequentially. Each line of the text should also be numbered, with the top line of each page being line 1. The article file should be in PC-compatible Microsoft Word - file type DOC [please make sure the "Language" is "English (U.K.)" via Tools → Language → Set Language]. RTF formats are also acceptable. Please do *not* submit PDFs, desktop publishing files or LaTeX files. The article file should *include* a list of any figure legends but *exclude* tables and any figures themselves – these should be submitted separately. Please do *not* embed tables and images in the article file. Instead, tables and figures should each be allocated separate electronic files on your computer for later uploading as explained below under PREPARING TABLE and FIGURE FILES, SUPPLEMENTARY INFORMATION FILES AND VIDEO FILES.

The first page should state the type of article (e.g. Original Article, Technical Article) and provide a concise and informative full title followed by the names of all authors. Where necessary, each name should be followed by an identifying superscript number (<sup>1, 2, 3</sup> etc.) associated with the appropriate institutional address to be entered further down the page. For papers with more than one author, the corresponding author's name should be followed by a superscript asterisk\*. The institutional address(es) of each author should be listed next, each address being preceded by the relevant superscript number where appropriate. A running title of not more than 75 characters, including spaces, should also be provided, followed by the e-mail address of the corresponding author. Please follow the layout used for the first page of papers published in *Annals of Botany*.

The second page should contain a structured Abstract not exceeding 300 words made up of bulleted headings. For 'ORIGINAL ARTICLES' these heading will normally be as follows:

- *Background and Aims*
- *Methods*
- *Key Results*
- *Conclusions*

Alternative bulleted headings, such as '*Background*', '*Scope*' and '*Conclusions*', are also acceptable for 'REVIEWS', 'INVITED REVIEWS', 'BOTANICAL BRIEFINGS', 'TECHNICAL ARTICLES' papers and 'VIEWPOINT' papers.

The Abstract should be followed by between three and 12 Key words that include the complete botanical name(s) of any relevant plant material. If many species are involved, species groups should be listed instead. Note that essential words in the title should be repeated in the key words since these, rather than the title, are used in some electronic searches. Title, Abstract and Key words should be self-explanatory without reference to the remainder of the paper.

The third and subsequent pages should comprise the remaining contents of the article text. 'ORIGINAL ARTICLES' and 'SHORT COMMUNICATIONS' will usually have the structure INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, ACKNOWLEDGEMENTS and LITERATURE CITED followed by a list of captions to any figures.

The RESULTS section should not include extensive discussion and data should not be repeated in both graphical and tabular form. The DISCUSSION section should avoid extensive repetition of the RESULTS and *must* finish with some conclusions.

Abbreviations are discouraged *except* for units of measurement, standard chemical symbols (e.g. S, Na), names of chemicals (e.g. ATP, Mes, Hepes, NaCl, O<sub>2</sub>), procedures (e.g. PCR, PAGE, RFLP), molecular terminology (e.g. bp, SDS) or statistical terms (e.g. ANOVA, s.d., s.e., *n*, *F*, *t*-test and *r*<sup>2</sup>) where *these are in general use*. Other abbreviations should be spelled out at first mention and all terms must be written out in full when used to start a sentence. Abbreviations of scientific terms should not be followed by a full stop. Use the minus index to indicate 'per' (e.g. m<sup>-3</sup>, L<sup>-1</sup>, h<sup>-1</sup>) except in such cases as 'per plant' or 'per pot'. If you decide that a list of abbreviations would help the reader, this should be included as an Appendix.

Units of Measurement. Use the *Système international d'unités* (SI) wherever possible. If non-SI units have to be used, the SI equivalent should be added in parentheses at first mention. For units of volume, expressions based on the cubic metre (e.g. 5 × 10<sup>-9</sup> m<sup>3</sup>, 5 × 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup> or 5 × 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>) or the litre (e.g. 5 µL, 5 mL, 5 L) are acceptable, but one or other system should be used consistently throughout the manuscript. Typical expressions of concentrations might be 5 mmol m<sup>-3</sup>, 5 µM (for 5 µmol L<sup>-1</sup>), or 25 mg L<sup>-1</sup>. The Dalton (Da), or more conveniently the kDa, is a permitted non-S

Names of plants must be written out in full (Genus, species) in the abstract and again in the main text for every organism at first mention (but the genus is only needed for the first species in a list within the same genus, e.g. *Lolium annuum*, *L. arenarium*). The authority (e.g. L., Mill., Benth.) is *not* required unless it is controversial. Guidance for naming plants correctly is given in The International Plant Names Index and in *The Plant Book: a Portable Dictionary of the Vascular Plants* (1997) by D.J. Mabberley (Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0521-414210-0). After first mention, the generic name may be abbreviated to its initial (e.g. *A. thaliana*) except where its use causes confusion.

Any cultivar or variety should be added to the full scientific name e.g. *Solanum lycopersicum* 'Moneymaker' following the appropriate international code of practice. For guidance, refer to the ISHS *International Code of Nomenclature for Cultivated Plants* (2004) edited by C.D. Brickell, B. R. Baum, W. L. A. Hettterscheid, A. C. Leslie, J. McNeill, P. Trehane, F. Vrugtman, J. H. Wiersema (ISBN 3-906166-16-3).

Once defined in full, plants may also be referred to using vernacular or quasi-scientific names without italics or uppercase letters (e.g. arabidopsis, dahlia, chrysanthemum, rumex, soybean, tomato). This is often more convenient.

Items of Specialized Equipment mentioned in MATERIALS AND METHODS should be accompanied by details of the model, manufacturer, and city and country of origin.

Numbers up to and including ten should be written out unless they are measurements. All numbers above ten should be in numerals except at the start of sentences. Dates should be in the form of 10 Jan. 1999, and Clock Time in the form of 1600 h.

Mathematical equations must be in proper symbolic form; word equations are not acceptable. Each quantity should be defined with a unique *single character* or symbol together with a descriptive subscript if necessary. Each subscript should also be a *single character* if possible, but a short word is permissible. For example, a relationship between plant dry mass and fresh mass should appear as  $M_d = 0.006M_f^{1.461}$ , where  $M_d$  is plant dry mass and  $M_f$  is plant fresh mass; and not as  $DM = 0.006FM^{1.461}$ .

The meaning of terms used in equations should be explained when they first appear. Standard conventions for use of *italics* only for variables should be followed: normal (Roman) font should be used for letters that are identifiers. Thus in the above example,  $M$  is the *variable quantity* of mass, the subscripts d and f are identifiers for dry and fresh respectively.

*Special note regarding 'Equation Editor' and other software for presentation of mathematics.*

Symbols and equations that are imported into Word documents as embedded objects from other software packages are generally incompatible with typesetting software and have to be re-keyed as part of the proof-making process. It is therefore strongly advisable to type symbols and equations directly into MS Word wherever possible. Importing from other software should ideally be confined to situations where it is essential, such as two-line equations (i.e. where numerators and denominators cannot be set clearly on a single line using '/') and to symbols that are not available in Word fonts. This will minimize the risk of errors associated with rekeying by copyeditors.

Summary statistics should be accompanied by the number of replicates and a measure of variation such as standard error or least significance difference. Analysis of variance is often appropriate where several treatments are involved. Presentation of an abridged ANOVA table is permissible when its use illustrates critical features of the experiment.

Chemical, biochemical and molecular biological nomenclature should be based on rules of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) and the International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB). Chapter 16 of *Scientific Style and Format. The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers 6th edn.*, by Edward J. Huth (Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-47154-0) gives guidelines.

Sequence information. Before novel sequences for proteins or nucleotides can be published, authors are required to deposit their data with one of the principal databases comprising the

International Nucleotide Sequence Database Collaboration: EMBL Nucleotide Sequence Database, GenBank, or the DNA Data Bank of Japan and to include an accession number in the paper. Sequence matrices should only be included if alignment information is critical to the message of the paper. Such matrices can be in colour but should not occupy more than one printed page. Larger matrices will only be printed by special agreement but may more readily be published electronically as Supplementary Information (see below).

Gene nomenclature. Species-specific rules on plant gene nomenclature are available for:

maize;

rice;

wheat and

arabidopsis.

Otherwise, *Annals of Botany* adopts the following conventions for abbreviations: each gene abbreviation is preceded by letters identifying the species of origin. Lower-case italics should be used for mutant genes (e.g. *Rp-etr1*); upper-case italics (e.g. *Le-ACO1*) for wild-type genes; upright lower-case for proteins of mutated genes (e.g. Le-adh1); and upright upper-case for proteins of wild-type genes (e.g. At-MYB2). It may often be helpful to readers if the names of genes or gene families are spelled out in full at first mention.

Citations in the text. These should take the form of Felle (2005) or Jacobsen and Forbes (1999) or (Williamson and Watanabe, 1987; Rodrigues, 2002*a, b*) and be ordered chronologically.

Papers by three or more authors, even on first mention, should be abbreviated to the name of the first author followed by et al. (e.g. Zhang *et al.*, 2005). If two different authors have the same last name, give their initials (e.g. NH Kawano, 2003) to avoid confusion. Only refer to papers as 'in press' if they have been accepted for publication in a named journal, otherwise use the terms 'unpubl. res.', giving the initials and location of the person concerned. (e.g. H Gautier, INRA, Lusignan, France, unpubl. res.) or 'pers. comm.' (e.g. WT Jones, University of Oxford, UK, 'pers. comm.')

The LITERATURE CITED should be arranged alphabetically based on the surname of the first or sole author. Where the same sole author or same first author has two or more papers listed, these papers should be grouped in year order. Where such an author has more than one paper *in the same year*, these should be ordered with single authored papers first followed by two-author papers (ordered first alphabetically based on the second author's surname, then by year), and then any three-or-more-author papers (in year order only). Italicized letters 'a', 'b', 'c', etc., should be added to the date of papers with the same first authorship and year.

Each entry must conform to one of the following styles according to the type of publication.

#### *Books*

Öpik H, Rolfe S. 2005. *The physiology of flowering plants. Physicochemical and environmental plant physiology*, 4th edn. Cambridge: Cambridge University Press.

#### *Chapters in books*

Scandalios JG. 2001. Molecular responses to oxidative stress. In: Hawkesford MJ, Buchner P, eds. *Molecular analysis of plant adaptation to the environment*. Dordrecht: Kluwer, 181-208.

#### *Research papers*

Popper ZA, Fry SC. 2003. Primary cell wall composition of bryophytes and charophytes. *Annals of Botany* 91: 1-12.

#### *Theses*

Tholen D. 2005. *Growth and photosynthesis in ethylene-insensitive plants*. PhD Thesis, University of Utrecht, The Netherlands.

#### *Anonymous sources*

Anonymous. Year. *Title of booklet, leaflet, report, etc.* City: Publisher or other source, Country.

Online references should be structured as: Author(s) name, author(s) initial(s). year. *Full title of article*. Full URL. Date of last successful access (e.g. 12 Jan. 2003)

Acknowledgements. In the ACKNOWLEDGEMENTS, please be brief. 'We thank . . .' (not 'The present authors would like to express their thanks to . . .').

Funding information. Details of all funding sources for the work in question should be given in a separate section entitled 'Funding'. This should appear before the 'Acknowledgements' section.

The following rules should be followed:

- The sentence should begin: 'This work was supported by ...'
- The full official funding agency name should be given, i.e. 'National Institutes of Health', not 'NIH' ([full RIN-approved list of UK funding agencies](#)) Grant numbers should be given in brackets as follows: '[grant number xxxx]'
- Multiple grant numbers should be separated by a comma as follows: '[grant numbers xxxx, yyyy]'
- Agencies should be separated by a semi-colon (plus 'and' before the last funding agency)
- Where individuals need to be specified for certain sources of funding the following text should be added after the relevant agency or grant number 'to [author initials]'.  
An example is given here: 'This work was supported by the National Institutes of Health [AA123456 to C.S., BB765432 to M.H.]; and the Alcohol & Education Research Council [hfygr667789].'

Appendix.  
If elaborate use is made of units, symbols and abbreviations, or a detailed explanation of one facet of the paper seems in order, further details may be included in a separate APPENDIX placed after the LITERATURE CITED.

Appendix.

If elaborate use is made of units, symbols and abbreviations, or a detailed explanation of one facet of the paper seems in order, further details may be included in a separate APPENDIX placed after the LITERATURE CITED.

For more detail and information on types of files required for text, graphics and tables etc., please see the next section.

[Back to Start](#)

#### PREPARING TABLE FILES, FIGURE FILES, SUPPLEMENTARY INFORMATION FILES AND VIDEO FILES

Each table, figure, video and set of supplementary information should be prepared as a separate file on your computer in preparation for online submission. Towards the bottom of the first submission screen of the online submission system, you should enter the appropriate number of files you have in each category. This creates the spaces (boxes) that will accommodate the files when they are uploaded later. The files are categorized as 'Colour Figures', 'Black and White Figures', 'Tables', 'Supplemental Material' and 'Video'.

Tables. The best guide for laying out tables and diagrams are papers in a recent issue of *Annals of Botany*. Each table should have a separate file, a complete caption at the top and be numbered Table 1, Table 2 etc. according to the order in which they are first mentioned in the text. When preparing tables, adopt the 'Tables' set-up in MS Word, using one cell for each datum cluster (e.g.  $12.2 \pm 1.65$ ) and avoid the use of the 'return' key. Please do not use MS Excel for submitting tables. These can easily be copied into MS Word files prior to submission.

Figures. All images (e.g. line diagrams, drawings, graphs, photographs, plates) are considered to be 'Figures'. Each figure should be in a separate file and be numbered (Fig. 1, Fig. 2 etc.) according to the order in which they are first mentioned in the text. Electron and light photomicrographs should have internal scale markers. Colour images are encouraged and printed without charge where they enhance significantly the clarity of the scientific

information. Line diagrams will normally be black on white and boxed with inward scale markings. Use of colour in line diagrams may sometimes be agreed where this enhances clarity significantly. Use open and/or closed circles, squares and triangles for symbols in line graphs. Height and width should be chosen for either single (8.4 cm wide) or double (up to 17.3 cm wide) column reproduction. Grouping of related graphics into a single figure is strongly encouraged. When a block of illustrative material consists of several parts, each part should be labelled A, B, C, etc. and not treated as separate figures. Note that graphs and diagrams of finally accepted papers are normally redrawn by the publisher to ensure a consistent house style and should be inspected carefully by authors at the proof stage. Simple black and white line drawings and graphs should be supplied as approx. 300 dpi JPG files or MS PowerPoint files. The publisher will almost always redraw all such material if the paper is accepted. More complicated drawings, such as detailed botanical illustrations will not be redrawn and should be supplied as 600 dpi JPG files. For continuous tone images (e.g. photographs), please supply JPG files at 300 dpi (or 600 dpi if the image is a mix of pictures and text and/or has thin lines). Keeping total files sizes down will lessen up- and downloading times. To help achieve this *all images should be submitted at approximately the physical size they would appear in the Journal*. Scaling, sizing and cropping are best carried out within image handling programs such as Adobe PhotoShop or Corel PhotoPaint. Please do not supply photographic images as PowerPoint files as these are generally of poor resolution. Note that PDF files are not acceptable. Also, please ensure that images that do NOT contain colour are saved as 'grayscale' and that any layers have been flattened – taking these steps can make the file size up to 10 times smaller. Note that a JPG file should not be repeatedly saved as this reduces quality.

Large amounts of additional information can be submitted for publication electronically as Supplementary Information provided that it is not essential for a basic understanding of the main paper. Supplementary material will be refereed along with the core paper. At appropriate positions in the main text authors should indicate what details are being made available, followed by the words [Supplementary Information] in bold and between square brackets. The online submission system provides space for supplementary information to be uploaded in "Supplemental Material" files. The appropriate number of these types of file can be selected towards the bottom of the first submission screen. Similarly, if you are including a video you should enter [Supplementary Information - Video] in bold and between square brackets at the appropriate place(s) in the text. A video can be uploaded after selecting a "Video" file on the first submission screen. The movie should be created in a widely available program such as Windows MediaPlayer. A short paragraph describing the contents of any Supplementary Information or Video should also be inserted in the main text immediately before  
ACKNOWLEDGEMENTS.

[Back to Start](#)

#### THE REVIEW PROCESS

The corresponding author and all co-authors receive an acknowledgment of receipt of the manuscript and a manuscript reference number by e-mail. The corresponding author is informed when a Handling Editor has been assigned to the paper. Manuscripts considered suitable for peer review are sent to at least two outside referees. We give referees a target of two weeks for the return of their reports. Currently (2006) less than 25 % of submitted papers are accepted. Authors are asked to revise provisionally accepted articles within four weeks. To view the make-up of the Editorial Board click on [View full editorial board](#).

[Back to Start](#)

#### FORMATTING AND SUBMITTING A REVISED PAPER

The technical requirements for the Article, Table and Figure Files etc. are as described above for the first submission. If the technical requirements are not met, the paper will be sent back to the author until satisfactory files are provided. Revised papers are checked by a member of the Editorial Board and may be subject to a further round of refereeing.

## Back to Start

### ACCEPTANCE, PROOFS, PRODUCTION AND PUBLICATION

When a paper is finally accepted you will be asked to supply some additional material for our *ContentSnapshot* feature. Each *ContentSnapshot* comprises a thumbnail image relevant to the paper and a short summary of its principal findings. For this, you will be asked to prepare a suitable Snapshot Image file (in colour) for the thumbnail illustration and also a short summary title and text (up to 60 words) to associate with the image. Examples of *ContentSnapshots* can be found at <http://aob.oxfordjournals.org/cgi/contentsnapshot/93/1.pdf>. You will also be invited to submit an eye-catching front cover picture and about 60 words of text for possible printing on the inside cover of the issue in which your article would appear. The technical requirements are similar to those for manuscript photographs. The picture should be sharp, of good contrast and be related to the content of the submitted paper; however, it need not be duplicated in the paper itself. The image should be sent as a TIFF, JPG or GIF file at 300 dpi, size approx. 10 × 10 cm. Authors of selected material will receive a copy of the cover illustration and a complimentary copy of the relevant issue of the Journal. At the time of acceptance you will also be asked to return a Licence to Publish form to the publisher Oxford University Press ([Licence to Publish](#)). This form also offers the opportunity to choose to have the full text and PDF versions of the paper made available to non-subscribers online from the time of first publication (Open Access). There is a charge for this, which varies depending on circumstances (see <http://www.oxfordjournals.org/oxfordopen>) but it is considerably cheaper for authors whose university or institution subscribes to the Journal, and for authors in developing countries. If you do not select the Open Access option, your paper will be published with standard subscription-based access and no charge will be made.

Information about the New Creative Commons licence can be found [here](#).

Once a satisfactorily revised version has been received and accepted, the title of the paper, authorship and hyperlinked e-mail address of the corresponding author will be posted on the *Annals of Botany* website under *AOBFirstAlert*. This feature is accessible by subscribers and non-subscribers from the [Journal's home page](#). Corresponding authors will receive PDF proofs by e-mail attachment approximately 4–6 weeks after acceptance. Corrected proofs should be returned within 24 h. Adobe Acrobat Reader will be needed to read the PDF proof and is downloadable without charge from:

<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>. Authors should pay special attention to diagrams, figures and to equations since these items are usually re-keyed or redrawn by the publisher. At this stage, authors will also be invited to order offprints and extra single copies of the issue in which the article will appear.

#### Publication and printing process

Once corrected proofs have been received and checked, the paper is posted on the website approximately six weeks ahead of print under *AOBPreview*. Each article is identified by a unique DOI (Digital Object Identifier), a code that can be used in bibliographic referencing and searching. The DOI and date of electronic publication in *AOBPreview* are also printed in the normal fully paginated monthly issue that is published about six weeks later. The paper will appear online and in print during the week preceding the start of the month of issue. The dates of submission, first return for revision, final acceptance and date of electronic publication of each article are printed on each paper.

The corresponding author will receive a free copy of the printed issue in which their paper appears and a free URL that gives access to the article online and to a downloadable PDF. In addition, 25 free printed copies of the article will be supplied provided that the offprint order form is completed and returned to OUP. These items are normally dispatched within seven days of publication of the printed journal. The corresponding author is responsible for distributing this URL to any co-authors.

#### Post-publication services

After publication any author or reader is given the opportunity to comment on your paper (and any other paper) electronically using the 'E-Letters' feature. For more information click on this [E-Letters](#) link. Monthly alerts that supply the Journal's current Table of Contents can be requested by clicking on [Email table of contents](#) or by using an RSS feed. For more details on the latter click on [XML RSS feed](#). Readers can also be alerted to related papers in *Annals of Botany* and a wide range of other journals using the High Wire 'CiteTrack' alerting system. To access this click on [CiteTrack](#).

[Back to Start](#)

#### FORMAL STATEMENT

Authors or their employers retain copyright on articles published in *Annals of Botany*.

However, it is a condition of publication in the Journal that authors or their employers grant an exclusive licence to the Annals of Botany Company by completing and signing the [Licence to Publish](#). This ensures that requests from third parties to reproduce articles are handled efficiently and consistently and allows the article to be disseminated as widely as possible.

The Licence permits authors to use their own material in other publications provided that the Journal is acknowledged as the original place of publication and that the Annals of Botany Company is notified in writing

Papers are published on the understanding that the work is free of plagiarism, that all authors have agreed to publication in *Annals of Botany* and that those contributing substantially to the work have been appropriately acknowledged or given co-authorship. The official publication date is the date on which the paper is first posted electronically on the website. This date will normally be when the paper appears in *AOBPreview*. If a paper is not posted in *AOBPreview*, the date of publication is the date of first appearance in a fully paginated print or electronic monthly issue. For more about rights and permissions click on this link [Rights](#)

Author Self-Archiving/Public Access policy

For information about this journal's policy, please visit our [Author Self-Archiving policy page](#)