

EVELISE MÁRCIA LOCATELLI DE SOUZA

**FENOLOGIA E RELAÇÕES ABELHAS/PLANTAS EM UMA COMUNIDADE DE MATA
SERRANA
(BREJO DE ALTITUDE) NO NORDESTE DO BRASIL**

**RECIFE
2003**

EVELISE MÁRCIA LOCATELLI DE SOUZA

**FENOLOGIA E RELAÇÕES ABELHAS/PLANTAS EM UMA COMUNIDADE DE MATA
SERRANA
(BREJO DE ALTITUDE) NO NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biologia Vegetal - Área de concentração Ecologia Vegetal.

Orientadora: Dra. Isabel Cristina Machado

Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco

**RECIFE
2003**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

RECIFE, 27 de março de 2003

**"FENOLOGIA E RELAÇÕES ABELHAS/PLANTAS EM UMA COMUNIDADE DE
MATA SERRANA (BREJO DE ALTITUDE) NO NORDESTE DO BRASIL"**

AUTORA: Evelise Márcia Locatelli de Souza

**ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:
DOUTOR EM BIOLOGIA VEGETAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ECOLOGIA VEGETAL**

Profa.Dra. Kátia Porto
COORDENADORA DO CURSO

BANCA EXAMINADORA:

TITULARES:

Profa. Dra. Isabel Cristina S. Machado
(Orientadora)

Profa. Dra. Isabel Alves dos Santos
(Membro Titular)

Prof. Dr. Paulo Eugênio Oliveira
(Membro Titular)

Prof. Dr. Clemens Schlindwein
(Membro Titular)

Profa. Dra. Ariadna Valentina de Freitas Lopes
(Membro Titular)

SUPLENTES:

Prof. Dr. Celso Feitosa Martins

Profa. Dra. Dilosa Carvalho de Alencar Barbosa

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho consiste da Tese para obtenção de grau de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, área de concentração Ecologia Vegetal, do Centro de Ciências Biológicas, do Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco.

A Tese é dividida em quatro capítulos: o primeiro capítulo consta da introdução geral, descrição da área de estudo e fundamentação teórica; os demais representam diferentes componentes da pesquisa realizada, onde cada um constitui um artigo a ser submetido a periódico científico especializado.

O capítulo II é o estudo da fenologia das espécies arbóreas do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho (PEJVS), localizado numa área de Brejo de Altitude, em Pernambuco, sendo este o principal objetivo inicial do projeto de Tese.

O capítulo III trata da diversidade de abelhas ocorrentes no PEJVS, levando em consideração a fenologia de floração das espécies melitófilas e sua importância como recursos para a apifauna da área estudada.

O capítulo IV, enfim, abrange um estudo de caso de ecologia da polinização de uma espécie de Marantaceae, que representa uma importante fonte alimentar no PEJVS.

*"No princípio Deus criou os céus e a terra; e disse Deus: Haja luz. E houve luz;
E disse Deus: Haja um firmamento no meio das águas, e haja separação entre
águas e águas;*

E disse Deus: Produza a terra relva, ervas que dêem semente, e árvores frutíferas que, segundo as suas espécies, dêem fruto que tenha em si a sua semente, sobre a terra. E assim foi;

E disse Deus: Produzam as águas cardumes de seres viventes; e voem as aves acima da terra no firmamento do céu;

E disse Deus: Produza a terra seres viventes segundo as suas espécies: animais domésticos, répteis, e animais selvagens segundo as suas espécies. E assim foi.

E disse Deus: Façamos o homem à nossa imagem, conforme a nossa semelhança; domine ele sobre os peixes do mar, sobre as aves do céu, sobre os animais domésticos, e sobre toda a terra, e sobre todo réptil que se arrasta sobre a terra.

E viu Deus tudo quanto fizera, e eis que era muito bom.

Gênesis 1

Dedicatória:

Aos meus pais, João e Marilene, cujas vidas são o meu referencial;

À Vanêssa e Luciano (in memorian) que sempre foram a expressão maior da palavra irmão;

À minha querida e amada Lili (in memorian) por ter sido minha fiel companheira.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Senhor de todas as coisas, criador de possibilidades muito além de nossa imaginação;

À professora e amiga Isabel, pelo estímulo e amizade com que conduziu a orientação deste trabalho, meu muito obrigada;

Aos meus pais João e Mari, pela compreensão, incentivo e afeto, sem os quais as dificuldades seriam maiores;

À minha maravilhosa irmã pela sua grande amizade e amor;

A Petrócio pela ajuda em várias etapas da execução deste trabalho;

À querida amiga Ariadna pelo grande incentivo e ajuda;

Às amigas Luciana, Isa Regina, Tarcila, Elisângela, Mary e Ana Virgínia pelas horas agradáveis, sincera amizade, companheirismo e incentivo;

Aos companheiros do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, pelo convívio agradável e companheirismo;

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal pela agradável convivência e atenção;

Aos companheiros de Curso, pelos ótimos momentos em sala de aula;

A João, pela ajuda no trabalho de campo em Brejo dos Cavalos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Doutorado; à Associação Plantas do Nordeste (PNE), a Fundação O Boticário de Proteção à Natureza/Mac Arthur Foundation e ao Projeto Brejos de Altitude (MMA - BIRD-Probio) pelo apoio financeiro.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Introdução; Área de estudo e Fundamentação teórica.

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco - Brasil. (Tavares 1998)	8
Figura 2. Mapa de trilhas existentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco - Brasil. (Projeto Brejos). Linha em verde: trilhas percorridas para levantamento da flora apícola.....	9

Figura 3. Parte da Mata do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho	11
Figura 4. Dados pluviométricos da área de estudo de agosto 1998 a maio 2001. (Fonte: Equipe de Recursos Hídricos do Projeto Brejos de Altitude).....	12

CAPÍTULO II

Fenologia de espécies arbóreas de uma Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Figura 1. A) Número de espécies arbóreas apresentando queda de folhas e brotamento; B) floração e frutificação, ao longo do ano, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho...	63
Figura 2. A) Número de espécies arbóreas em flor por estratégias de floração; B) Número de espécies arbóreas com fruto por estratégias de frutificação ao longo do ano, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	64
Figura 3. Comparação da sazonalidade na frutificação das espécies por modo de dispersão, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	65
Figura 4. Fenogramas das 12 espécies arbóreas mais representativas em número de indivíduos no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	66 e 67

CAPÍTULO III

Diversidade de Abelhas e a Flora Apícola em um Fragmento de Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Figura 1. Abundância relativa do número de espécies de abelhas, por família coletadas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, no período de maio/1998 a julho/2000.....	111
Figura 2: (A) <i>Protomeliturga turnerae</i> (Andrenidae) em <i>Turnera subulata</i> (Turneraceae); (B) <i>Centris lutea</i> (Anthophoridae) em <i>Dioclea grandiflora</i> (Fabaceae); (C) <i>Bicolletes</i> spn. 1 (Colletidae) em <i>Hidrocleya nymphoides</i> (Limncharitaceae); (D) <i>Euglossa truncata</i> (Apidae)	

em <i>Saranthe klotzschiana</i> (Marantaceae); (E) <i>Augochloropsis cupreola</i> (Halictidae) em <i>Sida salzmannii</i> (Malvaceae); (F) <i>Dicranthidium arenarium</i> (Megachilidae) em <i>Complaya trilobata</i> (Asteraceae).....	112
Figura 3. Número acumulado de espécies inéditas mensais (curva do coletor), durante maio de 1998 a julho de 2000 no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	114
Figura 4. Diversidade das espécies, por família de Apoidea, em Floresta de Altitude, Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no Período de maio/1998 a julho/2000, comparada com alguns estudos desenvolvidos no Brasil. Floresta de Altitude/SP: Camargo & Mazucato (1984); Campo/PR: Sakagami <i>et al</i> (1967); Pampa xerofítico/RGS: Schlindwein (1998); Área urbana/PR: Laroca (1974); Área urbana/PR: Laroca <i>et al</i> (1982); Caatinga/BA: Martins (1994); Caatinga/PB: Aguiar & Martins (1997); Cerrado/BA: Martins (1994); Restinga/PB: Silva (1998).....	115
Figura 5. Número de espécies de plantas floridas, número de espécies de abelhas visitantes e precipitação no Parque Ecológico Vasconcelos Sobrinho, no período de Maio/1998 a julho de 2000 no Parque Ecológico João Vasconcelos.....	116
Figura 6. Percentagem mensal de espécies de abelhas coletadas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no período de maio/1998 a julho/2000.....	117
Figura 7. Diversidade de hábitos das plantas melitófilas do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	118
Figura 8. Proporção de visitas das famílias de abelhas às famílias de plantas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no período de Maio/98 à Julho/2000.....	119

CAPÍTULO IV

Saranthe klotzschiana (Marantaceae) e seu mecanismo de polinização explosivo

Figura 1. A: População de *Saranthe klotzschiana*; B: Hábito; C: Inflorescência, setas indicando ápice do estilete.....

Figura 2. Esquema do mecanismo de desencatilhamento na flor de *Saranthe klotzschiana*. A: Androceu (vista frontal); B: Visitante insere a língua (ou bico) com pólen na flor à procura de néctar e toca no apêndice do estaminódio cuculado; C: Ocorre o desencatilhamento. O estilete move-se em direção a língua do visitante, tocando com o estigma na carga polínica que o

mesmo carregava onde esta fica aderida; **D:** O estilete enrola-se contactando-se mais a língua (ou bico) do visitante; **E:** O movimento do estilete continua e agora é a depressão estilar carregada de pólen que contata com a língua (ou bico) do visitante; **F:** O visitante retira a língua (ou bico) de dentro da flor a qual já está carregada com o pólen que estava na depressão estilar.....149

Figura 3. **A:** *Eulaema bombiformis*; **B:** *Epicharis (Epicharoides) sp1. nova*; **C:** *Eulaema nigrita* e **D:** *Euglossa truncata*.....151

Figura 4. **A:** *Glaucis hirsuta*; **B:** *Chlorostilbon aureoventris*; **C:** *Phaethornis ruber* e **D:** *Amazilia fimbriata*.....153

Figura 5: Horário de visita e pico das atividades dos polinizadores.....155

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Fenologia de espécies arbóreas de uma Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Tabela 1. Dados fenológicos das espécies arbóreas do Parque ecológico João Vasconcelos Sobrinho, no período de maio de 1998 a maio de 2001.....56

Tabela 2. Número de espécies arbóreas em flor, segundo a época do ano e ocorrência no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	59
Tabela 3. Número de espécies arbóreas em frutificação, segundo a época do ano e ocorrência no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	60
Tabela 4. Número de espécies arbóreas frutificando, segundo a época do ano e tipo de fruto, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	61
Tabela 5. Ocorrência do pico de atividades fenológicas em espécies arbóreas, observadas em diferentes tipos de florestas do Brasil, ordenadas por precipitação pluviométrica.....	62

CAPÍTULO III

Diversidade de Abelhas e a Flora Apícola em um Fragmento de Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Tabela 1. Abelhas coletadas e relação plantas visitadas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no período de maio/1998 a julho/2000.....	103
Tabela 2. Diversidade das espécies, organizada por abundância de família de Apoidea, coletados no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no Período de maio/1998 a julho/2000, comparada com alguns estudos desenvolvidos no Brasil. AD = Andrenidae; AP = Apidae; AT = Anthophoridae; CO = Colletidae; HA = Halictidae e MG = Megachilidae.....	105
Tabela 3. Comparação de espécies de abelhas encontradas nos levantamentos da apifauna realizados na região Nordeste do Brasil, em comum com as encontradas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.....	106
Tabela 4. Comparação do número de espécies de abelhas encontradas nos levantamentos da apifauna realizados na região Nordeste do Brasil.....	108
Tabela 5. Espécies vegetais visitadas por abelhas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, no período de maio/1998 a julho/2000.....	109
Tabela 6. Espécies vegetais visitadas por abelhas e sua época de floração no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, no período de maio/1998 a julho/2000.....	110

CAPÍTULO IV

***Saranthe klotzschiana* (Marantaceae) e seu mecanismo de polinização explosivo.**

Tabela 1. Polinização e formação de frutos em condições naturais (controle) em flores de <i>Saranthe. Klotzschiana</i>	145
Tabela 2. Visitantes às flores de <i>Saranthe klotzschiana</i> e frequência de visita.....	146

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	i
DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	viii

1. CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2. ÁREA DE ESTUDO.....	6
2.1. Figuras.....	8
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

2. CAPÍTULO II

Fenologia de espécies arbóreas de uma Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. METODOLOGIA.....	36
3. RESULTADOS.....	40
4. DISCUSSÃO.....	46
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
6. TABELAS E FIGURAS.....	55
7. AGRADECIMENTOS.....	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

3. CAPÍTULO III

Diversidade de Abelhas e a Flora Apícola em um Fragmento de Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

RESUMO.....	77
ABSTRACT.....	78
1. INTRODUÇÃO.....	79
2. METODOLOGIA.....	82

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
5. CONCLUSÕES.....	100
6. TABELAS E FIGURAS.....	102
7. AGRADECIMENTOS.....	120
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120

4. CAPÍTULO IV

Saranthe klotzschiana (Marantaceae) e seu mecanismo de polinização explosivo.

ABSTRACT.....	130
RESUMO.....	131

1. INTRODUÇÃO.....	132
2. METODOLOGIA.....	133
3. RESULTADOS.....	135
4. DISCUSSÃO.....	139
5. TABELAS E FIGURAS.....	144
6. AGRADECIMENTOS.....	156
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156

RESUMO GERAL.....	160
ABSTRACT GERAL.....	162

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

ÁREA DE ESTUDO

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. INTRODUÇÃO GERAL

O termo “fenologia” foi proposto pelo botânico Charles Morren em 1853, entretanto Linné em 1751 já elaborava calendários anuais das fases fenológicas, paralelamente com observações meteorológicas (Hopp 1974).

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com mudanças no ambiente biótico e abiótico (Morellato, 1987). Nos trópicos, o conhecimento das mudanças sazonais ocorrentes nas plantas tem sido considerado essencial para o estudo da ecologia, dinâmica e evolução dos ecossistemas (Fournier, 1976).

O registro sistemático da variação das características fenológicas reúne informações sobre o estabelecimento e dinâmica das espécies, período de crescimento vegetativo, período reprodutivo (floração e frutificação), alocação de recursos para polinizadores e dispersores e uma melhor compreensão das cadeias alimentares disponíveis para a fauna (Fournier, 1976; Frankie *et al.*, 1974; Morellato & Leitão Filho, 1990; Morellato 1991).

As flores de Angiospermas possuem grandes variações de tamanho, forma, cor e cheiro que, em conjunto, constituem atributos para atração de visitantes, caracterizando as diferentes síndromes florais de polinização (Faegri & van der Pijl, 1979). Os insetos, principalmente as abelhas, constituem um dos principais grupos de polinizadores das Angiospermas, desempenhando atividade fundamental nas comunidades florísticas alógamas, pois são responsáveis por grande parte do fluxo gênico entre indivíduos e populações adjacentes (Faegri & Pijl 1979). A síndrome de polinização onde os vetores são abelhas é denominada de melitofilia e as flores de plantas melitófilas possuem uma série de características que estão diretamente associadas à morfologia, fisiologia e comportamento das abelhas polinizadoras (Faegri & Pijl 1979; Baker 1983).

Os estudos dos sistemas de polinização tem crescido muito nos últimos anos, sendo muitas vezes necessários para interpretações dos processos evolutivos das espécies vegetais, para o conhecimento do papel dos polinizadores na manutenção das comunidades vegetais, assim como para o entendimento da distribuição e renovação dos ecossistemas (Heithaus 1974; Faegri & Pijl 1979; Sarmiento & Monasterio 1983; Bawa 1990; Gottsberger 1989; Newstrom *et al.* 1994; Proctor *et al.* 1996).

As florestas tropicais abrangem atualmente somente ca. de 7% da superfície terrestre, entretanto contêm mais da metade das espécies da biota mundial (Myers 1984). Do ponto de vista da diversidade biológica, as florestas tropicais são muito mais diversas que as florestas temperadas (Gentry 1995). Nas florestas tropicais, em um quilômetro quadrado é possível encontrar centenas de espécies de aves e milhares de espécies de insetos (Wilson 1997). A compreensão dessa diversidade biológica requer conhecimentos de ecologia, geologia, evolução, processos bioquímicos e os caminhos pelos quais eles se interagem (Linsenmair 1997). Entretanto, apesar dessa extraordinária riqueza, as florestas tropicais estão entre os mais frágeis dos habitats devido à sua crescente devastação. No Brasil, a cobertura original de nossas florestas vem sendo destruída desde o início do processo de colonização, sendo isto evidente em todas as regiões, e mais recentemente no Norte do país, na Floresta Amazônica (Brazão *et al.* 1993).

No Estado de Pernambuco a riqueza florística advém, notadamente, da diversidade representada por suas formações vegetais. Essas variações podem ser justificadas provavelmente pelos solos de diferentes origens, pela altitude, pela distribuição desigual das chuvas durante o ano nas regiões e pela salinidade marinha (Andrade-Lima 1958, 1960). Devido a esta diversidade de acordo com Andrade-Lima (1960) são reconhecidos para Pernambuco 4 zonas fitogeográficas: Litoral, Mata, Caatinga e Savana, cada uma apresentando subdivisões.

A Zona da Mata representa o ponto de ligação das florestas orientais brasileiras oriundas do Sul do Brasil com as florestas equatoriais da Amazônia, ocupando cerca de 15% da área total do estado (Bigarella *et al.* 1975; Por 1992). Essa zona compreende 3 subzonas: Mata úmida, Mata Seca e Matas Serranas (Brejos de Altitude) (Andrade-Lima 1960).

As florestas serranas do Nordeste são remanescentes de Mata Atlântica que cobrem as encostas e topos de algumas serras (IBGE, 1992). Essas florestas representam um dos biomas brasileiros mais ameaçados de extinção, graças à expansão das monoculturas, ocupação imobiliária e exploração de produtos florestais sem manejo adequado (Fundação SOS Mata Atlântica, 1992).

Em Pernambuco, grande parte dessas florestas é circundada pela Caatinga e ocupa as encostas superiores de algumas serras do Planalto da Borborema (Andrade-Lima 1960, 1961). A presença desse tipo de vegetação no domínio do semi-árido ocorre devido ao fator topográfico, que permite um incremento na média da pluviosidade, que chega a ser 80% a mais em relação às áreas que circundam essas florestas (Lyra 1982; Ferraz 1994). Essas áreas, embora situadas dentro do domínio da Caatinga, abrigam grande diversidade de animais e uma flora extremamente rica e diversificada (Andrade-Lima, 1960, 1982). Rodal *et al.* (1998), comentam que essas florestas variam de perenifólias a subcaducifólias e reconhecem que muito ainda deve ser feito no sentido de avançar no conhecimento da flora e vegetação, esclarecendo principalmente questões ligadas à sua identidade florística, isto é, se seriam disjuntas das costeiras ou de uma outra formação florestal.

Nos últimos anos houve um maior interesse no desenvolvimento de trabalhos abordando a fenologia de florestas neotropicais. Embora os estudos fenológicos sejam de grande importância, poucos são os trabalhos com este enfoque desenvolvidos no Brasil, principalmente em ecossistemas do Nordeste.

A inexistência de informações sobre a fenologia reprodutiva de áreas ecologicamente diversificadas como os Brejos de Altitude, levou a realização deste trabalho. Objetivou-se conhecer os padrões fenológicos de representantes da flora de Brejos de Altitude e sua relação com fatores abióticos e bióticos, para melhor compreensão das interações e da dinâmica do ecossistema em estudo.

2. ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho (PEJVS) (8°18'36''S, 36°00'00''W), situado a 12 Km do município de Caruaru/PE, Agreste de Pernambuco (Figuras 1, 2 e 3). O Parque, criado através da Lei Municipal N°. 2796 de 7/7/1983, é uma das unidades de conservação de Brejos de Altitude sobre o maciço da Borborema. Localiza-se na Serra (Brejo) dos Cavalos, com uma altitude variando entre 800 e 1000 m, constituindo uma área florestal de 354 ha.

Os Brejos de Altitude são áreas de exceção úmidas e isoladas nas zonas semi-áridas do agreste e do sertão nordestino. Estas áreas apresentam características peculiares, como: altitudes superiores a 600 m; clima úmido ou sub-úmido, precipitação anual entre 900-1300 mm; solos profundos, argilosos, com alto teor de água disponível, onde dominam os tipos podzólicos vermelho-amarelos e os latossolos vermelho-amarelos húmicos (Jacomine *et al.* 1973; Jatobá 1989). Apresentam vegetação natural de floresta perenifólia ou subperenifólia, que recobrem os topos e as vertentes de serras circundadas por vegetação xerófila de Caatinga, nas altitudes inferiores (Andrade-Lima 1960; Andrade & Lins 1966). Em virtude da umidade, há uma gradação da vegetação, sendo as espécies de Caatinga substituídas progressivamente pelas de florestas decídua (matas-secas), até o aparecimento da floresta perenifólia úmida (Sales *et al.* 1998).

A Figura 4 mostra os valores de precipitação mensal a partir de agosto de 1998, época em que teve início a obtenção dos dados meteorológicos. Os dados de temperatura e precipitação pluviométrica foram fornecidos pela equipe de Recursos Hídricos do Projeto “Recuperação e Manejo dos Ecossistemas Naturais dos Brejos de Altitude de Pernambuco e da Paraíba”.

Definição das estações climáticas para a área de estudo

De acordo com as diferenças climáticas do local de estudo, baseadas principalmente na precipitação, dividimos os períodos em Estação Seca e Estação Úmida e um período que chamamos de Transição, o qual ocorre entre estas duas estações. A estação seca é caracterizada pela quase total inexistência de chuvas ($\cong$ 03 a 33mm média mensal), compreendendo o período que vai de outubro a fevereiro. O período de transição corresponde aos meses de março e abril, nos quais ocorrem oscilações de temperatura e irregularidade de chuvas ($\cong$ 51 a 57mm). A estação úmida, caracterizada por significativa precipitação na área ($\cong$ 111 a 375mm), compreende o período de maio a setembro.

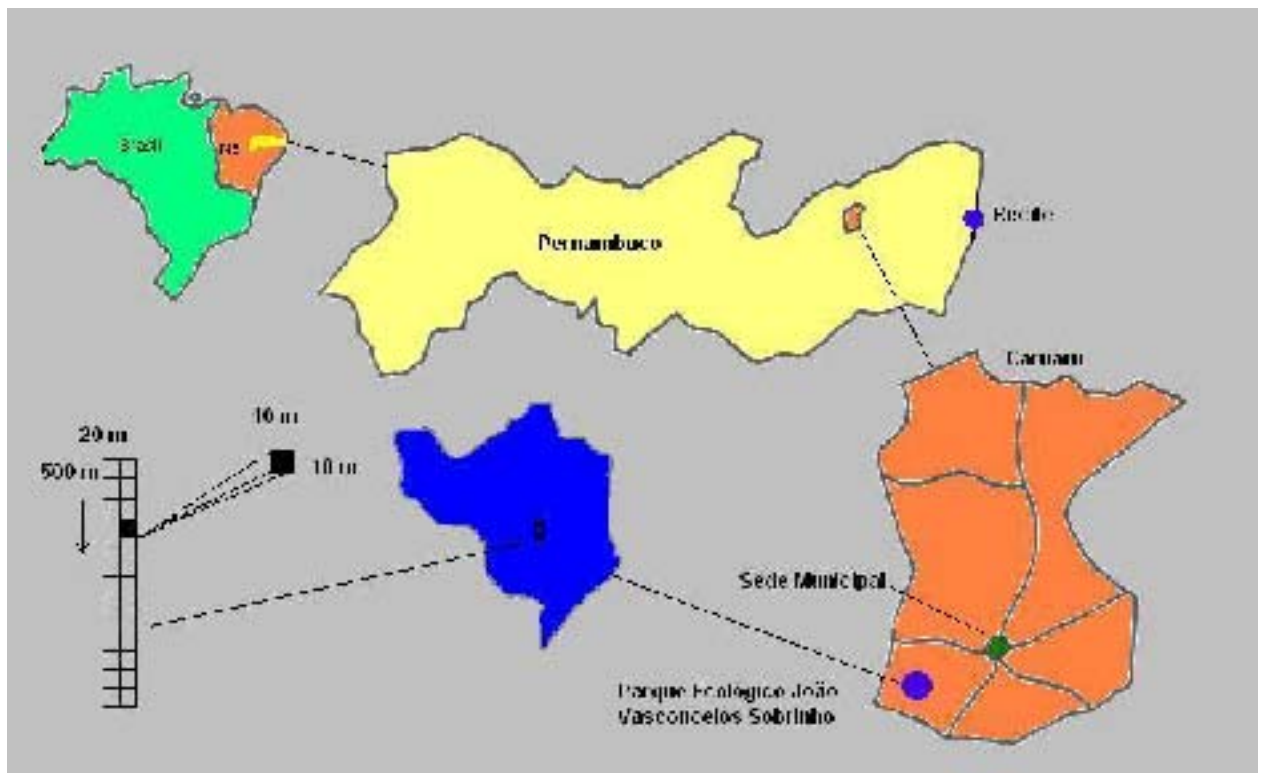


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco - Brasil. (Tavares 1998).

Figura 3. Parte da Mata do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho

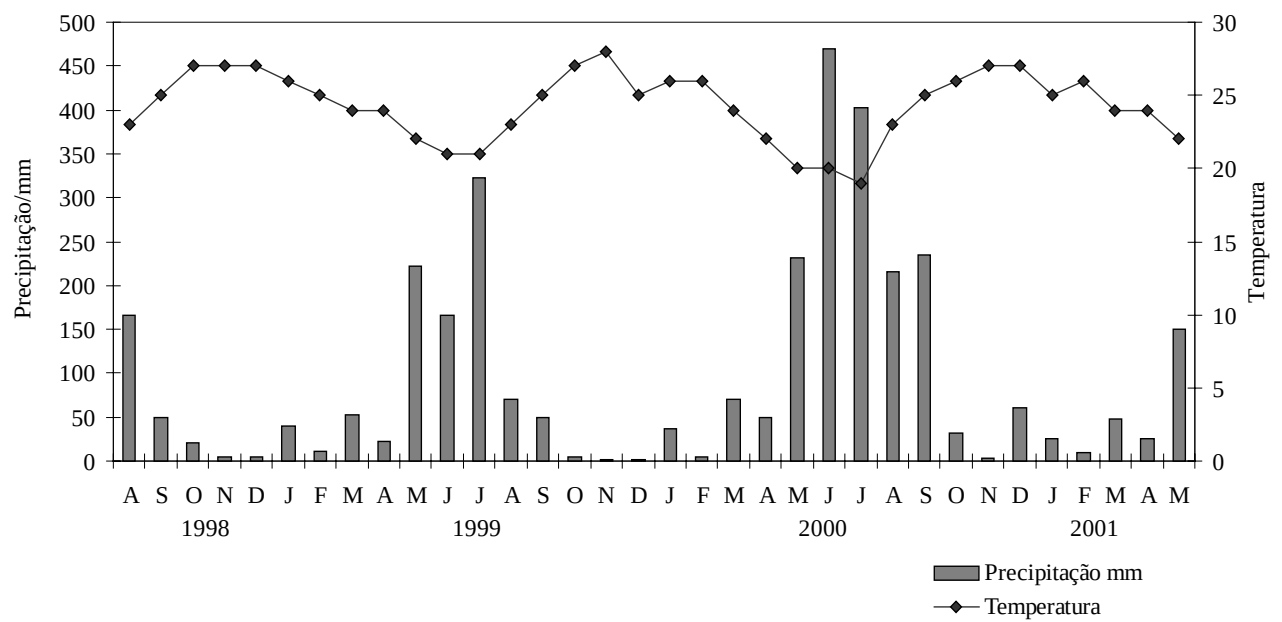


Figura 4. Dados pluviométricos da área de estudo de agosto 1998 a maio 2001. (Fonte: Equipe de Recursos Hídricos do Projeto Brejos de Altitude).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fenologia em Florestas Tropicais

Com o objetivo de obter uma visão integrada dos processos que determinam os diferentes padrões reprodutivos das plantas, o interesse pelos estudos fenológicos cresceram significativamente, principalmente em florestas tropicais. Calendários anuais das fases fenológicas passaram a ser desenvolvidos e os estudos da época de ocorrência dos eventos reprodutivos nas plantas começou a se destacar.

O termo “fenologia” foi proposto pelo botânico Charles Morren em 1853, entretanto Linné em 1751 já elaborava calendários anuais das fases fenológicas, paralelamente com observações meteorológicas (Hopp 1974).

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com mudanças no ambiente biótico e abiótico (Morellato, 1987). Nos trópicos, o conhecimento das mudanças sazonais ocorrentes nas plantas tem sido considerado essencial para o estudo da ecologia, dinâmica e evolução dos ecossistemas (Fournier, 1976).

O objetivo central dos estudos sobre fenologia é relacionar as mudanças dos padrões fenológicos com os fatores de luminosidade, temperatura, precipitação e analisar até que ponto estes fatores podem influenciar no desenvolvimento das plantas. Assim surgiram vários trabalhos envolvendo observações diretas de plantas e suas relações com os fatores abióticos: Founier & Salas (1966); Frankie *et al.* (1974); Opler *et al.* (1976, 1980); Daubenmire (1972); Lieberman & Lieberman (1982); Reich & Borchert (1982, 1984); Medina (1983); Medina *et al.* (1985); Rathcke & Lacey (1985); Morellato *et al* (1989); Morellato & Leitão Filho (1990); Wright (1991); Wright (1996); Willianms *et al* (1999); Talora & Morellato (2000); Pavon & Briones (2001); Funch *et al.* (2002). Entretanto a partir de Janzen (1967) os padrões

fenológicos passaram a ser relacionados também com os fatores bióticos, como polinizadores, dispersores, predadores, forma de vida, síndrome de polinização e modos de dispersão das espécies (Frankie & Baker 1974; Frankie 1975; Wheelwright 1985; Kachmer & Handel 1986; Levey 1988; Mantovani & Martins 1988; Howe 1993; Ramirez 1995; Morellato 1991; Morellato & Leitão Filho 1992, 1996), dando uma nova visão integrada dos padrões fenológicos com o meio.

Um dos trabalhos mais representativos e muito utilizado como referência em outros artigos é o de Gentry (1974), no qual o autor criou uma classificação e descreveu padrões de floração para espécies tropicais de Bignoniaceae em relação ao sistema de polinização. Neste trabalho o autor incorporou uma mistura de critérios individuais de amplitude das florações, épocas, duração e o nível de sincronia de uma população. Um trabalho mais recente estabelecendo uma nova classificação para a fenologia da floração de plantas tropicais é o de Newstrom *et al.* (1994), no qual os autores distinguiram quatro classes básicas: contínua, subanual, anual e supranual, baseados na frequência de floração dos ciclos anuais.

No Brasil foram desenvolvidos trabalhos abordando a fenologia em diversos ecossistemas: **Cerrado**: Oliveira (1998), Batalha e Mantovani (2000), Bulhão & Figueiredo (2002); **Caatinga**: Oliveira *et al.* (1988), Barbosa *et al.* (1989), Pereira *et al.* (1989), Machado *et al.* (1997); **Mata Atlântica**: Andrade-Lima (1958), Alvim & Alvim (1978), Mori *et al.* (1982), Morellato *et al.* (1989), Morellato & Leitão Filho (1990), Morellato (1991), Morellato & Leitão Filho (1996), Ferraz *et al.* (1999), Talora & Morellato (2000), Bencke & Morellato (2002); em **Floresta Tropical Úmida da Amazônia**: Alencar *et al.* (1979).

Durante esses anos, várias linhas de abordagem surgiram em torno dos estudos de fenologia de plantas, entretanto, quase não existia uma preocupação na definição ou padronização nos métodos de amostragem e avaliação, dificultando assim uma posterior comparação entre os diferentes estudos. Então, a partir de 1974, Fournier, sugere um método

de avaliação e amostragem o qual propõe um índice de intensidade, obtido através de método visual de avaliação por meio de uma escala intervalar. No ano seguinte, 1975, Fournier & Charpentier definem uma amostragem mínima de indivíduos por espécies para os estudos fenológicos. Atualmente, alguns trabalhos têm surgido com o objetivo de padronizar, avaliar e comparar o uso de diferentes métodos de amostragem e análise de acordo com cada método (Schirone *et al.* 1990; Chapman *et al* 1992; Newstrom *et al* 1994; Bencke & Morellato 2002a; Bencke & Morellato 2002b).

Apesar do relativo conhecimento sobre fenologia de espécies tropicais, até o momento nenhum trabalho tinha sido realizado enfocando espécies ocorrentes em Brejos de Altitude do Nordeste do Brasil.

Relações abelhas/plantas nos Trópicos

Os insetos, principalmente as abelhas, constituem um dos principais grupos de polinizadores das Angiospermas, os quais desempenham atividade fundamental nas comunidades florísticas alógamas, pois são responsáveis por grande parte do fluxo gênico entre indivíduos e populações adjacentes (Faegri & Pijl 1979). A síndrome de polinização onde os vetores são abelhas é denominada de melitofilia (Faegri & Pijl 1979; Baker 1983).

Na região Tropical por apresentar uma diversidade muito grande, tanto de espécies de plantas como de abelhas, a relação abelhas/planta tem sido investigada em diversos locais: Costa Rica, Heithaus (1974; 1979a; 1979b; 1979c); Guiana Francesa, Roubik (1979); Suriname, Engel & Dingemans-Bakels (1980) e Jamaica, Raw (1985).

No Brasil, vários aspectos das interações entre abelhas e plantas tem sido abordados. A maioria desses estudos foram realizados em Campos secundários e áreas ajardinadas da região Sul e Sudeste (Sakagami *et al.* 1967; Sakagami & Laroca 1971; Laroca *et al* 1982;

Cure 1983; Camargo & Mazucato 1984; Bortoli & Laroca 1990; Barbola & Laroca (1993; Cure *et al.* 1993; Silveira & Cure 1993). As pesquisas sobre comunidades de abelhas e aflora apícola em ecossistemas pouco alterados são mais recentes: **Mata Atlântica** (Alves-dos-Santos 1999); **Cerrado** (Martins 1990; Menezes-Pedro & Camargo 1991; Silveira & Campos 1995; Albuquerque & Mendonça 1996; Carvalho & Bego 1996); **Caatinga** (Martins 1990; Martins 1994; Aguiar *et al.* 1995; Aguiar & Martins 1995; Zanella 1999); **Campo Rupestre** (Farias & Camargo 1996); **Restinga** (Gottsberger *et al.* 1988; Silva 1998; Alves-dos-Santos 1999). No Rio Grande do Sul foram realizados levantamentos preliminares nos diferentes ecossistemas do Estado (Wittman & Hoffman 1990; Schlindwein 1995; Alves-dos-Santos 1996; Alves-dos-Santos 1999). Entretanto, muitos dos trabalhos de levantamento de apifauna e plantas melíferas desenvolvidos no Brasil, principalmente na região Sul e Sudeste encontram-se em forma de teses e dissertações (apud Alves-dos-Santos 1998): Ortolan (1989); Silveira (1989); Taura (1990); Carvalho (1990); Pedro (1992); Farias (1994); Castro (1994); Ramalho (1995).

Com relação especificamente a levantamentos da flora apícola poucas localidades do Nordeste foram investigadas: Brito *et al.* (1993), em Barreirinhas, no estado do Maranhão; Aguiar (1994) e Aguiar *et al.* (1995), em São João do Cariri na Paraíba; Martins (1994; 1995) em Casa Nova, e outra na Chapada da Diamantina, localizada no município de Lençóis, ambas no estado da Bahia, demonstrando com isto, que o conhecimento atual sobre a flora apícola do Nordeste, precisa de maior investigação.

Biologia floral (da polinização) em Marantaceae

Os primeiros estudos envolvendo aspectos da biologia floral em Marantaceae que descreveram o modo de transferência do pólen da antera para a depressão estilar e o

mecanismo explosivo do estilete foi Lindley (1819 apud Kennedy 1978). Posteriormente, Gris (1859), publicou detalhes de suas observações em flores de Marantaceae, afirmando a necessidade de um vetor externo para o mecanismo de desencadeamento do estilete.

Recentemente estudos anatômicos do movimento explosivo do estilete foram realizados por Classen-Bockhoff & Pischtschan (2000).

Andersson (1998) aborda várias características e aspectos da família Marantaceae, como morfologia, embriologia, sistema reprodutivo, polinizadores e distribuição.

Observações de polinizadores em espécies de Marantaceae são abordados nos trabalhos de Kennedy (1978, 2000) e Andersson (1998), os quais mencionam que o maior grupo de polinizadores em Marantaceae são abelhas da tribo Euglossini.

Apesar do relativo conhecimento sobre o mecanismo de polinização na família Marantaceae, até o momento na América do Sul, só foram realizados os trabalhos de Leite & Machado 2002 e Locatelli & Machado (2003) (Capítulo IV).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J. C; R. A. ALMEIDA. & N. P. FERNANDES. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 1: 63-97.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. 1999. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restinga e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 43(3/4): 191-223.
- ALVIM P. T. & R. ALVIM. 1978. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. *In: Tropical trees as living systems*, Tomlinson, P. B. & Zimmerman, M. H. (eds). New York: Cambridge University Press.
- ANDERSSON, L. 1998. Marantaceae. *In: The families and genera of vascular plants, Volume IV. Flowering plants, Monocotyledons, Alismatanae and Commelinanae*. K. Kubitzki (ed.). Springer-Verlag, Berlin. pp 278-293.
- ANDRADE, G. O. & R. C. LINS. 1966. O “Brejo” da Serra das Varas (Arcoverde). *Cadernos da Faculdade de Filosofia da UFPE, Dep. de Geografia. Série VI – 8 N 14*.
- ANDRADE-LIMA, D. 1958. Notas para a fenologia da zona da mata de Pernambuco. *Revista de Biologia* 1: 125-135.
- _____. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivo do Instituto de Pesquisa Agrônômica. Vol. 5. Secretaria da Agricultura, indústria e Comércio, Pernambuco, Brasil*, 305-341.
- _____. 1982. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. *In: G. T. Prance (editor). Biological Diversification in the tropics*. Edited by Plenum Press. New York.
- BAKER, H. G. 1983. Evolutionary relationship between flowering plants and animals in American and African tropical forests. *In: Tropical forest ecosystems in Africa and*

- South America; a comparative review, (MEGGERS, Betty J.; AYENSU, E.S.; DUCKWORTH, W.D., eds). Washington, Smithsonian Institution Pr. p. 145-159.
- BARBOLA, I. F. & LAROCA, S. 1993. A comunidade de Apoidea (Hymenoptera) da Reserva de Passa Dois (Lapa, Paraná, Brasil): I Diversidade, abundância relativa e atividade sazonal. *Acta Biol. Paraná* 22: 91-113.
- BARBOSA, D. C.; J.L.A. ALVES; S. M. PRAZERES & A. M. A. PAIVA. 1989. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha-PE) *Acta Botânica Brasilica* 3:109-117.
- BATALHA, M. A. & W. MANTOVANI. 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. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21:399-422.
- BENCKE, A. S. C. & MORELLATO, P. C. 2002 a. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 25: 237-248.
- BENCKE, A. S. C. & MORELLATO, P. C. 2002 b. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasil. Bot.* 25: 269-275.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. RIEHS, P. J. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia de Ciências*, nº 47, suplemento.

- BORTOLI, C. & S. LAROCA. 1990. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), com notas comparativas. *Dusenía* 15: 1-112.
- BRAZÃO, J. E. M.; SANTOS, M. M & SILVA, Z. L. 1993. Vegetação e recursos florísticos. *In: Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil.* (Caldeiron, S. S. org.), IBGE, Rio de Janeiro.
- BULHÃO, C. F. & FIGUEIREDO, P. S. 2002. Fenologia de leguminosas em uma área de Cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasil. Bot.* 25: 361-369.
- CAMARGO, J. M. F. & M. MAZUCATO. 1984. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Dusenía* 14: 55-87.
- CARVALHO, A. M. C. 1990. Estudo das interações entre a apifauna e a flora apícola em vegetação de Cerrado - Reserva Ecológica do Panga - Uberlândia - MG. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Pp 125.
- _____ & BEGO, L. R. 1996. Studies on Apoidea fauna cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserva, Uberlândia, MG, Brazil. *Revta. Bras. Ent.* 40: 147-156.
- CASTRO, M. S. 1994. Composição, fenologia e visita às flores pelas espécies de Apidae em um ecossistema de Caatinga (Nova Casa Nova - Bahia 9°26'S/41°50'W). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. Pp 103.
- CHAPMAN, C. A.; CHAPMAN, L. J.; WANGHAM, R.; HUNT, R.; GEBO, D. & GARDNER, L. 1992. Estimators of fruit abundance of tropical trees. *Biotropica*, 24: 527-531.
- CLASSEN-BOCKHOFF, R. & PISCHTSCHAN, E. 2000. The explosive style in Marantaceae preliminary results from anatomic studies. *In: (Spat, Speel, eds.), Plant Biomechanics.* New York: Thelme-Verlag.

- CURE, J. R. 1983. Estudo ecológico da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, apoidea) do Parque da cidade, comparado ao de outras áreas de Curitiba, Paraná. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.
- CURE, J. R.; BASTOS, F.; OLIVEIRA, M. J. F. & SOUZA, O. F. 1993. Influência do tamanho da amostra na estimativa da riqueza em espécies em levantamentos de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea). *Revta. Bras. Zool.* 7: 101-110.
- DAUBENMIRE, B. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forest. In North-weatern Costa Rica. *Journal of Ecology* 60: 147-170.
- ENGEL, M. S. & DINGEMANS-BAKELS, F. 1980. Nectar and pollen resources for stingless bees (Meliponinae, Hymenoptera) in Surinam (South America). *Apidologie*, Paris 11: 341-350.
- FAEGRI, k. & VAN DER PIJL, L. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. London, Pergamon Press. 3 edition. 244 p.
- FARIAS, G. M. 1994. A flora e a fauna apícola de um ecossistema de Campo Rupestre, serra do Cipó - MG, Brasil. Composição, fenologia e suas interações. Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro, São Paulo. Pp 239.
- ____ & J. M. F. CAMARGO. 1996. A flora melitófila e a fauna de Apoidea de um ecossistema de campos rupestres, Serra do Cipó – MG – Brasil. *Anais do Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão Preto, SP, 2: 217-228.
- FERRAZ, E. M. N. 1994. Variação florístico-vegetacional na região do Vale do Pajeú-Pernambuco. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 197 p.
- FERRAZ, D. K.; R. ARTES, W. MANTOVANI & L. M. MAGALHÃES. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 305-317.

- FOURNIER, L. A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo pré-montano de San Pedro de Montes Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26: 54-9.
- FOURNIER, L. A & SALAS, S. 1966. Algunas observaciones sobre la dinamica de la floracion en el bosque humedo de Villa Collon. *Revista de Biología Tropical* 14:75-85.
- FRANKIE, G. W. 1975. Tropical forest phenology and pollinator plant coevolution. *In*: *Coevolution of animals and plants*, (L. E. Gilbert & P. H. Haven, eds). Univ. Texas Press, Austin, p. 192-209.
- FRANKIE, G. W. & H. G. BAKER. 1974. The importance of pollinator behavior in the reproductive biology of tropical trees. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México* 45, Ser. Botânica 1: 1-10.
- _____; H. G. BAKER, & P. A OPLER. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62: 881-913.
- FUNCH, L. S.; FUNCH, R. & BARROSO, G. M. 2002. Phenology of gallery and montane forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Biotropica* 34: 40-50.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 1992. Dossiê Mata Atlântica. São Paulo. 107 p.
- GENTRY, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6: 64-68.
- GENTRY, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *In*: *Seasonally dry tropical forest*, (Bullock, S. H.; Mooney, H. A. & Medina, E., eds). Cambridge University Press, New York. Pp. 147-194.
- GOTTSBERGER, G. 1989. Floral Ecology. Report on the years 1985 (84) to 1988. *Progr. Bot.* 50: 352-379.
- GOTTSBERGER, G.; CAMARGO, J. M. F. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. *Bot Jahrb. Syst.* 109: 469-500.

- GRIS, A. 1859. Observations sur la fleur des Marantées. *Annales des Sciences Naturelles* 4: 193-219.
- HEITHAUS, E. R. 1974. The role of plant-pollinator interactions in determine community structure. *Ann. Mo. Bot. Gdn.* 61: 675-691.
- _____. 1979a. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. *Ecology* 60: 675-691.
- _____. 1979b. Flower visitation records and recourse overlap of bees and wasps in northwest Costa Rica. *Brenesia, San Jose* 16: 9-52.
- _____. 1979c. Flower-feeding specialization in wild bee and wasp communities in seasonal neotropical habitats. *Oecologia, Berlin* 42: 179-194.
- HOOP, R. J. 1974. Plant phenology observation networks. *In: Phenology and seasonality models* (H. Lieth ed.). Spring-Verlag, Berlin. p. 24-44.
- HOWE, H. F. 1984. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biological Conservation* 30: 261-281.
- IBGE. 1992. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro. 92 p.
- JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C. & BURGOS, N. 1973. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco. Recife: SUDENE, Divisão de Pesquisa Pedológica, v. 1. (Boletim Técnico, 26. Série Pedologia, 14). 359 p.
- JANZEN, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-37.
- JATOBÁ, L. 1989. Introdução à morfoclimatologia dos ambientes secos. Recife: UFPE, Departamento de Geografia, 1989. 75p.
- KEARNS, C. A. & INOUE, D. W. 1977. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *BioScience* 47: 297-307.

- KENNEDY, H. 1978. Systematic and pollination of the “closed-flowered” species of *Calathea* (Marantaceae). University of California Publ. Bot: 71-90.
- _____. 1983. *Calathea insignis* (Hoja Negra, Hoja de Sal, Bijagua, Rattlesnake Plant). In: Costa Rican Natural History. (Janzen DH ed.), Chicago: University of Chicago Press.
- KENNEDY, H. 2000. Diversification in pollination mechanisms in the Marantaceae. In Monocots. Systematics and evolution (K. L. Wilson & D. A. Morrison eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.335-344.
- KOCHMER, J. P. & HANDEL, S. N. 1986. Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. Ecological monographs 56: 303-325.
- LAROCA, S.; J. R. CURE, & C. BORTOLI. 1982. A associação de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. Dusenía 13: 93-117.
- LEVEY, D. 1988. Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. Ecological Monographs 58: 251-269.
- LEVIN, D. A. & ANDERSON, W. W. 1970. Competition for pollination between simultaneously flowering species. Am. Nat. 104: 455-467.
- LIEBERMAN, D. & M. LIEBERMAN. 1982. The causes and consequences of synchronous flushing in a dry tropical forest. Biotropica 16: 193-201.
- LINSENMAIR, K. E. 1997. Biodiversity and sustainable management of tropical forest. Natural Resources and Development 45/46: 14-27.
- LYRA, A. L. R. T. 1982. A condição do Brejo: efeito do relevo na vegetação de duas áreas do município de Brejo da Madre de Deus - PE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 105 p.
- MACHADO, I.C.; L. M. BARROS & E. SAMPAIO. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. Biotropica 29: 58-68.

- _____. & LOPES, A. V. F. 1998. A polinização biótica e seus mecanismos na Reserva Ecológica de Dois Irmãos. In: Machado, I. C., Lopes, A. V. F. & Pôrto, K. C., org. Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil). Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco e Editora Universitária - UFPE, Recife. p. 166-187.
- MANTOVANI, W. & F. R. MARTINS. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- MARTINS, C. F. 1990. Estrutura da comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA). Tese de Doutorado, Instituto de Biociências de São Paulo.
- _____. 1994. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) na caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 9: 225-257.
- _____. 1995. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym., Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis-BA, Brasil). *Revista Nordestina de Biologia* 10: 119-140.
- MEDINA, E. 1983. Adaptations of tropical trees to moisture stress. In FB Golley (ed) *Tropical rain Forest Ecosystems*, pp. 225-237. Amsterdam: Elsevier
- _____, E. OLIVARES & D. MARIN. 1985. Ecophysiological adaptation in the use of water and nutrients ny woody plants of arid and semi-arid tropical regions. *Symposium Medio Ambiente* 7: 91-102.
- MENEZES-PEDRO, S. R. & CAMARGO, J. M. F. 1991. Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L. and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural "cerrado" ecosystem in southeast Brazil. *Apidologie*, Paris, 22: 397-415.

- MORELLATO, L. P. C. 1987. Estudo comparativo de fenologia de duas formações florestais na Serra de Japi, Jundiaí, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo.
- _____. 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo, 176pp.
- _____ & H. F. LEITÃO-FILHO. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. (L.P.C. Morellato, org.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p.112-140.
- _____ & H. F. LEITÃO-FILHO. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em Floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. 50(1): 163-173.
- _____ & H. F. LEITÃO-FILHO. 1996. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. Biotropica 28: 180-191.
- _____, R. R. RODRIGUES; H. F. LEITÃO-FILHO & C. A. JOLY. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. Revista Brasileira de Botânica. 12: 85-98.
- MORI, S. A.; A, G. LISBO & G. KALLUNKI. 1982. Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. Rev. Theobroma 12: 217-230.
- MYERS, N. 1984. The Primary Source: Tropical Forest and Our Future. New York: W. W. Norton, 399pp.
- NEWSTROM, L. E.; G. W. FRANKIE, & H. G. BAKER. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. Biotropica 26: 141-159.

- OLIVEIRA, J. G. B.; H. L. C QUESADO; E. P. NUNES & F. A. VIANA. 1988. Observações preliminares da fenologia de plantas da caatinga na estação ecológica de Aiuaba, Ceará. Mossoró: ESAM. Coleção Mossoroense, Série B, n. 538.
- OLIVEIRA, P. E. 1998. Cerrado: Ambiente flora in: Embrapa (Sano, S. M. & Almeida, S. P. eds.), Planaltina, Distrito Federal. p.169-192.
- OLIVEIRA, J. G. B.; H. L. C QUESADO; E. P. NUNES & F. A. VIANA. 1988. Observações preliminares da fenologia de plantas da caatinga na estação ecológica de Aiuaba, Ceará. Mossoró: ESAM. Coleção Mossoroense, Série B, n. 538.
- OPLER, P. A. G.; W. FRANKIE & H. G. BAKER. 1976. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 68: 189-209.
- _____; W. FRANKIE & H. G. BAKER. 1980. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3: 231-236.
- ORTOLAN, S. M. L. S. 1989. Biocenótica em Apoidea (Hymenoptera) de áreas de cultivo de macieira (*Pyrus malus*) em Lages - Santa Catarina, com notas comparativas e experimento preliminar de polinização com *Plebeia emerina* F. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Pp170.
- PAVON, N. P. & BRIONES, O. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. *Journal of Arid Environments* 49: 265-277.
- PEDRO, S. R. M. 1992. Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de Cerrado (Cajuru, NE do estado de São Paulo): composição, fenologia e visita as flores. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Pp 200.

- PEREIRA, R. M. A; J. A. ARAÚJO FILHO; R. V. LIMA; F. D. G. LIMA & Z. B. ARAÚJO. 1989. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. *Ciência Agronômica* 20: 11-20.
- POR, F. D. 1992. SOORETAMA. The Atlantic rain forest of Brazil. SPB. Academic Publishing - III.
- PROCTOR, M., YEO, P. & LACK, A. 1996. The natural history of pollination. Haper Collins Publishers, London.
- RAMALHO, M. 1995. Abelhas em habitats de florestas no leste de São Paulo: distribuição em gradientes naturais e antropogênicos. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. Pp 113.
- RAMÍREZ, N. 1995. Produccion y costo de frutos y semillas entre modos de polinizacion en 232 especies de plantas tropicales. *Rev. Biol. Trop.* 43: 151-159.
- RATHCKE, B. & LACEY, E. P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ana. Rev. Ecol.* 179-213.
- RAW, A. 1985. The ecology of Jamaica bees (Hymenoptera). *Rev. Bras. Ent.* São Paulo, 29: 1-16.
- REICH, P. B. & R. BORCHERT. 1982. Phenology and ecophysiology of the the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology* 63: 294-299.
- _____.1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.
- RODAL, M. J. N; SALES, M. F. & MAYO, S. J. 1998. Florestas serranas de Pernambuco: localização e conservação dos remanescentes dos brejos de altitude. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 30 p.

- ROUBIK, D. W. 1979. Africanized honeybees, stingless bees and the structure of tropical plant-pollinator communities. In: Proceedings of IVth International Symposium on Pollination, Maryland, Md. Agric. Exp. Sta. Misc Public., 1: 403-417.
- SAKAGAMI, S. F. & S. LAROCA & J. S. MOURE. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), south Brazil. Preliminary report. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Set. VI, Zool., Sapporo 16: 253-291.
- SAKAGAMI, S. F. & LAROCA, S. 1971. Relative abundance, phenology and flower visits of apid bees in eastern Paraná, southern Brazil (Hymenoptera, Apoidea). Kontyu 39: 217-230.
- SALES, M. F.; S. J. MAYO & M. J. N. RODAL 1998. Plantas Vasculares das Florestas Serranas de Pernambuco. Ed. Imprensa Universitária – UFRPE. pp. 130.
- SARMIENTO, G. & M. MONASTERIO 1983. Life forms and phenology. In: Tropical savannas, (F. Bourliere, ed.). Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- SCHIRONE, B.; LEONE, A.; MAZZOLENI, S. & SPADA, F. 1990. A new method of survey and data analysis in phenology. Journal of Vegetation Science, 2: 27-34.
- SILVA, M. C. M. 1998. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo – Paraíba, Nordeste do Brasil). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba.
- SILVEIRA, F. A. & CURE, J. R. 1993. High-altitude bee fauna of southeastern Brazil: implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). Studies on Neotropical Fauna and Environmt. 28: 47-55.
- _____. 1989. Abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) e suas fontes de alimento no Cerrado da Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba - Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa. Pp 50.

- _____. & CAMPOS, M. J. O. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do Cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). *Revta. Bras. Ent.* 39: 371-401.
- SIMPSON, B. B. & NEFF, J. L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68: 301-322.
- TALORA, D. C. & P. MORELLATO. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.
- TAURA, H. M. 1990. A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) do Passeio Público, Curitiba, Paraná, Sul do Brasil: uma abordagem comparativa. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Pp 131.
- WHEELWRIGHT, N. T. 1985. Competition for dispersers, and the timing of flowering and fruiting in a guild of tropical trees. *Oikos* 44: 465-477.
- WILSON, E. O. 1997. A situação atual da diversidade biológica. In: Wilson, E. O. (ed.). *Biodiversidade*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. Pp: 3-26.
- WILLIAMS, R. J.; MYERS, B. A.; EAMUS, D. & DUFF, G. A. 1999. Reproductive phenology of woody species in a north Australian tropical savana. *Biotropica* 31: 626-636.
- WRIGHT, S. J. 1991. Seasonal drought and the phenology of shrubs in a tropical moist forest. *Ecology* 72: 1643-1657.
- _____. 1996. Phenological responses to seasonality in tropical forest plants. In: *Tropical Forest Plant, Ecophysiology*. Stephen S. Mulvey; Robin L. Chazdon; Alan P. Smith Chapman & Hall (eds). pp. 675.

CAPÍTULO II

Fenologia e síndromes de dispersão de espécies arbóreas de uma Mata
Serrana
(Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

(Manuscrito submetido para o livro “BREJOS DE ALTITUDE: HISTÓRIA
NATURAL, ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO”)

Fenologia de espécies arbóreas de uma Mata Serrana

(Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Evelise Locatelli¹ e Isabel Cristina Machado²

(¹Doutorado em Biologia Vegetal da UFPE; ²Departamento de Botânica da UFPE; eveliselocatelli2002@yahoo.com.br; imachado@ufpe.br).

RESUMO: [Fenologia de espécies arbóreas de uma Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil]. O trabalho foi desenvolvido no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho (PEJVS) (8°18'36''S, 36°00'00''W), situado a 12 Km do município de Caruaru/PE, Agreste de Pernambuco. Neste trabalho objetivou-se conhecer os padrões fenológicos de representantes da flora de Brejos de Altitude e sua relação com fatores abióticos e bióticos. Foram observadas as fenofases de brotamento, queda de folhas, floração e frutificação em 58 espécies arbóreas de 34 famílias e 51 gêneros. As coletas e observações fenológicas foram realizadas em intervalos quinzenais, no período de maio de 1998 a maio de 2001. Das 58 espécies acompanhadas na área de estudo, 57% perderam folhas entre outubro-dezembro (período seco); o fluxo de produção de folhas novas ocorreu moderadamente durante todo o ano, com maior produção iniciando em junho (período úmido), prolongando-se durante a estação seca, com o maior pico registrado entre outubro-novembro (59% das espécies). Observou-se 32 (60,37%) espécies semi-decíduas, 16 (30,18%) perenifólias e 5 (9,43%) decíduas. Foram observadas espécies florescendo e frutificando durante todo o ano. A partir de outubro e principalmente durante dezembro e janeiro, 75% das espécies estavam em flor. A estratégia de floração mais comum no Parque Ecológico Vasconcelos Sobrinho foi a "anual sazonal" encontrada em 24 espécies (53,3%), seguido por "anual breve" (explosiva) em 16 espécies (35,5%), "anual longa" em 4 espécies (8,8%) e a "contínua" que foi encontrada em apenas 1 espécie (2,2%). As espécies estudadas apresentam-se com flores, na sua maioria, por um período de 2 meses. O pico de frutificação sucedeu o de floração, com maior número de espécies com frutos em fevereiro-março. O padrão geral de frutificação foi sazonal. Quanto às estratégias de dispersão, as espécies zoocóricas representaram 66% do total, as anemocóricas 20,4% e as autocóricas 13,6%. As espécies estudadas no PEJVS apresentaram, uma visível periodicidade dos eventos fenológicos durante o ano. Esses padrões fenológicos acompanharam os eventos climáticos, evidenciando a influência dos fatores abióticos, principalmente da precipitação.

Palavras-chave: Fenologia, árvores, floresta tropical, síndromes de dispersão, Brejos de Altitude, Nordeste do Brasil.

ABSTRACT: (Phenology of trees in a remnant of Atlantic forest, northeastern Brazil).

The phenological patterns of representative tree species of a remnant of the Brazilian Atlantic forest were studied at an Altitudinal forest ("Brejo de Altitude"), in the Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru municipality, Pernambuco state, northeastern Brazil (8°18'36''S, 36°00'00''W). The phenophases of leaf changing, flowering and fruiting were observed for 58 canopy tree species of 34 families and 51 genera. The phenological observations and collections were carried out fortnightly during three years (from May/1998 to May/2001). The greatest amount of leaf fall occurred during the dry season (October-December); the production of new leaves occurred during the whole year, with high production in July, raining season, extending during the dry season, with a peak in October-November. From the 58 species, 32 (60,37%) are semi-deciduous, 16 (30,18%) are evergreen and 5 (9,43%) deciduous. We observed flowering species during the whole year. However, most of them flowered during December-January (75% species). Most of the studied species showed one main flowering period, "annual seasonal" strategy or pattern (24 spp., 53,3%), followed by "annual brief" ("big-bang") species (16 spp., 35,5%), "annual long" (4 spp., 8,8%), and "continuous", registered to only one specie (2,2%). The great majority of the species flowered during two months with a fruiting peak in February-March. Zoochory was the main dispersal mode (66%), followed by anemochory (20,4%), and autochory (13,6%). At a community level the species showed a seasonal phenological pattern, which was directly related to climatic conditions, mainly precipitation.

Key-words: Phenology, trees, dispersal syndromes, tropical forests, Atlantic forest, northeastern Brazil.

1- INTRODUÇÃO

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com mudanças no ambiente biótico e abiótico (Morellato, 1987). As diferentes estações das regiões temperadas interferem nas atividades do ciclo de vida de animais e vegetais. Nos trópicos, o conhecimento das mudanças sazonais ocorrentes nas plantas tem sido considerado essencial para o estudo da ecologia, dinâmica e evolução dos ecossistemas (Fournier, 1976).

O registro sistemático da variação das características fenológicas reúne informações sobre o estabelecimento e dinâmica das espécies, período de crescimento vegetativo, período reprodutivo (floração e frutificação), alocação de recursos para polinizadores e dispersores e uma melhor compreensão das cadeias alimentares disponíveis para a fauna (Fournier, 1976; Frankie *et al.*, 1974; Morellato & Leitão Filho, 1990; Morellato 1991).

Nos últimos anos houve um maior interesse no desenvolvimento de trabalhos abordando a fenologia de florestas tropicais (Fournier & Salas 1966; Janzen 1967; Frankie *et al.* 1974; Reich & Borchert 1982, 1984; Medina *et al.* 1985; Kochmer & Handel 1986; Morellato & Leitão Filho 1990, 1991, 1996; Morellato *et al.* 1989, 1990; Batalha & Mantovani 2000; Carmo & Morellato 2000; Morellato *et al.* 2000; Talora & Morellato 2000). Um dos trabalhos mais representativos e muito utilizado como referência em outros artigos é o de Gentry (1974), no qual o autor criou uma classificação e descreveu tipos de floração para espécies tropicais de Bignoniaceae em relação ao sistema de polinização. Neste trabalho o autor incorporou uma mistura de critérios individuais de amplitude das florações, épocas, duração e o nível de sincronia de uma população. Um trabalho mais recente estabelecendo uma nova classificação para a fenologia da floração de plantas tropicais é o de Newstrom *et al.* (1994), no qual os autores distinguiram quatro classes básicas, contínua, subanual, anual e supranual, baseados na frequência de floração dos ciclos anuais.

Embora os estudos fenológicos sejam de grande importância, poucos são os trabalhos com este enfoque desenvolvidos no Brasil. Um dos trabalhos mais completos desenvolvidos em ecossistemas brasileiros, foi o de Morellato (1991), no qual foram abordados a fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil, e analisados os dados fenológicos do ponto de vista das síndromes de polinização e dispersão de 265 espécies da Reserva Municipal de Santa Genebra (RSG), Campinas/SP (Morellato & Leitão-Filho 1989; Morellato 1995).

Na região Nordeste do Brasil, o número de trabalhos fenológicos é muito pequeno. Observações sobre a fenologia em nível de comunidade são encontrados para a Mata Atlântica nordestina em apenas três estudos: Andrade-Lima (1958), Alvim & Alvim (1978) e Mori *et al.* (1982). O conhecimento das estratégias fenológicas de espécies ocorrentes nas Caatingas nordestinas também é bastante escasso, destacando-se os trabalhos de Oliveira *et al.* (1988), Barbosa *et al.* (1989) Pereira *et al.* (1989) e Machado *et al.* (1997). Na região do Agreste e Sertão, acidentes orográficos que proporcionam um relevo acentuado são responsáveis pela formação de áreas mais úmidas, conhecidas regionalmente como “Brejos” (Andrade-Lima 1960, 1961). Essas áreas, embora situadas dentro do domínio da Caatinga, podem apresentar formações florestais úmidas denominadas de matas serranas, que abrigam grande diversidade de animais e uma flora extremamente rica e diversificada (Andrade-Lima, 1960, 1982).

A inexistência de informações sobre a fenologia reprodutiva de áreas ecologicamente diversificadas como os Brejos de Altitude, levou a realização deste trabalho. Objetivou-se conhecer os padrões fenológicos de representantes da flora de Brejos de Altitude e sua relação com fatores abióticos e bióticos, assim como verificar o espectro das síndromes de dispersão desta comunidade, para melhor compreensão das interações e da dinâmica do ecossistema em estudo.

2- METODOLOGIA

1. Seleção das espécies amostradas

Foram estudadas 58 espécies arbóreas pertencentes a 34 famílias e 51 gêneros, características da área de estudo, as quais foram previamente selecionadas do levantamento florístico e fitossociológico realizado em uma área amostral de 1 ha (Tavares 1998). Neste levantamento fitossociológico foi utilizado o método de parcelas, onde foram instaladas 100 parcelas contíguas de 10X10 m de modo permanente, com a primeira parcela instalada a uma altitude de 1000 m e a última a 900 m, distribuídas em uma área de 20X500 m (1ha), tendo sido amostrados indivíduos arbóreos, com perímetro do caule $\geq 15\text{cm}$ a 1,30m do solo (Tavares 1998). Cada indivíduo amostrado recebeu uma etiqueta numerada em ordem crescente. Foram escolhidas para o trabalho as espécies características da área de estudo. Foram acompanhados 1 a 10 indivíduos de cada espécie (em média 6 indivíduos por espécie), totalizando 380 indivíduos marcados, dentro da média sugerida por Frankie *et al.* (1974) e Fournier & Charpentier (1975). Esta amostragem representa 64% das espécies arbóreas conhecidas até o momento para a área de estudo (Tavares 1998).

2. Observações fenológicas

As coletas e observações fenológicas foram realizadas em intervalos quinzenais, no período de maio de 1998 a maio de 2001

A definição das fenofases foi semelhante à adotada por Morellato *et al.* (1989) e Morellato (1991). Foi considerado como período de **floração** aquele em que os indivíduos apresentavam flores em antese; como período de **frutificação** quando as árvores apresentavam frutos verdes e/ou maduros; como **brotamento** quando apresentavam o

aparecimento de novas folhas até atingir $\frac{3}{4}$ do tamanho das folhas adultas; e como **queda de folhas**, quando as mesmas mudavam de cor e caíam com facilidade, quando eram notadas falhas (espaços vazios) na copa ou galhos sem folhas.

Os critérios utilizados para definição dos tipos de floração e frutificação foram: **1. PERIODICIDADE**- Repetição e regularidade dos ciclos fenológicos; **2. FREQUÊNCIA**- Número de ciclos por unidade de tempo (sub-anual; anual e supra-anual); **3. DURAÇÃO**- Tempo passado em cada ciclo ou fase; **4. ÉPOCA**- Dia, mês ou estação do ano em que o evento ocorre; **5. SINCRONIA**- Ocorrência simultânea de um evento em particular em muitas ou todas as unidades consideradas .

Foram utilizados estratégias de floração e frutificação de acordo com Morellato (1991) com algumas alterações: **1. Aperiódica**: **1. Contínua**, Indivíduos florescem de forma constante ou quase ao longo do ano; **2. Periódica**: **2.1. Episódica subanual**, múltiplas fases de floração durante o ano; **2.2. Anual**, apenas um ciclo por ano: **2.2.1. Breve**, florações durando de uma a quatro semanas; **2.2.2. Sazonal**, duração de dois a quatro meses, associada a uma estação do ano **2.2.3. Longo**, mais de 4 meses de duração; **2.3. Supra-anual**, o intervalo entre a fenofase seria superior a um ano ou mais.

As espécies observadas foram distribuídas em classes de ocorrência, com base na frequência de encontro das espécies ao longo da área utilizada para as observações fenológicas (Morellato 1991). As espécies foram consideradas **RARAS** (1 a 5 indivíduos), **OCASIONAIS** (6 a 15 indivíduos) ou **FREQUENTES** (+ que 16 indivíduos). As espécies foram agrupadas segundo seu modo de dispersão, conforme os critérios adotados por Morellato & Leitão-Filho (1992).

Foi considerado o período médio de ocorrência da fenofase para cada espécie, não sendo feita distinção entre os anos de estudo na apresentação dos padrões fenológicos.

Métodos de avaliação

Dois métodos de análise foram aplicados aos dados coletados:

1. Percentual de intensidade de Fournier- Método proposto por Fournier (1974) que estima a intensidade de cada fenofase através de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4), com intervalos de 25% entre cada uma delas: **zero**= ausência da fenofase, **1**= presença da fenofase com magnitude atingindo entre 1 a 25%, **2**= presença da fenofase com magnitude atingindo entre 26% a 50%, **3**= presença da fenofase com magnitude atingindo entre 51% a 75% e **4**= presença da fenofase com magnitude atingindo entre 76% a 100%.

2. Índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos)- Método que consiste apenas no registro de presença e ausência das fenofases. Esse método tem caráter quantitativo, indicando a porcentagem de indivíduos da população que está manifestando determinando evento fenológico. Segundo Bencke & Morellato (2002) estes índices devem ser utilizados juntos na descrição da fenologia de espécies arbóreas.

Gráficos das espécies de maior representatividade

Foram construídos fenogramas circulares (radar) estimando a intensidade de cada fenofase (segundo Fournier 1974) para 12 espécies de maior representatividade na área de estudo: *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) (118 indivíduos), *Thyrsodium schomburgkianum* (Anacardiaceae) (114), *Nectandra cuspidata* (Lauraceae) (65), *Ocotea glomerata* (Lauraceae) (53) *Byrsonima crispera* (Malpighiaceae) (20 indivíduos), *Psychotria carthagenensis* (Rubiaceae) (24), *Lamonia ternata* (Cunoniaceae) (20), *Vismia guianensis* (Clusiaceae) (20),

Schefflera morototoni (Araliaceae) (19), *Miconia minutiflora* (Melastomataceae) (17), *Sorocea ilicifolia* (Moraceae) (16), *Swartzia pickelli* (Fabaceae) (16). Os fenogramas contém a intensidade de variações fenológicas, sob a forma de percentual (0 a 100%) dos indivíduos de uma espécie numa determinada fenofase por mês, durante o ano. Estão representados circularmente (gráfico tipo radar com área coberta por uma sequência de dados preenchidos com uma cor), para intervalos mensais, cada mês corresponde a 30°, totalizando 360°.

Síndromes de dispersão

As síndromes de dispersão foram estabelecidas através de características como forma, cor, consistência e tipo de fruto, seguindo a classificação de Pijl (1982).

Exsicatas das espécies estudadas encontram-se depositadas no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco (Herbário UFP).

Análise de dados

Com referência à análise de dados, foi calculada a correlação de Spearman (r_s) (Zar 1996) entre o número de espécies em cada fenofase por mês e a variável climática de precipitação e entre as fenofases. Foram calculadas as médias e desvios-padrão do tempo de floração em dias (d), para as espécies que floresciam dentro de cada estação, e a diferença entre as médias através do teste t (Sokal & Rohlf 1969). As análises foram realizadas com auxílio do programa Systat 6.0.

3- RESULTADOS

Foram observadas, as fenofases brotamento, queda de folhas, floração e frutificação em 58 espécies arbóreas de 34 famílias e 51 gêneros (Tabela 1). As três famílias com maior número de espécies foram: Fabaceae (8 espécies), Mimosaceae (6) e Lauraceae (5).

Queda de folhas e brotamento

A comunidade vegetacional do PEJVS muda sua fisionomia durante as estações do ano. Durante a estação seca, de outubro a dezembro, observou-se o maior pico de queda de folhas, na qual 57% das espécies perderam suas folhas. No período entre janeiro e abril, o número de espécies perdendo as folhas diminuiu em relação à estação seca. No final da estação úmida, de julho a agosto, caracterizada por significativa precipitação, mais de 60% das espécies iniciaram o brotamento, continuando o brotamento durante a estação seca.

Periodicidade

A periodicidade na queda e produção de folhas acompanhou a estacionalidade climática. No período mais seco e quente, em novembro, mês de menor precipitação, foi observado o maior número de espécies perdendo folhas. A queda de folhas começou a diminuir a partir de dezembro, mantendo-se baixa e estável no resto do ano. Em julho, mês de mais alta precipitação na área de estudo, foi observado o menor número de espécies com queda de folhas. O fluxo de produção de folhas novas ocorreu moderadamente durante todo o ano, com maior produção iniciando em junho (período úmido), quando iniciam-se os maiores índices de precipitação, com pico entre outubro-novembro (59% das espécies), ocorrendo quase que simultaneamente à queda de folhas, entretanto com pouca intensidade (Figura 1A).

Os coeficientes de Spearman mostraram que a queda foliar apresentou correlação significativa com o brotamento ($r_s = 0,56$; $p < 0,05$) e correlação negativa com a precipitação ($r_s = -0,69$; $p < 0,05$). O brotamento não apresentou correlação significativa com a precipitação.

Para a fenofase de brotamento a sincronia intraespecífica foi observada principalmente entre os indivíduos de *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima crista*, *Cordia trichotomata*, *Mabea occidentalis*, *Machaerium agustifolium*, *Nectandra cuspidata*, *Podocarpus sellowii*, *Schefflera morototoni*, *Sorocea ilicifolia*, *Swartzia pickelii*, *Tabebuia ochracea*, *Tapirira guianensis* e *Thyrsodium schomburgkianum*.

Padrões de brotamento e queda de folhas

Foram determinados três padrões principais de produção e queda de folhas, de acordo com Morellato *et al.* (1989): **decidual** (espécies com queda e produção de folhas concentradas em uma determinada época, ficando um período quase que totalmente sem folhas), **semi-decidual** (espécies com um período de maior intensidade de queda de folhas, mas nunca ficando totalmente sem folhas) e **perenifólio** (espécies que produzem de forma intermitente uma pequena quantidade de folhas e apresentam uma queda de folhas pouco visível). Das 58 espécies, 32 (60,37%) são semi-decíduas, 16 (30,18%) são perenifólias e 5 espécies (9,43%) são decíduas. Algumas espécies são parcial ou totalmente decíduas, como, *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae), *Zanthoxylum rhoifolium* (Rutaceae), *Machaerium agustifolium* (Fabaceae), *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae), e *Diplotropis purpurea* (Fabaceae). Cerca de 62% das espécies semidecíduas e decíduas apresentaram queda e brotamento de folhas concentrados na estação seca.

Queda de folhas/brotamento e atividade reprodutiva

Nas espécies que apresentam deciduidade parcial ou total como: *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae), *Zanthoxylum rhoifolium* (Rutaceae), *Machaerium agustifolium* (Fabaceae), *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae) e *Diploptropis purpurea* (Fabaceae), a queda de folhas ocorreu simultaneamente com a floração. Em *Tabebuia ochracea*, a sincronia de queda de folhas e floração foi bastante significativa, ficando sem folhas por pelo menos dois meses enquanto florescia.

Queda de folhas sincrônica à maturação dos frutos ocorreu em apenas oito espécies: *Buchenavia capitata*, *Cordia trichotomata*, *Cecropia pachystachya*, *Guapira* sp., *Rapanea guianensis*, *Machaerium agustifolium*, *Bowdichia virgilioides* e *Ixora syringiiflora*, não incluindo as espécies com queda e produção foliar durante todo ano. Nas espécies decíduas, *Machaerium agustifolium* e *Bowdichia virgilioides*, a produção de folhas novas iniciou logo após ou no final da frutificação; essa característica pode favorecer a dispersão dos frutos dessas espécies que possuem frutos anemocóricos, devido a melhor facilidade na dispersão.

Os coeficientes de Spearman mostraram que a queda foliar não apresentou correlação significativa com a floração e frutificação. Já o brotamento apresentou correlação negativa com a frutificação ($r_s = -0,61$; $p < 0,05$).

Floração

Foram observadas espécies florescendo durante todo o ano, entretanto o ritmo de floração encontrado foi marcadamente sazonal. A partir de outubro e principalmente durante dezembro e janeiro, estação seca, 75% das espécies estavam em flor (Figura 1B). A partir de fevereiro a atividade de floração começou a diminuir, permanecendo com baixa intensidade

durante toda a estação úmida até setembro. A floração não apresentou correlação significativa com a frutificação ou com a precipitação.

Dentre as 58 espécies em observação, 13 não floresceram nos três anos de estudo, o que pode caracterizar um padrão de reprodução sexuada supra-anual ou a inexistência de adultos na amostra.

A estratégia de floração mais comum no PEJVS foi a periódica anual sazonal encontrada em 24 espécies (53,3%), seguida por periódica anual breve com 16 espécies (35,5%), periódica anual longa, em 4 espécies (8,8%) e por floração contínua encontrada em apenas uma espécie (2,2%) (Figura 2A). Cerca de 42% (13 espécies) das espécies que floresceram na estação seca, apresentaram floração do tipo explosiva, comparada com apenas duas espécies com este tipo de floração na estação úmida. As quatro espécies, *Vismia guianensis*, *Lamsonia ternata*, *Byrsonima crissa* e *B. sericea*, que apresentaram floração longa, com um período médio de 17 semanas ($\pm 1,70$ DP), floresceram na estação seca, sendo que somente *B. sericea* é de ocorrência ocasional, sendo as outras freqüentes. *Byrsonima crissa*, "murici bala", representou um importante recurso floral devido ao grande número de indivíduos ($\cong 42$) que ocorre na área de estudo.

As espécies estudadas permaneceram com flor, na sua maioria, por um período de dois meses. Dentre as espécies com flores na estação seca, a maioria floresceu, em média, durante 7,8 ($\pm 1,65$ DP) semanas. As espécies com esta faixa de duração de floração são de ocorrência ocasional (45,1%) e o número de espécies raras e freqüentes é de, respectivamente, 29% e 25,8% (Tabela 2). A média da duração da floração das espécies na estação úmida foi de 9,8 semanas ($\pm 1,80$ DP), apresentando sete espécies freqüentes (53,8%), quatro ocasionais (30,7%) e duas espécies raras (15,3%) (Tabela 2). De acordo com o teste *t* a diferença entre as médias para as espécies que floresciam entre 7,8 semanas e 9,8 semanas foi significativa ($T=7,2$; $DF=27$; $p < 0,05$).

Frutificação

Assim como para a floração, encontrou-se um padrão sazonal de frutificação. Foram registradas 44 espécies (75,8%) frutificando durante os três anos de observação. As espécies iniciaram um maior período de frutificação a partir de novembro, na estação seca (Figura 1B). O pico ocorreu em fevereiro-março (final da estação seca), com 55,8% das espécies com frutos, decaindo a partir de maio, início da estação úmida, até outubro, estação seca, com média de 7-10 espécies com frutos neste período. Não houve correlação significativa entre frutificação e precipitação.

As espécies foram agrupadas por estratégias de frutificação seguindo-se os mesmos critérios utilizados para a floração. A estratégia de frutificação mais comum no PEJVS foi a periódica anual sazonal, com 68,1% das espécies (30 spp.), seguida pela periódica anual longa, em 22,7% das espécies (10 spp.) e a periódica anual breve, observada em apenas quatro espécies (9%) (Figura 2B). Do total de espécies, 63,6% frutificaram no final da estação seca.

O tempo médio de frutificação na estação seca foi de 10 semanas, sendo que a maioria das espécies tem ocorrência ocasional (40,9%) e o número de espécies raras e freqüentes é de 31,8 e 27,2%, respectivamente (Tabela 3). Para a estação úmida, o tempo médio de frutificação foi de 11,3 semanas.

Frutificação x tipo de fruto

Os tipos de fruto (de acordo com a síndrome de dispersão) por período de frutificação, ao longo do ano são apresentados na Tabela 4. Na área de estudo, as espécies zoocóricas representam 66% do total, as anemocóricas 20,4% e as autocóricas 13,6%.

As espécies zoocóricas frutificaram, na sua maioria, na estação úmida (44,8%), havendo também grande percentual na estação seca (41,3%). Por sua vez, as espécies

anemocóricas predominaram na estação seca (77,7%); enquanto que as autocóricas não predominaram em qualquer estação (Figura 3).

Relação entre floração e frutificação

O padrão geral de floração e frutificação foi sazonal ocorrendo no início da estação seca para a floração e no final da estação seca para a frutificação. O pico de floração das espécies em meados da estação seca, dezembro-janeiro, foi seguido pelo pico de frutificação, em fevereiro-março, final da estação seca e início da úmida. O tempo médio de floração da maioria das espécies foi de 7,8 semanas, enquanto para a frutificação foi um pouco mais longo, 10 semanas.

A Figura 4 mostra os fenogramas das variações fenológicas, sob a forma de percentual de intensidade de Fournier (1974) numa determinada fenofase por mês, durante o ano, das doze espécies de maior representatividade quanto ao número de indivíduos. Quanto à floração, de acordo com o número de indivíduos floridos por espécie ($\geq 50\%$), constatou-se uma maior sincronia entre as espécies de *Byrsonima crisper*, *Miconia multiflora*, *Schefflera morototoni*, *Swartzia pickelii*, *Tapirira guianensis*, *Podocarpus sellowii*, *Psychotria cartaginensis* e *Thyrsodium schomburgkianum*. As mesmas espécies que apresentaram sincronia entre seus indivíduos na floração, apresentaram também uma sincronia na frutificação, com exceção de *Psychotria cartaginensis* e de *Thyrsodium schomburgkianum*, esta última por não ter frutificado no período de estudo.

Em relação ao brotamento as espécies que apresentaram sincronia entre seus indivíduos foram *Byrsonima crisper*, *Schefflera morototoni*, *Swartzia pickelii*, *Sorocea ilicifolia*, *Podocarpus sellowii* e *Thyrsodium schomburgkianum*. A fenofase de queda de folhas ocorreu sincronicamente somente entre os indivíduos de *Podocarpus sellowii*.

4- DISCUSSÃO

Nos trabalhos realizados em florestas tropicais observa-se que os eventos fenológicos de espécies arbóreas, na sua maioria, são sazonais, principalmente à medida que as florestas estão mais sujeitas a uma forte estacionalidade climática (Tabela 5). Entretanto os padrões fenológicos estão sujeitos a vários fatores internos ou externos que podem caracterizá-los.

Queda de folhas e brotamento

A queda de folhas, nas espécies estudadas do PEJVS, acompanhou a sazonalidade na precipitação durante a estação seca. As espécies perderam folhas ao longo de todo ano, mas com pouca intensidade. A queda foliar inicia-se no final da estação úmida, à partir de setembro e continua durante toda a estação seca, apresentando um pico em novembro, no meio da estação seca e mês de menor precipitação na área de estudo. No PEJVS a estação seca caracteriza-se pela diminuição da disponibilidade de água no solo, aumento no fotoperíodo e na temperatura, contribuindo dessa maneira para abscisão foliar das espécies vegetais.

Em diversos trabalhos de fenologia, a queda de folhas está relacionada com a estação seca, principalmente em ambientes que apresentam forte sazonalidade climática, com uma estação seca bem definida (Janzen 1967; Araujo 1970; Daubenmire 1972; Frankie *et al.* 1974; Fournier 1976; Monasterio & Sarmiento 1976; Lieberman & Lieberman 1982; Mantovani & Martins 1988; Barbosa *et al.* 1989; Morellato *et al.* 1989, Bullock & Solis-Magallanes 1990; Morellato & Leitão-Filho 1990, 1996; Morellato 1991; Justiniano & Fredericksen 2000).

Para Morellato (1991), existe uma relação estreita entre queda de folhas e estacionalidade climática. Em seu estudo na Reserva de Santa Genebra/SP-Brasil, a deficiência hídrica foi o principal fator associado à perda de folhas. Algumas das espécies

estudadas apresentaram queda de folhas mais intensa ou repetida no ano em que a estação seca foi mais rigorosa. A deciduidade foliar representa uma adaptação vegetativa principalmente contra a perda de água e também para a sobrevivência da espécie por um período desfavorável (Rizzini 1976; De Vuono *et al.* 1986; Reich & Borchert 1984).

Assim como a queda de folhas, o brotamento apresentou sincronia interespecífica nas espécies estudadas do PEJVS, tendo a precipitação após o período de estresse hídrico como o principal fator de desencadeamento do brotamento foliar. Opler *et al.* (1976), Augspurger (1982) e Morellato (1991) citam que o principal fator na influência dos padrões fenológicos das espécies tropicais é a precipitação, principalmente em florestas tropicais com estações bem definidas e sazonalidade evidente na precipitação anual (ver Tabela 5). O fluxo de produção de novas folhas em florestas tropicais sazonais normalmente ocorre do final da estação seca ao início da estação chuvosa relacionando, dessa maneira, a produção de folhas à precipitação (Alvim & Alvim 1978; Daubenmire 1972; Frankie *et al.* 1974; Fournier 1976; Idso *et al.* 1978; Opler *et al.* 1980; Augspurger 1981; 1982; Morellato *et al.* 1989; Morellato 1991). O déficit de água prejudica o crescimento e expansão das células e as plantas, sob condições de disponibilidade de água mais severas, são incapazes de produzir novos órgãos (Hsiao *et al.* 1976). Devido a isto, freqüentemente tem sido inferido que a disponibilidade de água controla a fenologia de muitas espécies das florestas tropicais (Reich & Borchert 1984).

A continuidade do brotamento das espécies no PEJVS durante a estação seca provavelmente teve como fatores indutores o aumento do fotoperíodo, a elevação da temperatura e a própria queda de folhas, que parece desencadear o brotamento em algumas espécies. Diversos estudos sugerem que a variação no aumento de fotoperíodo e/ou elevação das temperaturas poderiam ser fatores indutores do brotamento de árvores tropicais através da estimulação do desenvolvimento de brotos apicais pré-dormentes (Thimann 1962; Njoku 1963; Hopkins 1970; Daubenmire 1972; Frankie *et al.* 1974; Matthes 1980; Longman & Jenik 1987; Morellato *et al.* 1989; Morellato 1991).

A perda de folhas em algumas espécies pode induzir o brotamento, uma vez que reduziria a perda de água pela planta, produzindo assim a reidratação dos ramos sem folhas e a produção de novas folhas, mesmo em períodos secos (Reich & Borchert 1984; Longman & Jenik 1987). Em muitas espécies tropicais é comum encontrar o episódio em que a queda foliar parece induzir o brotamento, como em espécies de Caatinga (Barbosa *et al.* 1989), em áreas de Cerrado brasileiro (Dutra 1987; Barros & Caldas 1980), em espécies de floresta úmida de terra firme da Amazônia Central (Alencar *et al.* 1979), em espécies de floresta seca da Costa Rica (Reich & Borchert 1984), em espécies arbóreas de regiões áridas da Venezuela (Medina *et al.* 1985) e em espécies de floresta de altitude do Sudeste do Brasil (Morellato *et al.* 1989).

O brotamento foliar é potencialmente limitada por um pequeno grupo de fatores abióticos: água, fotoperíodo, CO₂ e minerais; e significativas mudanças sazonais em alguns desses fatores podem exercer uma força seletiva sobre o comportamento fenológico das plantas (van Schaik *et al.* 1993). Na maioria das florestas tropicais sazonais o pico de maior irradiação solar ocorre no período seco; como consequência, a maior parte das espécies vegetais produzem folhas e flores nesta estação, devido principalmente aos seus mecanismos adaptativos de resistência à seca, adquirindo dessa forma vantagens sobre as espécies que não apresentam tais adaptações e restringem suas produções à estação úmida (Wright 1996). Vários mecanismos de resistência à seca ocorrem entre as espécies de florestas tropicais, como: redução na área foliar; condutância estomatal e cuticular, objetivando a redução da transpiração em condições de déficit hídrico; profundas raízes e alto potencial do tecido osmótico para captação de água do solo, permitindo assim que muitas espécies sejam capazes de manter a atividade de crescimento durante a estação seca (Medina 1983; Mulkey *et al.* 1991; Sobrado 1986; Wright *et al.* 1992; Wright 1991; Van Schaik *et al.* 1993).

No PEJVS, a maioria das espécies foram classificadas como semidecíduas (60,37%) e perenifólias (30,18%). Apesar de encontrarem-se num local de forte sazonalidade 30% das

espécies são perenifólias, as quais são mais comuns em lugares que apresentam pouca diferença nas mudanças climáticas, indicando que, provavelmente, estas espécies possuem maior adaptação ao estresse hídrico. Talora & Morellato (2000), em uma floresta de planície litorânea de São Paulo, ambiente pouco sazonal, encontraram 91% de espécies perenifólias; Morellato *et al.* (1989), em floresta de altitude, indicaram 46,4% das espécies como perenifólias e 32% como semidecíduas; Alencar *et al.* (1979), estudando uma floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central, encontraram 60% de espécies perenifólias. Em floresta mesófila semidecídua, Morellato *et al.* (1989) registraram 50% das espécies como decíduas. Segundo Morellato (1991), em florestas semidecíduas do Sudeste do Brasil, a presença de grande quantidade de espécies decíduas provavelmente seria uma adaptação à sazonalidade ambiental, existindo uma relação estreita entre deciduidade e estacionalidade climática. A queda de folhas pode ser induzida pelo estresse hídrico e algumas espécies arbóreas de florestas tropicais podem alternar de decíduas à semidecíduas ou perenifólias, dependendo do grau de disponibilidade hídrica no ambiente em que se encontram (Reich & Borchert 1982, 1984). Entretanto, para Borchert (1994) é difícil prognosticar a relação entre estresse hídrico e fenologia em florestas decíduas e semidecíduas, pois esta relação depende do conhecimento de adaptação de cada espécie à resistência à seca.

Segundo Janzen (1980), a queda sincronizada das folhas poderia ser o resultado de três processos: primeiro, para muitas árvores decíduas das florestas tropicais a retenção das folhas poderia tornar-se antieconômica quando a disponibilidade de água fosse reduzida; segundo, à medida que as espécies perdem as folhas com a chegada da estação seca, reduz-se a necessidade de uma árvore qualquer reter as folhas para garantir espaço para sua copa e terceiro, a medida em que a folhagem verde desaparece da comunidade as espécies que não possuem defesas excepcionais contra herbívoros provavelmente sofrerão danos maiores no restante das folhas.

Floração

A sazonalidade da floração observada no PEJVS, onde 75% das espécies florescem na estação seca, que é caracterizada por baixa precipitação, sugere que o clima é um dos principais fatores reguladores desta fenofase. Este tipo de comportamento fenológico, no qual o pico de floração ocorre na estação seca, é semelhante ao padrão encontrado em várias outras florestas tropicais (Janzen 1967; Croat 1969, 1978; Frankie *et al.* 1974; Fournier 1976; Stiles 1978; Jackson 1978; Alencar *et al.* 1979; Shukla & Ramakrishnan 1984; van Schaik 1986; Corlett 1990; Bullock & Solis-Magallanes 1990; Ibarra-Manriquez *et al.* 1991; van Schaik *et al.* 1993; Foster 1996; Justiniano & Fredericksen 2000). Segundo Richards (1952), em ambientes tropicais sazonais, onde há uma estação seca definida, a maioria das espécies floresce nessa época. Já em regiões onde o clima é mais úmido e uniforme, como na floresta atlântica (Morellato *et al.* 2000) e floresta semidecídua (Morellato 1991) do Sudeste do Brasil, o pico de floração ocorre na estação úmida. Em locais com fatores ambientais que apresentam pouca sazonalidade, com climas uniformes, também há a ocorrência da influência das variáveis climáticas sobre as fenofases das espécies, porém de maneira menos evidente do que em áreas cujo clima apresenta maior sazonalidade.

No PEJVS, grande número de espécies começaram a florescer no início da estação seca, quando provavelmente a entrada de energia e nutrientes acumulados no solo, através do processo de decomposição da serapilheira durante a estação úmida, somado ao aumento do fotoperíodo e da temperatura, parecem ser o estímulo indutor da floração. Na estação seca, devido à baixa umidade do ar, há uma maior evapotranspiração das plantas, ocorrendo conseqüentemente um maior movimento de água com nutrientes provenientes do solo e da água retida nas raízes e ramos. Dessa maneira, apesar da baixa precipitação, as plantas possuem reservas de nutrientes acumulados no início da estação seca (Odum 1971; Morellato 1991). De acordo com Alvim (1964), Janzen (1967), Opler *et al.* (1976) e Whitmore (1975) a

passagem brusca entre períodos secos e úmidos parece ser um importante fator no desencadeamento e controle da intensidade da floração de muitas espécies tropicais; além das chuvas, outros fatores climáticos podem influenciar a floração, como a umidade relativa do ar, temperatura e fotoperíodo, aliados a fatores fisiológicos.

Verificou-se no PEJVS que a maioria das espécies floresceu e frutificou regularmente a cada ano. Floração com periodocidade regular foi observada em muitas florestas tropicais (Medway 1972; Frankie *et al.*, 1974; Alencar *et al.*, 1979; Morellato *et al.* 1989; Morellato 1991; Ferraz *et al.* 1999; Talora & Morellato 2000).

A estratégia de floração mais encontrada nas espécies do PEJVS foi do tipo sazonal, com uma média de duração de 7,8 semanas. Frankie *et al.* (1974) denominaram como floração sazonal aquela em que a maioria das espécies florescem em uma única estação, sendo isto característico para ambientes tropicais com estações bem definidas. De acordo com as estratégias de floração propostas por Gentry (1974), a maioria das espécies do PEJVS apresentou floração do tipo “cornucópia”, na qual há produção de várias flores por várias semanas. Além das relações propostas entre a floração e os fatores ambientais, a floração pode ser influenciada também pela combinação de fatores bióticos como a polinização das espécies (Borchert 1983, Mantovani & Martins 1988, Morellato 1991).

Frutificação

O padrão de frutificação das espécies estudadas no PEJVS também foi sazonal, com a maioria das espécies apresentando frutificação periódica anual sazonal (68,1%) e longa (22,7%).

As espécies anemocóricas frutificaram preferencialmente na estação seca, a qual apresenta algumas vantagens para dispersão destes tipos de diásporos devido a baixa precipitação, menor umidade relativa do ar e ventos constantes. As espécies zoocóricas

frutificaram no final da estação seca e por toda a estação úmida. Com o início da estação úmida ocorre um período de melhores condições para a germinação e o crescimento de plântulas. Segundo Fournier & Salas (1966) a frutificação na estação seca proporciona às plântulas a estação úmida inteira para desenvolver o sistema radicular antes da próxima estação seca. Das espécies que frutificaram na estação úmida, 91% possuem frutos zoocóricos carnosos. A ocorrência de um maior número de espécies com frutos carnosos na estação úmida, em florestas tropicais, também foi observada por Janzen (1967), Frankie *et al.* (1974), Morellato *et al.* (1989) e Morellato (1991) (ver Tabela 5).

Na área de estudo, as espécies zoocóricas representam 66% do total. Esses dados são semelhantes aos obtidos em vários trabalhos realizados em florestas neotropicais (Frankie *et al.* 1974, Gentry 1983, Opler *et al.* 1980, Ortega 1986, Mantovani & Martins 1988, Morellato 1991, Morellato & Leitão-Filho 1991, Morellato *et al.* 2000, Talora & Morellato 2000, Carmo & Morellato 2000, Batalha & Mantovani 2000). Já para áreas de floresta seca (Caatinga), Machado *et al.* (1997) encontraram 42% de espécies autocóricas, 31,5% de espécies anemocóricas e apenas 26,3% de espécies zoocóricas. Por sua vez, Griz & Machado (2001), em Mata Atlântica encontraram 36% de espécies zoocóricas, 33% de anemocóricas, 19% de dispersão balística e 12% de barocoria. A porcentagem de espécies zoocóricas entre árvores de florestas tropicais tende a aumentar à medida que as florestas se tornam mais úmidas e apresentam uma menor estacionalidade climática, enquanto que plantas dispersas pelo vento seriam mais comuns em Florestas Secas (Gentry 1983, Willson *et al.* 1989) (ver Tabela 5).

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o estabelecimento de padrões fenológicos nos trópicos é fundamental analisar alguns dos fatores que possam estar envolvidos neste processo. Frequentemente existem dois tipos de fatores (proximais e finais) que ajudam na interpretação dos modelos fenológicos

encontrados nos ecossistemas tropicais (Janzen 1980; Bawa 1983; van Schaik *et al.* 1993). Os fatores proximais são aqueles que envolvem fatores externos, abióticos, como água, luz, temperatura, nutrientes, e engloba também os fatores internos fisiológicos, e os fatores finais estão relacionados à biota, como os agentes polinizadores e dispersores (Janzen 1980; Bawa 1983; Morellato 1991; van Schaik *et al.* 1993). Embora seja de fundamental importância adotar o máximo possível de relações entre os fatores proximais e finais (abióticos e bióticos) na interpretação dos eventos fenológicos, há uma série de limitações para se obter uma visão sintética da dinâmica de um ecossistema devido à toda sua complexidade (Morellato 1992).

Os eventos fenológicos das espécies estudadas no PEJVS apresentaram, uma visível periodicidade durante o ano. Esses padrões fenológicos que se manifestaram durante os anos acompanharam a sazonalidade climática, evidenciando a influência dos fatores abióticos, principalmente da precipitação. Os eventos fenológicos tiveram maior atividade na estação seca, provavelmente devido não só aos fatores climáticos como também a um maior estoque e liberação de nutrientes neste período. Os maiores índices de queda de folhas ocorreram entre outubro-novembro, estação seca na área de estudo. O brotamento foliar iniciou na estação úmida e prolongou-se durante a metade da estação seca, porém com pouca intensidade. A floração coincidiu com o aumento de temperatura e a baixa precipitação, ocorrendo o pico no meio da estação seca, nos meses de dezembro-janeiro. A frutificação sucedeu a floração com pico nos meses de fevereiro-março, final da estação seca e início da estação de transição para a úmida.

O significado adaptativo de uma determinada fenofase pode estar relacionado a vários fatores abióticos, como, temperatura, precipitação, umidade, disposição de nutrientes e a fatores bióticos, como, atividade de polinizadores e dispersores, comportamento de predadores de sementes, herbívoros, sendo que todos esses fatores por sua vez estão sujeitos a interferências das mudanças no ambiente físico (Janzen 1980). De acordo com as respostas às

mudanças ambientais, as espécies ou indivíduos estão sujeitos à seleção natural, dessa maneira respondendo diferentemente a um mesmo estímulo.

Para se conseguir uma visão mais completa de um ecossistema há a necessidade de estudos integrados de diferentes áreas de conhecimento. Através das interpretações dos resultados destes estudos pode-se então tomar decisões acertadas para realização de um planejamento de como explorar os recursos naturais e ao mesmo tempo, conseguir atingir o desenvolvimento sustentável, satisfazendo as necessidades das gerações presentes mas sem comprometer os recursos naturais para uso das gerações futuras. A preservação das florestas garantem a manutenção da biodiversidade e de recursos genéticos valiosos e insubstituíveis, fundamental no funcionamento de um ecossistema e imprescindível para o reflorestamento de áreas devastadas.

Os estudos ecológicos hoje, significam principalmente, questionar e propor formas de desenvolvimento que estejam voltadas para a melhoria da qualidade de vida dos seres humanos, ao mesmo tempo em que estão comprometidos com a preservação do meio ambiente.

6. TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Dados fenológicos das espécies arbóreas do Parque ecológico João Vasconcelos Sobrinho, no período de maio de 1998 a maio de 2001.

Família/Espécies	Floração	Frutificação	Queda de folhas	Brotamento	Ocorrência	Modo de dispersão
ANACARDIACEAE						
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	out/dez	jan/mar	ano todo	ano todo	Freq.	Zooc
<i>Thrysodium schomburgkianum</i> Benth.	ago/out	-----	jun/dez	nov/dez	Freq.	-----
ANNONACEAE						
<i>Guateria</i> sp.	out/dez	nov/jan	mar/jul	ano todo	Ocas.	Zooc
APOCYNACEAE						
<i>Aspidosperma</i> sp.	-----	-----	nov/fev	set/dez	Raro	Anem *
AQUIFOLIACEAE						
<i>Ilex</i> sp.	-----	-----	ano todo	ano todo	Raro	Zooc *
ARALIACEAE						
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire	mai/ago	jul/out	ano todo	nov/jan	Freq.	Autoc
ARECACEAE						
<i>Attalea oleifera</i> Barb. Rodr.	dez/fev	mar/jul	-----	-----	Ocas.	Zooc
BIGNONIACEAE						
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	nov/dez	dez/fev	set/nov	mai/ago	Ocas.	Anem
BOMBACACEAE						
<i>Eriotheca crenulaticalyx</i> A. Robyns	-----	-----	nov/mar	set/dez	Freq.	-----
BORAGINACEAE						
<i>Cordia trichotomata</i> (Vell.) Onab. ex Stend.	set/out	out/dez	set/fev	jun/set	Raro	Anem
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	nov/dez	dez/fev	-----	-----	Raro	Anem
CECROPIACEAE						
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	ano todo	ano todo	set/nov	jun/ago	Ocas.	Zooc
CELASTRACEAE						
<i>Maytenus</i> sp.	jan/mar	fev/abr	ano todo	ano todo	Freq.	Zooc
CLUSIACEAE						
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl) Choisy.	jan/mai	jan/jul	ano todo	jun/nov	Freq.	Zooc
COMBRETACEAE						
<i>Buchenavia capitata</i> Eichler	jan/fev	mar/abr	jan/mar	jan/fev	Raro	Zooc
CRYSOBALANACEAE						
<i>Licania octandra</i> (K. Hoffm. ex Roem. & Schult.) Kuntz.	-----	-----	ano todo	ano todo	Ocas.	Zooc *
CUNONIACEAE						
<i>Lamonina ternata</i> Vell.	dez/abr	jan/jun	fev/abr	out/jan	Freq.	Anem
EUPHORBIACEAE						
<i>Mabea occidentalis</i> Beth.	-----	-----	mar/mai	ano todo	Ocas.	-----

Família/Espécies	Floração	Frutificação	Queda de folhas	Brotamento	Ocorrência	Modo de dispersão
FABACEAE						
<i>Acosmium</i> sp.	nov/dez	jan/abr	set/jan	ago/nov	Raro	Anem
<i>Andira</i> sp.	jul/ago	ago/out	out/nov	jun/jul	Raro	Zooc
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	nov/jan	jan/mar	set/nov	mar/mai	Ocas.	Anem
<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Msh.	out/nov	nov/mar	set/nov	ago/nov	Raro	Anem
<i>Hymenolobium cf. nitidum</i> Benth.	-----	-----	mar/mai	ago/dez	Raro	-----
<i>Machaerium agustifolium</i> Vog.	dez/fev	fev/abr	out/dez	mar/abr	Raro	Anem
<i>Ormosia fastigiata</i> Tul.	-----	-----	ano todo	ano todo	Ocas.	-----
<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	abr/jul	jun/out	jul/set	out/dez	Freq.	Autoc.
LAURACEAE						
<i>Cinnamomum chana</i> Vatt.	set/nov	nov/fev	ano todo	ano todo	Freq.	Zooc
<i>Nectandra cuspidata</i> (Ness & Mart) Ness	mai/jul	jun/set	out/fev	jul/out	Freq.	Zooc
<i>Ocotea bracteosa</i> (Meissn.) Mez	abr/jun	jun/set	nov/mar	ano todo	Ocas.	Zooc
<i>Ocotea cf. limae</i> Vattimo Gil	-----	-----	jun/ago	ago/out (abr/maio)	Raro	Zooc *
<i>Ocotea glomerata</i> (Ness) Mez	abr/jun	jun/ago	fev/jun	jul/jan	Freq.	Zooc
MALPIGHYACEAE						
<i>Byrsonima crispa</i> A. Juss	dez/abr	fev/mai	ano todo	ano todo	Freq.	Zooc
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	dez/abr	fev/mai	ano todo	ano todo	Ocas.	Zooc
MELASTOMATACEAE						
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	mai/ago	jul/outt	ano todo	ano todo	Freq.	Zooc
MELIACEAE						
<i>Cedrela odorata</i> L.	dez/fev	fev/jun	set/jan	ago/nov	Ocas.	Anem
MIMOSACEAE						
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Bren.	dez/fev	jan/abr	-----	-----	Ocas.	Anem
<i>Inga cf. bahiensis</i> Benth	dez/jan	jan/mar	mai/abr --	-----	Ocas.	Zooc
<i>Inga edulis</i> Mart.	out/dez	dez/mar	---	-----	Ocas.	Zooc
<i>Inga</i> sp.1	jan/fev	mar/mai	out/nov	ago/nov	Ocas.	Zooc
<i>Macrossamanea pedicellaris</i> (DC.) Kleinh	dez/fev	fev/abr	ano todo	set/dez	Ocas.	Autoc
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr	nov/fev	fev/jun	jul/set	out/nov	Freq.	Autoc
MORACEAE						
<i>Ficus cf. maxima</i> P. Miller	set/out	nov/jan	ano todo	ano todo	Raro.	Zooc
<i>Soroceae ilicifolia</i> Miq	mai/ago	set/dez	ano todo	ago/dez	Freq.	Zooc
MYRCINACEAE						
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	dez/jan	jan/abr	mar/jun	jun/nov	Raro	Zooc
MYRTACEAE						
<i>Eugenia</i> sp.	-----	-----	set/nov	set/jan	Raro	Zooc *
<i>Myrcia sylvatica</i> (G. Mey) DC.	mai/jun	jul/set	ano todo	ano todo	Raro	Zooc
NYCTAGINACEAE						
<i>Guapira</i> sp.	nov/dez	dez/jan	set/fev	jul/nov	Freq.	Zooc
PODOCARPACEAE						
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch (Gymnosperma)	dez/jan	jan/abr	ano todo	ano todo	Freq.	Autoc
PROTEACEAE						
<i>Roupala</i> sp.	-----	-----	mai/jul	ano todo	Freq.	Anem *

Família/Espécies	Floração	Frutificação	Queda de folhas	Brotamento	Ocorrência	Modo de dispersão
RUBIACEAE						
<i>Ixora syringiiflora</i> L. B. Smith	mar/abr	abr/mai	maio	out/nov	Freq.	Zooc
<i>Psychotria carthaginensis</i> Jacq. Sensu L..	mai/ago	jul/out	fev/jun	fev/mai	Freq.	Zooc
<i>Psychotria sessilis</i> (Vell.) Muell.-Arg	-----	-----	mar/jun	ano todo	Freq.	Zooc *
RUTACEAE						
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	nov/dez	dez/fev	out	jan	Raro	Zooc
SAPINDACEAE						
<i>Allophylus strictus</i> Radlk	-----	-----	ano todo	mar/jun	Freq.	-----
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	abr/jul	jul/ago	out/dez	dez/fev	Ocas.	Zooc
SAPOTACEAE						
<i>Micropholis</i> sp.	-----	-----	out/jan	abr/mai	Ocas.	-----
STYRACACEAE						
<i>Styrax</i> sp.	jan/mar	mar/jun	set/jan	-----	Ocas.	Zooc
VOCHYSIACEAE						
<i>Vochysia thrysoidea</i> Pohl.	nov/jan	jan/abr	set/nov	set/nov	Raro	Anem

* Inferido a partir de literatura e/ou (Morellato) com. pessoal.

Tabela 2. Número de espécies arbóreas em flor, segundo a época do ano e ocorrência no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

Época do ano	Total de espécies em floração	Tipo de ocorrência das espécies		
		Freqüente	Ocasional	Rara
Estação seca	32	9	14	9
Estação úmida	13	7	4	2
Total	45	16	18	11

Tabela 3. Número de espécies arbóreas em frutificação, segundo a época do ano e ocorrência no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

Época do ano	Total de espécies em frutificação	Tipo de ocorrência das espécies		
		Freqüente	Ocasional	Rara
Estação seca	25	7	10	8
Estação úmida	19	8	8	3
Total	44	15	18	11

Tabela 4. Número de espécies arbóreas frutificando, segundo a época do ano e tipo de fruto, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

Época do ano	Total de espécies com frutos	Tipo de fruto		
		Anemocórico	Autocórico	Zoocórico
Estação seca	25	7	3	14
Estação úmida	19	2	3	15
Total	44	9	6	29

Tabela 5. Ocorrência do pico de atividades fenológicas em espécies arbóreas, observadas em diferentes tipos de florestas do Brasil, ordenadas por precipitação pluviométrica.

Tipos de Floresta	Floração	Frutificação	Queda de folhas	Brotamento	Modo de dispersão	Deciduidade
Floresta de planície litorânea Serra do mar - São Paulo Precipitação anual $\cong 2600$ Talora & Morellato 2000	Estação úmida	Ano todo	Ano todo	Estação úmida	Zoocoria 87%	91% de espécies perenifólias (n=46 espécies)
Floresta úmida de terra firme da Amazônia Central Precipitação anual 2300mm Alencar <i>et al.</i> 1979	Estação seca	Estação úmida	Estação seca	Estação seca	----	60% de espécies perenifólias (n=27 espécies)
Mata Higrófila Ilhéus – Bahia Precipitação anual $\cong 1847$ mm Mori <i>et al.</i> 1982	Estação seca	Ano todo	Estação seca	Estação seca	----	----
Cerrado Santa Rita do Passa Quatro São Paulo Precipitação anual $\cong 1500$ mm Batalha & Mantovani 2000	Estação úmida	Estação úmida	---	---	Zoocoria 72%	---- (n=108 espécies)
Cerrado (arbustivo-arbóreo) Reserva Biológica Moji Guaçu São Paulo Mantovani & Martins 1988	Estação seca	Estação úmida	Estação seca	Estação úmida	Zoocoria 54%	----
Floresta semidecídua Santa Genebra - São Paulo Precipitação anual $\cong 1375$ mm Morellato 1991	Estação úmida	Final da estação seca	Estação seca	Estação úmida	Zoocoria 56%	42% de espécies decíduas e 13% semidecíduas (n=124 espécies)
Floresta de altitude Serra do Japi - São Paulo Precipitação anual $\cong 1355$ mm Morellato & Leitão Filho 1990	Estação seca e úmida	Estação úmida	Estação seca	Estação úmida	Zoocoria 69%	21% de espécies decíduas e 32% semi-decíduas (n=28 espécies)
Floresta mesófila semidecídua Serra do Japi - São Paulo Precipitação anual $\cong 1355$ mm Morellato & Leitão Filho 1990	Estação de transição	Estação seca e úmida	Estação seca	Estação úmida	Zoocoria 70%	50% de espécies decíduas e 18% semi-decíduas (n=16 espécies)
Floresta de Altitude Brejo dos Cavalos –Pernambuco Precipitação anual $\cong 1300$ mm Este trabalho	Estação seca	Final da estação seca	Estação seca	Estação úmida	Zoocoria 66%	60% de espécies semi-decíduas e 30% perenifólias, (n=58 espécies)
Caatinga Pernambuco Precipitação anual $\cong 800$ mm Machado <i>et al.</i> 1997	Estação seca	Estação úmida	Estação seca	Estação úmida	Autocoria 42%	(n=19 espécies)

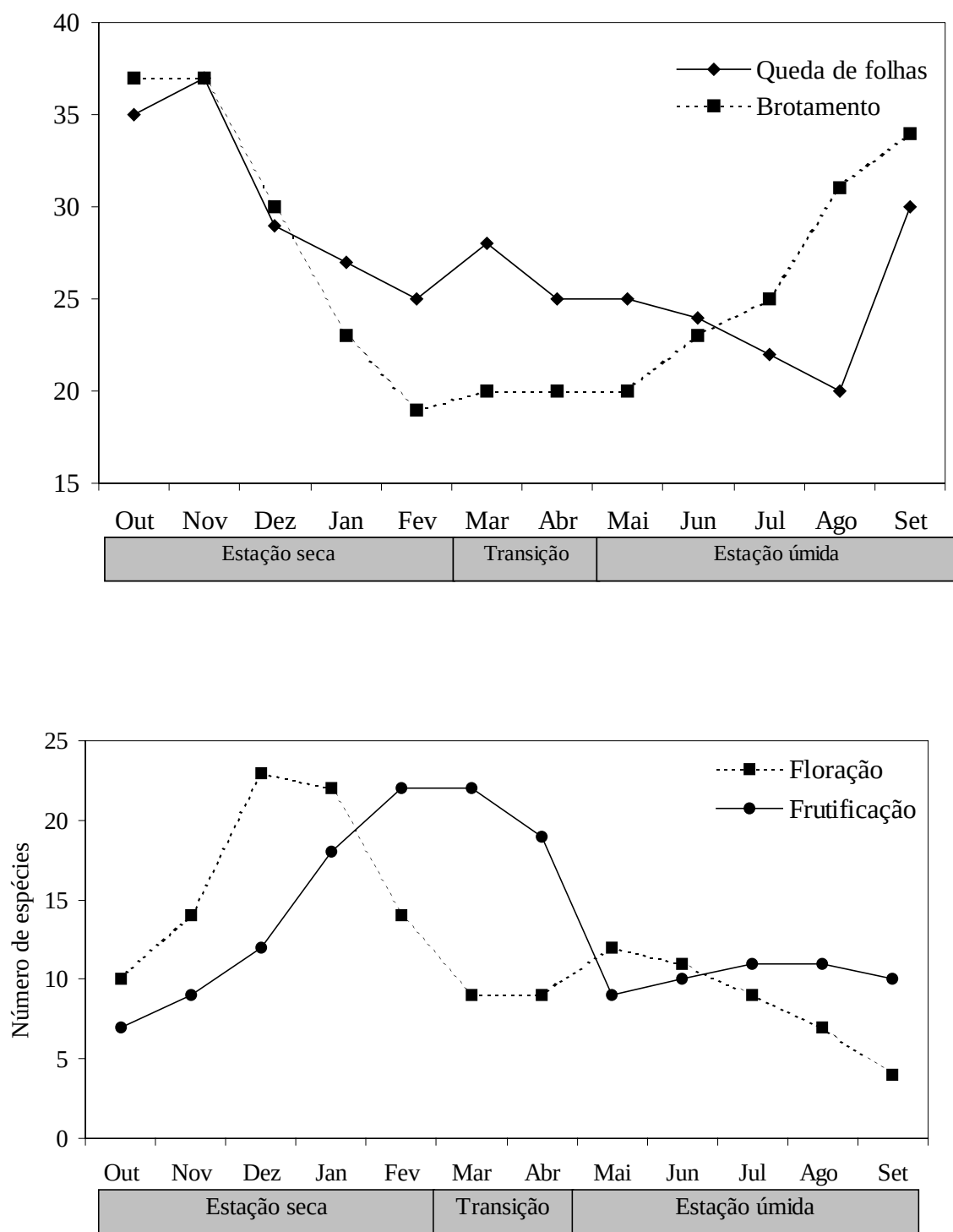


Figura 1. A) Número de espécies arbóreas apresentando queda de folhas e brotamento; **B)** floração e frutificação, ao longo do ano, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

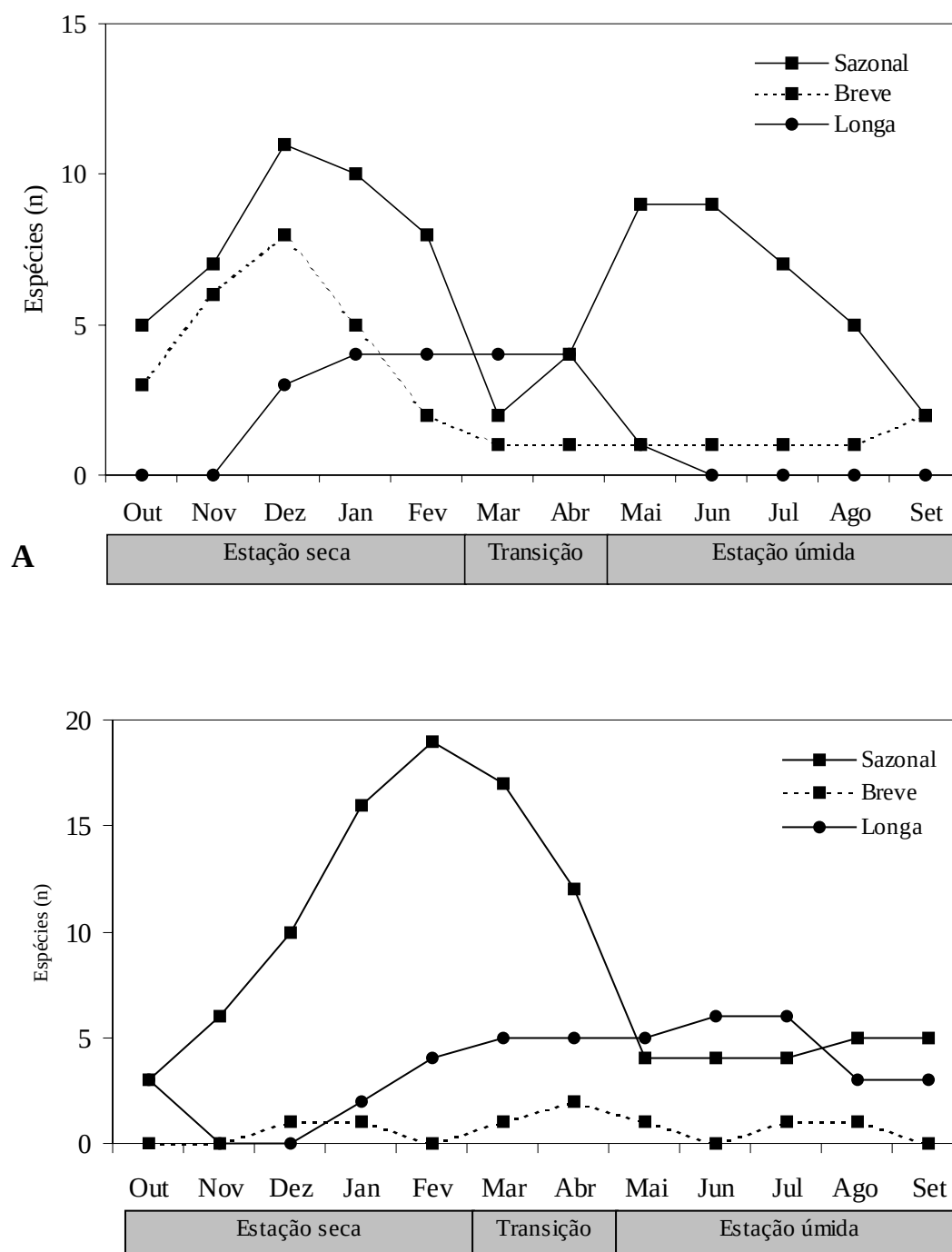


Figura 2. A) Número de espécies arbóreas em flor por estratégias de floração; **B)** Número de espécies arbóreas com fruto por estratégias de frutificação ao longo do ano, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

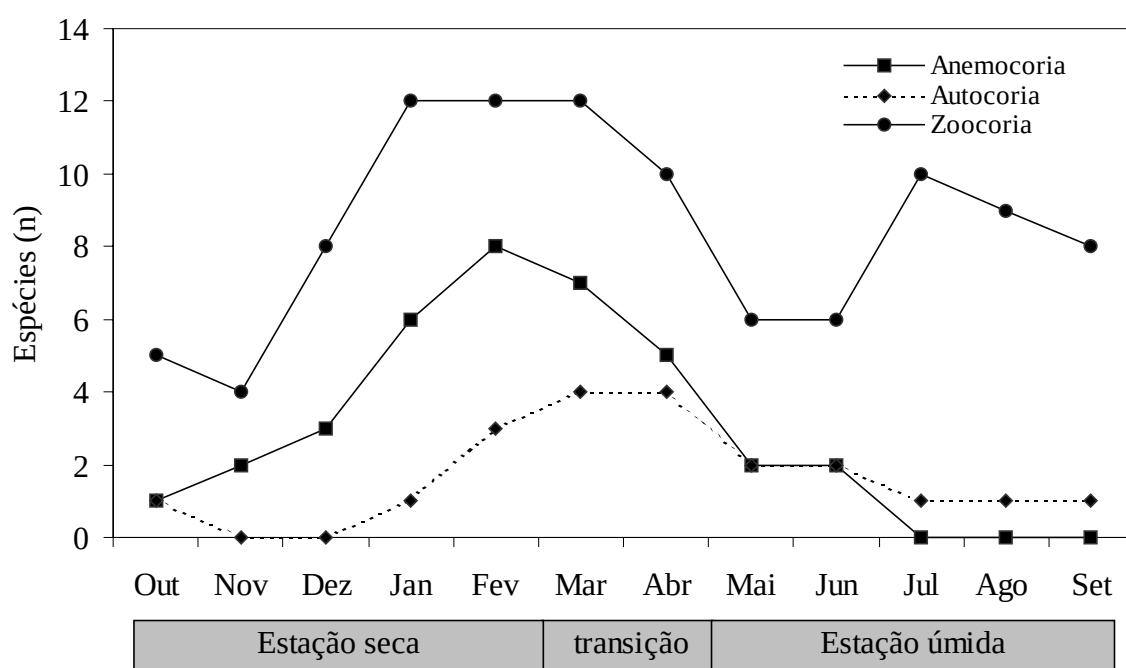


Figura 3. Comparação da sazonalidade na frutificação das espécies por modo de dispersão, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

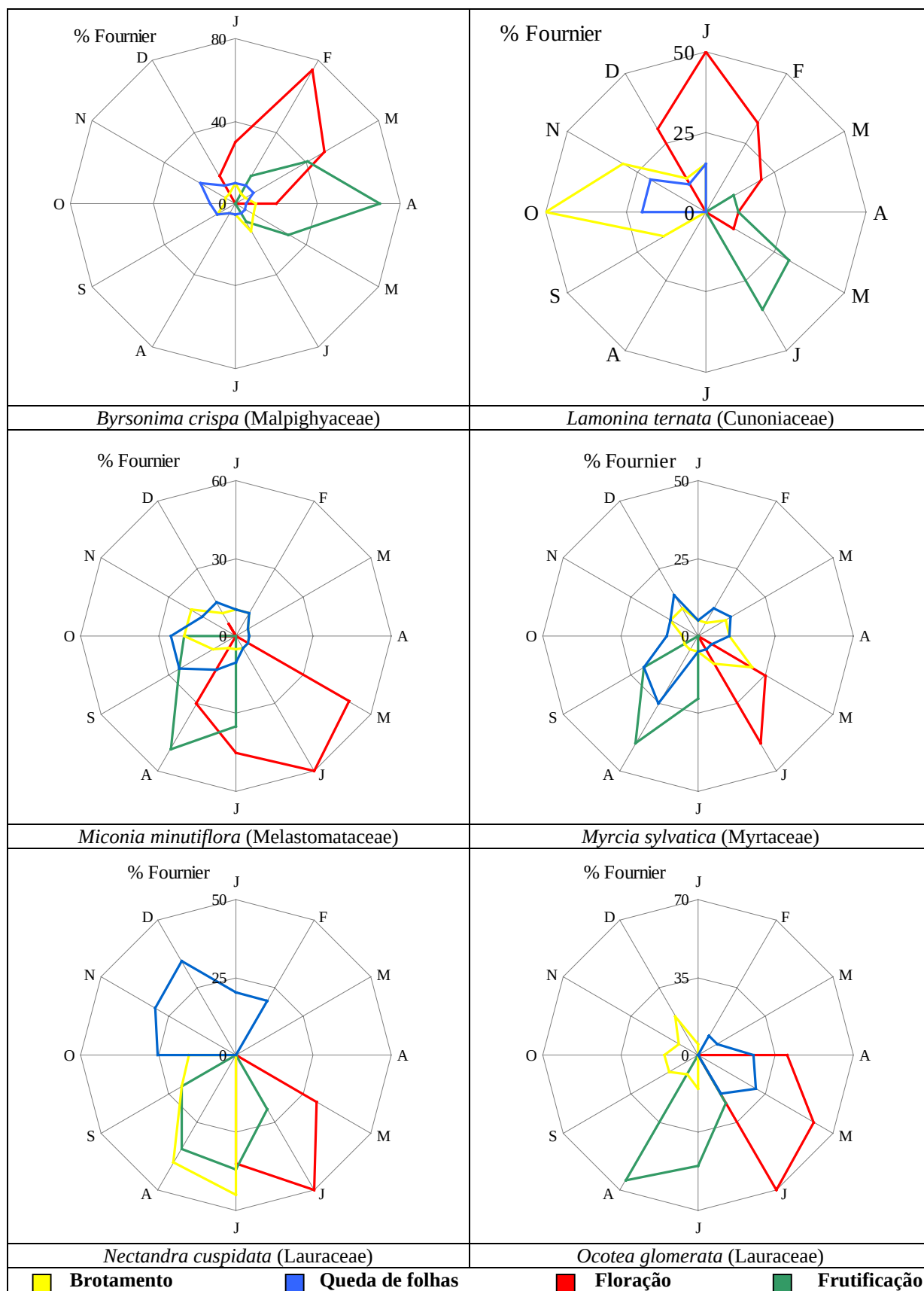
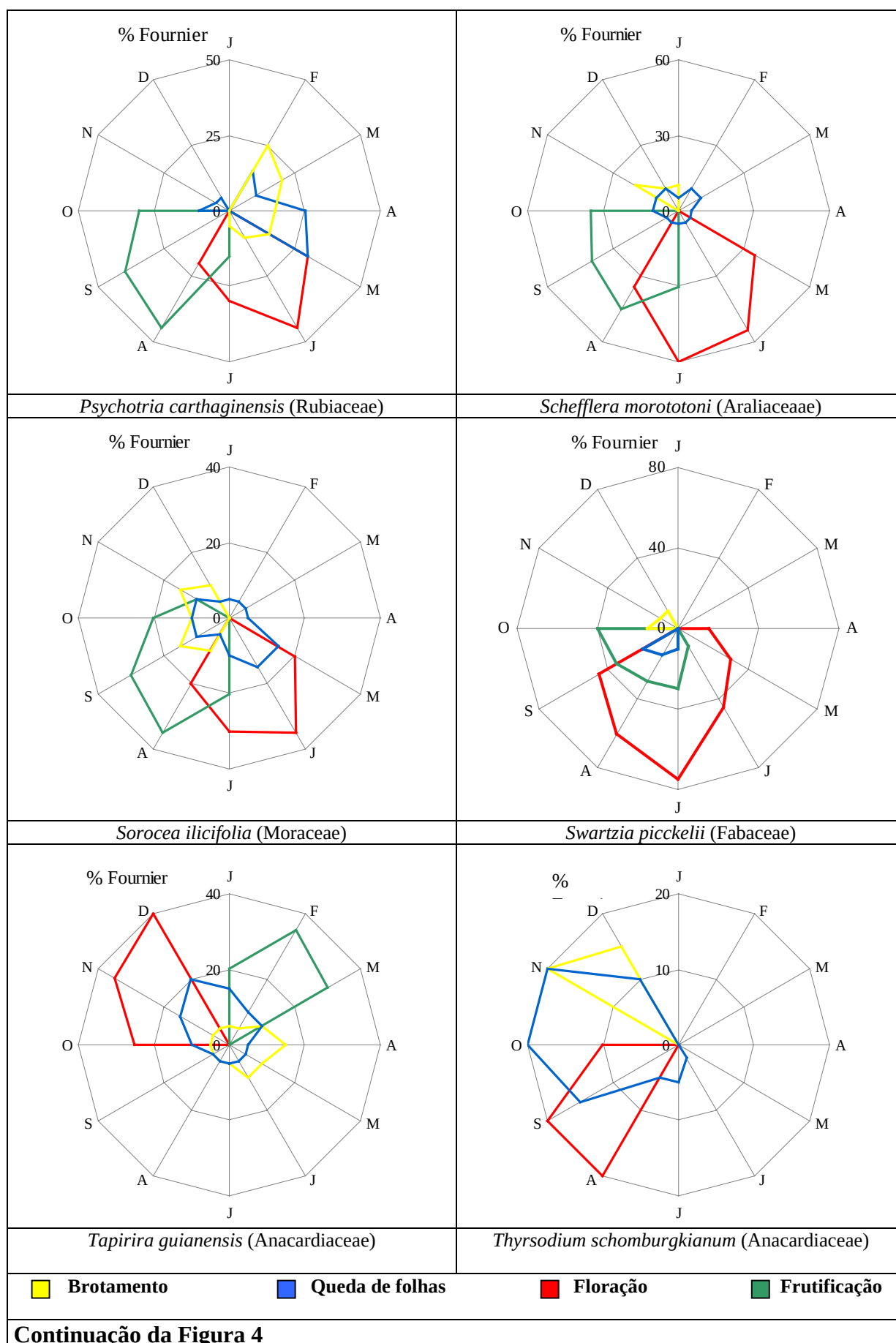


Figura 4. Fenogramas (% Fournier) das 12 espécies arbóreas mais representativas em número de indivíduos no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.



7. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Dr^a. Maria Jesus Nogueira Rodal e a Msc. Maria Cristina Gomes Tavares pelos dados fitossociológicos e de identificação das espécies arbóreas; ao Msc. Petrúcio Medeiros pela ajuda no trabalho de campo; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e ao Projeto Brejos de Altitude (MMA - BIRD- PROBIO) pelo apoio financeiro. Aos organizadores desta obra pela oportunidade concedida. Às relatoras Dr^a. Ariadna Valentina Lopes e Dr^a. Leonor Patrícia Cerdeira Morellato pela leitura crítica do manuscrito e sugestões ao texto.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J. C.; R. A. ALMEIDA. & N. P. FERNANDES. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 1: 63-97.
- ALVIM, P. de T. 1964. Periodicidade do crescimento de árvores em climas tropicais. *In Anais do 15º Congresso Nacional de Botânica* (Sociedade Botânica do Brasil, ed.), SBB, Porto Alegre, p. 405-422.
- ALVIM P. T. & R. ALVIM. 1978. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. *In Tropical trees as living systems*, Tomlinson, P. B. & Zimmerman, M. H. (eds). New York: Cambridge University Press.
- ANDRADE, G. O. & R. C. LINS. 1966. O “Brejo” da Serra das Varas (Arcoverde). *Cadernos da Faculdade de Filosofia da UFPE*, Dep. de Geografia. Série VI – 8 N 14.
- ANDRADE-LIMA, D. 1958. Notas para a fenologia da zona da mata de Pernambuco. *Revista de Biologia* 1: 125-135.
- _____. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivo do Instituto de Pesquisa Agrônoma*. Vol. 5. Secretaria da Agricultura, indústria e Comércio, Pernambuco, Brasil, 305-341.
- _____. 1961. Tipos de floresta de Pernambuco. *Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, São Paulo, V. 2, p. 69-85.

- _____. 1982. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: G. T. Prance (editor). *Biological Diversification in the tropics*. Edited by Plenum Press. New York.
- ARAÚJO, V. C. 1970. Fenologia de essências florestais amazônicas I. *Boletim do Instituto de Pesquisas da Amazônia* 4: 1-25.
- AUGSPURGER, C. K. 1981. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology* 62: 775-788.
- _____. 1982. A cue for synchronus flowering. In *The ecology of a tropical forest*, E. G. Leigh, Jr., A. S. Rand & D. M. Windsor (eds.), Smithsonian Institution Press, Washington, p. 133-150.
- BARBOSA, D. C.; J.L.A. ALVES; S. M. PRAZERES & A. M. A. PAIVA. 1989. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha-PE) *Acta Botânica Brasilica* 3:109-117.
- BARROS, M. A. G. E. & L. S. CALDAS. 1980. Acompanhamento de eventos fenológicos apresentados por 5 gêneros nativos do Cerrado (Brasília, DF). *Brasil Florestal*. 10: 7-14.
- BATALHA, M. A. & W. MANTOVANI. 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. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community and their evolutionary significance. *Evolution* 28: 85-92.
- _____. 1983. Patterns of flowering in tropical plants. In: C. E. Jones & R. J. Little (eds.). *Handbook of experimental pollination biology*, Scientific and Academic Editions, New York. P. 394-410.
- _____. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21:399-422.
- _____; S. H. BULLOCK; D. R. PERRY; R. E. COVILLE & M. H. GRAYUM. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest tree. II. Pollination systems. *American Journal of Botany* 72: 346-356.
- BORCHERT, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica* 15: 81-89.
- _____. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75: 1437-1449.

- BULLOCK, S.H. & J. A. SOLIS-MAGALLANES. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22: 22-35.
- CARMO, M. R. B. & P. MORELLATO. 2000. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da bacia do Rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil. In Rodrigues, R. R & Leitão-Filho, H (eds) *Matas ciliares, conservação e recuperação*. pag 125-141.
- CORLETT, R. T. 1990. Flora and reproductive phenology of the rain forest at Bukit Timah, Singapore. *Journal of Tropical Ecology* 6: 55-63.
- CROAT, T. B. 1969. Seasonal flowering behavior in Central Panama. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 56: 295-307.
- _____.1978. *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford University Press, Stanford California.
- DAUBENMIRE, B. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forest. In North-western Costa Rica. *Journal of Ecology* 60: 147-170.
- DE VUONO, Y. S.; E. A BATISTA & F. L. FUNARI. 1986. Balanço hídrico da Reserva Biológica de Moji Guaçu, São Paulo, Brasil. *Hoehnea* 13: 73-86.
- DUTRA, R. C. 1987. Fenologia de dez espécies arbóreas nativas do Cerrado de Brasília, DF. *Brasil Florestal* 62: 23-41.
- FERRAZ, D. K.; R. ARTES, W. MANTOVANI & L. M. MAGALHÃES. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 305-317.
- FOSTER, R. B. 1996. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. In E. G. Leigh Jr., A. S. Rand, and D. M. Windsor (eds.). *The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes*, pp. 151-172. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- FOURNIER, L. A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo pré-montano de San Pedro de Montes Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26: 54-9.
- FOURNIER, L. A & C. CHARPANTIER. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25: 45-48.
- FOURNIER, L. A & SALAS, S. 1966. Algunas observaciones sobre la dinamica de la floracion en el bosque humedo de Villa Collon. *Revista de Biología Tropical* 14:75-85.
- FRANKIE, G. W. 1975. Tropical forest phenology and pollinator plant coevolution. In: L. E. Gilbert & P. H. Haven (eds). *Coevolution of animals and plants*. Univ. Texas Press, Austin, p. 192-209.

- _____.; H. G. BAKER, & P. A OPLER. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62: 881-913.
- GENTRY, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6: 64-68.
- GENTRY, A. H. 1983. Dispersal Ecology and diversity in neotropical forest communities. *Sonderb. Naturwiss Ver.* 7: 303-314.
- GRIZ, L.M.S. & MACHADO, I.C. 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.
- HEITHAUS, E. R. 1979. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. *Ecology* 60: 190-202.
- HOPKINS, B. 1970. Vegetation of the Olokemeji forest reserve, Nigeria. VI. The plants on the forest site with special reference to their seasonal growth. *Journal of Ecology* 58: 765-793.
- HSIAO T. C.; E. ACEVEDO; E. FERERES & D. W. HENDERSON. 1976. Water stress, growth and osmotic adjustment. *Philos. Trans. Royal Society of London B* 273: 479-500.
- IBARRA-MANRIQUEZ G.; B. SÁNCHEZ-GRAFIAS & L. GONZÁLEZ-GRACIA. 1991. Fenologia de lianas y arboles anemocoros em uma selva calido-humeda de México, *Biotropica* 23: 242-254.
- IDSO, S. B.; R. D. JACKSON & R. J. REGINATO. 1978. Extending the “degree-day” concept of plant phenological development to include water stress effects. *Ecology* 59: 431-433.
- JACKSON, J. F. 1978. Seasonality of flowering and leaf-fall in brazilian subtropical lower montane moist forest. *Biotropica* 10: 38-42.
- JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C. & BURGOS, N. 1973. *Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco*. Recife: SUDENE, Divisão de Pesquisa Pedológica, v. 1. (Boletim Técnico, 26. Série Pedologia, 14). 359 p.
- JANZEN, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-37.
- _____. 1983. *Costa Rican natural history*. University of Chicago Press, Chicago.
- _____. 1980. *Ecologia vegetal nos trópicos*. EPU e EDUSP. São Paulo. p. 78.
- JATOBÁ, L. 1989. *Introdução à morfoclimatologia dos ambientes secos*. Recife: UFPE, Departamento de Geografia, 1989. 75p.

- JUSTINIANO, M. J. & T. S. FREDERICKSEN. 2000. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica* 32: 276-281.
- KOCHMER, J. P. & S. N. HANDEL. 1986. Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. *Ecological Monographs* 56: 303-325.
- LIEBERMAN, D. & M. LIEBERMAN. 1982. The causes and consequences of synchronous flushing in a dry tropical forest. *Biotropica* 16: 193-201.
- LONGMAN, K. A. & J. JENIK. 1987. *Tropical forest and its environment*. Logman Singapore Publishers, Singapore.
- MACHADO, I.C.; L. M BARROS & E. SAMPAIO. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 58-68.
- MANTOVANI, W. & F. R. MARTINS. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- MEDINA, E. 1983. Adaptations of tropical trees to moisture stress. In FB Golley (ed) *Tropical rain Forest Ecosystems*, pp. 225-237. Amsterdam: Elsevier
- _____, E. OLIVARES & D. MARIN. 1985. Ecophysiological adaptation in the use of water and nutrients ny woody plants of arid and semi-arid tropical regions. *Simposium Medio Ambiente* 7: 91-102.
- MEDWAY, L. 1972. Phenology of a tropical rain forest in Malaya. *Biological Journal of the Linnean Society* 4: 117-146.
- MONASTERIO, M. & G. SARMIENTO. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savana and the semideciduous forest of the Venezuelan Ilanos. *Journal of Biogeography* 3: 325-356.
- MORELLATO, L. P. C. 1987. *Estudo comparativo de fenologia de duas formações florestais na Serra de Japi, Jundiaí, São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo.
- _____. 1991. *Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo, 176pp.
- _____. 1995. As estações do ano na floresta. In *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana* (P. C. Morellato & H. F. Leitão-Filho, orgs). Editora da Unicamp, Campinas, p. 37-41.
- _____ & H. F. LEITÃO-FILHO. 1990. *Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em Floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo*. 50(1): 163-173.

- _____. & H. F. LEITÃO-FILHO. 1992. *Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi*. In *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. (L.P.C. Morellato, org.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p.112-140.
- _____. & H. F. LEITÃO-FILHO. 1996. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28: 180-191.
- _____, H. F. LEITÃO-FILHO; R. R. RODRIGUES & C. A. JOLY. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em Floresta de Altitude na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 149-162.
- _____, R. R. RODRIGUES; H. F. LEITÃO-FILHO & C. A. JOLY. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*. 12: 85-98.
- _____, E. C. ROMERA; D. C. TALORA; A. TAKAHASHI; C. C. BENCKE & V. B. ZIPPARO. 2000. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32 (Atlantic Forest Special Issue): in press
- MORI, S. A.; A. G. LISBOA & G. KALLUNKI. 1982. Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. *Rev. Theobroma* 12: 217-230.
- MULKEY, S. S., S. J. WRIGHT & A. P. SMITH. 1991. Drought acclimation of an understory shrub in a tropical moist forest. *American Journal of Botany* 78: 579-587.
- NEWSTROM, L. E.; G. W. FRANKIE, & H. G. BAKER. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- NJOKU, E. 1963. Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. I. Observations on mature trees. *Journal of Ecology* 51: 617-624.
- ODUM, E.P. 1971. *Fundamentos de Ecologia*. Ed. Fundação Calouste Gulbenkian/Lisboa. pp. 927.
- OLIVEIRA, J. G. B.; H. L. C. QUESADO; E. P. NUNES & F. A. VIANA. 1988. Observações preliminares da fenologia de plantas da caatinga na estação ecológica de Aiuaba, Ceará. Mossoró: ESAM. *Coleção Mossoroense*, Série B, n. 538.
- OPLER, P. A., G. W. FRANKIE & H. G. BAKER. 1976. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 68: 189-209.

- OPLER, P. A., G. W. FRANKIE & H. G. BAKER. 1980. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3: 231-236.
- ORTEGA, L. C. S. 1986. Estudos florísticos de divers stades secondaires des formations forestieres du haut Paraná (Paraguai Oriental). Floraison, frutification et dispersion des espèces forestieres. *Candollea* 1: 121-144.
- PEREIRA, R. M. A.; J. A. ARAÚJO FILHO; R. V. LIMA; F. D. G. LIMA & Z. B. ARAÚJO. 1989. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. *Ciência Agrônômica* 20: 11-20.
- PIJL, L. van der. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer Verlag, New York.
- REICH, P. B. & R. BORCHERT. 1982. Phenology and ecophysiology of the the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology* 63: 294-299.
- _____. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.
- _____. 1988. Changes with leaf age in stomatal function and water status of several tropical tree species. *Biotropica* 20: 60-69.
- RICHARDS, P. W. 1952. *The tropical rain forest: an ecological study*. Cambridge University Press, Cambridge.
- RIZZINI, C. T. 1976. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. Vol. 1. Aspectos ecológicos. HUCITEC e EDUSP. São Paulo.
- SALES, M. F.; S. J. MAYO & M. J. N. RODAL 1998. *Plantas Vasculares das Florestas Serranas de Pernambuco*. Ed. Imprensa Universitária – UFRPE. pp. 130.
- SARMIENTO, G. & M. MONASTERIO 1983. Life forms and phenology. In F. Bourliere(ed.) *Tropical savannas*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- SHUKLA, R. P. & RAMAKRISHNAN, P. S. 1984. Phenology of trees in a sub-tropical humid forest in north-eastern India. *Vegetation* 49: 103-109.
- SOBRADO, M. A. 1986. Aspects of tissue water relations and seasonal changes of leaf water potential components of evergreen and deciduous species coexisting in tropical dry forests. *Oecologia* 68: 413-416.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1969. *Biometry*. W. H. Freeman & Company. San Francisco.
- STILES, F. G. 1978. Temporal organization of flowering among the hummingbird foodplants of a tropical wet forest. *Biotropica* 10: 194-210.

- TALORA, D. C. & P. MORELLATO. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.
- TAVARES, M. C. G. 1998. *Fitossociologia do componente arbóreo de um trecho de Floresta Serrana do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- THIMANN, K. V. 1962. Research on plant physiology in the tropics. *Bulletin Ass. Tropical Biology* 1: 86-89.
- VAN SCHAIK, C. P. 1986. Phenological changes in a Sumatran rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 2: 327-347.
- _____, J. W. TERBORGH & S. J. 1993. The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 353-377.
- WILLSON, M. F.; A. K. IRVINE & N. G. WALSH. 1989. Vertebrate dispersal syndromes in some Australian and New Zealand plant communities, with geographic comparisons. *Biotropica* 21: 133-147.
- WHITMORE, T. C. 1975. *Tropical rain forest of the far east*. Oxford University Press, Oxford.
- WRIGHT, S. J. 1991. Seasonal drought and the phenology of shrubs in a tropical moist forest. *Ecology* 72: 1643-1657.
- _____. 1996. Phenological responses to seasonality in tropical forest plants. In *Tropical Forest Plant, Ecophysiology*. Stephen S. Mulkey; Robin L. Chazdon; Alan P. Smith Chapman & Hall (eds). pp. 675.
- _____; J. L. MACHADO; S. S. MULKEY & A. P. SMITH. 1992. Drought acclimation among tropical forest shrubs (*Psychotria*, Rubiaceae). *Oecologia* 89: 457-463.
- ZAR, J. H. 1996. *Bioestatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

CAPÍTULO III

Riqueza de Abelhas e a Flora Apícola em um Fragmento de Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

(Manuscrito a ser submetido para o “BREJOS DE ALTITUDE: HISTÓRIA NATURAL, ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO”).)

Riqueza de Abelhas e a Flora Apícola em um Fragmento de Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Evelise Locatelli¹; Isabel Cristina Machado² & Petrúcio Medeiros³

(¹. Doutorado em Biologia Vegetal-UFPE; ². Departamento de Botânica-UFPE; ³. Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva -Dept. Botânica-UFPE; eveliselocatelli2002@yahoo.com.br; imachado@ufpe.br; petruciomedeiros@ig.com.br).

RESUMO: [Riqueza de Abelhas e a Flora Apícola em um Fragmento de Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil]. As florestas tropicais abrangem atualmente somente ca. de 7% da superfície terrestre, entretanto elas contêm mais da metade das espécies da biota mundial. As matas serranas do Nordeste do Brasil, conhecidas regionalmente como Brejos de Altitude, estão situadas em altitudes superiores a 500-600 metros, formando verdadeiros enclaves de floresta Atlântica em pleno domínio morfoclimático da Caatinga. Este estudo foi desenvolvido em uma área de mata serrana, no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, em Caruaru-PE/Brasil (8°18'36''S, 36°00'00''W) com o objetivo de conhecer a apifauna local, fazer o levantamento dos recursos florais utilizados pelas abelhas como recurso alimentar, além de avaliar a fenologia de floração das espécies utilizadas pelas abelhas. As coletas de abelhas e plantas e as observações fenológicas foram realizadas quinzenalmente, na área de estudo, de maio/1998 a julho/2000. Foram listadas 63 espécies de plantas, subordinadas à 29 famílias, utilizadas como recursos florais pelas abelhas. Destas, Fabaceae (8 espécies), Convolvulaceae (7), Asteraceae (6), Caesalpiniaceae (3), Melastomataceae (3), Mimosaceae (3) e Passifloraceae (3) contribuíram com o maior número de representantes. As espécies que apresentaram maior diversidade de visitas de abelhas foram: *Complaya trilobata* (L.) Strother (Asteraceae) (40%), *Ipomoea bahiensis* Willd. (Convolvulaceae) (16%), *Saranthe klotzschiana* (Koer.) Eich (Marantaceae) (12%), *Clitoria fairchildiana* Howard. (Fabaceae) (11%), *Turnera subulata* Smith. (Turneraceae) (11%) e *Borreria verticilata* (L.) G.F.W. Meyer (Rubiaceae) (10%). Com relação às abelhas, foram coletados um total de 545 indivíduos, representando 102 espécies distribuídas nas famílias Anthophoridae (54 espécies), Apidae (14), Megachilidae (13), Halictidae (12), Colletidae (5) e Andrenidae (4). De acordo com a localização da área estudada e suas características, a riqueza de espécies de abelhas foi relativamente alta (102 espécies), uma vez que esse ecossistema encontra-se descontínuo e isolado (comparável a

uma “ilha” de condições relativamente estáveis). Na área de estudo observou-se baixa sobreposição do uso de recursos entre *Apis mellifera* e as demais abelhas.

Palavras-chave: Biodiversidade; plantas melitófilas; abelhas; recursos florais; floresta tropical, Brejos de Altitude, Nordeste do Brasil.

ABSTRACT: (Diversity of melittophilous plants and bee pollination in a remnant of Atlantic forest, northeastern Brazil). The tropical forests cover nowadays only about 7% of the planet. However they possess more than 50% of worldwide biota. The Altitudinal forests in northeastern Brazil, locally know as "Brejos de Altitude", are situated in altitudes higher than 500-600 m, and are in fact fragments of Atlantic forest (refuges) surrounded by Caatinga vegetation. This study was carried out in an Altitudinal forest, in the Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru municipality, Pernambuco state, northeastern Brazil (8°18'36''S, 36°00'00''W). We aimed to know the apifauna, the floral resources harvested by bees and the reproductive phenology of this apiflora. The phenological observations of the melittophilous species and the collections of bees were performed fortnightly during two years (from May/1998 to May/2000). Sixty three plant species (from 29 families) were found to offer floral rewards to bees. The most representative families in number of species: Fabaceae (8 spp.), Convolvulaceae (7), Asteraceae (6), Caesalpiniaceae (3), Melastomataceae (3), Mimosaceae (3), and Passifloraceae (3). The species with the greatest number of bee visits were: *Complaya trilobata* (L.) Strother (Asteraceae) (40%), *Ipomoea bahiensis* Willd. (Convolvulaceae) (16%), *Sarantia klotzschiana* (Koer.) Eich (Marantaceae) (12%), *Clitoria fairchildiana* Howard. (Fabaceae) (11%), *Turnera subulata* Smith. (Turneraceae) (11%), and *Borreria verticillata* (L.) G.F.W. Meyer (Rubiaceae) (10%). We collected 545 individuals of bees, from 102 species of the families: Anthophoridae (54 spp.), Apidae (14), Megachilidae (13), Halictidae (12), Colletidae (5), and Andrenidae (4). The diversity of bees was high (102 species), despite the discontinuity and isolation of this kind of ecosystem (comparable to “islands” with relatively stable conditions). At the study site we observed low overlapping of the floral resources harvested by *Apis mellifera* and the other bee species.

Key-words: Biodiversity; melittophily; bees; floral resources; tropical forests; northeastern Brazil.

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais abrangem atualmente somente ca. de 7% da superfície terrestre, entretanto contêm mais da metade das espécies da biota mundial (Myers 1984). Nas florestas tropicais, em um quilômetro quadrado é possível encontrar centenas de espécies de aves e milhares de espécies de insetos. Entretanto, apesar dessa extraordinária riqueza, as florestas tropicais, estão entre os mais frágeis dos habitats devido a sua devastação. O desmatamento tropical não é um processo uniforme e algumas áreas estão sendo mais afetadas do que outras (Wilson 1985). A Mata Atlântica brasileira possuía um milhão de quilômetros quadrados de cobertura vegetal, estando atualmente reduzida a menos de 50.000 quilômetros quadrados (Mori *et al.* 1981). Essa degradação e devastação dos habitats de floresta é a principal causa da extinção das espécies.

Com o explosivo crescimento demográfico das populações humanas, o meio ambiente está sendo desgastado de forma muito acelerada, especialmente nos países tropicais. Com isso, grande parte da biodiversidade está se perdendo irreversivelmente através da extinção causada pela destruição e fragmentação de habitats naturais. Muitas espécies desaparecerão antes mesmo de tornarem-se conhecidas pela ciência e algumas levarão consigo recursos genéticos valiosos e insubstituíveis (Ricklefs 1996). A diversidade biológica deveria ser tratada mais seriamente como um recurso global para ser registrada, usada de maneira sustentável e acima de tudo preservada (Wilson 1985).

A fragmentação florestal pode afetar os processos ecológicos das populações, modificando ou mesmo interrompendo os processos de polinização, dispersão, predação e de comportamento animal (Laurence & Yensen 1991; Guidon 1995; Ranta *et al.* 1998). Além disso, a fragmentação aumenta as zonas de borda o que modifica as condições físicas do

ambiente, uma vez que estas são diferentes do habitat do interior (Ranta *et al.* 1998), permitindo assim o estabelecimento de espécies vegetais não florestais (Fox *et al.* 1997).

Os insetos, principalmente as abelhas, constituem um dos principais grupos de polinizadores das Angiospermas, os quais desempenham atividade fundamental nas comunidades florísticas alógamas, pois são responsáveis por grande parte do fluxo gênico entre indivíduos e populações adjacentes (Faegri & Pijl 1979). A síndrome de polinização onde os vetores são abelhas é denominada de melitofilia e as flores de plantas melitófilas possuem uma série de características que estão diretamente associadas à morfologia, fisiologia e comportamento das abelhas polinizadoras (Faegri & Pijl 1979; Baker 1983).

Um estudo publicado pela revista científica *Nature* (Massad & Garwin 1997) avaliou monetariamente, os benefícios que alguns ecossistemas geram para a humanidade. Incluem-se nesta pesquisa as vantagens econômicas da polinização das plantas por abelhas, morcegos, pássaros e outros tipos de polinizadores, que ao transportarem pólen de uma flor para outra, garantem a reprodução das espécies vegetais e das safras agrícolas. Estima-se que 90% da produção mundial de cereais dependem das espécies animais polinizadoras e que aproximadamente 30% das plantas utilizadas na alimentação humana são polinizadas por abelhas (O'Toole 1993). “Os polinizadores são o elo central da economia natural da terra” (Alves-dos-Santos 1998).

Embora os estudos de levantamentos da flora apícola sejam de grande importância, poucos são os trabalhos com este enfoque desenvolvidos no Brasil, e menos ainda na região Nordeste, onde registramos os estudos de: Aguiar & Martins (1997) e Aguiar (1995), em São João do Cariri, na Paraíba (Caatinga); Martins (1994), em Casa Nova, Martins (1995), na Chapada da Diamantina, ambos localizados no município de Lençóis, no estado da Bahia (Caatinga e Cerrado), Silva (1998), em João Pessoa, na Paraíba (Restinga). Todos esses trabalhos foram realizados em matas secas, demonstrando com isto, que o conhecimento atual

sobre a flora apícola do Nordeste, precisa de maior investigação, principalmente em matas úmidas.

Nas áreas de Agreste e Sertão do Nordeste brasileiro, acidentes orográficos que proporcionam um relevo acentuado são os responsáveis pela formação de áreas mais úmidas, conhecidas regionalmente como “Brejos”. Essas áreas, embora situadas dentro do domínio das Caatingas, apresentam uma formação florestal úmida denominada de mata serrana “Brejos de Altitude” que abrigam grande diversidade de animais e uma flora extremamente rica e diversificada (Andrade-Lima 1960, 1982). Os ambientes dos Brejos de Altitude são isolados da Mata Atlântica e da Caatinga, possuindo uma biota típica, formado por um “condensado” de espécies comuns à Mata Atlântica e Amazônica, incluindo espécies endêmicas. Segundo Andrade-Lima (1982), Bigarella *et al.* (1975) e Por (1992), durante as modificações climáticas que ocasionaram o recuo das florestas, algumas espécies sobreviveram nestes “refúgios florísticos”, ocorrendo assim diferenciações genéticas dentro dos táxons animais e vegetais nestas áreas.

Este trabalho teve como objetivo o conhecimento da apifauna e o levantamento dos recursos florais utilizados pelas abelhas, além das estratégias fenológicas de floração das plantas utilizadas pelas abelhas em uma área de Brejo de Altitude em Pernambuco, Nordeste do Brasil. Espera-se fornecer informações ecológicas fundamentais sobre este ecossistema e possibilitar o conhecimento de algumas das interações entre as plantas e as abelhas desta comunidade, além de fornecer informações importantes aos apicultores locais acerca da fenologia das plantas ainda pouco conhecidas e sua utilização como fontes de alimento por abelhas nativas.

2. METODOLOGIA

Abelhas e plantas

As coletas de abelhas e plantas foram realizadas em intervalos quinzenais, de maio de 1998 até julho de 2000 em trilhas previamente demarcadas. A duração das coletas foi de ca. 10 horas (6:00 às 15:00 horas) por dia, durante 3 dias em cada excursão. As abelhas foram capturadas com redes entomológicas durante visita às flores. Os espécimes de abelhas coletadas foram identificados com auxílio de especialistas e depositados na coleção do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva do Departamento de Botânica da UFPE.

A suficiência de amostragem de abelhas foi analisada com base na curva do coletor (Mueller-Dumbois & Ellenberg 1974; Pielou 1975) que mostra o surgimento das categorias taxonômicas inéditas no decorrer do levantamento. Com referência à análise de dados, foi calculada a Correlação de Spearman (r_s), (Zar 1996) entre o número de espécies de plantas floridas e o número de espécies de abelhas coletadas.

As plantas melitófilas em floração foram coletadas, sendo acompanhados, em média, 5-10 indivíduos de cada espécie, utilizando-se fichas de campo para observação do início e término da floração. As plantas em sua maioria foram identificadas por especialistas e com auxílio das floras de identificação existentes. Para cada espécie vegetal foram montadas exsicatas que foram depositadas no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco (Herbário Prof. Geraldo Mariz - UFP).

A composição faunística foi comparada com outros levantamentos de abelhas realizados nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos faunísticos

Foram coletados um total de 545 indivíduos, representando 102 espécies de abelhas, pertencentes a 49 gêneros, distribuídas nas famílias Anthophoridae (54 spp.), Apidae (14), Megachilidae (13), Halictidae (12), Colletidae (5) e Andrenidae (4) (Tabela 1) (Figura 1). A Figura 2 mostra uma espécie representante de abelha de cada família existente no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho. A Figura 3 mostra a curva do coletor, que refere-se ao número mensal acumulado de espécies inéditas de abelhas. A curva começa a se estabilizar a partir de maio de 1999, entretanto em janeiro de 2000 surgiram novas espécies coletadas, posteriormente a curva torna-se novamente constante.

Uma vez que o conhecimento da apifauna como um todo em Brejos de Altitude é inexistente, algumas comparações foram feitas com os dados obtidos de outros trabalhos de levantamentos da fauna de abelhas e flora apícola em outros ecossistemas.

Analisando-se a diversidade de espécies por família de abelhas nas diferentes áreas comparadas (Tabela 2; Figura 4), observa-se que a proporção de espécies/família para o Brejo dos Cavalos, de modo geral, assemelha-se ao padrão observado em alguns dos levantamentos realizados no Brasil nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, em ecossistemas de Cerrado (Silveira & Campos 1995; Pedro & Camargo 1991), Mata Secundária (Cure *et al.* 1992), Campo Rupestre (Faria & Camargo 1996), Vegetal arbustiva (Schlindwein 1998), Restinga (Silva 1998) e Caatinga (Martins 1994; Aguiar 1995; Aguiar & Martins 1997).

No Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho (Brejos dos Cavalos) a família Anthophoridae (52,9%), Apidae (13,7%) e Megachilidae (12,7%) foram as que tiveram maior riqueza de espécies coletadas (Figura 1). Michener (1979) e Roubik (1989), citam que a

família Anthophoridae distribui-se em todos os continentes, apresentando elevada diversidade de espécies, especialmente na Região Neotropical. A diversidade de espécies da família Apidae nos trópicos tende a aumentar em direção a linha do Equador (Roubik 1989). Na região Sul do Brasil esta família geralmente apresenta a menor diversidade de espécies comparadas com as outras famílias de Apoidea (Sakagami *et al.* 1967; Laroca 1974; Laroca *et al.* 1982; Schwartz-Filho 1993; Schlindwein 1998; Alves-dos-Santos 1999) (Tabela 2). No PEJVS a família Megachilidae com 13 espécies coletadas, ocupou a terceira posição em relação a riqueza de abelhas. Fato semelhante foi encontrado em alguns levantamentos realizados no Brasil (Sakagami *et al.* 1967; Laroca 1974; Bortoli & Laroca 1990; Faria & Camargo 1996; Alves-dos-Santos 1999). Em uma área de Cerrado na Bahia (Chapada da Diamantina), a família Megachilidae foi a que obteve maior número de espécies (Martins 1994) (cf. Tabela 2).

A família Halictidae apresentou 11,7% na diversidade de espécies coletadas neste trabalho. Em sete estudos realizados no Sul do Brasil (Tabela 2), foi registrado um maior percentual de espécies de Halictidae (Sakagami *et al.* 1967; Laroca 1974; Laroca *et al.* 1982; Bortoli & Laroca 1990; Zanella 1991; Schwartz-Filho 1993). Na Região Sudeste, a família Halictidae também foi a mais abundante em número de espécies (cf. Tabela 2) (Camargo & Mazucato 1984; Ramalho 1995). Esta família tem distribuição cosmopolita (Michener 1979), entretanto alguns gêneros são restritos à Região Neotropical (Moure & Hurd 1987). Segundo Michener (1979) e Roubik (1989), a família Halictidae apresenta maior diversidade de espécies na região Sul do Brasil, o que pode explicar a predominância desta família nos levantamentos realizados nesta região (cf. Tabela 2).

No nosso levantamento, assim como nos demais estudos citados acima, as famílias Colletidae e Andrenidae apresentaram a menor diversidade de espécies coletadas (cf. Tabela 2). Estas famílias são mais abundantes na Austrália e na Região Holártica, respectivamente

(Michener 2000). Estas diferenças da diversidade de espécies de cada família de abelha, em vários tipos de ecossistemas, segundo Roubik (1989) está sujeita a diferenças nas condições de nidificação na história da distribuição de cada grupo e na competição por recursos tróficos.

Na área de estudo, as espécies de Anthophoridae estão subordinadas a 21 gêneros, sendo registrada a maior riqueza de espécies nos gêneros *Centris* (12 espécies), *Ceratina* (5) e *Xylocopa* (5). Com relação à família Apidae, os gêneros *Eulaema* (3 espécies) e *Euglossa* (3) foram os mais numerosos. Na família Megachilidae foram encontrados 5 gêneros, sendo *Megachile* e *Dicranthidium* os que apresentaram maior número de espécies, respectivamente 5 e 3 (cf. Tabela 1).

Os resultados obtidos indicam um alto número de gêneros com poucas espécies (Tabela 1), concordando com a maioria dos levantamentos da apifauna realizados no Brasil. Ordenando o número de gêneros (G) representados pelos diferentes números de espécies (E), segundo o arranjo E/G, tem-se a seguinte seqüência: 1/28; 2/10; 3/5; 4/1; 5/4 e 12/1. Verificou-se que 57,1% são gêneros mono-específicos e a média do número de espécies por gênero é 2,1. Este percentual de gêneros - monoespecíficos foi semelhante ao observado em outros estudos que revelaram valores de 40 e 58% (Sakagami *et al.* 1967; Martins 1990; Bortoli & Laroca 1990). Neste levantamento encontramos algumas espécies novas como *Epicharis* sp. nova e *Bicolletes* sp.nova que estão sendo descritas por especialistas, as demais que estão em nível de gênero, possivelmente são raras e/ou novas espécies, uma vez que não puderam ser identificadas pelos mesmos.

No PEJVS das 102 espécies de abelhas encontradas, 41 foram espécies comuns nos levantamentos realizados; dessa maneira, 61 espécies são referência nova para a região do Nordeste (Tabela 3 e 4). Nos levantamentos da apifauna realizados até agora na região Nordeste do Brasil (Martins 1994 Casa Nova e Lençóis; Aguiar 1995; Silva 1998; Zanella 1999) foram encontradas cerca de 380 espécies de abelhas (Tabela 4). Deve-se destacar que as

espécies *Oxaea austera*, *Centris (Ptilotopus) sponsa* e *Melissoptila fiebrigi*, coletadas no PEJVS, são referidas também somente por Ducke (1908 e 1910 apud Zanella 1999).

A fauna de abelhas encontrada até o momento no Nordeste brasileiro mostra-se menos diversificada do que aquela encontrada na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, principalmente no estado do Rio Grande do Sul, onde já foram catalogadas mais de 500 espécies de abelhas (Alves-dos-Santos 1999). Em seu trabalho Alves-dos-Santos (1999) cita que a fauna de abelhas do Rio Grande do Sul é mais rica em número de espécies do que a encontrada nos campos do Paraná ou em áreas de Cerrado, e questiona "se a diversidade de espécies de Apoidea aumentaria dos pólos para o Equador ou, conforme Michener (1979), se a diversidade aumenta quando nos afastamos da faixa Tropical".

Fenologia das abelhas

O número de espécies de abelhas coletadas a cada mês, número de espécies de plantas floridas e a precipitação pluviométrica no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho estão representados na Figura 5.

As variações de temperatura ao longo do ano apresentam alguma diferença. Os meses mais quentes (outubro a dezembro) apresentam médias de temperaturas máximas entre 28 e 31°C, enquanto nos meses mais frios (maio a julho) as médias das temperaturas mínimas foram 18 a 20°C. As maiores precipitações ocorreram de maio a julho.

Na Figura 5 observa-se uma maior diversidade de abelhas coletadas em janeiro e fevereiro, correspondendo a estação seca, que apresenta baixa pluviosidade e outro pico de diversidade em setembro e dezembro. As depressões ocorridas nos meses de maior precipitação provavelmente devem-se às condições adversas de chuvas e temperaturas para esses animais.

De acordo com a Figura 6 a atividade das diferentes famílias de abelhas ocorreu praticamente por todo o ano. Anthophoridae destacou-se em número de espécies em todos os meses, assim como a família Apidae também foi ativa durante todo o período, porém com maior número de espécies coletadas a partir de março, época de transição. O período em que coletou-se maior número de espécies da família Anthophoridae foi em fevereiro de 1999 (16 espécies) e em Janeiro de 2000 (23), ambos no final da estação seca.

Anthophoridae visitou um total de 22 das 29 famílias de Angiospermas com representantes melitófilos, de acordo com nosso levantamento, sendo Fabaceae, Convolvulaceae e Lamiaceae as mais freqüentemente visitadas. *Melitoma segmentaria* (Anthophoridae) foi encontrada, preferencialmente, em espécies do gênero *Ipomoea*, semelhante ao relatado por Linsley & Macswain (1958) e Aguiar *et al.* (1995).

Apidae visitou flores de plantas de 21 famílias, sendo Asteraceae, Convolvulaceae, Marantaceae e Fabaceae as famílias que receberam o maior número de visitas. O maior número de espécies da família Apidae foi coletado em fevereiro e março.

Abelhas da família Megachilidae foram observadas em oito famílias de plantas. O maior número de espécies foi capturado em *Complaya trilobata* (Asteraceae). De todas as espécies desta família, somente *Megachile brasiliensis* não foi coletada em *C. trilobata*. A maior diversidade de espécies de Megachilidae é encontrada em janeiro.

Espécies de Halictidae visitaram nove famílias de plantas, sendo as principais, Rubiaceae, Caesalpiniaceae, Convolvulaceae e Fabaceae. O maior número de espécies coletadas desta família ocorreu em setembro e dezembro.

Abelhas da família Colletidae visitaram cinco famílias de plantas. *Bicolletes* sp. nova foi encontrada somente visitando flores de *Hydrocleis nymphoides*, uma planta aquática da família Limnocharitaceae. As espécies de *Bicolletes* sp. 1 e sp. 2 foram coletadas apenas em

junho (estação chuvosa) e *Colletes rufipes* e *Ptiloglossa* sp. em janeiro e fevereiro, respectivamente.

Andrenidae foi encontrada em seis famílias de plantas. *Acamptopoeum prinii* foi observada em flores de Asteraceae, Lamiaceae e Onagraceae; *Oxaea austera* visitou as espécies de *Crotalaria* (Fabaceae) e *Protomeliturga turnera*, que parece tratar-se de uma espécie oligolética, concentrou seu forrageio em *Turnera subulata* (Medeiros & Schlindwein 2000). A maior diversidade de espécies de Andrenidae foi registrada em agosto e setembro (Figura 6).

Em nosso levantamento observamos que representantes de espécies das seis famílias de abelhas que ocorrem na área estudada, apresentam atividade durante todo o ano (Figura 6), fato semelhante ao encontrado por Heithaus (1979), que também observou espécies de todas as famílias ao longo de todo o ano em uma área de clima tropical na Costa Rica. Sakagami *et al.* (1967) e Alves-dos-Santos (1999) citam que no Sul do Brasil as espécies das famílias Apidae e Halictidae apresentam atividade durante o ano todo, porém, as espécies das famílias Anthophoridae, Andrenidae, Colletidae e Megachilidae, apresentam ausência de atividades de vôo no inverno. Martins (1994) observou atividade das abelhas das famílias Apidae e Anthophoridae durante a maior parte do ano, enquanto que representantes das famílias Andrenidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae estiveram ativas principalmente na estação das chuvas.

O padrão tropical de atividade das diferentes famílias de Apoidea caracteriza-se pela ausência de uma significativa mudança sazonal, com uma variação no número de espécies e indivíduos em atividade ao longo do ano (Sakagami *et al.* 1967). As atividades das abelhas no Brejo dos Cavalos, de modo geral, seguem o padrão tropical. Quanto à utilização dos recursos entre as espécies de abelhas foi observada pouca sobreposição, indicando que a exploração de

diferentes recursos florais pode ser um mecanismo adaptativo de divisão de recursos nesta comunidade.

Aspectos florísticos

Foram listadas 63 espécies de plantas subordinadas à 29 famílias cujos recursos florais eram utilizados por abelhas (Tabela 5). Entre estas espécies, predomina o hábito herbáceo (52%) (Figura 7). As famílias que contribuíram com maior número de espécies visitadas por abelhas foram Fabaceae (8 espécies), Convolvulaceae (7), Asteraceae (6), Caesalpiniaceae (3), Melastomataceae (3), Mimosaceae (3) e Passifloraceae (3).

A flora apícola do Parque João Vasconcelos Sobrinho caracterizou-se pela riqueza de espécies de Fabaceae. Fato semelhante foi encontrado no estudo feito na Chapada Diamantina, Lençóis-Bahia em uma área de 700m de altitude (Martins 1995), e em uma Floresta Tropical na Costa Rica, onde, além das espécies da família Fabaceae destacaram-se também as de Mimosaceae (Heithaus 1979). Nos levantamentos das espécies visitadas por abelhas, no Paraná, Santa Catarina e São Paulo, os estudos revelaram uma maior proporção de visitas a espécies das famílias Asteraceae e Lamiaceae (Sakagami *et al.* 1967; Laroca 1974; Hakim 1983; Orth 1983; Bortoli & Laroca, 1990) e Leguminosae e Asteraceae (Laroca *et al.* 1982; Camargo & Mazucato, 1984; Harley & Simmons, 1986; Pirani & Cortopassi-Laurino 1994). Como pode-se notar através dos dados nos diferentes levantamentos realizados, a família Asteraceae tem sido apontada como uma das mais ricas em espécies e mais visitadas pelas abelhas, provavelmente devido a família ser uma das maiores das Angiospermas e pela sua ampla distribuição.

Para a caracterização da predominância de visitas de abelhas nas espécies vegetais em nível de família, deve-se levar em conta aspectos importantes, como o tamanho das áreas

amostradas, o número e tipos de habitats amostrados e principalmente a fisionomia da vegetação em estudo (Michener 2000). Grande parte dos levantamentos de flora apícola no Brasil foram realizados em locais com vegetação do tipo campo secundário do Paraná e Santa Catarina, jardins localizados em centros urbanos e em zonas rurais de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Na Costa Rica, os levantamentos foram realizados em Floresta Tropical, Floresta de Carvalhos e Campo Secundário. Para o Nordeste brasileiro foram realizados em Caatinga e Restinga (Paraíba) e no Cerrado (Bahia). Em áreas de Brejos de Altitude até o momento não havia qualquer levantamento realizado com espécies vegetais utilizadas pelas abelhas como recurso trófico. Devido à inexistência de levantamentos nesse ecossistema, foi feita uma comparação geral com outros ecossistemas, na tentativa de observar padrões das comunidades de espécies vegetais utilizadas pelas abelhas.

Espécies de plantas predominantemente visitadas

No PEJVS, as espécies que apresentaram maior diversidade de abelhas visitantes foram: *Complaya trilobata* (Asteraceae) (40%), *Ipomoea* cf. *bahiensis* (Convolvulaceae) (16%), *Sarante klotzschiana* (Marantaceae) (12%), *Clitoria fairchildiana* (Fabaceae) (11%), *Turnera subulata* (Turneraceae) (11%) e *Borreria verticilata* (Rubiaceae) (10%).

Complaya trilobata (Asteraceae) (Figura 2), espécie herbácea, com capítulos com flores liguladas de coloração amarela, recebeu a visita de 40 espécies de abelhas, das quais 12 espécies eram da família Anthophoridae e 12 da família Megachilidae. *Complaya trilobata* floresce durante os meses de novembro a abril.

Ipomoea cf. *bahiensis* (Convolvulaceae), espécie trepadeira, com flores infundibuliforme, de coloração lilás e com grande quantidade de pólen, recebeu a visita de 16

espécies de abelhas, sendo sete da família Anthophoridae e seis da família Apidae. *Ipomoea* cf. *bahiensis* floresceu nos meses de maio a agosto.

Saranthe klotzschiana (Marantaceae) (Figura 2), espécie herbácea, com inflorescências próximas ao solo com flores alvas de tamanho pequeno, recebeu a visita de 12 espécies de abelhas, das famílias Apidae (6 espécies), Anthophoridae (5) e Colletidae (1), sendo esta última espécie de abelha (*Ptiloglossa* sp.) pouco coletada em todo o Brasil, provavelmente de hábito matutino, uma vez que a antese de *S. klotzschiana* inicia às 4 horas da manhã. *S. klotzschiana* apresenta uma população muito grande na área de estudo e sua floração ocorreu nos meses de janeiro a abril, representando importante fonte alimentar (Locatelli & Machado submetido).

Clitoria fairchildiana (Fabaceae) espécie arbórea, apresenta flores em estandarte, relativamente grandes e de coloração branca com detalhes roxo-claro. Recebeu a visita de 11 espécies de abelha, todas de tamanho relativamente grande, sendo sete da família Anthophoridae e três de Apidae. As espécies de *Eulaema* foram muito frequentes e abundantes nessa planta. Na área de estudo, *Clitoria fairchildiana* apresenta somente um único indivíduo que floresceu nos meses de dezembro a fevereiro.

Turnera subulata (Turneraceae) (Figura 2), espécie perene, herbácea, apresenta flores com ca. de 5cm de diâmetro e coloração amarela clara. Recebeu a visita de 11 espécies de abelhas, sendo seis da família Anthophoridae, três espécies da família Apidae e uma espécie de Halictidae. *Protomeliturga turnera* da família Andrenidae foi somente observada em flores de *Turnera subulata*.

Borreria verticilata (Rubiaceae), espécie herbácea, perene, com inflorescências em capítulo e flores de coloração branca-esverdeada, recebeu a visita de 10 espécies de abelhas, principalmente da família Halictidae.

Diversidade mensal das espécies vegetais e de abelhas.

◆Estação seca

Outubro: Mês que marca o início da estação seca. A ocorrência de chuvas é quase inexistente neste mês, diminuindo a diversidade das plantas floridas, assim como o número de abelhas visitantes. Entretanto, este foi o mês no qual a floração de *Bowdichia virgilioides* teve início, representando um recurso importante para as abelhas devido a escassez de espécies floridas e ao grande número de indivíduos dessa espécie na área de estudo. Em 1999 poucos indivíduos (ca. de 3) de *B. virgilioides* floresceram, diferente do ano anterior (ca. de 15), quando representou importante recurso para as abelhas. *Bowdichia virgilioides* é uma espécie que atrai grande diversidade de abelhas, principalmente do gênero *Centris*.

Novembro: Este foi o mês com a menor precipitação pluviométrica. O número de espécies de plantas visitadas por abelhas foi baixo e a diversidade de abelhas foi a mais baixa registrada. *Vismia guianensis* (Clusiaceae) representou um recurso importante para as abelhas. Foi também o início da floração de *Complaya trilobata*.

Dezembro: Neste mês a ocorrência de chuvas foi baixa semelhante ao mês anterior, entretanto o número de espécies vegetais aumentou em relação ao mês de novembro. Início da floração de *Byrsonima crista*, com um número alto de indivíduos floridos. *Complaya trilobata* foi a espécie que recebeu maior diversidade de visitas de abelhas.

Janeiro: Apresentou alta diversidade de plantas floridas e visitadas pelas abelhas. Este foi o mês em que ocorreu o pico do número de espécies de abelhas coletadas, sendo *Clitoria fairchildiana* a espécie em que foi observada a maior diversidade de abelhas.

Fevereiro: A diversidade de plantas diminuiu, porém a diversidade de abelhas continuou alta. *Sarothra klotzschiana* foi a espécie que recebeu maior número de espécies de abelhas visitantes.

◆Transição

Março: A diversidade das plantas floridas foi baixa. Ocorreu uma grande queda na diversidade de abelhas. *Byrsonima crista*, *Sarothra klotzschiana* e *Complaya trilobata* foram as espécies mais importantes como fonte de recurso floral para as abelhas.

Abril: O número de espécies floridas manteve-se semelhante ao mês anterior assim como a diversidade de abelhas. *Ipomoea* sp. e *Borreria verticillata* foram as espécies que receberam maior número de espécies de abelhas visitantes.

◆Estação úmida

Maior: Este mês representa o início do período úmido. No ano de 1998 a diversidade de plantas e de espécies de abelhas neste mês foi relativamente baixa. Em 1999 e 2000 a precipitação pluviométrica teve um aumento significativo e o número de espécies em floração foi bem maior em relação ao ano anterior. Espécies de Asteraceae como, *Bidens pilosa* e *Emilia fosbergii* foram as espécies predominantemente mais visitadas.

Junho: A diversidade das espécies vegetais floridas aumentou significativamente, enquanto a diversidade das abelhas apresentou modesto aumento em relação ao mês anterior. As famílias com maior número de espécies de abelhas visitantes foram Caesalpiniaceae e Fabaceae.

Julho: Início do pico de espécies em floração, entretanto o número de espécies de abelhas continuou baixo. Espécies de Caesalpiniaceae e Fabaceae foram as mais importantes como fonte de recursos para as abelhas neste período.

Agosto: Neste mês ocorreu o maior número de espécies vegetais em floração. A diversidade de abelhas, porém, permaneceu semelhante ao mês anterior. *Ipomoea* cf.

bahiensis recebeu o maior número de espécies de abelhas. Em 1999, agosto marcou o início da estação seca.

Setembro: Neste mês ainda é alta a ocorrência de espécies floridas, observando-se apenas uma pequena diminuição na diversidade das plantas floridas. Entretanto, o número de espécies de abelhas visitantes aumentou em relação ao mês anterior. *Borreria scabiosoides*, *B. verticilata*, *Ludwigia hyssopifolia* e *Turnera subulata* foram as espécies que receberam maior número de visitas. Em 1999 ocorreu um maior número de plantas em floração e maior número de espécies de abelhas, provavelmente devido à uma maior precipitação em relação ao ano anterior.

Fenologia de floração

No PEJVS, no geral, o pico de espécies floridas visitadas por abelhas ocorreu no final da estação úmida (julho-agosto), entretanto a maior diversidade de espécies de abelhas ocorreu no final da estação seca (janeiro e fevereiro) (Figura 5). As espécies herbáceas representam cerca de 42,8% (27 spp.) das plantas floridas e visitadas por abelhas (Figura 7). Ocorrem recursos tróficos para as abelhas durante todo o ano (Tabela 6), porém com maior abundância no final da estação úmida e início da estação seca. Em novembro ocorreu tanto a menor diversidade de espécies vegetais como a menor diversidade de abelhas visitantes, ou seja, na metade da estação seca, diminuindo consideravelmente os recursos alimentares para as abelhas, principalmente entre as espécies herbáceas. Os recursos florais disponíveis nesta estação foram propiciados principalmente por espécies arbóreas como *Byrsonima crista* (Malpighiaceae) e *Machaerium agustifolium* (Fabaceae).

De acordo com os dados e com o Coeficiente de Spearman não houve correlação entre o número de espécies de abelhas com o número de espécies de plantas visitadas e a maior

diversidade de abelhas na estação seca. Heithaus (1979), em uma floresta tropical da Costa Rica, obteve dados semelhantes ao presente trabalho, não encontrando correlação entre o número de espécies floridas e o de espécies de abelhas. De acordo com o autor, a diversidade de espécies de abelhas em cada mês esteve mais fortemente correlacionada com fatores climáticos (umidade) do que com o número de espécies de plantas floridas. Entretanto, vários autores têm observado uma elevada correspondência entre o número de espécies de plantas floridas e o número de espécies de abelhas (Cure 1983; Laroca *et al.* 1982; Martins 1990, Schwartz-Filho 1993; Aguiar & Martins 1997; Aguiar *et al.* 1995).

Algumas espécies vegetais provavelmente são mais atrativas às abelhas por possuírem maior número de indivíduos floridos e/ou mais recursos tróficos em comparação a outras que não apresentam tais características, como foi o caso de *Complaya trilobata* que recebeu visitas de 40 espécies de abelhas, provavelmente devido a sua população ser relativamente grande e de fácil visibilidade; *Saranthe* aff. *klotzchiana* que recebeu visitas de 12 espécies de abelhas, também apresenta uma vasta população, com os indivíduos concentrados próximos uns dos outros; assim como em *Turnera subulata* (recebeu visitas de 11 espécies de abelhas) e *Clitoria fairchildiana* (igualmente 11), que, apesar de apresentar somente um indivíduo na área de estudo, ofereceu uma grande quantidade de flores por dia. Estas espécies representaram importantes fontes de recursos e provavelmente exerceram forte influência sobre a estrutura da comunidade de abelhas, pois suas florações coincidiram com a época de maior diversidade de abelhas coletadas.

Em uma área de Restinga no litoral da Paraíba (Silva 1998) a família Lythraceae representada por *Cuphea flava*, que apresentava grande concentração de indivíduos, obteve o maior número de visitas de abelhas (56,5%) e, em alguns períodos, representou praticamente a única fonte de alimento para as abelhas.

A diversidade de insetos visitantes pode não só estar relacionada com o número de espécies vegetais floridas que oferecem recursos alimentares aos visitantes, como provavelmente estar relacionada à abundância do número de indivíduos floridos para cada espécie, aumentando consideravelmente os recursos alimentares (Mantovani & Martins 1988; Schwartz-Filho 1993). Em nosso estudo também observamos que a abundância de recurso oferecido por uma determinada espécie de planta, seja através de vários indivíduos ou mesmo de poucos, como foi o caso de *Clitoria fairchildiana*, é um fator extremamente importante e exerce grande influência na variação da diversidade de insetos. Segundo Janzen (1983), a floração sazonal de espécies que apresentam importância como fonte alimentar para animais de determinada região, influencia fortemente o ciclo de vida destes, devido a variabilidade na disposição dos recursos alimentares. De acordo com Heithaus (1979), as estratégias de floração possuem um significativo papel na dinâmica das relações abelha-planta, podendo influenciar mudanças nos padrões de utilização dos recursos florais pelas espécies de abelhas.

Em levantamentos realizados em área úmida (campo) no Paraná, Bortoli & Laroca (1990) indicam que a floração acompanha as variações climáticas e que as espécies de plantas visitadas por abelhas são mais abundantes na primavera até fins do verão, meses de maior temperatura e precipitação na área de estudo. Sakagami *et al.* (1967) citam que no Paraná a variação sazonal do número de espécies de plantas visitadas reflete as flutuações na temperatura. Martins (1990) indica que na Caatinga a variação sazonal do número de espécies de plantas visitadas por abelhas está relacionada com a distribuição espaço-temporal das chuvas. Segundo Aguiar (1995) em Caatinga, a estação seca é caracterizada por uma baixa diversidade de plantas visitadas, pois há poucas espécies florescendo, gerando grande escassez de recursos alimentares para as abelhas. Aguiar (1994) e Aguiar (1995) mencionaram que o padrão de floração das plantas na Caatinga exerce forte influência sobre a estrutura da comunidade de abelhas, e que a disponibilidade de recursos florais na estação

chuvosa, parece ser o fator determinante da elevada diversidade de espécies de abelhas. No presente trabalho, as variações de floração das espécies acompanharam os eventos climáticos, evidenciando a influência dos fatores abióticos, principalmente da precipitação, ocorrendo maior número de espécies floridas nos meses mais úmidos. Entretanto, no PEJVS a maior diversidade de abelhas ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro final da estação seca, meses de temperaturas elevadas e baixas precipitações, ou seja, a elevada diversidade das espécies de plantas em floração não foi um fator determinante para aumentar o número de espécies de abelhas coletadas.

Os padrões de floração sofrem interferências de forças seletivas abióticas e bióticas, como fatores edáficos e climáticos, competição por polinizadores e dispersores (Frankie *et al* 1974). Entretanto, apesar de ser reconhecido que a fenologia é influenciada pelas condições climáticas, alguns padrões fenológicos são decorrentes de fatores internos, determinados geneticamente (Kochmer & Handel, 1986). A competição por polinizadores é considerada um dos fatores determinantes na evolução dos períodos de floração dentro de comunidades de plantas (Mosquim, 1971). Porém é difícil comprovar a correlação entre variação sazonal de polinizadores e floração (Heithaus 1974; Morellato 1991). Entretanto, Faegri & Pijl (1979) citam que no caso de insetos polinizadores, há evidências da adaptações de ciclo de vida e reprodutivo destes aos períodos de floração.

Relação entre famílias de plantas e de abelhas

Das 29 famílias de plantas utilizadas pelas abelhas como fonte de pólen, néctar e/ou óleo, Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Marantaceae, Rubiaceae e Turneraceae, foram as que receberam maior diversidade de espécies de abelhas ocorrentes no

Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, totalizando cerca de 64%. As outras famílias de plantas receberam juntas 36% do total de diversidade de espécies de abelhas.

A figura 8 apresenta a proporção de visitas das seis famílias de abelhas às famílias de plantas mais procuradas.

O espectro de visitantes nas flores da família Asteraceae foi o maior, principalmente devido à espécie *Complaya trilobata*. Um total de 56 espécies de abelhas visitaram as flores de Asteraceae, destacando membros da família Megachilidae, que visitaram predominantemente espécies desta família.

Fabaceae foi a segunda família a receber visitas de um maior número de espécies de abelhas, com ca. de 40 espécies, principalmente da família Anthophoridae (27 spp.).

Convolvulaceae foi a terceira família, tendo recebido visita de 22% de espécies de abelhas. O maior número de espécies de abelhas visitantes foi da família Anthophoridae (7 spp.). Não foi registrada nenhuma visita de espécies da família Andrenidae.

Lamiaceae recebeu visitas de abelhas da família Anthophoridae (14 spp.), Megachilidae (4) e Andrenidae (3). Em Marantaceae foram registradas visitas de espécies das famílias Apidae (6 spp.), Anthophoridae (5) e Colletidae, e em Rubiaceae foram observadas visitas de espécies de Halictidae (7 spp.) e Anthophoridae (6). A maior parte de espécies de abelhas que visitaram Turneraceae pertence a família Anthophoridae.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com sua localização e característica, a riqueza de espécies de abelhas na área de estudo foi relativamente alta (102 spp.), se considerarmos que esse ecossistema encontra-se fragmentado, descontínuo e isolado, comparável a uma “ilha” de condições relativamente estáveis e compararmos com a riqueza de espécies de abelhas observada em

outras áreas: no Paraná e São Paulo, em Campo Secundário, com 167 espécies de abelhas (Sakagami *et al.* 1967) e 160 espécies (Laroça 1974); em área urbana, com 74 espécies (Laroça *et al.* 1982), 123 espécies (Cure 1983), 165 espécies (Bortoli & Laroça 1990) e 133 espécies (Pirani & Cortopassi-Laurino 1994); em Cerrado e Mata Atlântica 212 espécies (Camargo & Mazucato 1984).

Em áreas de mata seca (Caatinga), uma em Casa Nova - Bahia e a outra em São João do Cariri - Paraíba, foram coletadas respectivamente 42 (Martins 1994) e 45 espécies (Aguilar 1995). Numa área de Restinga do litoral paraibano, foram coletadas 36 espécies (Silva 1998). Dentre as áreas neotropicais estudadas, estes locais obtiveram a menor diversidade de abelhas. Segundo Michener (1979), a diversidade das espécies de abelhas é maior em regiões de clima áridos temperados comparados com a de regiões de clima áridos tropicais.

As modificações físicas e biológicas em áreas fragmentadas pode levar a extinção de certas espécies e causar transformações irreversíveis em outras. Com o surgimento de novas condições, as populações de algumas espécies são favorecidas e de outras prejudicadas ou extintas, o que pode levar a modificações ainda maiores na dinâmica das relações já existentes (Laroça *et al.* 1982).

A redução da área florestal e a substituição de espécies da floresta nativa são alguns dos processos que contribuem para a diminuição da diversidade (Wilcox 1980). De acordo com a teoria da relação de área e riqueza de espécies de MacArthur & Wilson (1967), a diversidade de espécies no fragmento é reduzida com a diminuição da área florestal, pois muitas espécies tornam-se localmente extintas devido à dependência absoluta que os organismos têm de ambientes apropriados. Para a conservação da diversidade de espécies se faz necessário o conhecimento das conseqüências da fragmentação (Zuidema *et al.* 1996). A falta de conhecimento e a escassez de pesquisas são alguns dos problemas da conservação em ambientes tropicais e para se fazer avaliações precisas e recomendações, é necessário saber

quais espécies estão presentes, suas propriedades biológicas e as possíveis vulnerabilidade à mudanças ambientais (Wilson, 1985).

5. CONCLUSÕES

De modo geral observou-se que a proporção do número de espécies de abelhas assemelha-se ao padrão observado em outros ecossistemas brasileiros. A família Anthophoridae obteve o maior número de espécies coletadas, enquanto as famílias Colletidae e Andrenidae apresentaram a menor diversidade de espécies, semelhante à outros levantamentos nos trópicos. O maior número de espécies das seis famílias de abelhas ocorrentes no local de estudo foi coletado durante a estação seca, com o pico de diversidade de abelhas nos meses de janeiro e fevereiro, setembro e dezembro.

No PEJVS, de maneira geral, o pico de espécies floridas visitadas por abelhas ocorreu na estação úmida (julho-agosto), sendo que as herbáceas, representaram a maior porcentagem (42,8%) de espécies floridas nesta estação, entretanto a maior diversidade de espécies de abelhas ocorreu no final da estação seca (janeiro e fevereiro). Existem recursos tróficos para as abelhas durante todo o ano. Das 29 famílias de plantas utilizadas pelas abelhas como fonte de pólen, néctar e/ou óleo, Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Marantaceae, Rubiaceae e Turneraceae, foram as que receberam maior diversidade das famílias de abelhas ocorrentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, totalizando cerca de 64%.

Em geral, as famílias de abelhas presentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho apresentaram padrões fenológicos semelhantes ao freqüentemente encontrados nas comunidades de outras áreas de clima tropical, em que as abelhas são ativas durante todo o ano.

Como é natural em levantamentos da apifauna, principalmente em áreas nunca estudadas, surgem sempre espécies novas para a ciência, raras e/ou duvidosas, o que exige, muitas vezes, o acompanhamento de trabalhos paralelos sobre taxonomia de abelhas. Devido à grande diversidade e complexidade das interações planta-abelha e sua relação com eventos bióticos e abióticos, assim como a história natural das populações de plantas e abelhas na comunidade do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, são necessários outros estudos detalhados e de longo prazo, assim como em outras áreas de Brejos de Altitude, para esclarecer e confirmar as observações aqui levantadas e sugeridas.

6. TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Abelhas coletadas e relação plantas visitadas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no período de maio/1998 a julho/2000.

	FAMÍLIAS	ESPÉCIES	PLANTAS VISITADAS (código na Tab. 5)
1	Andrenidae	<i>Acamptopoeum prinii</i> (Holmberg, 1884)	5, 52
2		<i>Oxaea austera</i> Gerstaecker, 1867	28, 29
3		<i>Protomeliturga turnerae</i> (Ducke, 1912)	66
4		<i>Psaenythia variabilis</i> Ducke, 1910	35, 65
5	Anthophoridae	<i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius), 1793	17, 18, 21, 52
6		<i>Ancyloscelis</i> sp.	18, 21, 57
7		<i>Arhysoceble huberi</i> (Ducke, 1908)	5, 61
8		<i>Caenonomada unicalcarata</i> (Ducke, 1908)	36
9		<i>Centris aenea</i> (Lepeletier, 1841)	5, 9, 44, 61, 66
10		<i>Centris (Hetecentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	10, 18, 19, 25, 33
11		<i>Centris (Centris) caxiensis</i> (Ducke, 1910)	35
12		<i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)	31, 47
13		<i>Centris (Paramisia) fuscata</i> Lepeletier, 1841	9, 26, 27, 59, 66
14		<i>Centris (Paracentris) hyptidis</i> Ducke, 1908	coletada em vôo
15		<i>Centris (Xanthemisia) lutea</i> Friese, 1899	31
16		<i>Centris obscuriventris</i>	56
17		<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854	31, 25
18		<i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1848)	18, 33, 61
19		<i>Centris</i> sp. 1	34
20		<i>Centris</i> sp. 2	5, 26, 27
21		<i>Ceratina (Calloceratina) chloris</i> (Fabricius, 1804)	18
22		<i>Ceratina (Crewella) maculifrons</i> Smith, 1844	66
23		<i>Ceratina cf. portoi</i> Friese, 1910	1, 5, 15, 56, 58, 61, 67
24		<i>Ceratina richardsoniae</i> (Schroottky, 1909)	1, 5, 15, 18, 42, 43, 66
25		<i>Ceratina</i> sp.	1, 16
26		<i>Epicharis (Epicharana) flava</i> Friese, 1900	26, 27, 31, 48, 49, 50
27		<i>Epicharis (Xanthepicharis) bicolor</i> (Smith, 1854)	48
28		<i>Epicharis (Epicharoides) sp. 1 nova</i>	44
29		<i>Epicharis</i> sp. 2	17
30		<i>Exomalopsis</i> sp. 1	12, 14
31		<i>Exomalopsis</i> sp. 2	5, 14, 21, 57
32		<i>Exomalopsis</i> sp. 3	14
33		<i>Florilegus (Euflorilegus) festivus</i> (Smith, 1854)	coletada em vôo
34		<i>Florilegus similis</i> Urban, 1970	coletada em vôo
35		<i>Melissodes</i> sp.	52
36		<i>Melissoptila fiebrigi</i> Brethes, 1909	5, 6, 18, 21, 43, 66
37		<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	11, 18, 21, 57
38		<i>Melitoma</i> sp.	21, 56, 66
39		<i>Melitoma grisescens</i> (Ducke, 1907)	5, 20
40		<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius, 1804)	36
41		<i>Mesoplia similis</i> Schrottky, 1920	44
42		<i>Mesoplia</i> sp.	coletada em vôo
43		<i>Osiris</i> sp.	5, 6
44		<i>Paratetrapedia</i> sp.	coletada em vôo
45		<i>Tapinotaspis</i> sp.	6, 14, 57, 58
46		<i>Tetrapedia clypeata</i> Friese, 1899	12, 14
47		<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	coletada em vôo
48		<i>Triepeolus buchwaldi</i> (Friese, 1908)	coletada em vôo
49		<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepeletier, 1841)	10, 21
50		<i>Rhathymus acutiventris</i> Friese, 1906	44
51		<i>Rhathymus bicolor nigripes</i> Friese, 1912	44
52		<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> Ducke, 1910	33
53		<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	26, 61
54		<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i> Lepeletier, 1841	26, 32

FAMÍLIAS		ESPÉCIES	PLANTAS VISITADAS (código na Tab. 5)
55	Apidae	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	5, 9, 26, 31, 56
56		<i>Xylocopa (Schoenherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)	26, 27
57		Indeterminada 1	5
58		Indeterminada 2	5
59		<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	4, 5, 7, 8, 14, 23, 44, 51, 63, 65, 66
60		<i>Bombus (Fervidobombus) brevivillus</i> Franklin, 1913	3, 5, 48
61		<i>Eufriesea</i> sp.	44
62		<i>Euglossa (Glossurella) carinilabris</i> Dressler, 1982	18, 44
63		<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebelo & Moure, 1985	18, 44
64		<i>Euglossa (Euglossa)</i> spn.	18
65		<i>Eulaema bombiformis</i> Packard, 1869	26, 40, 41, 44
66		<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	26, 40, 44
67	Colletidae	<i>Eulaema nigrita</i> (Lepeletier, 1841)	26, 31, 33, 60
68		<i>Melipona scutellaris</i> Latreille, 1811	11, 14, 17, 37, 44, 62
69		<i>Plebeia</i> (gr. minima) (Gribodo, 1893)	1, 18, 19, 20, 52,
70		<i>Tetragonisca angustula</i> (Schwarz, 1938)	1, 18, 57, 66
71		<i>Tetragonisca</i> sp.	6
72		<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	5, 14, 18, 24, 38, 39, 45, 53, 54, 55, 56, 66
73		<i>Bicolletes</i> sp. 1 nova	39, 46
74		<i>Bicolletes</i> sp. 2	2, 5
75		<i>Hylaeus</i> sp.	5
76		<i>Ptiloglossa</i> sp.	44
77		<i>Colletes rufipes</i> Smith, 1879	5
78	Halictidae	<i>Agapostemon chapadensis</i> Cockerell, 1900	5, 66
79		<i>Agapostemon semimelleus</i> Cockerell, 1900	5, 6, 57,
80		<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp. 1	5, 21, 30, 52, 58
81		<i>Augochlora</i> sp. 2	21, 39, 58
82		<i>Augochloropsis hebesceus</i> Smith, 1879	12, 13, 14
83		<i>Augochloropsis cupreola</i> Cockerell, 1900	5, 14, 18, 39, 58
84		<i>Augochloropsis</i> sp. 1	5, 12, 14, 57
85		<i>Augochloropsis</i> sp. 2	5, 6, 58
86		<i>Augochloropsis</i> sp. 3	5, 6
87		<i>Dialictus (Chloralictus)</i> sp.	5, 18, 20, 52,
88		<i>Megalopta</i> sp.	coletada em voo
89		<i>Pseudaugochloropsis pandora</i> (Smith, 1853)	5, 26, 30, 48, 57
90	Megachilidae	<i>Coelioxys punctipennis</i> Cresson, 1878	5, 35, 48
91		<i>Coelioxys</i> sp.	5, 48
92		<i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke, 1907)	5, 58, 61
93		<i>Dicranthidium soniae</i> Urban, 1992	5
94		<i>Dicranthidium</i> sp.	5
95		<i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky, 1905)	5
96		<i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken, 1930)	5
97		<i>Megachile (Melanosarus) brasiliensis</i> Dalla Torre, 1896	36
98		<i>Megachile (Acentron)</i> sp. 1	5, 6, 14, 22
99		<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp. 2	5
100		<i>Megachile</i> sp. 3	5, 22
101		<i>Megachile</i> sp. 4	5, 6, 34
102		Indeterminada 3	5

Tabela 2. Diversidade das espécies, organizada por abundância de família de Apoidea, coletados no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no Período de maio/1998 a julho/2000, comparada com alguns estudos desenvolvidos no Brasil. **AD**= Andrenidae; **AP**= Apidae; **AT**= Anthophoridae; **CO**= Colletidae; **HA**= Halictidae e **MG**= Megachilidae.

Ecossistemas	Região	Nº. ssp. coletadas	Diversidade das espécies por família de Apoidea	Referências
Brejo de Altitude	Pernambuco Nordeste	102	AT > AP > MG > HA > CO > AD	Este trabalho
Caatinga arbórea	Bahia Nordeste	42	AT > AP > MG > HA > CO > AD	Martins (1994)
Restinga	Paraíba Nordeste	36	AT > MG > AP > HA > CO	Silva (1998)
Caatinga arbustiva	Paraíba Nordeste	45	AT > MG > HA > AP > AD > CO	Aguiar & Martins (1997)
Mata secundária	Minas Gerais Centro-oeste	98	AT > HA > MG > AP > CO > AD	Cure <i>et al.</i> (1992)
Campo rupestre	Minas Gerais Centro-oeste	107	AT > HA > MG > AP > CO	Faria & Camargo (1996)
Pampa xerofítico	Rio Grande do Sul Sul	245	AT > HA > MG > CO > AD > AP	Schindwein (1998)
Cerrado	São Paulo Sudeste	194	AT > MG > HA > AP > CO > AD	Pedro & Camargo (1991)
Floresta Atlântica (Planalto)	São Paulo Sudeste	169	HA > AT > AP > MG > CO > AD	Ramalho (1995)
Campo secundário	Paraná Sul	167	HA > AT > MG > AD > CO > AP	Sakagami <i>et al.</i> (1967)
Área suburbana	Paraná Sul	161	HA > AT > MG > CO > AD > AP	Laroca (1974)
Área urbana	Paraná Sul	74	HA > AT > AP > AD > CO > MG	Laroca <i>et al.</i> (1982)
Área urbana	Paraná Sul	123	HA > AT > MG > AD > CO > AP	Hakim (1983)
Área urbana	Paraná Sul	167	HA > AT > MG > AD > CO > AP	Bortoli & Laroca (1990)
Restinga (Ilha do Mel)	Paraná Sul	75	HA > AT > AP = CO > MG	Zanella (1991)
Mata secundária (Ilha das Cobras)	Paraná Sul	57	HA > AT > CO > MG > AP	Schwartz-Filho (1993)
Cerrado gramíneo lenhoso	Bahia Nordeste	147	MG > AT > HA > AP > CO > AD	Martins (1994)

Tabela 3. Comparação de espécies de abelhas encontradas nos levantamentos da apifauna realizados na região Nordeste do Brasil, em comum com as encontradas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

Espécies de abelhas comuns Brejo de Altitude/Pernambuco (Este trabalho)	Caatinga Bahia Martins 1994	Caatinga Paraíba Aguiar 1995	Caatinga Nordeste Zanella 1999	Cerrado Bahia Martins 1994	Restinga Paraíba Silva 1998
Andrenidae					
<i>Acamptopoeum prinii</i>	-	-	+	+	-
<i>Protomeliturga turnerae</i>	-	+	+	-	-
<i>Oxaea austera</i>	-	-	+	-	-
<i>Psaenythia variabilis</i>	-	-	+	-	-
Anthophoridae					
<i>Ancyloscelis apiformis</i>	-	-	+	+	-
<i>Arhysoceble huberi</i>	-	-	+	-	-
<i>Caenonomada unicalcarata</i>	+	+	+	-	-
<i>Centris aenea</i>	+	-	+	+	+
<i>Centris (Hetecentris) analis</i>	-	-	+	+	-
<i>Centris (Centris) caxiense</i>	+	-	+	-	+
<i>Centris (Centris) flavifrons</i>	-	-	-	-	+
<i>Centris (Paramisia) fuscata</i>	+	+	+	+	+
<i>Centris (Paracentris) hyptidis</i>	-	+	+	+	-
<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i>	-	-	+	-	-
<i>Ceratina (Crewella) maculifrons</i>	-	-	+	-	-
<i>Epicharis (Epicharana) flava</i>	-	-	-	+	-
<i>Epicharis (Xanthepicharis) bicolor</i>	-	-	-	-	+
<i>Florilegus (Euflorilegus) festivus</i>	-	-	+	-	+
<i>Florilegus similis</i>	-	-	+	+	+
<i>Melissoptila fiebrigi</i>	-	-	+	-	-
<i>Melitoma grisescens</i>	-	+	-	-	-
<i>Melitoma segmentaria</i>	-	-	+	-	-
<i>Mesochoria bicolor</i>	-	-	-	+	-
<i>Tetrapedia diversipes</i>	+	-	+	+	-
<i>Thygater (Thygater) analis</i>	-	-	-	+	-
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i>	-	-	+	-	+
<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i>	+	-	+	+	+

Tabela 3. Continuação

<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i>	☞	☞	☞	☞	☞
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i>	-	-	☞	☞	☞
<i>Xylocopa (Schoenherria) muscaria</i>	-	-	☞	☞	☞
Apidae					
<i>Apis mellifera</i>	☞	☞	☞	☞	☞
<i>Bombus (Fervidobombus) brevivillus</i>	-	-	☞	☞	-
<i>Eulaema cingulata</i>	-	-	-	☞	-
<i>Eulaema nigrita</i>	-	☞	☞	☞	☞
<i>Trigona spinipes</i>	☞	☞	☞	☞	☞
Colletidae					
<i>Colletes rufipes</i>	-	-	☞	☞	-
Halictidae					
<i>Agapostemon chapadensis</i>	-	-	-	☞	-
<i>Pseudaugochloropsis pandora</i>	-	☞	☞	☞	-
Megachilidae					
<i>Dicranthidium arenarium</i>	☞	-	☞	☞	-
<i>Epanthidium tigrinum</i>	-	-	☞	-	☞
TOTAL DE ESPÉCIES COMUNS	10	10	31	24	16
TOTAL GERAL = 102 espécies					
(41 ESPÉCIES EM COMUM)					

Legenda: ☞ espécie comum; - espécie não comum

Tabela 4. Comparação do número de espécies de abelhas encontradas nos levantamentos da apifauna realizados na região Nordeste do Brasil.

Levantamentos da apifauna realizados no Nordeste do Brasil	Número de espécies citadas	Espécies comuns entre os levantamentos	Número de espécies citadas como nova referência para o Nordeste
Este trabalho	102	41	61
Martins 1994 - Casa Nova	42	23	19
Martins 1994 - Lençóis	147	40	107
Aguiar 1995	45	22	23
Silva 1998	36	25	11
Zanella 1999	193	37	157
TOTAL GERAL			380 Espécies

Tabela 5. Espécies vegetais visitadas por abelhas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, no período de maio/1998 a julho/2000.

FAMÍLIAS	Código	ESPÉCIES	FLORAÇÃO
Acanthaceae	1	<i>Ruellia germiniflora</i> Humb	dezembro/abril
	2	<i>Thumbergia alata</i> L.	junho/agosto
Asteraceae	3	<i>Bidens pilosa</i> L.	maio/junho
	4	<i>Canachiniopsis prasiifolia</i> (DC.) R. M. King & H. Ros	setembro/novembro
	5	<i>Complaya trilobata</i> (L.) Strother	novembro/abril
	6	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	maio/julho
	7	<i>Mikania</i> cf. <i>hemisphaerica</i> Sch. Bip.	julho/setembro
	8	<i>Symphyopappus polystachyus</i> Baker	agosto/setembro
Bignoniaceae	9	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	dezembro/fevereiro
	10	<i>Tecoma salzmannii</i> A. DC.	abril/julho
Boraginaceae	11	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Onab. ex Stend.	setembro/outubro
Caesalpiniaceae	12	<i>Senna</i> aff. <i>quinquangulata</i> (L. C. Rich) Kwin & Barneby	julho/agosto
	13	<i>S. angulata</i> (Vogel) Irwin & Barneby	junho/outubro
	14	<i>S. aversiflora</i> (Herb.) Irwin & Barneby	junho/setembro
Clusiaceae	15	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	janeiro/maio
Convolvulaceae	16	<i>Evolvulus glomeratus</i> Ness & Mart.	agosto/setembro
	17	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desv.) Roem. & Schult	abril/julho
	18	<i>Ipomoea</i> cf. <i>bahiensis</i> Willd.	maio/agosto
	19	<i>I. cairica</i> L.	agosto/outubro
	20	<i>I. purpurea</i> (L.) Roth	maio/agosto
	21	<i>Ipomoea</i> sp.	abril/julho
	22	<i>Jacquemontia densiflora</i> Hall.	julho/setembro
Curcubitaceae	23	<i>Sechium edule</i> Swart.	perene
Euphorbiaceae	24	<i>Croton conduplicatus</i> Kunth	janeiro/julho
Fabaceae	25	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	novembro/janeiro
	26	<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard	dezembro/fevereiro
	27	<i>Clitoria</i> sp.	dezembro/abril
	28	<i>Crotalaria pallida</i> Art.	junho/setembro
	29	<i>C. stipularia</i> Desv.	junho/agosto
	30	<i>Delonix regia</i> L.	novembro/janeiro
	31	<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth	outubro/dezembro
	32	<i>Machaerium agustifolium</i> Vog	dezembro/fevereiro
Lamiaceae	33	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl.) Kuntze	julho/janeiro
Lauraceae	34	<i>Ocotea glomerata</i> (Ness.) Mez	abril/junho
	35	<i>Ocotea</i> sp.	julho/setembro
Limnocharitaceae	36	<i>Hydrocleys niymphoides</i> (Willd.) Buchenau	maio/setembro
Malpighiaceae	37	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	dezembro/abril
	38	<i>Brachypteris paralias</i> (Juss.) Mutch.	dezembro/março
Malvaceae	39	<i>Sida salzmannii</i> Monteiro	maio/setembro
	40	<i>Urena lobata</i> L.	abril/agosto
Marantaceae	41	<i>Sarante klotzschiana</i> (Koer.) Eich	janeiro/abril
Melastomataceae	42	<i>Miconia minutiflora</i> (Bomple) DC.	maio/agosto
	43	<i>M. albicans</i> (SW.) Tsiana	dezembro/março
	44	<i>Tibouchina multiflora</i> (Gardn) Cogn	agosto/setembro
Mimosaceae	45	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Bren. var. <i>colubrina</i>	dezembro/fevereiro
	46	<i>Mimosa malacocentra</i> Benth.	agosto/novembro
	47	<i>Piptadenia colubrina</i> Mart.	junho/setembro
Myrtaceae	48	<i>Plinia glomerata</i> (Berg.) Amsh.	dezembro/fevereiro
Onagraceae	49	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell.	junho/outubro
Passifloraceae	50	<i>Passiflora alata</i> Ait.	dezembro/fevereiro
	51	<i>P. cincinnata</i> Mart.	maio/Junho
	52	<i>P. edulis</i> Sims.	julho/setembro
Pontederiaceae	53	<i>Eichhornia paniculata</i> L.	junho/setembro
Rubiaceae	54	<i>Borreria scabiosoides</i> Cham. & Schlecht	junho/setembro
	55	<i>B. verticillata</i> (L.) G. F. W. Meyer	perene
Sapindaceae	56	<i>Cardiospermum corindum</i> L.	junho/agosto
	57	<i>Serjania glabrata</i> Kunth	setembro/novembro
Scrophulariaceae	58	<i>Angelonia hirta</i> Cham.	perene
Solanaceae	59	<i>Nicandra physaloides</i> (L.) Gaerth.	junho/agosto
	60	<i>Solanum paniculatum</i> L.	setembro/março
Tiliaceae	61	<i>Triunfetta oenitrioloba</i> Jacq.	agosto/dezembro
Turneraceae	62	<i>Turnera subulata</i> Smith.	perene
Verbenaceae	63	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> L.	maio/agosto

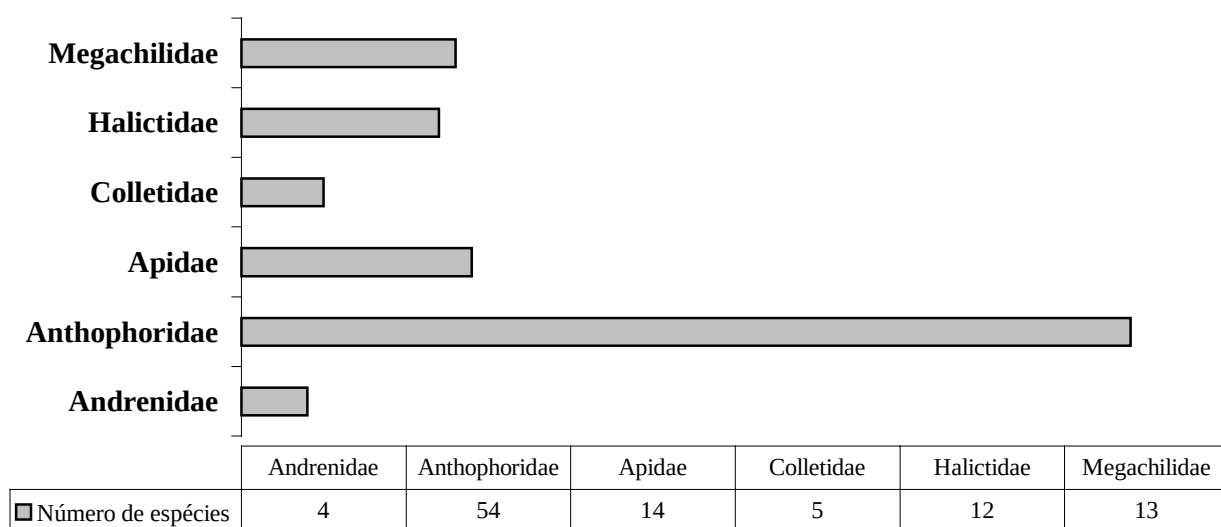


Figura 1. Abundância relativa do número de espécies de abelhas, por família coletadas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, no período de maio/1998 a julho/2000.

Figura 2: (A) *Protomeliturga turnerae* (Andrenidae) em *Turnera subulata* (Turneraceae); (B) *Centris lutea* (Anthophoridae) em *Dioclea grandiflora* (Fabaceaea); (C) *Bicolletes* spn. 1(Colletidae) em *Hidrocleys nymphoides* (Limnocharitaceae); (D) *Euglossa truncata* (Apidae) em *Saranthe klotzschiana* (Marantaceae); (E) *Augochloropsis cupreola* (Halictidae) em *Sida salzmannii* (Malvaceae); (F) *Dicranthidium arenarium* (Megachilidae) em *Complaya trilobata* (Asteraceae).



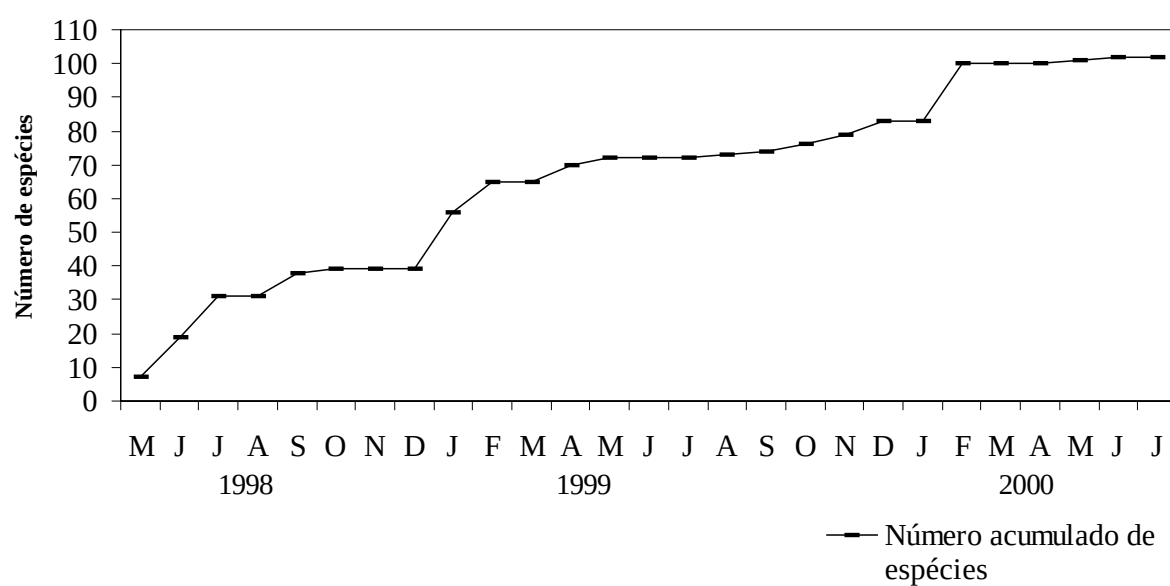


Figura 3. Número acumulado de espécies inéditas mensais (curva do coletor), durante maio de 1998 a julho de 2000 no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

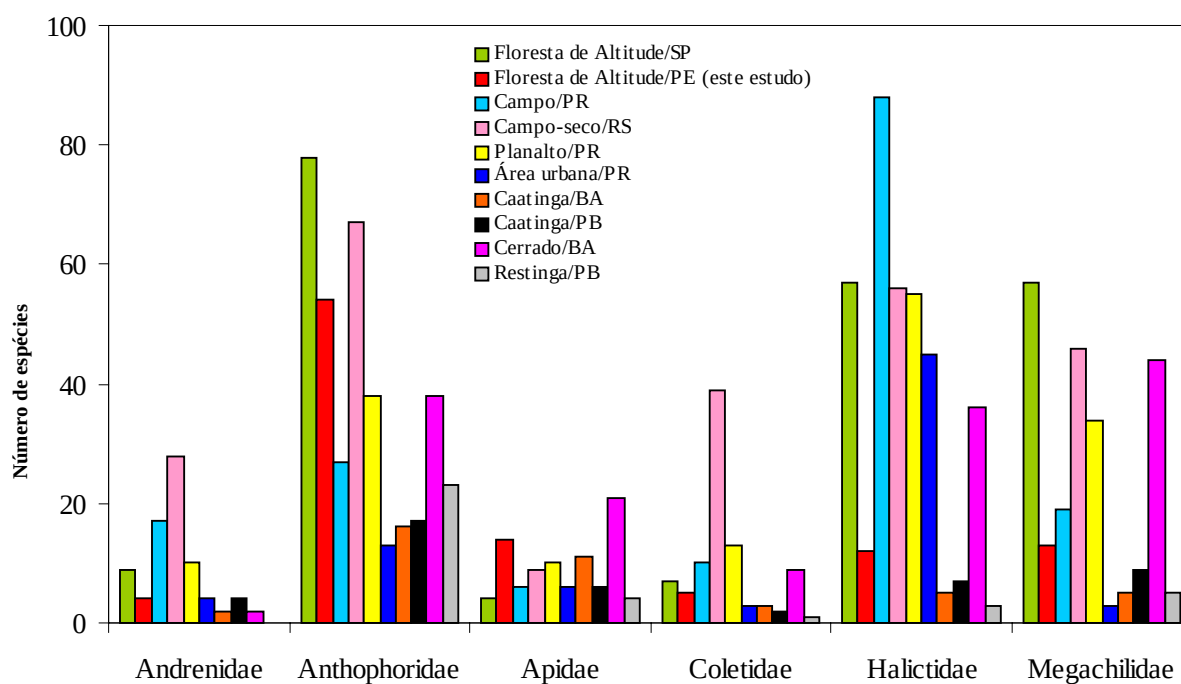


Figura 4. Diversidade das espécies, por família de Apoidea, em Floresta de Altitude, Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no Período de maio/1998 a julho/2000, comparada com alguns estudos desenvolvidos no Brasil. Floresta de Altitude/SP: Camargo & Mazucato (1984); Campo/PR: Sakagami *et al* (1967); Pampa xerofítico/RGS: Schlindwein (1998); Área urbana/PR: Laroca (1974); Área urbana/PR: Laroca *et al* (1982); Caatinga/BA: Martins (1994); Caatinga/PB: Aguiar & Martins (1997); Cerrado/BA: Martins (1994); Restinga/PB: Silva (1998).

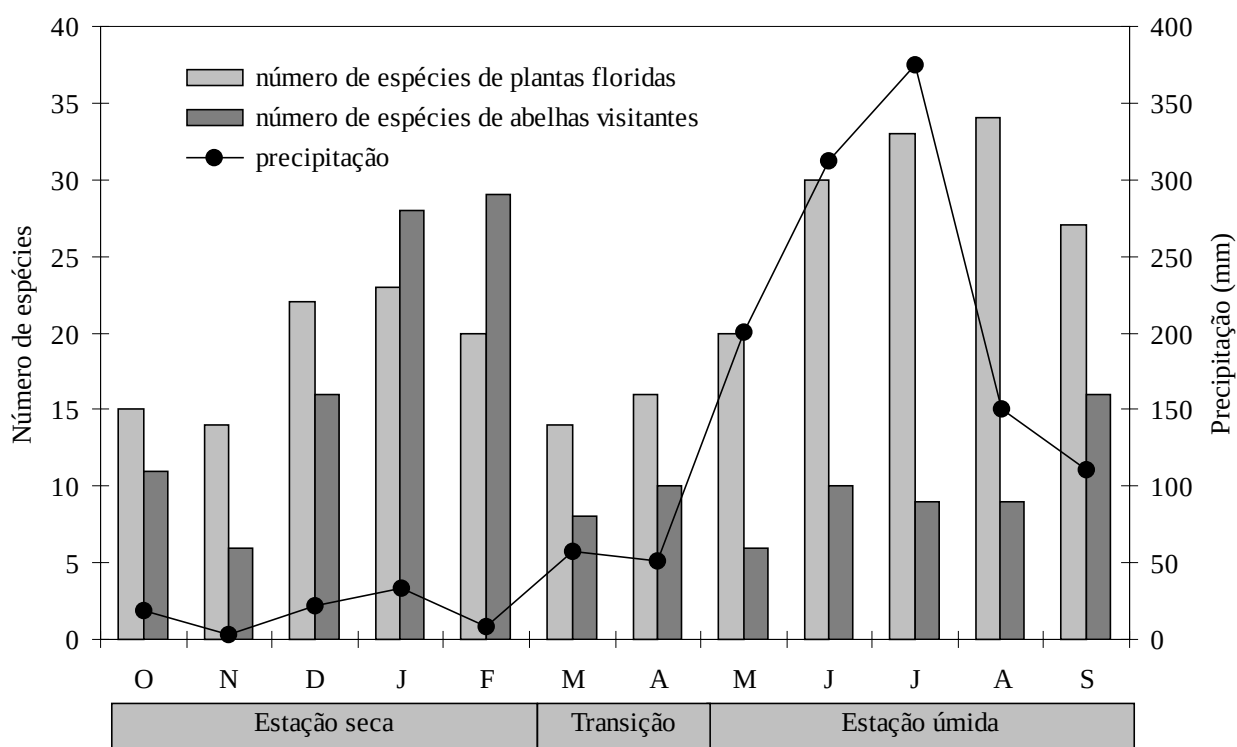


Figura 5. Número de espécies de plantas floridas, número de espécies de abelhas visitantes e precipitação no Parque Ecológico Vasconcelos Sobrinho, no período de maio/1998 a julho de 2000 no Parque Ecológico João Vasconcelos

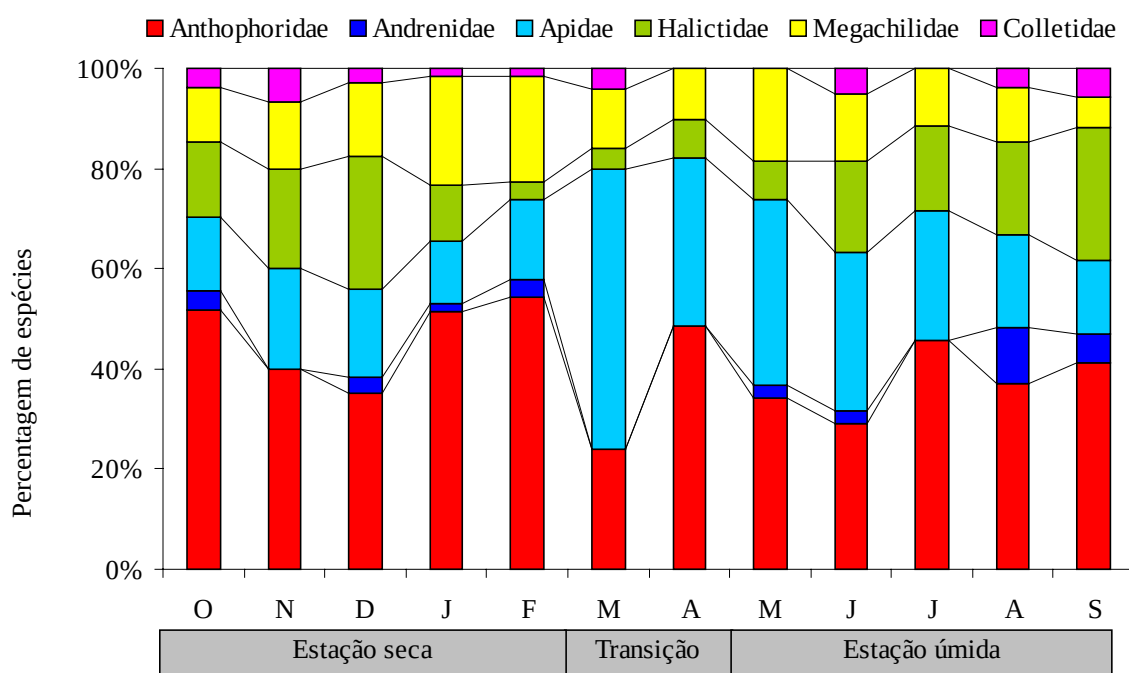


Figura 6. Percentagem mensal de espécies de abelhas coletadas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no período de maio/1998 a julho/2000.

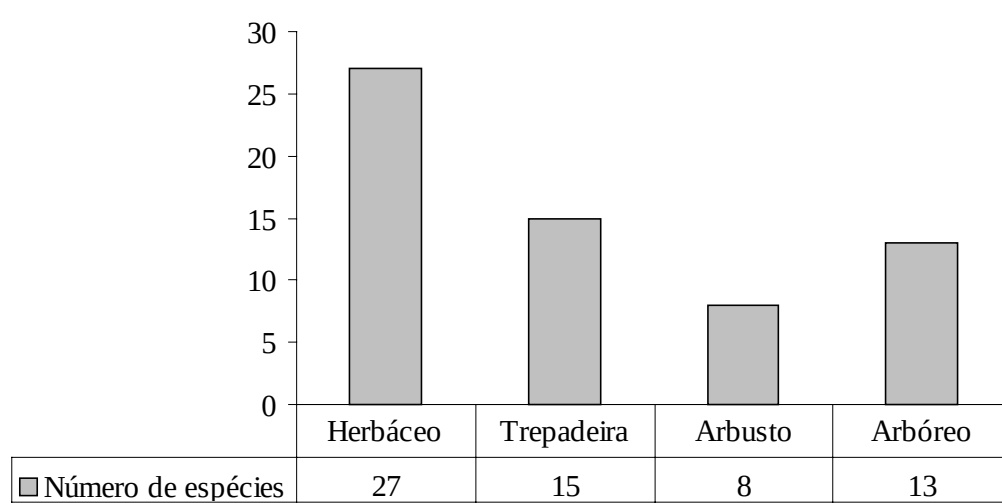


Figura 7. Diversidade de hábitos das plantas melitófilas do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho.

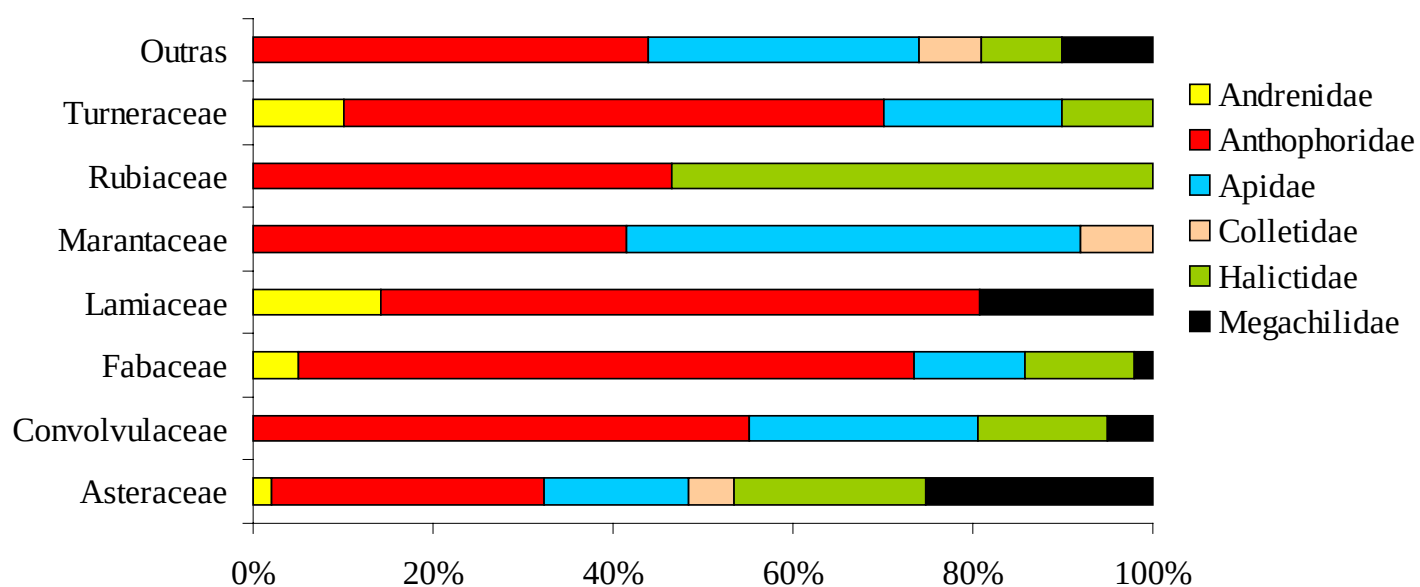


Figura 8. Proporção de visitas das famílias de abelhas às famílias de plantas no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho no período de Maio/98 à Julho/2000.

7. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Drs. Clemens Schlindwein, Danúncia Urban, João M. F. Camargo e Jesus Santiago Moure, pela identificação das abelhas; à Dr^a. Maria de Fátima Agra pela identificação de plantas; à Associação Plantas do Nordeste (PNE), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação O Boticário de Proteção à Natureza/Mac Arthur Foundation e ao Projeto Brejos de Altitude (MMA - BIRD- PROBIO) pelo apoio financeiro. Aos organizadores desta obra pela oportunidade concedida. Às relatoras Dras. Ariadna Valentina Lopes e Isabel Alves dos Santos pelas leituras e sugestões ao manuscrito.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. M. L. 1994. Apifauna e flora apícola da caatinga do Cariri, Paraíba. Resumos. XX Congresso Brasileiro de Zoologia. p 43.
- _____. 1995. Abundância, diversidade e fenologia de abelhas (Hym., Apoidea) da Caatinga (São João do Cariri, PB) e suas interações com a flora apícola. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB. Pp105.
- _____ & C. F. MARTINS,. 1997. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. *Iheringia* 83: 151-163 Sér. Zool., Porto Alegre.
- _____.; C. F. MARTINS & A. C. MOURA, 1995. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em áreas de caatinga (São João do Cariri, Paraíba) *Rev. Nordestina Biologia*. 10(2): 101-117.

- ALVES-DOS-SANTOS, I. 1998. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. *Anais do Encontro sobre abelhas*, Riberão Preto, São Paulo, Brasil, p 101-106.
- _____. 1999. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restinga e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 43(3/4): 191-223.
- ANDRADE, G. O. & R. C. LINS. 1964. O “Brejo” da Serra das Varas (Arcoverde). *Cadernos da Faculdade de Filosofia da UFPE, Dep. de Geografia. Série VI - 8 n° 14.*
- ANDRADE-LIMA, D. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivo do Instituto de Pesquisa Agronômica*. Vol (5). Secretaria da Agricultura, indústria e Comércio, Pernambuco, Brasil, 305-341.
- _____. 1966. Contribuição ao estudo do paralelismo da Flora Amazônica Nordestina. *Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio IPA. Boletim Técnico n° 19*. Recife, PE.
- _____. 1982. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. *in: G. T. Prance (ed). Biological Diversification in the tropics*. Plenum Press. New York Botanical Garden, p. 245-251.
- BAKER, H. G. 1983. Evolutionary relationship between flowering plants and animals in American and African tropical forests. Pp 145-159. *in: MEGGERS, Betty J.; E.S. AYENSU & W.D DUCKWORTH. (eds). Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review*. Washington, Smithsonian Institution.
- BIGARELLA, J. J.; D. ANDRADE-LIMA & P. J. RIEHS. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia de Ciências*, n° 47, suplemento.

- BORTOLI, C. & S. LAROCA. 1990. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), com notas comparativas. *Dusenía* 15: 1-112.
- CAMARGO, J. M. F. & M. MAZUCATO. 1984. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Dusenía* 14: 55-87.
- CURE, J. R. 1983. *Estudo ecológico da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, apoidea) do Parque da cidade, comparado ao de outras áreas de Curitiba, Paraná*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.
- CURE, J. R.; M. THIENGO; F. A. SILVEIRA & L. B. ROCHA 1992. Levantamento da fauna de abelhas silvestres na “Zona da Mata” de Minas Gerais. III. Mata secundária na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia* 9: 223-239.
- FAEGRI, K. & L. VAN DER PIJL. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. London, Pergamon Press. 3 edition. 244 p.
- FARIA, G. M. & J. M. F. CAMARGO. 1996. A flora melitófila e a fauna de Apoidea de um ecossistema de campos rupestres, Serra do Cipó – MG – Brasil. *Anais do Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão Preto, SP, 2: 217-228.
- FOX, B. J; J. F. TAYLOR; M. D. FOX & C. WILLIAMS. 1997. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. *Biological Conservation* 82: 1-13.
- GUIDON, E. C. 1995. The importance of forest fragments to the maintenance of regional biodiversity in Costa Rica. p 163-186. in: *Forest patches in tropical landscapes*, Schellas, J. & Greenberg, R.(eds.). London, Island Press.
- HAKIM, J. R. C. 1983. *Estudo ecológico da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) do Parque da Cidade, comparado ao de outras áreas de Curitiba. Paraná*. 100 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

- HARLEY, R. M. & N. A. SIMMONS. 1986. *Florula of Macugê*. Chapada Diamantina – Bahia, Brazil. Royal Bot. Gdn. Kew, 227p.
- HEITHAUS, E. R. 1974. The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 61: 675-691.
- _____. 1979. Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. *Ecology* 60: 675-691.
- JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C. & BURGOS, N. 1973. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco. Recife: SUDENE, Divisão de Pesquisa Pedológica, v.1 (Boletim Técnico, 26. Série Pedologia, 14). 359p
- JANZEN, D. H. 1983. *Costa Rican natural history*. University of Chicago. Press, Chicago.
- JATOBÁ, L. 1989. Introdução à morfoclimatologia dos ambientes secos. Recife: UFPE, Departamento de Geografia, 75p.
- KOCHMER, J. P. & S. N. HANDEL. 1986. Constrains and competition in the evolution of flowering phenology. *Ecology. Monograf* 56: 303-325.
- LAROCA, S. 1974. *Estudo feno-ecológico em Apoidea do Litoral e primeiro Planalto paranaense*. Dissertação de Mestrado. Universidade federal do Paraná.
- LAROCA, S.; J. R CURE, & C. BORTOLI. 1982. A associação de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. *Dusenía* 13: 93-117.
- LAURENCE, W. F. & E. YENSEN. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biology. Conservation* 55: 77-92.
- LINSLEY, E. G. & J. W MACSWAIN. 1958. The significance of floral constancy among bees of the genus *Diadasia* (Hymenoptera: Anthophoridae) *Evolution* 12: 219-223.

- MCARTHUR, R. H. & E. O. WILSON. 1967. *The theory of island biogeography*. New Jersey, Princeton University Press. 208p.
- MANTOVANI, W. & F. R. MARTINS. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- MARTINS, C. F. 1990. *Estrutura da comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA)*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências de São Paulo.
- _____. 1994. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) na caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 9: 225-257.
- _____. 1995. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym., Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis-BA, Brasil) . *Revista Nordestina de Biologia* 10: 119-140.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Ann. Mo. Bot. Gdn.* 66(3): 277-347.
- MICHENER, C. D. 2000. *The bees of the world*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 890 p.
- MORELLATO, L. P. C. 1991. *Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas.
- MORI, S. A.; B. M BOOM & G. T. PRANCE. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. *Brittonia* 33: 233-245.
- MOSQUIM, T. 1971. Competition for pollinators as a stimulus for the evolution of flowering time. *Oikos* 22: 398-402.

- MOURE, J. S. & P. D. Jr. HURD. 1987. *An annotated catalog of the Halictidae bees of the Western Hemisphere (Hymenoptera: Halictidae)*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 405pp.
- MUELLER-DUMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, John Wiley & Sons. 574 pp.
- MYERS, N. 1984. *The Primary Source: Tropical Forest and Our Future*. New York: W. W. Norton, 399pp.
- ORTH, A. I. 1983. *Estudo ecológico de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em Caçador, SC, com ênfase em polinizadores potenciais da macieira (Pyrus malus L.) (Rosaceae)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- O'TOOLE, C. 1993. Diversity of native bees and agroecosystems. In J. LaSalle & Gauld (eds), *Hymenoptera and biodiversity*, 60-106 pp. Symposium of the Third Quadrennial Congress of International Society of Hymenopterists. London.
- PEDRO, S. R. & J. M. F. CAMARGO. 1991. Interactions on floral resources between the africanized honey bee *mellifera* and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural "cerrado" ecosystem in southeast Brazil. *Apidologie* 22: 397-415.
- PIELOU, E. C. 1975. *Ecological diversity*. New York, John Wiley and Sons. 165 pp.
- PIRANI, J. R. & M. CORTOPASSI-LAURINO. 1994. *Flores e abelhas em São Paulo*. São Paulo. EDUSP-Editora da Universidade de São Paulo. 192p.
- POR, F. D. 1992. The atlantic rain forest of Brazil. *SOORETAMA SPB*. Academic Publishing - III.
- RAMALHO, M. 1995. *Diversidade de abelhas (Apoidea, Hymenoptera) em um remanescente de Floresta Atlântica, em São Paulo*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

- RANTA, P.; T. BLOM; J. NIEMELÄ; E. JOENSUU & M. SIITONEN. 1998. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7: 385-403.
- RICKLEFS, R. E. 1996. *A economia da natureza*. Editora Guanabara Koogan S. A. 470pp.
- ROUBIK, D. W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press, Cambridge, 541p.
- SAKAGAMI, S. F. & S. LAROCA & J. S. MOURE. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), south Brazil. Preliminary report. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Set. VI, Zool., *Sapporo* 16: 253-291.
- SALES, M. F., S. J. MAYO & M. J. RODAL. 1998. *Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: um checklist da Flora ameaçada dos Brejos de Altitude, Pernambuco, Brasil*. Imprensa Universitária, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 130p.
- SCHLINDWEIN, C. 1998. Frequent oligolecty characterizing a diverse bee-plant community in a xerophytic bushland of subtropical Brazil. *Study Neotropical Fauna & Environment* 33: 46-59.
- SCHWARTZ-FILHO, D. 1993. *A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): Aspectos ecológicos e biogeográficos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- SILVA, M. C. M. 1998. *Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo – Paraíba, Nordeste do Brasil)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba.
- SILVEIRA, F. A. & M. J. O. CAMPOS. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Entomologia* 39: 371-401.

- VASCONCELOS SOBRINHO, J. 1970. As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização. Recife: CONDEPE, Cap. V, P. 29-35: As regiões naturais do Brasil; Cap. VII, P. 79-86: Os brejos de altitude e as matas serranas.
- WILCOX, B. A. 1980. Insular ecology and conservation. in *Conservation biology: na evolutionary-ecological perspective*. Soulé, M. F. & Wilcox, B. A. (eds.). Massachusetts, Sinauer Associates. p. 95-118.
- WILSON, E. O. 1985. The biological diversity crisis: A challenge to science. *Issues Sci. Technol.* 2: 20-29.
- ZANELLA, F. C. V. 1991. *Estrutura da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha do Mel, Planície Litorânea Paranaense, Sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- ZAR, J. H. 1996. *Bioestatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.
- ZUIDEMA, P. A. SAYER, J. A. & DIJKMAN, W. 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. *Environmntal Conservation* 23: 290-297.

CAPÍTULO IV

SARANTHE KLOTZSCHIANA (MARANTACEAE) E SEU MECANISMO DE POLINIZAÇÃO EXPLOSIVO

(Manuscrito a ser submetido para a Revista Brasileira de Botânica)

***Saranthe klotzschiana* (Marantaceae) e seu mecanismo explosivo de polinização ¹**

EVELISE LOCATELLI^{2, 3}; ISABEL CRISTINA MACHADO²

& PETRÚCIO MEDEIROS⁴

(recebido em ; aceito em)

Título resumido : polinização de *Saranthe klotzschiana* (Marantaceae)

1. Parte da Tese de Doutorado da primeira autora.

2. Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva - Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco - Rua Professor Nelson Chaves s/n, Cidade Universitária - 50372-970 - Recife/PE

3. Autor para correspondência: e-mail: eveliselocatelli2002@yahoo.com.br

4. Secretaria do Meio Ambiente do Município de Cabedelo/PB

ABSTRACT: [*Saranthe klotzschiana* (Koer.) Eich (Marantaceae) and its explosive pollination mechanism]. Most of the Marantaceae species are native to tropical America, mainly inhabiting tropical rainforests. The pollination biology of *Saranthe klotzschiana* (Koer.) Eich was studied at an Altitudinal forest ("Brejo de Altitude"), in the Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru municipality - Pernambuco state, northeastern Brazil (8°18'36''S, 36°00'00''W). *Saranthe klotzschiana* shows inflorescences with 2.5-5.5 cm length, and ca. 10-30 flowers, measuring 6-10 mm. The anthesis is diurnal with flowers opening at 4:00 a.m. and lasting up to 2:30 p.m. Each inflorescence shows 4-12 opening flowers per day. Each flower producing 1-3 µl of nectar with sugar concentration between 27 to 32%. At dawn, we observed frequent visits of diurnal moths and small to large bees (small < 12 mm; large ≥ 12mm) of the families Anthophoridae (*Centris aenea*, *Epicharis* (*Epicharoides*) sp., *Mesoplia similis*, *Rhathymus acutiventris*, and *R. bicolor nigripes*), Apidae (*Euglossa truncata*, *E. carinilabris*, *Eulaema bombiformis*, *E. cingulata*, *E. nigrita*, and *Melipona scutellaris*), and Colletidae (*Ptiloglossa* sp.). The bees visit flowers during the whole anthesis, with a visiting peak between 6:00-11:00 a.m. Hummingbirds (*Amazilia fimbriata*, *Chlorostilbon aureoventris*, *Glaucis hirsuta*, and *Phaethornis ruber*) were also observed visiting flowers of *S. klotzschiana*, visits beginning at 8:00 a.m. Before a visit the style is vertically positioned in relation to the ovary due to the tension played by the staminode. After a visit the style is detached, and the pollen is deposited in the proboscis (moth), tongue (bees) or beak (hummingbirds) of the visitor. The large bees and the hummingbirds were considered to be the main pollinators due to their efficacy on the pollination mechanism.

Key-words: Marantaceae, *Saranthe*, pollination, bees, Anthophoridae, Apidae, Euglossini, hummingbirds, northeastern Brazil.

RESUMO: [*Saranthe klotzschiana* (Koer.) Eich (Marantaceae) e seu mecanismo de polinização explosiva]. As espécies de Marantaceae são plantas características de florestas tropicais úmidas. A biologia da polinização de *Saranthe klotzschiana* (Koer.) Eich foi observada em uma Mata Serrana (Brejo de Altitude) no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru-PE (8°18'36''S, 36°00'00''W). *Saranthe klotzschiana* apresenta inflorescência com 2,5-5,5 cm de comp., com ca. 10-30 flores, as quais medem 6-10 mm. A antese é diurna, as flores abrem à partir das 4:00h e fecham por volta das 14:30h, abrindo cerca de 4-12 flores por inflorescência. É produzido 1-3 µl de néctar por flor, com concentração de açúcares entre 27 e 32%. Ao amanhecer, foram observadas visitas freqüentes de mariposas diurnas e de abelhas de pequeno a grande porte (pequeno < 12 mm, grande ≥ 12mm), das famílias Anthophoridae (*Centris aenea*; *Epicharis* (*Epicharoides*) sp.; *Mesoplia similis*; *Rhathymus acutiventris*; *Rhathymus bicolor nigripes*), Apidae (*Euglossa truncata*; *Euglossa carinilabris*, *Eulaema bombiformis*, *Eulaema cingulata*, *Eulaema nigrita*, *Melipona scutellaris*) e Colletidae (*Ptiloglossa* sp.). As abelhas ficam ativas nas flores até seu fechamento, sendo o pico de visitas das 6:00h às 11:00h. A partir das 8:00h iniciam as visitas dos beija-flores *Amazilia fimbriata*, *Chlorostilbon aureoventris*, *Glaucis hirsuta* e *Phaethornis ruber*. Antes das visitas o estilete encontra-se em posição vertical em relação ao ovário, preso por tensão pelo estaminódio. Ao toque do visitante, o estilete se enrola, havendo deposição de pólen na probóscide (mariposa), língua (abelhas) ou no bico (beija-flores) dos visitantes. As abelhas de maior porte e os beija-flores foram considerados os principais polinizadores, devido a eficiência no desencadeamento do mecanismo de polinização.

Palavras-chave: Marantaceae, *Saranthe*, polinização, abelhas, Anthophoridae, Apidae, Euglossini, beija-flores, Nordeste do Brasil.

1. INTRODUÇÃO

A família Marantaceae apresenta distribuição pantropical sendo característica de florestas úmidas Tropicais (Heywood 1978). Possui cerca de 31 gêneros e 800 espécies (Tomlinson 1969), das quais 80% são encontradas na América Tropical, 11% na Ásia e 9% na África (Kennedy 2000).

A família está dividida em quatro grupos: Maranta, Myrosma, Monotagma e Calathea (Andersson 1981). O gênero *Saranthe* é exclusivamente neotropical e pertence ao grupo *Myrosma*, com cerca de cinco a sete espécies encontradas no Brasil (Schumann 1902; Andersson 1998).

No Nordeste brasileiro, os principais locais de ocorrência da família são as matas úmidas que se localizam na faixa costeira e em áreas de serras no interior, chamadas localmente de Brejos de Altitude (Arns 1997).

O mecanismo de polinização das espécies de Marantaceae é altamente especializado, caracterizado pela apresentação secundária de pólen e pelo movimento explosivo e irreversível do estilete, tendo sido Lindley (1826) o primeiro a descrever este mecanismo.

Os trabalhos mais recentes com espécies de Marantaceae são os de Kennedy (1978; 2000), que abordou algumas espécies de *Calathea* e a diversificação do mecanismo de polinização em Marantaceae, respectivamente. Classen-Bockhoff (1991) estudou a biologia floral de *Thalia geniculata*, registrando os movimentos florais desencadeados pelas visita do polinizador e Classen-Bockhoff & Pischtschan (2000) que realizaram estudos anatômicos do movimento explosivo do estilete.

No Novo mundo, o maior grupo de polinizadores de espécies de Marantaceae são as abelhas da tribo *Euglossini*. Esta tribo é restrita aos Trópicos, possui cerca de seis

gêneros, sendo que *Euglossa* e *Eulaema* são os polinizadores mais comuns, principalmente em espécies de *Calathea* (Kennedy 1978, 1983) e em flores que apresentam corola de tubo curto, como as espécies de *Mirosma*, *Ctenanthe* e *Stromanthe* (Andersson 1981). De acordo com Kennedy (1978), o primeiro autor a relatar visitas de abelhas Euglossini em Marantaceae foi Ducke, em 1901, estudando a apifauna do Pará, Brasil.

Apesar do relativo conhecimento sobre o mecanismo de polinização na família Marantaceae, até o momento nenhum trabalho foi realizado enfocando espécies ocorrentes na América do Sul e seus polinizadores.

Neste trabalho são apresentadas a fenologia, morfologia e biologia floral com ênfase no mecanismo de polinização de *Saranthe klotzschiana* (Koer.) Eich., uma espécie ocorrente em vegetação de Brejo de Altitude, no Nordeste do Brasil.

2. METODOLOGIA

A população de *Saranthe klotzschiana* foi estudada de janeiro à abril de 1999 e 2000, no Parque Ecológico Vasconcelos Sobrinho (8°18'36''S, 36°00'00''W), situado a 12 Km do município de Caruaru, Agreste de Pernambuco. O Parque é uma das unidades de conservação de Brejos de Altitude sobre o maciço da Borborema. Localiza-se na Serra dos Cavalos, com uma altitude variando entre 800 e 900 m., constituindo uma área florestal de 354 hectares.

Os Brejos de Altitude são áreas de exceção úmidas, isoladas nas zonas semi-áridas do agreste e do sertão nordestino. Estas áreas apresentam características peculiares, como: altitudes superiores a 600m, clima úmido ou sub-úmido, precipitação anual entre 900 e 1300 mm. Apresentam vegetação natural coberta por floresta perenifólia ou subperenifólia, que recobrem os topos e as vertentes de serras, circundadas por vegetação xerófila de

caatinga, nas altitudes inferiores (Andrade-Lima, 1960; Andrade & Lins 1964). Em virtude da umidade há um gradiente vegetacional, no qual as espécies de caatinga vão sendo substituídas progressivamente para espécies de floresta semi-decídua (mata-seca), até o aparecimento da floresta perenifólia úmida (Sales *et al.*, 1998).

Foram registradas informações sobre o hábito da espécie, desenvolvimento e modificações florais e formação de frutos. Realizaram-se observações sobre a morfologia, o tamanho, a cor e a duração da flor, número de flores por inflorescência, número e disposição das peças florais, disponibilidade de pólen, horário e seqüência de ântese e emissão de odor. A cor das flores foi determinada de acordo com o guia de cores de Smithe (1975). A receptividade do estigma foi testada com H_2O_2 (Zeisler, 1938) e a viabilidade dos grãos de pólen foi verificada com carmim acético (Radford *et al.* 1974). Para estudos morfológicos, foram utilizadas flores fixadas e conservadas em álcool 70%. As medidas de concentração de néctar foram feitas no campo em horários diferentes, com auxílio de refratômetro de bolso Atago N₁ (0 a 32%). O volume do néctar produzido por flor, em intervalos de 2 horas, foi medido utilizando-se seringas micrométricas com capacidade para 5 µl. Testes para verificação de autopolinização espontânea, manual e polinização cruzada foram realizados ensacando-se botões em pré-ântese, com sacos de tuli. As flores tratadas permaneceram encobertas até o dia seguinte. A produção de frutos e a eficácia dos polinizadores foi estimada.

Foram marcados 10 indivíduos e observados semanalmente, para estudo da fenologia de floração e de frutificação, sendo registradas a presença ou ausência de botões, flores, frutos verdes e/ou maduros.

Realizaram observações visuais diretas no campo, complementadas com registros fotográficos, sobre o horário, a frequência, a duração, e o comportamento dos visitantes às flores, e o resultado das visitas, totalizando 280 horas de observação. As espécies

visitantes foram caracterizados de acordo com sua frequência de vista: Raro (R) de 1-5 visitas numa flor/dia; Pouco comum (PC) 6-10 e Muito comum (MC) + 11.

Material botânico foi coletado e encontra-se depositado no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco (Herbário UFP), como espécime-testemunho.

3. RESULTADOS

Hábito e fenologia

A população estudada de *Saranthe klotzschiana* é constituída por mais de 50 indivíduos, distribuídos ao longo de uma faixa de 50m de largura e 700m de comprimento, no interior da mata. *Saranthe klotzschiana* tem porte herbáceo, medindo de 50 a 100 cm de altura (Figuras 1A, B). O período de floração estende-se de janeiro a abril, com pico de floração em fevereiro e março.

Características florais

Seguindo a terminologia proposta por Andersson (1976), *Saranthe klotzschiana* possui sinflorescência terminal (tratam-se de inflorescências indeterminadas, compostas por um eixo de inflorescência principal e um número variado de unidades, chamadas de florescências), com cerca de 3 a 6 cm de comprimento e pedúnculo com ca. 4-10 cm de comprimento. Em cada florescência ocorre de 8 a 30 címulas (cada uma abriga um par de flores) envolvidas por uma bractéola. Diariamente, em cada indivíduo, são encontradas 4 a 15 florescências compostas de 2-6 flores abertas, cada (Figura 1C). A abertura das flores

inicia pela base da florescência. As flores são hermafroditas, cálice com 3 sépalas de 3-5 mm de comprimento e corola com 3 pétalas membranáceas de 6-10 mm de comprimento de coloração rósea clara com o centro amarelado (Figura 1C). O androceu é formado por dois estaminódios, um caloso com a parte distal petalóide e conspícua e outro cuculado em forma de capuz o qual mantém o estilete sob pressão através de dois apêndices localizados na metade distal de sua base (Figura 2A). Apresenta grãos de pólen de coloração branca os quais encontram-se aglutinados devido à presença de “pollenkitt”. A viabilidade polínica varia de 97 a 99%. O gineceu apresenta ovário ínfero uniovulado estando, a parte distal do estilete envolvida pelo capuz do estaminódio cuculado, preso sob tensão na posição ereta. No ápice do estilete existe uma depressão chamada de zona de aderência (Andersson 1981, 1976) ou depressão estilar (Kennedy 1978; Hagberg 1990). Neste local encontra-se o pollenkitt e o pólen é depositado antes da antese.

A antese é diurna e inicia por volta das 4:00 h. As flores permanecem abertas até às 14:30 h. As pétalas ficam machucadas com as visitas de alguns polinizadores, ficando as bordas murchas e escuras.

O néctar é acumulado na base da corola em pequena quantidade, 1-3µl por flor. Durante toda a fase de antese da flor há produção de néctar. A concentração de açúcares no néctar é, em média, de 28%, variando de 26% a 32%. Não foi percebido odor nas flores.

Os resultados dos experimentos de polinização manual e a quantidade de frutos formados em condições naturais encontram-se na Tabela 1. O período de desenvolvimento do fruto é de um a dois meses.

Mecanismo de polinização

O mecanismo de polinização de *S. klotzschiana* se processa da seguinte maneira (Figura 2B a 2F): os grãos de pólen são depositados antes da antese na depressão estilar e o estilete está preso por tensão pelo estaminódio cuculado. Quando o polinizador toca no apêndice ao lado desse estaminódio acontece o desencatilhamento, sendo o estilete lançado para frente ficando totalmente curvo em posição oposta ao estaminódio caloso. Dessa maneira, o estigma é lançado em direção ao visitante e os grãos de pólen oriundos de outra flor que o visitante por ventura carregue ficarão depositado no estigma, Ao sair, o pollenkitt retido na depressão estilar será depositado sobre o visitante.

Visitantes florais

A Tabela 2 apresenta os visitantes às flores de *S. klotzschiana*, os quais foram: mariposas diurnas *Aellopos titani*, abelhas de pequeno a grande porte (pequeno ≤ 12 mm, grande ≥ 12 mm, sensu Frankie *et al.* 1983), das famílias Anthophoridae (*Centris aenea*; *Epicharis* (*Epicharoides*) spn1; *Mesoplia similis*; *Rhathymus acutiventris*; *R. bicolor nigripes*), Apidae (*Euglossa truncata*; *E. carinilabris*, *Eulaema bombiformes*, *E. cingulata*, *E. nigrita*, *Melipona scutellaris*) (Figura 3) e Colletidae (*Ptiloglossa* sp) e beija-flores (*Amazilia fimbriata*, *Chlorostilbon aureoventris*, *Glaucis hirsuta* e *Phaethornis ruber*) (Figura 4). As visitas se sucederam da seguinte forma: ao amanhecer, foram observadas visitas das mariposas diurnas até às 9:00h e de abelhas, que ficam ativas nas flores até seu fechamento, sendo o pico de visitas das 6:00h às 11:00h. A partir das 8:00h iniciam-se as visitas dos beija-flores que ficam ativos nas flores até seu fechamento, com pico de visitas das 9:00h às 13:00h (Figura. 5).

Todas as abelhas apresentaram comportamento de visita semelhante entre si, porém as mais freqüentes foram as espécies de *Eulaema* e *Euglossa*. A aproximação destas abelhas às flores é frontal, agarrando-se em seguida com as pernas medianas e posteriores nas pétalas, inserindo então a língua na flor para a coleta de néctar. Os grãos de pólen aderidos pelo “pollenkitt” ficam depositados na língua do inseto. Na maior parte das vezes as abelhas visitavam quase todas as flores abertas de uma mesma florescência, sendo sua permanência na florescência variável de acordo com o número de flores disponíveis. Em geral, permanecem em cada flor de 2 a 7 segundos. Algumas vezes antes de se dirigirem a outra florescência, retrocedem em vôo pairado e transferem parte do pólen para as corbículas das patas posteriores.

Entre os beija-flores, os mais freqüentes foram *Phaethornis ruber* e *Glaucis hirsuta*. Todos os beija-flores apresentaram comportamento de visita semelhante entre si, sendo que *Glaucis hirsuta* foi o mais territorialista, entretanto também realizava rotas alimentares. *Phaethornis ruber*, *Amazilia fimbriata* e *Chlorostilbon aureoventris* apresentaram comportamento de visita do tipo “trap-line” e territorialista, sendo o primeiro mais freqüente. Estas aves visitavam as flores em intervalos constantes de 30 a 40 minutos. As aves pairam defronte à flor, introduzem o bico, as vezes inserindo-o na mesma flor por duas a três vezes consecutivas. No decorrer da visita o pólen pode ficar aderido tanto na parte superior como na inferior do bico do beija-flor. Semelhante ao observado nas abelhas, os beija-flores visitam a maior parte das flores abertas de uma mesma inflorescência. Suas visitas são breves, entretanto algumas aves pousavam no escapo das inflorescências caídas que ficavam próximas às florescências que apresentavam flores abertas, a fim de coletar néctar.

4. DISCUSSÃO

Fenologia e Biologia floral

Saranthe klotzschiana possui padrão de floração do tipo anual, com floração intermediária (1-5 meses), de acordo com Newstrom *et al* (1994) e do tipo “steady-state” (sensu Gentry 1974). Ocorre um período de floração relativamente longo com poucas flores abertas por dia por indivíduo, o que pode reduzir a competição intraespecífica, promovendo o deslocamento dos polinizadores entre os indivíduos. Segundo Janzen (1971), espécies que possuem este padrão de floração induzem os visitantes a apresentar comportamento em rota de coleta (“traplining”), favorecendo o fluxo polínico através da polinização cruzada. Este comportamento é também induzido, no caso de *S. klotzschiana*, especialmente no caso dos beija-flores, devido a pequena quantidade de néctar oferecida por flor, o que obriga essas aves a visitarem maior número de flores para obterem energia necessária.

O pico de floração ocorreu na estação seca trazendo vantagens tanto para a planta como para as espécies visitantes, principalmente para os insetos, uma vez que não há chuvas pesadas que possam causar-lhes danos (Janzen 1967).

Diversas características mencionadas por Faegri & van der Pijl (1979) para a síndrome de melitofilia ocorrem nas flores de *S. klotzschiana*: simetria zigomorfa, contraste entre a cor das pétalas, róseo por fora e amarelo na entrada da corola, volume e concentração de açúcares do néctar. Além disso, os recursos florais oferecidos por *S. Klotzschiana* (néctar e pólen) não estão expostos aos visitantes e a sua retirada depende de seu comportamento especializado. A coloração amarelada no centro da flor provavelmente funciona como guia de néctar fazendo com que o visitante ao procurar o recurso realize o

desengatilhamento do estilete e conseqüentemente a polinização. O pólen só pode ser retirado se for desencadeado o mecanismo explosivo de movimento do estilete e o “pollenkitt” facilita a aderência dos grãos de pólen ao corpo do polinizador, o qual visitará outra flor. A apresentação secundária de pólen em local preciso, a proteção do pólen pelo estaminódio cuculado e a mudança morfológica floral para diversos polinizadores são fatores que podem explicar a riqueza de espécies em Marantaceae, comparada ao seu grupo irmão, as Cannaceae, que também apresentam deposição secundária de pólen (Kennedy 2000).

O movimento explosivo do estilete em espécies de Marantaceae, segundo os estudos anatômicos de Classen-Bockhoff & Pischtschan (2000) indicam que o movimento é irreversível, portanto cada flor tem somente uma chance de ser polinizada. Kennedy (2000) cita que a morfologia floral de Marantaceae é altamente especializada, uma vez que o pólen e o estigma são espacialmente separados e que como o movimento estilar é irreversível esta posição evita que algum pólen contate naturalmente o estigma, favorecendo a polinização cruzada.

Os valores médios da concentração de néctar encontrados nas flores de *S. klotzschiana* são semelhantes aos valores encontrados para flores visitadas tanto por abelhas solitárias (16-50%), borboletas (13-44%) e beija-flores (13-30%) (Baker 1975). A concentração de açúcares no néctar também é próxima à de espécies ornitófilas estudadas por Percival (1974), Baker (1975) e Buzato (1995), cuja concentração está entre 15 a 25%, não mostrando especialização. Esta sobreposição nos valores das concentrações de açúcares do néctar entre espécies polinizadas por abelhas solitárias, borboletas e beija-flores, provavelmente favorecendo a partilha de polinizadores.

Sistema reprodutivo

Os resultados de polinização manual, sugerem que *S. klotzschiana* seja autocompatível, permitindo assim o estabelecimento e maior taxa de sobrevivência das espécies na escassez ou mesmo ausência de polinizadores. Apesar de poder realizar autopolinização espontânea, seus atributos florais, principalmente recursos oferecidos, promovem a atração de diversos tipos de visitantes (abelhas, beija-flores e mariposas), possibilitando a polinização cruzada, sendo importante para assegurar a variabilidade genética das populações, fundamental no caso de mudanças das condições ambientais (Richards 1986). Este fato é particularmente importante no caso de *Saranthe* em que as matas úmidas encontram-se em violento processo de devastação. Um conjunto de fatores nas flores de Marantaceae podem determinar a visita de poucos ou muitos polinizadores, incluindo o comprimento da corola, quantidade de néctar, número de flores por inflorescência, densidade da população e habitat (Kennedy 2000). Em *S. klotzschiana*, o tubo curto, a oferta de uma grande quantidade de flores por dia devido a densa população, provavelmente contribuem para a visita de um maior espectro de visitantes às suas flores, contribuindo dessa maneira para a polinização cruzada. Para Baker (1961), a mudança evolutiva de adaptação à diferentes tipos de polinizadores é gradual e está relacionada com o estabelecimento e maior taxa de sobrevivência das espécies, frente a uma escassez ou falta dos efetivos polinizadores, evitando assim sua extinção.

Kennedy (1978; 2000) cita que o mecanismo da autogamia pode ocorrer durante o processo de transferência do pólen ainda em botão e que em muitas espécies o que evita a entrada no estigma de seu próprio pólen é a forma do ápice do estilete e sua orientação em relação a antera. Uma leve mudança no ápice do estilete pode resultar na transferência de alguns grãos de pólen para a cavidade estigmática, os quais posteriormente podem

germinar, resultando na autopolinização. De acordo com os resultados do sistema reprodutivo, *Saranthe Klotzschiana* é uma espécie autogâmica e o ápice do estilete tem orientação oblíqua em relação à antera. Segundo Kennedy (2000) as espécies autogâmicas de Marantaceae apresentam tal característica, facilitando a autopolinização dessa maneira, uma vez que durante o prolongamento do estilete alguns grãos de pólen pode cair no estigma. Por sua vez em espécies não autogâmicas, a extremidade estilar apresenta um ângulo mais ou menos reto com a antera forçando todo o pólen a ir em direção à depressão estilar. Algumas espécies autogâmicas de Marantaceae podem ser reconhecidas pelo pequeno tamanho das flores, geralmente brancas e freqüentemente apresentam partes reduzidas e pequena quantidade de néctar (Kennedy 2000), semelhante às características de *S. Klotzchiana*.

Visitantes e polinizadores

As abelhas Euglossini são citadas como o maior grupo de polinizadores para espécies de Marantaceae (Kennedy 1978) e dos seis gêneros reconhecidos para esta tribo, os mais importantes na polinização das Marantaceae são *Euglossa* e *Eulaema* (Kennedy 1977). De fato, dentre as 11 espécies de abelhas registradas em *S. klotzschiana*, as principais espécies polinizadoras foram as dos gêneros *Eulaema* e *Euglossa*. Além disso, segundo Gentry (1974) o padrão de floração steady-state apresenta como principais grupos de polinizadores as abelhas fêmeas da tribo Euglossini. Essas abelhas voam à longas distâncias e estabelecem uma rota alimentar que favorece a polinização cruzada (Janzen 1971). *Eulaema cingulata*, *Eulaema nigrita* e *Eulaema speciosa* são citadas como polinizadoras de espécies de *Calathea* em florestas úmidas (Kennedy 1978).

As demais abelhas visitantes são polinizadores ocasionais devido a sua baixa frequência. *Ptiloglossa* sp. visitou as flores de *S. klotzschiana* logo após a abertura da flor (5:00h), não sendo posteriormente mais observada, provavelmente devido a seu comportamento matutino. Espécies de *Rhathymus* também foram observadas visitando espécies de *Stromanthe* (Seres & Ramirez, 1995).

Com relação aos beija-flores, todos podem ser considerados como polinizadores eficazes de *S. klotzschiana*, de acordo com o comportamento, a frequência de visitas e o comprimento do bico, uma vez que ocorre o desengatilhamento do estilete. Os beija-flores transitavam temporariamente entre as funções de territorialidade e rota alimentar (sensu Feinsinger & Colwell 1978), provavelmente devido a baixa quantidade de néctar em seus territórios optavam pela rota alimentar em flores de outros indivíduos. Diferentes funções desenvolvidas pelos beija-flores é relatada por Buzato (1995) em Mata Atlântica no Sudeste do Brasil, referindo-se que as rondas de alto ganho e a territorial parecem estar frequentemente associadas. Um dos fatores que altera a escolha do tipo de comportamento alimentar dos beija-flores pode ser a variabilidade na disposição do recurso alimentar (Buzato *et al.* 1994; Buzato 1995; Sazima *et al.* 1996). Na América Central, beija-flores são ocasionalmente vistos visitando espécies de Marantaceae (Kennedy 2000).

Aellopos titani foi considerado polinizador ocasional devido a sua baixa frequência de visita e pelo fato de algumas vezes, não desengatilhar o estilete, provavelmente devido a sua probóscide ser muito fina.

Dessa maneira, as abelhas de maior porte (sensu Frankie *et al.* 1983) e os beija-flores foram considerados os principais polinizadores, devido a eficiência no desencadeamento do mecanismo de polinização. Em função da diversidade dos visitantes, *S. klotzschiana* desempenha um importante recurso trófico neste ecossistema, sendo fundamental para a manutenção desses animais.

5. TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Polinização e formação de frutos em condições naturais (controle) em flores de *Saranthe klotzschiana*.

Tratamento	Flores/Frutos (n)	Sucesso (%)
Autopolinização espontânea	20/7	35
Autopolinização manual	20/10	50
Polinização cruzada	20/15	75
Condições naturais	30/25	83

Tabela 2. Visitantes às flores de *Saranthe klotzschiana* e frequência de visita.

Visitantes	Frequência
ABELHAS	
Anthophoridae	
<i>Centris aenea</i> (Lepeletier, 1841)	PC
<i>Epicharis (Epicharoides)</i> sp1. nova	PC
<i>Mesoplia similis</i> Schrottky, 1920	R
<i>Rhathymus acutiventrís</i> Friese, 1906	R
<i>Rhathymus bicolor nigripes</i> Friese, 1912	R
Apidae	
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebelo & Moure, 1985	MC
<i>Euglossa (Glossurella) carinilabris</i> Dressler, 1982	MC
<i>Eulaema bombiforme</i> Packard, 1869	C
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	MC
<i>Eulaema nigrita</i> (Lepeletier, 1841)	MC
<i>Melipona scutellaris</i> Latreille, 1811	PC
Colletidae	
<i>Ptiloglossa</i> sp.	R
BEIJA-FLORES	
<i>Amazilia fimbriata</i> Eleiot 1878	C
<i>Chlorostilbon aureoventris</i> Bourcier & Mulsant 1848	C
<i>Glaucis hirsuta</i> Gmelin 1788	MC
<i>Phaethornis ruber</i> Linnaeus 1758	MC
MARIPOSA	
<i>Aellopos titani</i> Cramer	PC

Legenda: PC: Pouco comum; C: Comum; MC: Muito comum; R: Raro

Figura 1. **A:** População de *Saranthe klotzschiana*; **B:** Hábito; **C:** Inflorescência, setas indicando ápice do estilete.



Figura 2. Esquema do mecanismo de desencatilhamento na flor de *Saranthe klotzschiana*. **A:** Androceu (vista frontal); **B:** Visitante insere a língua (ou bico) com pólen na flor à procura de néctar e toca no apêndice do estaminódio cuculado; **C:** Ocorre o desencatilhamento. O estilete move-se em direção a língua do visitante, tocando com o estigma na carga polínica que o mesmo carregava onde esta fica aderida; **D:** O estilete enrola-se contactando-se mais a língua (ou bico) do visitante; **E:** O movimento do estilete continua e agora é a depressão estilar carregada de pólen que contata com a língua (ou bico) do visitante; **F:** O visitante retira a língua (ou bico) de dentro da flor a qual já está carregada com o pólen que estava na depressão estilar.

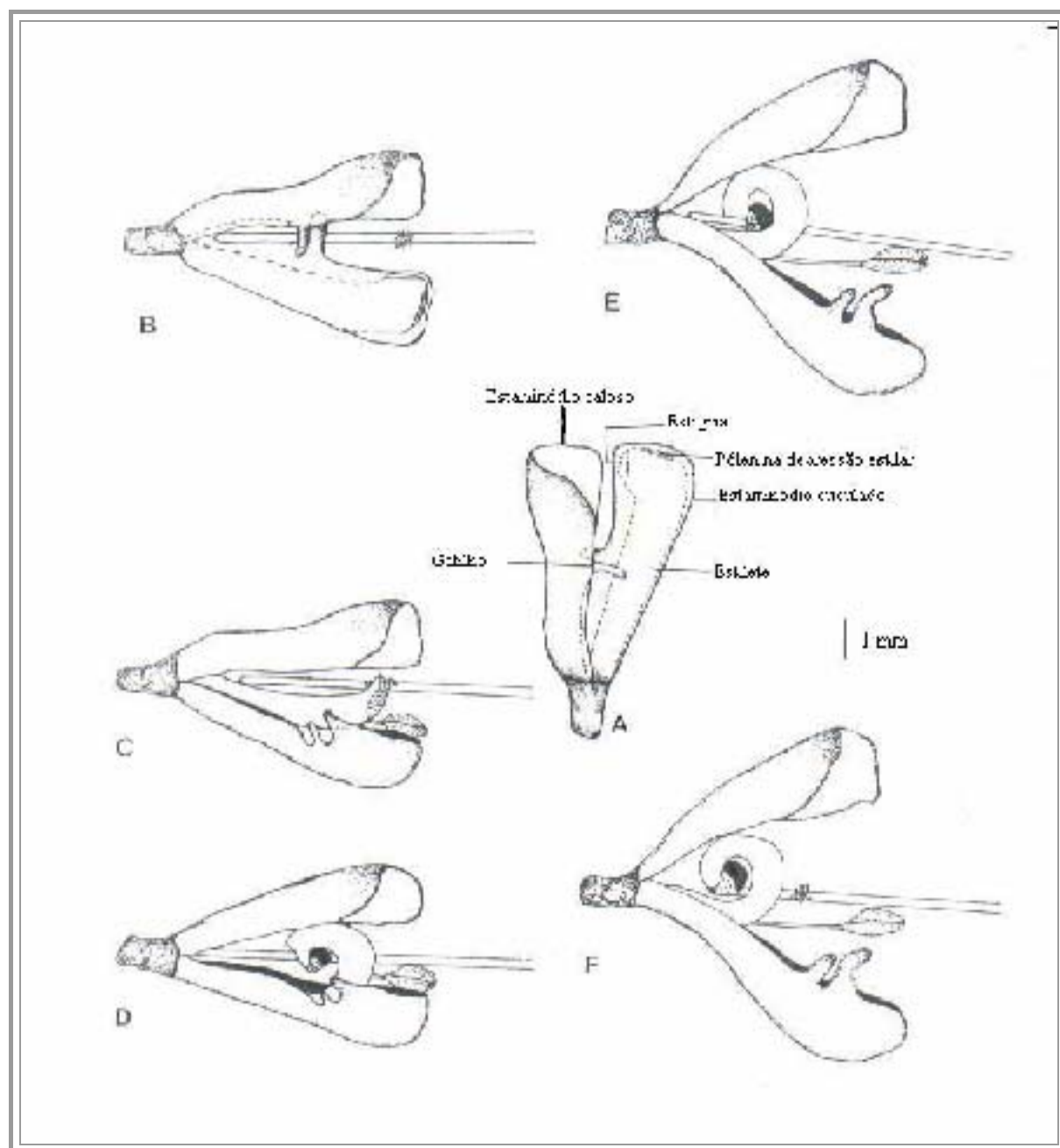


Figura 3. **A:** *Eulaema bombiformis*; **B:** *Epicharis* (*Epicharoides*) sp1. nova; **C:** *Eulaema nigrita* e **D:** *Euglossa truncata*.



Figura 4. **A:** *Amazilia fimbriata*; **B:** *Chlorostilbon aureoventris*; **C e D:** *Phaethornis ruber*



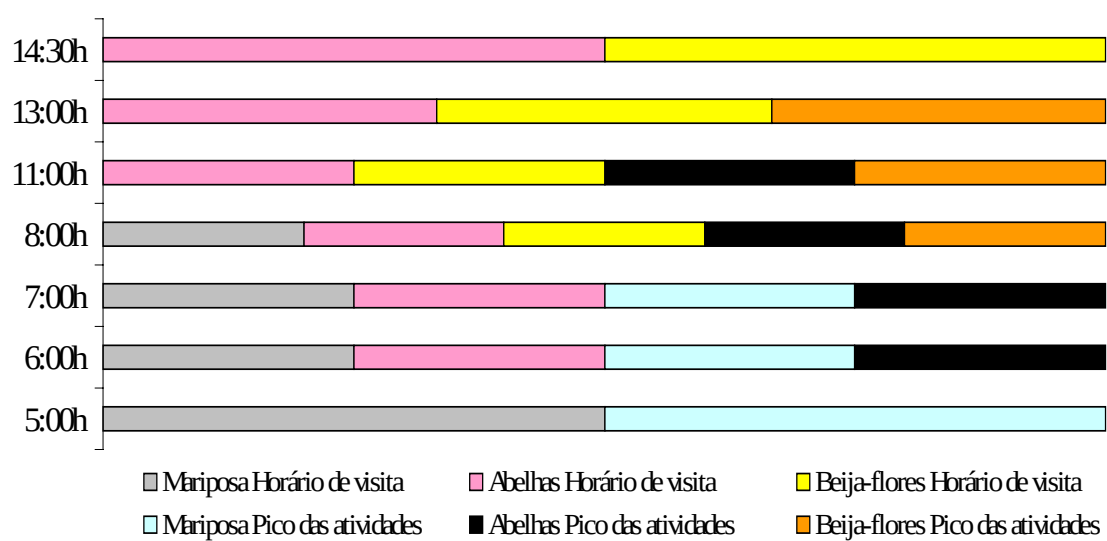


Figura 5: Horário de visita e pico das atividades dos polinizadores

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Drs. Clemens Schlindwein, Danúncia Urban, João M. F. Camargo e Jesus Santiago Moure, pela identificação das abelhas; à Msc. Karla Norie pela identificação da planta; à Associação Plantas do Nordeste (PNE), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação O Boticário de Proteção à Natureza/Mac Arthur Foundation e ao Projeto Brejos de Altitude (MMA - BIRD-PROBIO) pelo apoio financeiro.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSSON, L. 1976. The synflorescence of the Marantaceae. Organization and descriptive terminology. Bot. Not. 129: 39-48.
- ANDERSSON, L. 1981. The neotropical genera of Marantaceae. – Circumscription and relationships. Nord. J. Bot. 1: 218-245.
- ANDERSSON, L. 1998. Marantaceae. In: The families and genera of vascular plants, Volume IV. Flowering plants, Monocotyledons, Alismatanae and Commelinanae. K. Kubitzki (ed.). Springer-Verlag, Berlin. pp 278-293.
- ANDRADE, G.O. & LINS, R.C. 1964. O “Brejo” da Serra das Varas (Arcoverde). Cadernos da Faculdade de Filosofia da UFPE, Dep. de Geografia. Série VI - 8 n° 14.
- ANDRADE-LIMA, D. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. Arquivo do Instituto de Pesquisa Agronômica. Vol (5). Secretaria da Agricultura, indústria e Comércio, Pernambuco, Brasil, p.305-341.

- ARNS, K.N.Y. 1997. Estudo taxonômico dos grupos *Monotagma*, *Maranta* e *Myrosma* (Marantaceae) em Pernambuco. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- BAKER, H.G. 1961. The adaptation of flowering plants to nocturnal and crepuscular pollinators. *Rev. Biol.* 36: 64-73.
- BAKER, H.G. 1975. Sugar concentrations in nectar from hummingbird flowers. *Biotropica* 7: 37-41.
- BUZATO, S. 1995. Estudo comparativo de flores polinizadas por beija-flores em três comunidades da Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BUZATO, S. SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic forest sites. *Biotropica* 32: 824-841.
- BUZATO, S.; SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1994. Pollination of three species of *Abutilon* (Malvaceae) intermediate between bat and hummingbird flower syndromes. *Flora* 189: 327-334.
- CLASSEN-BOCKHOFF, R. 1991. Investigations on the construction of the pollination apparatus of *Thalia geniculata* (Marantaceae). *Bot. Acta* 104: 183-193.
- CLASSEN-BOCKHOFF, R. & PISCHTSCHAN, E. 2000. The explosive style in Marantaceae preliminary results from anatomic studies. *In: Plant Biomechanics* (Spat, Speel, eds.). New York: Thelme-Verlag.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. London, Pergamon Press. 3 edition. 244 p.
- FEINSINGER, P. & COLWELL, R.K. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoologist* 18: 779-795.

- FRANKIE, G.W., HABER, W.A., OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. *In*: Handbook of experimental pollination biology (Jones, C.E. & Little, R.J., eds). New York: Van Nostrand, p. 411-447.
- GENTRY, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6: 64-68.
- HAGBERG, M. 1990. The genus *Monotagma* (Marantaceae). Ph.D. dissertation, University of Göteborg, Suécia.
- HEYWOOD, V.H. 1978. Flowering plants of the world. Marantaceae, Oxford University Press, Oxford, p.300-301.
- JANZEN, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-37.
- JANZEN, D.H. 1971. Euglossine bees as long distance pollinators of tropical plants. *Science* 171: 203-205.
- KENNEDY, H. 1978. Systematic and pollination of the “closed-flowered” species of *Calathea* (Marantaceae). *University of California Publ. Bot.* 71-90.
- KENNEDY, H. 2000. Diversification in pollination mechanisms in the Marantaceae. *In* Monocots. Systematics and evolution (K. L. Wilson & D. A. Morrison eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.335-344.
- LINDLEY, J. 1826. *Calathea violacea*. *Bot. Reg.* 12: t. 962 .
- MABBERLEY, D.J. 1987. The plant book. Cambridge University Press, Cambridge, p. 706.
- NEWSTROM, L.E., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.

- PERCIVAL, M. 1974. Floral ecology of coastal scrub in southeast Jamaica. *Biotropica* 6: 104-129.
- RADFORD, A.E.; DICKINSON, W.C.; MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. Vascular plant systematics. New York, Harper & Row Publishers, p.891.
- RAMIREZ, N.
- RICHARDS, J.L. 1986. Plant breeding systems. London: George Allen & Unwin Ltd.
- SALES, M.F., MAYO, S.J. & RODAL, M.J. 1998. Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: Um checklist da Flora ameaçada dos Brejos de Altitude, Pernambuco, Brasil. Imprensa Universitária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, p.130.
- SAZIMA, M.; BUZATO, S. & SAZIMA, I. 1996. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. *Bot. Acta.* 109: 149-160.
- SCHUMANN, K. 1902. Marantaceae. *In: Das Pflanzenreich* (Engler, A., ed). Engelmann, Berlin (Heft 11) 4: 81-184.
- SMITHE, F. B. 1975. Naturalist Color Guide, New York, The American Museum of Natural History.
- TOMLINSON, P. B. 1969. Classification of the Zingiberales (Scitamineae) with special reference to anatomical evidence. *In: Anatomy of the Monocotyledons* (Metcalfe, C.R., ed). Clarendon Press, Oxford 3: 295-302.
- ZEISLER, M. 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. *Beih. Bot. Centralbal.* 58: 308-318.