

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**Fenologia de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barneby e *Senna multijuga*
(Rich.) Irwin & Barneby no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e na área
urbana de Teresópolis - RJ**

Elizabeth Romito Oberlaender

2006



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

**FENOLOGIA DE *Senna macranthera* (COLLAD.) IRWIN & BARNEBY E
Senna multijuga (RICH.) IRWIN & BARNEBY NO PARQUE NACIONAL
DA SERRA DOS ÓRGÃOS E ÁREA URBANA DE TERESÓPOLIS – RJ**

ELIZABETH ROMITO OBERLAENDER

Sob a Orientação do Professor
Haroldo Cavalcante de Lima

e Co-orientação do Professor
Rogério Ribeiro de Oliveira

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ
Agosto de 2006

578.42

O12f

T

Oberlaender, Elizabeth Romito,
1959-

Fenologia de *Senna macranthera*
(COLLAD.) IRWIN & BARNEY e *Senna*
multijuga (RICH.) IRWIN & BARNEY no
Parque Nacional da Serra dos Órgãos
e área urbana de Teresópolis - RJ /
Elizabeth Romito Oberlaender. -
2006.

54f.

Orientador: Haroldo Cavalcante
de Lima.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Instituto de Florestas.
Bibliografia: f. 33-41.

1. Fenologia vegetal - Teses. 2.
Leguminosa - Fenologia - Órgãos,
Serra dos (RJ) - Teses. I. Lima,
Haroldo Cavalcante de. II.
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. Instituto de Florestas.
III. Título.

Bibliotecário: _____ **Data:** ____/____/____

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

ELIZABETH ROMITO OBERLAENDER

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____/____/____

Haroldo Cavalcante de Lima (Dr.) JBRJ
(Orientador)

Fátima Conceição M. Piña-Rodrigues (Dr^a.) UFRRJ

Alexandra Aparecida Gobatto Rodrigues (Dr^a.) JBRJ

Maria Verônica Leite Pereira Moura (Dr^a.) UFRRJ

Dedico

**Aos meus pais José Francisco Eugênio Romito (*in memorium*) e
Aldiva Maria da Camara Romito, pelo estímulo e carinho.**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos aqueles que contribuíram para a conclusão deste trabalho através de seu apoio, e em especial às seguintes pessoas:

À Maíra, pelas primeiras idéias sobre fenologia e ajuda na elaboração do projeto de pesquisa apresentado a UFRRJ;

ao Leonardo, meu marido, pelo encorajamento, suporte emocional e financeiro, mesmo estando tão longe;

ao Haroldo Cavalcante de Lima, pela oportunidade de trabalho nesta área e por todo o aprendizado advindo da orientação desta dissertação;

ao Rogério Ribeiro de Oliveira, pela orientação com os dados climáticos;

à Patrícia Morellato, pelo aprendizado no curso de fenologia da Unesp;

ao Antônio Carlos Silva de Andrade, pela orientação nos testes de germinação e facilidades no acesso ao Laboratório de Sementes do JBRJ;

ao César S. R. Pardo, por toda a ajuda no trabalho de campo, sem a qual, teria sido quase impossível;

à D. Aidê, pelo carinho, amizade e acolhida que jamais esquecerei;

à Jakeline Prata A. Pires, pela orientação, apoio e amizade na conclusão deste trabalho;

à Dulce Gilson Mantuano, pela ajuda nos testes estatísticos;

à Clarisse pela gentileza na confecção do mapa com a localização das árvores;

ao Rosembergue Silva pela formatação final da dissertação;

à Denise de Moraes pela grande ajuda no herbário do JBRJ;

aos meus colegas da pós-graduação pelo companheirismo e alegria em estarmos juntos;

aos mestres da UFRRJ pela oportunidade de aprender e conviver;

à Cecília Cronenberger pela receptividade no Parque Nacional da Serra dos Órgãos;

ao Paulo de Brito (INMET) pelo fornecimento dos dados meteorológicos;

à minha mãe, Aldiva, pelo estímulo, carinho e acolhida;

ao Dr. Hélio, meu sogro, pelo carinho durante os tempos de estudo, em sua casa;

às minhas filhas, Raphaela, Gabriela e Nathalia, pelo amor, compreensão e confiança;

ao meu neto, Bernardo, pela felicidade em tê-lo mais perto;

à direção do Colégio Estadual Paulo Assis Ribeiro, pela possibilidade de afastamento das aulas para conclusão do mestrado;

à coordenação do curso de Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ pelo estímulo e compreensão nos momentos difíceis;

...Se a razão é um atributo do processo evolutivo do homem, o instinto, a intuição e a espontaneidade constituem a nossa natureza ancestral, são, portanto, anteriores à razão humana. É a natureza pulsando em nós. Como Clarice Lispector escreveu: “O que é primitivo é pureza. O que é espontâneo é pureza”. O homem, por mais moderno que seja, ainda guarda essa “pureza”: ele não deve esquecer o seu lado primitivo, não deve abandonar sua natureza. É importante pressentirmos as mudanças de estações, sentirmos o cheiro do jasmim, do mar ou os perfumes da terra, sentirmos o pólen chegar e ir inundando nossa vida assim como uma estação se transforma em outra estação...

Ailton Siqueira - Flores e perfume de Clarice Lispector

RESUMO

OBERLAENDER, Elizabeth Romito. **Fenologia de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barneby e *Senna multijuga* (Rich.) Irwin & Barneby no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e área urbana de Teresópolis – RJ.** 2006. 54p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

O presente estudo apresenta o comportamento fenológico de duas espécies de leguminosas arbóreas da Mata Atlântica (*Senna macranthera* e *Senna multijuga*). A coleta de dados foi realizada em duas localidades com marcantes diferenças fisionômicas, no município de Teresópolis, Estado do Rio de Janeiro (UA1 – Área de floresta no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e UA2 – Área urbana de Teresópolis), no período de um ano (janeiro de 2005 a janeiro de 2006). Os resultados são discutidos com enfoque na atividade e intensidade das fenofases e das relações dos eventos fenológicos com diferentes fatores climáticos. As observações fenológicas nos indivíduos marcados foram mensais e as fenofases queda foliar, brotamento, floração (botões florais e antese) e frutificação (frutos imaturos e maduros) foram quantificadas pelo método de Fournier, onde a intensidade dos eventos fenológicos foi estimada para cada indivíduo, utilizando-se uma escala de 0 a 4 com intervalo de 25% entre cada classe. O ritmo anual das fenofases foi caracterizado pela maior intensidade de queda de folhas no período com temperaturas médias mais baixas e menor precipitação (agosto-setembro), pelo brotamento no período de temperaturas médias mais elevadas e no início do período com maior precipitação (outubro-dezembro), pela floração no período de temperaturas médias mais elevadas e maior precipitação (janeiro-abril), e pela maturação dos frutos no período com temperaturas médias mais baixas e menor precipitação (julho-setembro). Com base nos resultados obtidos para as espécies estudadas, pode-se concluir que a metodologia empregada e a frequência das observações foram suficientes para definir os períodos de atividade e intensidade das fenofases, porém não foi possível determinar os padrões fenológicos pois, para isso, seria necessário um período mais longo de observações. Diferenças foram observadas no comportamento fenológico das espécies, nas duas áreas de estudo, sugerindo que as características fisionômicas locais podem estar influenciando a duração e a intensidade de algumas fenofases, principalmente da floração.

Palavras-chave: Fenologia, Leguminosae, Mata Atlântica.

ABSTRACT

OBERLAENDER, Elizabeth Romito. **Phenology of *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barneby and *Senna multijuga* (Rich.) Irwin & Barneby in Serra dos Órgãos National Park and urban area of Teresopolis – RJ.** 2006. 54p Dissertation (Master Science in Environmental and Forestry Science). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

This study shows the phenological behavior of two Leguminosae tree species of Atlantic Forest, in two areas with great physiognomic differences, in Teresopolis City, Rio de Janeiro State (UA1 – Forest area in Serra dos Órgãos National Park and UA2 – Urban area of Teresopolis) in a year period (from January/2005 to January/2006). The results are discussed focusing the activity and intensity of phenological events and the relation of these events with different climatic factors. Phenological observations, in marked individuals, were made monthly and the events: leaf fall, leaf flushing, flowering (bud flowers and anthesis) and fruiting (unripe fruits and ripe fruits) were quantified by the Fournier's method, where the intensity of the phenological events were estimated to each individual, using a scale from 0 to 4 with 25% intervals among each class. The annual rhythm of phenological events were characterized by leaf fall in a less wet period (August-September), leaf flushing in a hotter period and in the beginning of the wet period (October-December), flowering in the hottest and wet period (January-April), and the maturation of the fruits in the colder and less wet period (July-September). Differences were observed in the phenological behavior of the species in the two areas of study, suggesting that the physiognomic local characteristics maybe are influencing the duration and intensity of some phenological events, mainly flowering.

Key words – Phenology, Leguminosae, Atlantic Forest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização do Município de Teresópolis no Estado do Rio de Janeiro e da bacia hidrográfica do Rio Paquequer.....	6
Figura 2 – Mapa do Parque Nacional da Serra dos Órgãos.....	7
Figura 3 – Mapa da região de Teresópolis (RJ) mostrando a localização dos indivíduos marcados para o estudo fenológico.....	10
Figura 4 – Fotoperíodo para o município de Teresópolis, RJ, para o período de estudo (janeiro de 2005 a janeiro de 2006).....	12
Figura 5 – Diagrama climático para o município de Teresópolis, RJ, construído segundo Walter & Lieth (1960-67), correspondente a um período de 26 anos (1961-1987).....	13
Figura 6 – Precipitação média mensal e temperaturas mensais médias, máximas médias e mínimas médias para o município de Teresópolis, RJ, para o período de 26 anos (1961-1987).....	15
Figura 7 – Precipitação média mensal e temperaturas mensais médias, máximas médias e mínimas médias para o município de Teresópolis, RJ, para o período de estudo (janeiro de 2005 a janeiro de 2006).....	15
Figura 8 – Foto de <i>Senna macranthera</i> . Indivíduo em floração, área urbana de Teresópolis, março/2005.....	17
Figura 9 – Foto de <i>Senna macranthera</i> . Indivíduo em frutificação, área urbana de Teresópolis, julho/2005.....	17
Figura 10 – Foto de <i>Senna multijuga</i> . Indivíduo em floração, área urbana de Teresópolis, março/2005.....	19
Figura 11 – Foto de <i>Senna multijuga</i> . Indivíduo em frutificação, área urbana de Teresópolis, agosto/2005.....	19
Figura 12 – Fenologia reprodutiva e vegetativa de <i>Senna macranthera</i> no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UA1) e área urbana de Teresópolis (UA2).....	26
Figura 13 – Fenologia reprodutiva e vegetativa de <i>Senna multijuga</i> no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UA1) e área urbana de Teresópolis (UA2).....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características e localização dos indivíduos de <i>S. macranthera</i> na UA 1 (PARNASO).....	7
Tabela 2. Características e localização dos indivíduos de <i>S. multijuga</i> na UA1 (PARNASO).....	8
Tabela 3. Características e localização dos indivíduos de <i>S. macranthera</i> na UA 2 (área urbana de Teresópolis).....	9
Tabela 4. Características e localização dos indivíduos de <i>S. multijuga</i> na UA 2 (área urbana de Teresópolis).....	9
Tabela 5. Comparação de alguns parâmetros climáticos do período de 26 anos (1961-1987) e do período de estudo (janeiro/2005-janeiro/2006) para o município de Teresópolis, RJ.....	13
Tabela 6. Temperaturas (°C) - Município de Teresópolis – (jan/2005 a jan/2006).....	14
Tabela 7. Precipitações (mm) – Município de Teresópolis (jan/2005 a jan/2006).....	14
Tabela 8. Valores da análise de correlação de Spearman (r_s) entre fatores climáticos (mensais) e fenofases em <i>Senna macranthera</i> , onde: <i>ns</i> ausência de correlação significativa para $p < 0,05$, onde (UA 1) indivíduos localizados no PARNASO e (UA 2) indivíduos localizados na área urbana de Teresópolis.....	24
Tabela 9. Valores da análise de correlação de Spearman (r_s) entre fatores climáticos (mensais) e fenofases em <i>Senna multijuga</i> , onde: <i>ns</i> ausência de correlação significativa $p < 0,05$, onde (UA 1) indivíduos localizados no PARNASO e (UA 2) indivíduos localizados na área urbana de Teresópolis.....	24
Tabela 10. Índice de sincronia de ocorrência das fenofases, entre indivíduos e espécies localizadas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UA 1) e na área urbana de Teresópolis (UA 2) calculado segundo Augspurger (1983), onde quanto mais próximo de 1 for o índice, maior o sincronismo entre os indivíduos que apresentam a fenofase.....	25
Tabela 11 – Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov, intra e interespecífico no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UA 1) e na área urbana de Teresópolis (UA 2), onde $KS < 5,99$ (<i>ns</i> =não significativo) e $KS > 5,99$ quando apresentou diferença significativa no comportamento fenológico entre os locais na, atividade (ativ.) e intensidade (intens.) das fenofases.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Descrição das áreas de estudo.....	5
3.1.1 Localização.....	5
3.1.2 Clima.....	11
3.2 Caracterização das Espécies.....	16
3.3 Observações fenológicas.....	20
3.4 Análise dos dados.....	20
4 RESULTADOS	21
4.1. Fenologia de <i>Senna macranthera</i>	21
4.1.1 Queda e Brotamento.....	21
4.1.2 Floração e Frutificação.....	22
4.2. Fenologia de <i>Senna multijuga</i>	22
4.2.1 Queda e Brotamento.....	22
4.2.2 Floração e Frutificação.....	23
4.3 Comparação do comportamento fenológico entre as duas unidades amostrais.....	28
5 DISCUSSÃO	28
5.1. Padrões fenológicos e clima.....	28
5.2. Fenofases vegetativas.....	29
5.3. Fenofases reprodutivas.....	30
6 CONCLUSÕES	32
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

Estudos sobre a fenologia de espécies arbóreas em florestas neotropicais úmidas, sob condições climáticas sem expressiva estacionalidade, são ainda escassos (FRANKIE *et al.* 1974, HILTY 1980, OPLER *et al.* 1980). Especialmente em trechos de floresta ombrófila do domínio da Mata Atlântica, temos apenas alguns estudos recentes (TALORA & MORELATTO 2000, PIRES 2006). Ao mesmo tempo, enquanto os estudos fenológicos em comunidades têm se multiplicado nos últimos anos, são poucos os estudos enfocando uma ou poucas espécies, abordando a dinâmica temporal das populações, nos Neotrópicos em geral (AUGSPURGER 1981, BULLOCK 1982, PORRAS 1991) e, em particular, no Brasil (ALENCAR *et al.* 1979, ALENCAR 1990, 1994, MORELLATO *et al.* 1990, MORELLATO & LEITÃO FILHO 1990, PERES 1994, SCARIOT *et al.* 1995, PEDRONI *et al.* 2002).

Alguns autores procuram examinar mais de perto as relações entre a fenologia das árvores e as flutuações registradas em certos parâmetros ambientais, notadamente na disponibilidade de água no solo, ou na temperatura do ar (COSTA, 2002). Estes estudos são de suma importância para a compreensão da complexa dinâmica dos ecossistemas florestais, sendo o conhecimento fenológico escasso e fragmentado nas regiões tropicais (FOURNIER & CHARPANTIER, 1975).

Leguminosae representa uma das maiores famílias de angiospermas. Suas espécies estão distribuídas em diversos ecossistemas do mundo e apresentam relevante importância econômica (LEWIS *et al.* 2005). Na Mata Atlântica, representa uma das famílias com maior riqueza de espécies, apresentando grande diversidade nas formas de vida e ocorrendo em vários tipos de ambientes (LIMA, 2000). Por outro lado, tem sido sugerido que a sua origem e diversificação, intimamente relacionada com as florestas tropicais, indica um elevado potencial como objeto de análise em investigações numa abordagem ecológica (LIMA, 2004).

O gênero *Senna* destaca-se pela diversidade em áreas tropicais e subtropicais (IRWIN & BARNEBY 1982). Entre os representantes arbóreos deste gênero, *S. macranthera* e *S. multijuga* são espécies que ocorrem em uma excepcional variação de tipos de habitats, desde florestas de áreas úmidas até semiáridas em diferentes faixas altitudinais e fases sucessionais.

Na Mata Atlântica, alguns estudos realizados com *S. macranthera* e *S. multijuga* referem-se ao potencial das duas espécies para utilização em revegetação (LOVATO, 1997; SCARPA, 2002). Segundo Ferreira *et al.* (2002) as espécies apresentaram comportamento semelhante ao daquelas que formam banco de sementes persistente, uma vez que as suas sementes mantiveram-se viáveis, em solo de viveiro, por um período superior a um ano. Esta viabilidade das sementes recomenda o plantio destas espécies em projetos de revegetação a partir de semeadura direta.

O objetivo do presente trabalho foi acompanhar, registrar e comparar os eventos relacionados aos aspectos fenológicos de *S. macranthera* e *S. multijuga* em duas áreas distintas mas próximas (Parque Nacional da Serra dos Órgãos e área urbana de Teresópolis) no período de um ano, bem como analisar a influência de alguns fatores climáticos no comportamento fenológico destas espécies, visando contribuir com maiores informações para projetos de restauração em áreas degradadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A fenologia é o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas e da sua inter-relação entre as fases caracterizadas por estes eventos, dentro de uma mesma ou de várias espécies (LIETH, 1974).

Desta forma, a fenologia contribui para o entendimento da regeneração e reprodução das plantas, da organização temporal dos recursos dentro das comunidades, das interações planta-animal e da evolução da história de vida dos animais que dependem de plantas para alimentação, como herbívoros, polinizadores e dispersores (MORELLATO, 1991; SCHAIK *et al.*, 1993; MORELLATO & LEITÃO FILHO, 1992, 1996).

A época em que ocorrem os eventos reprodutivos nas plantas é determinante para o sucesso da população, ao assegurar a sobrevivência e o estabelecimento dos indivíduos jovens. A fenologia das espécies é regulada pelas suas características endógenas associadas às variações do clima, além de fatores abióticos e bióticos que são fatores de pressão seletiva para o desenvolvimento de padrões fenológicos (JANZEN, 1967; RATHCKE & LACEY, 1985).

Tradicionalmente a fenologia tentou entender a sazonalidade dos fenômenos biológicos, enfatizando o conjunto da história sazonal dos ambientes após esta ter ocorrido ou durante a sua ocorrência (LIETH, 1974). Mais recentemente o conhecimento das flutuações sazonais das plantas tem sido considerado essencial para o estudo da ecologia e evolução nos trópicos e para a compreensão da complexa dinâmica dos ecossistemas florestais (FOURNIER & CHARPANTIER, 1975).

A sazonalidade do clima, principalmente as variações na precipitação, influencia o comportamento fenológico das espécies e deve ser o fator primário relacionado às estratégias fenológicas por elas apresentadas, caracterizadas pela marcada periodicidade na ocorrência das fenofases (estações bem definidas) e pela pequena variação na sua ocorrência entre anos (MORELLATO *et al.*, 1990). Variações sazonais no regime hídrico, na temperatura, insolação e fotoperíodo estão entre os principais fatores ambientais que podem influenciar os ritmos fenológicos de plantas tropicais (MONASTERIO & SARMIENTO, 1976; OPLER *et al.*, 1976).

Estudos realizados em florestas com baixa sazonalidade climática são pouco numerosos e concentram-se na Malásia (PUTZ, 1979, APPANAH, 1985, SCHAIK, 1986, APPANAH, 1993), embora seja possível registrar alguns estudos nos neotrópicos (HILTY, 1980; OPLER *et al.*, 1980 e TALORA, 1996, TAKAHASI, 1998).

Alguns estudos como o da Serra do Japi (MORELLATO & LEITÃO FILHO, 1990; MORELLATO *et al.*, 1989, 1990) e na grande São Paulo (PENHALBER, 1995; ROSSI, 1994) detectaram que o período de maior floração acontece na transição entre as épocas seca e úmida, de setembro a novembro, apesar de tratarem de tipos florestais diferentes.

Outro fator relevante refere-se ao grupo ecológico a que pertence a espécie, determinando sua estratégia reprodutiva (FERRAZ *et al.*, 1999). Segundo estes autores, a floração de espécies arbóreas da Mata Atlântica está mais relacionada com os elementos do clima do segundo mês que antecede a floração do que com o período de produção de flores. Isso sugere que o clima do período que antecede a floração pode estimular o desenvolvimento dos botões florais.

Segundo Reich & Borchert (1984), em árvores com copa densa, as flores podem abrir um pouco depois do crescimento sazonal dos ramos ou, como na maioria das espécies decíduas, depois de um período de dormência dos botões florais, que acontece quando as árvores estão sem folhas. Segundo estes autores, em árvores decíduas, a antese pode ser induzida pela reidratação

temporária das árvores depois da queda de folhas, por chuva isolada durante a estação seca ou pelo início da estação úmida. A reidratação das árvores, que previamente apresentam estresse hídrico, serve como estímulo para quebrar a dormência dos botões florais.

Alencar (1994) sugeriu que os padrões fenológicos seriam mais afetados pelas características intrínsecas às espécies (genéticas, fisiológicas, reprodutivas) do que somente pela influência das variáveis climáticas.

Em climas sazonais existe flutuação na disponibilidade de polinizadores, dispersores, predadores e competidores (LIEBERMAN, 1982), e as atividades destes agentes podem funcionar como forças seletivas para a sazonalidade dos eventos reprodutivos das plantas (JANZEN, 1967).

A sincronia entre diferentes espécies possui a vantagem de atrair um maior número de polinizadores, além de saciar os predadores de flores (JANZEN, 1975), e a desvantagem da possibilidade de transferência de pólen entre espécies diferentes (RATHCKE & LACEY, 1985).

A competição por polinizadores deve ser mais intensa entre espécies que ocorrem em áreas fragmentadas, visto que a polinização e a produção de sementes diminuem com a fragmentação (AIZEN & FEISINGER, 1994).

Um dos principais fatores que exercem pressão para a seleção da sincronia intraespecífica é a necessidade de polinização cruzada (JANZEN, 1975). Nesse caso, seria mais vantajoso que cada indivíduo apresentasse um número reduzido de flores, de modo a não saciar os polinizadores que se alimentam de pólen ou néctar, obrigando-os a visitar outros indivíduos em busca de mais flores, favorecendo a polinização cruzada (FERRAZ *et al.*, 1999).

Janzen (1976) indicou que espécies que florescem bianualmente podem apresentar floração nos intervalos, com função de manutenção dos polinizadores. Segundo Whitmore (1990), espécies climáticas em florestas úmidas apresentam um evento principal de floração por ano, geralmente na mesma época, e espécies pioneiras têm floração contínua, apresentando alguns eventos reprodutivos por ano ou produzindo flores continuamente durante todo o ano.

Frankie *et al.* (1974) e Gentry (1974) sugerem que as florações longas seriam mais comuns em ambientes não sazonais ou para espécies sob o dossel. As florações muito sincrônicas, com grande produção de flores, de curta duração, caracterizariam ambientes mais sazonais e seriam comuns entre espécies que florescem na estação seca. Este fato estaria muito relacionado às diferentes condições para reprodução entre estações, em ambientes sazonais.

Segundo Morellato *et al.* (1990), de forma análoga à análise feita para padrões de floração (GENTRY, 1974), as espécies podem apresentar diferentes estratégias de frutificação ou padrões de amadurecimento de frutos. Estas iriam desde uma grande produção de frutos num curto espaço de tempo, de no máximo um mês (“Big-bang strategy”), até a frutificação prolongada (estratégia de equilíbrio ou “steady state strategy”), os indivíduos produzindo poucos frutos, por um longo período de tempo. Entre estes extremos estaria a estratégia do tipo cornucópia, com uma grande oferta de frutos por um período médio (ao redor de um a dois meses).

A frutificação, porém, depende das características dos frutos e da síndrome de dispersão das espécies, bem como do estrato ocupado pelos indivíduos adultos (MORELLATO & LEITÃO-FILHO, 1990, 1992).

Foster (1992) sugere que a época de frutificação das espécies é controlada pela época que apresenta as condições mais favoráveis para a germinação das sementes. A produção e a queda de frutos no final da estação seca e início da úmida seria vantajosa para as sementes, sendo que elas teriam maior possibilidade de germinação e crescimento das plântulas devido à umidade (JANZEN, 1967), já que elas teriam toda a estação úmida para desenvolver o sistema radicular antes da próxima estação seca (MORELLATO & LEITÃO-FILHO, 1992).

Existe uma forte relação entre a época de produção de frutos, o tipo de fruto (seco ou carnosos) e a síndrome de dispersão das espécies (FRANKIE *et al.*, 1974; MORELLATO, 1992). De acordo com Morellato & Leitão-Filho (1990, 1992), das espécies que florescem em setembro e outubro, aquelas que possuem frutos carnosos apresentam frutos maduros na estação úmida e as que possuem frutos secos, zoocóricos ou anemocóricos frutificam na estação seca seguinte.

A competição entre espécies por animais dispersores deve ser maior no início da estação úmida, por haver um maior número de espécies frutificando nessa época, devendo exercer uma pressão para o deslocamento da época de frutificação para um outro período (FOSTER, 1992).

O estresse hídrico e a disponibilidade de nutrientes podem influenciar a maior queda de folhas na estação seca (JORDAN, 1983). A deficiência hídrica temporária é importante mesmo em climas praticamente uniformes, com chuvas bem distribuídas (KORIBA, 1958 *apud* MORELLATO, 1992).

Espécies de árvores tropicais podem variar de sempre-verdes até decíduas, dependendo do grau de seca sazonal e do seu potencial de reidratação e controle de perda d'água (REICH & BORCHERT, 1984).

De acordo com Jackson (1978), a estratégia de reposição de folhas mais vantajosa numa planta perene, em um ambiente não estacional, seria a retenção e a manutenção da atividade fotossintética das folhas velhas até o crescimento das folhas novas.

Reich & Borchert (1984) encontraram, em sítios úmidos, muitas espécies que permaneceram sempre-verdes, brotando ao mesmo tempo em que perdiam as folhas velhas.

O período em que os indivíduos sofrem deficiência hídrica sugere ser um fator indutor para quebrar a dormência dos brotos, de forma que um período mais seco, seguido das primeiras chuvas, pode ser o estímulo para o início do crescimento vegetativo (LIEBERMAN, 1982).

Em espécies arbóreas de florestas tropicais periodicamente secas, a restrição hídrica durante a seca sazonal parece ser, de fato, o principal fator determinante da sazonalidade da fenodinâmica foliar (NJOKU, 1963; LORD MEDWAY, 1972; FRANKIE *et al.*, 1974; LIEBERMAN, 1982; BORCHERT, 1983; REICH & BORCHERT, 1984; BULLOK & SOLLIS-MAGALLANES, 1990; BORCHERT, 1992, 1994; REICH, 1995; PENHALBER & MANTOVANI, 1997).

Do ponto de vista evolutivo, tem sido argumentado, ainda, que a periodicidade em espécies arbóreas de florestas tropicais sazonais constitui uma estratégia adaptativa, selecionada tanto por pressões abióticas quanto bióticas (LIEBERMAN & LIEBERMAN, 1984; RATHCKE & LACEY, 1985; SCHAİK *et al.*, 1993; REICH, 1995).

Assim, uma menor pressão de herbivoria selecionaria para rebrota sincronizada na estação seca (AIDE, 1992, 1993), enquanto condições mais favoráveis para transferência de pólen e maior disponibilidade de polinizadores podem selecionar para floração sazonal e sincronizada nesta estação (JANZEN, 1967).

Alguns autores têm postulado que a limitação sazonal do período de floração e possivelmente os padrões fenológicos são determinados filogeneticamente (restrição filogenética) e fortemente influenciados pela forma de vida, sendo relativamente independentes de fatores bióticos (KOCHMER & HANDEL, 1986; JOHNSON, 1992), ou mesmo dos abióticos como precipitação (WRIGHT & CALDERON, 1995).

Segundo Gentry (1974) as diferenças na fenologia de floração em Bignoniaceae da América Central constituem um dos mecanismos que permitem a manutenção de uma alta diversidade em comunidades tropicais e que torna possível a convivência de numerosas espécies de plantas que se utilizam de um recurso limitado, o polinizador.

Morellato *et al.* (1990) sugerem que a grande diversidade de estratégias fenológicas é provavelmente um dos fatores que permitem a coexistência de um grande número de espécies dentro de comunidades florestais tropicais.

Para Monasterio e Sarmiento (1976) esta diversidade em estratégias fenológicas provavelmente também garante o sucesso de todo o ecossistema na resposta às mudanças ambientais que fatalmente ocorrerão no futuro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição das Áreas de Estudo

3.1.1 Localização

A pesquisa foi realizada no município de Teresópolis, Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). O município possui hoje uma área total de 772,9 km², com três distritos: Teresópolis (sede), Vale do Paquequer e Vale de Bonsucesso (IBGE, 2003). Está situado num altiplano da Serra dos Órgãos (42°58'W e 22°25'S), a poucos quilômetros da costa e a uma altitude que varia entre 800 a 1500 metros acima do nível do mar. Fica localizado entre outros dois municípios, também serranos, e inseridos no mesmo sistema orográfico – o de Petrópolis e o de Nova Friburgo, limitando-se ao Norte pelas serras do Brejão, da Ventania e do Capim, ao Sul pela serra do Subaio, a Leste pelas serras das Três Irmãs e das Flores e a Oeste pela serra do Gregório (VELOSO, 1945). Localizado na região fitoecológica fluminense classificada como Floresta Ombrófila Densa (VELOSO *et al.*, 1991), na vegetação do município predominam as formações montanas e alto-montanas. Acima de 2.000 m, ocorrem os campos de altitude (IBDF, 1980).

Inicialmente habitada por índios e posteriormente por escravos fugidos, a região de Teresópolis começou a ser mais densamente habitada com a chegada da família real ao Brasil e a concessão de terras a aristocratas para que esses se estabelecessem com grandes fazendas na região serrana. Tal fato marca, também, o início do desmatamento da floresta local. O solo que inicialmente foi desflorestado para a plantação de café, gradativamente foi transformando-se em pasto, visto a dificuldade de adaptação dessa planta na região (ROCHA, 1999).

O britânico George March e outros compatriotas deram origem em 1818 à Fazenda dos Órgãos, ou Fazenda March, onde hoje se localiza o distrito sede de Teresópolis (TERESOPOLISONLINE, 2003). March implementou um centro de lazer em contato com a natureza, explorou o clima, as florestas, montanhas e paisagens, facilitando o acesso dos turistas à região. Em seguida, colônias de suíços se estabeleceram às margens do rio Paquequer, removendo sua mata ciliar (ROCHA, 1999).

Em 1855, foi criada a Freguesia de Santo Antônio do Paquequer, subordinada a Magé, trocando de nome em 1890, passando a chamar-se Teresópolis, em homenagem à D. Teresa Cristina, esposa de D. Pedro II. Elevada à categoria de cidade emancipada em 06 de julho de 1891, a cidade começa a crescer com o desenvolvimento da horticultura na área, o estabelecimento de novas fazendas e, principalmente, após a chegada da ferrovia.

De acordo com o censo de 2000, Teresópolis tinha uma população de 138.081 habitantes. Sua população em 2004 era de 146.994 pessoas. O município apresentou uma taxa média geométrica de crescimento de 1991 a 2000, de 1,51% ao ano. Teresópolis, com base no levantamento de uso do solo (CIDE, 2001), em 1994, tinha sua área dividida da seguinte maneira: 37% de Floresta Ombrófila Densa, 41% de vegetação secundária e 12% de pastagens. Já em 2001, ocorreu expressiva redução de formações florestais para 10% do território municipal, contra grandes aumentos de vegetação secundária, para 54% e de campo/pastagem, que alcançou 29%. A área urbana cresceu de 2,5% para 4,7%. Segundo o estudo apresentado, Teresópolis necessitaria implantar 779 hectares de corredores ecológicos, o que representa 1% da área total do município (TCE-RJ, 2005).

O Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), criado em 30 de novembro de 1939 pelo Decreto-Lei nº 1822, fica em uma seção proeminente da Serra do Mar ($22^{\circ}52' - 22^{\circ}24'S$ e $45^{\circ}06' - 42^{\circ}69'W$), abrangendo aproximadamente 10.527 hectares (Figura 2). Dominado por picos, paredões e encostas de gnaise, e granitos datados da era pré-cambriana tardia, o relevo do Parque resulta de um falhamento geológico ocorrido há cerca de 60 milhões de anos. Apresenta grande variação altitudinal, desde o sopé da serra (com cerca de 145 m) até picos de mais de 2000 m. A Pedra do Sino, com 2.263 m, é o ponto culminante (IBDF, 1980).

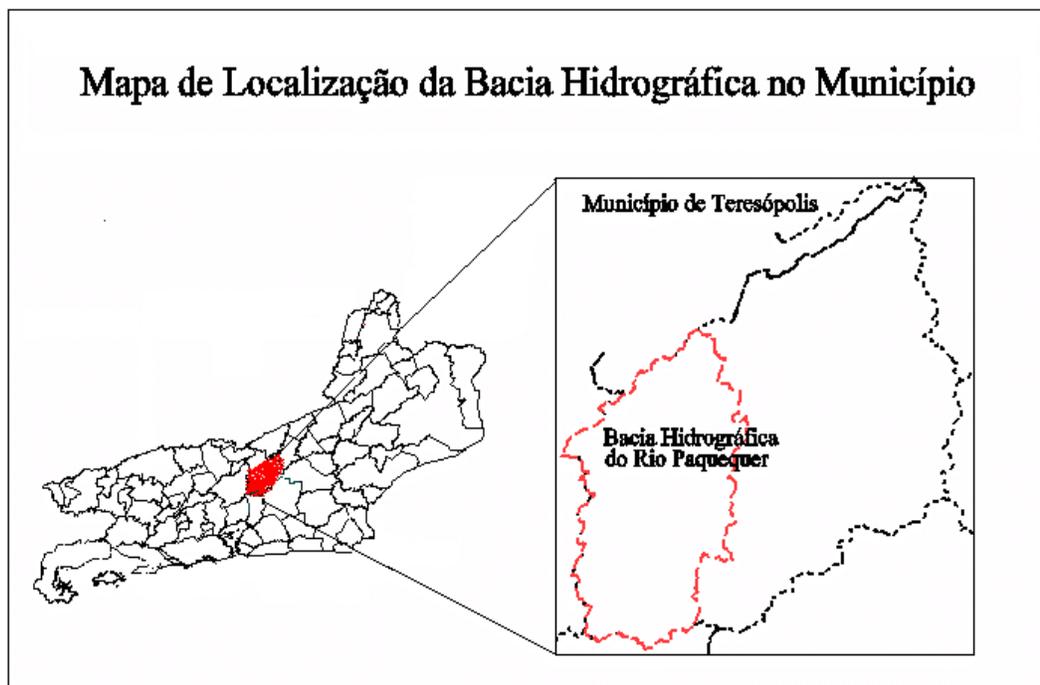


Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Teresópolis no Estado do Rio de Janeiro e da bacia hidrográfica do Rio Paqueta. (Fonte: GUIMARÃES, 2000).

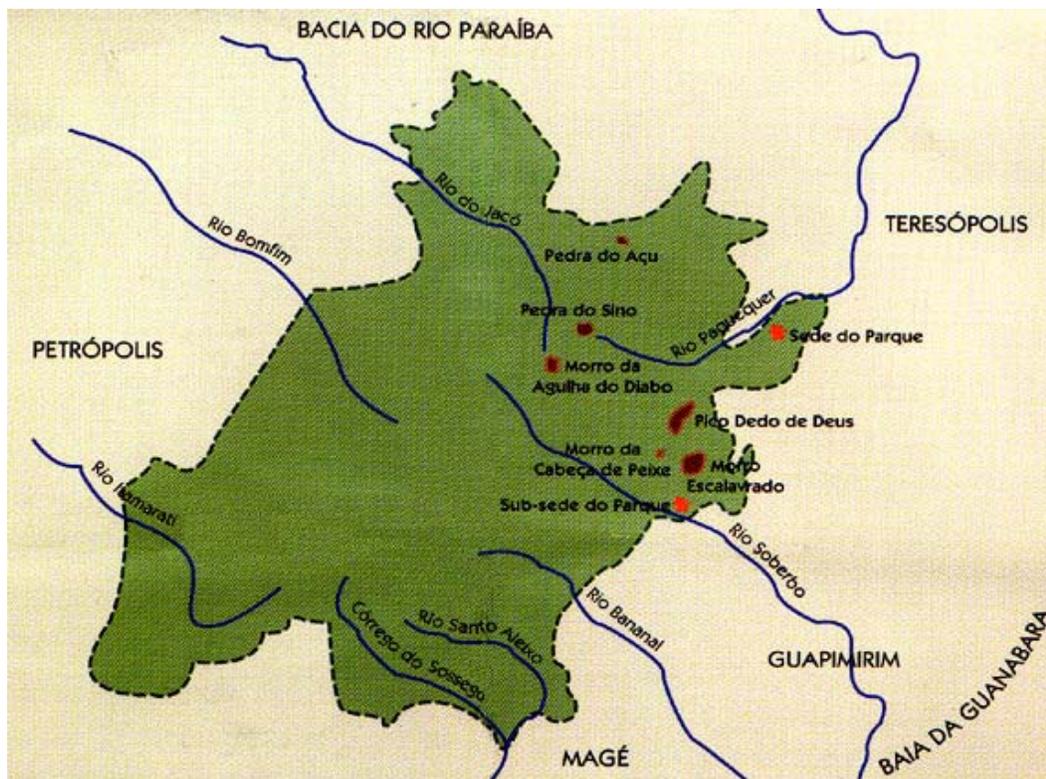


Figura 2 - Mapa do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Fonte: Ibama

- Unidade amostral (UA 1) em trechos de floresta no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), Sede Teresópolis:

Os indivíduos de *Senna macranthera* (Tabela 1) e *S. multijuga* (Tabela 2) amostrados em trechos de Floresta Ombrófila Montana, no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, estão distribuídos nas imediações da Sede do Parque (Figura 3). A área pode ser considerada de floresta secundária, de inicial a estágio médio de regeneração. Para facilitar a visualização das copas das árvores, foram selecionados indivíduos localizados nas margens da estrada principal, em um trecho de aproximadamente 3 km, com variação altitudinal entre 976 m e 1.158 m.

Tabela 1. Características e localização dos indivíduos de *S. macranthera* (ma) na UA 1 (PARNASO). CAP=circunferência à altura do peito.

n° ind.	Altura / CAP	Local	Posição	Altitude
01 ma	12,1 m / 56,6 cm	Abaixo do Camping – PARNASO	S 22°27'14,2" W 42°59'33,0"	1152 m
02 ma	20 m / 135,3 cm	Curva do Rio – PARNASO	S 22°27'22,0" W 42°59'49,4"	1158 m
03 ma	14,7 m / 70,1 cm	Curva do Rio – PARNASO (Abaixo da ponte)	S 22°27'22,0" W 42°59'49,4"	1158 m

Tabela 2. Características e localização dos indivíduos de *S. multijuga* (mu) na UA 1 (PARNASO).
CAP=circunferência à altura do peito.

n° ind.	Altura / CAP	Local	Posição	Altitude
01 mu	18 m / 97,5 cm	Curva da lixeira – PARNASO	S 22°27'18,7" W 42°59'51,7"	1.104 m
02 mu	17 m / 124,2 cm	Casa do Pesquisador - PARNASO	S 22°27'18,7" W 42°59'51,7"	1.104 m
03 mu	7,81 m / 50,2 cm	Barragem – PARNASO	S 22°27'05,7" W 43°00'04,2"	1.136 m
04 mu	3,18 m / 15,2 cm	Barragem – PARNASO	S 22°27'05,7" W 43°00'04,2"	1.136 m
05 mu	16 m / 85,3 cm	Trilha Suspensa – PARNASO	S 22°27'07,5" W 43°00'04,2"	1.144 m
06 mu	10,93 m / 55,5 cm	Trilha Suspensa – PARNASO	S 22°27'12,0" W 43°00'04,2"	1.149 m
07 mu	15,5 m / 60,3 cm	Trilha Suspensa – PARNASO	S 22°27'12,7" W 42°59'58,4"	1.149 m
08 mu	20 m / 90,4 cm	Rio Paquequer - PARNASO	S 22°27'22,0" W 42°59'49,4"	1.158 m
09 mu	12,4 m / 87,1 cm	Administração – PARNASO	S 22°26'59,1" W 42°59'08,5"	1.158m
10 mu	13,14 m / 56,3 cm	Bosque S ^{la} Helena – PARNASO	S 22°26'56,2" W 42°59'09,0"	976 m

- Unidade amostral (UA 2) em trechos urbanos de Teresópolis:

Os indivíduos de *S. macranthera* (Tabela 3) e *S. multijuga* (Tabela 4) amostrados na área urbana de Teresópolis, encontram-se distribuídos nos seguintes bairros: Alto, Vila. Muqui, Golfe, Posse, Prata, e RJ130 (Teresópolis-Friburgo). Esses indivíduos estão, em sua maioria, localizados nas principais avenidas e ruas da cidade, fazendo parte da arborização urbana (Figura 3). Sendo assim, durante o dia, estão expostos à maior irradiação solar e, à noite, podem receber a influência da iluminação artificial. Nesses locais, a variação altitudinal é de 845 m a 969 m.

Tabela 3. Características e localização dos indivíduos de *S. macranthera* (ma) na UA 2 (área urbana de Teresópolis). CAP= Circunferência à Altura do Peito.

(OBS): Os indivíduos 07, 08 e 10 foram podados drasticamente.

n° ind.	Altura / CAP	Local	Posição	Altitude
04 ma	10,3 m / 56,5cm	Av. Oliveira Botelho - Alto	S 22°26'44,4" W 42°58'53,9"	917 m
05 ma	7,55 m / 42,5cm	Av. Oliveira Botelho - Alto	S 22°26'44,4" W 42°58'53,9"	917 m
06 ma	5,16 m / 45,6 cm	Feirinha - Alto	S 22°26'02,8" W 42°59'50,7"	900 m
09 ma	5,41 m / 57,0 cm	Praça da FESU - Alto	S 22°26'08,5" W 42°58'44,8"	924 m
11 ma	5,01 m / 33,3 cm	Rua Ivaí, 91 - Alto	S 22°25'55,8" W 42°58'37,6"	905 m
12 ma	10,40 m / 41,8 cm	Pres. Roosevelt - CEDAE Vila Muqui	S 22°24'04,2" W 42°58'19,9"	915 m
13 ma	5,54 m / 15,2 cm	Pres. Roosevelt, 1218. Vila Muqui	S 22°26'02,4" W 42°58'37,0"	897 m
14 ma	5,41 m / 48cm	Golf Club - Golf	S 22°23'44,2" W 42°59'09,5"	880 m
15 ma	9 m / 48 cm	Urikana - Posse	S 22°23'06,7" W 42°59'42,1"	969 m
16 ma	4 m / 19 cm	RJ130 - Km3	S 22°22'43,9" W 42°55'38,24"	866 m

Tabela 4. Características e localização dos indivíduos de *S. multijuga* (mu) na UA 2 (área urbana de Teresópolis). CAP=circunferência à altura do peito.

(OBS): O indivíduo 14 mu foi podado drasticamente.

n° ind.	Altura / CAP	Local	Posição	Altitude
11 mu	9,59 m / 96,6 cm	R. Guaporé – Alto	S 22°25'51,6" W 42°58'39,9"	890 m
12 mu	9,5 m / 66 cm	Urikana – Posse	S 22°23'06,7" W 42°59'42,1"	969 m
13 mu	9,63 m / 102,4 cm	Urikana – Posse	S 22°23'13,0" W 42°59'43,1"	955 m
15 mu	8,68 m / 54,2 cm	Av. Rotariana – Alto	S 22°27'19,5" W 42°59'08,1"	940 m
16 mu	5,39 m / 38,6 cm	Av. Rotariana – Alto	S 22°27'19,5" W 42°59'08,1"	940 m
17 mu	11,4 m / 66,1 cm	Av. Delfim Moreira – Prata	S 22°23'13,9" W 42°57'20,1"	845 m

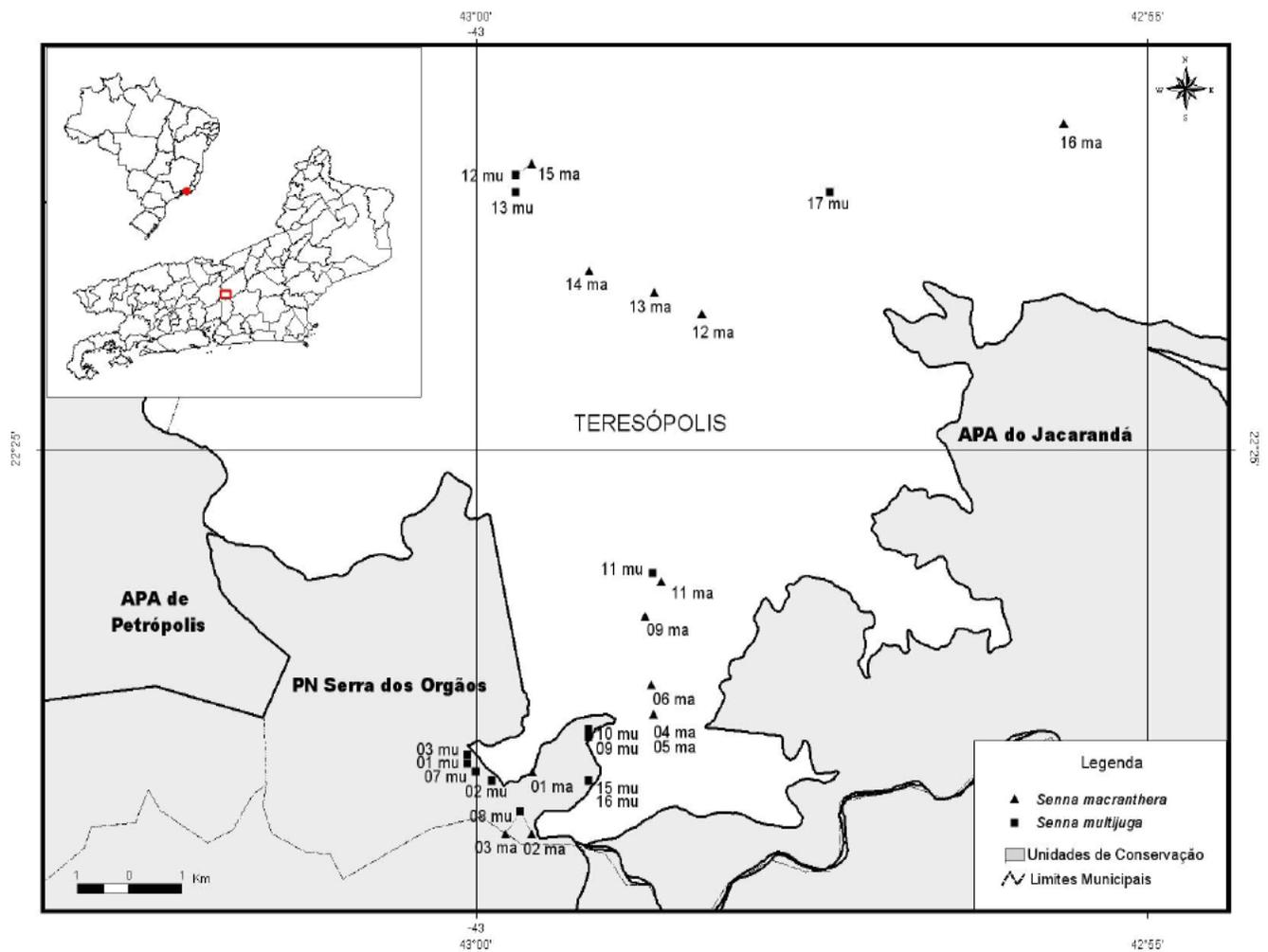


Figura 3. Mapa da região de Teresópolis (RJ) indicando a localização dos indivíduos marcados para o estudo fenológico (De 01ma a 16ma - indivíduos de *Senna macranthera* e de 01mu a 17mu – indivíduos de *Senna multijuga*).

3.1.2 Clima

A região da Serra dos Órgãos está inserida no domínio morfo-climático Tropical Atlântico. O clima pode ser caracterizado como tropical superúmido (com 80 a 90% de umidade relativa do ar), com temperatura média anual de 13° a 23° C (atingindo valores de 38°C a 5°C negativos nas partes mais altas) e variação pluviométrica de 1.700 a 3.600 mm, com concentração de chuvas no verão (dezembro a março) e período de seca no inverno (junho a agosto). O Clima, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cwb - tropical de altitude, com uma curta estação seca (IBDF, 1980).

Dentro da sede do município de Teresópolis, pode-se distinguir o clima dos bairros Alto e Várzea, que diferem consideravelmente. O Alto, onde está inserida a área do PARNASO em estudo, é completamente desabrigado, expondo-se a um vento constante que sopra da região do Soberbo, conhecido como “ruço”. Essa área fica sujeita à ação de um frio intenso e úmido. Já no centro da cidade, no bairro Várzea, circundado pelos morros dos Cavalos, Araras e Vidigueiras, o clima é considerado como um dos melhores do país. A alta precipitação nas partes mais elevadas do município, influi diretamente no regime dos rios, assegurando a permanência dos cursos d’água e condicionando a existência de uma vegetação típica. Teresópolis desfruta de uma média de 3.942 horas de insolação. No mês de setembro, o sol brilha menos que 250 horas por mês, ultrapassando 350 horas nos meses de julho e agosto (IBDF, 1980).

Os dados climatológicos para o município de Teresópolis- RJ, foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – 6ª Região.

Observando-se o diagrama climático (Figura 5) correspondente ao período de 26 anos (1961-1987), é possível verificar a ausência de déficit hídrico na região, onde o mês de dezembro apresenta a maior precipitação média mensal (296,6 mm) e o mês de junho a menor (43,0 mm) (Tabela 5). A precipitação média anual é de 1.729,4 mm. Os meses com maior número de dias com chuva são janeiro e dezembro (média de 20 e 21 dias, respectivamente) e os meses com menor número de dias com chuva são junho, julho e agosto (média de 7 dias para cada um); no entanto, todos os meses do ano apresentam mais de sete dias de chuva. A maior temperatura máxima absoluta observada no período ocorreu em fevereiro (34,9°C) e a menor temperatura mínima absoluta em junho (1,4° C) (Tabela 5). A temperatura média anual é 19,1°C. A temperatura média máxima anual é de 24,3°C, enquanto a temperatura média mínima é de 14°C. Estas características climáticas permitem afirmar que o município de Teresópolis, incluindo o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, está sob influência de um clima pouco sazonal, onde a vegetação não sofre restrição hídrica pela inexistência de uma estação seca bem definida.

Os dados climáticos para o período de estudo (janeiro/2005 a janeiro/2006) apresentaram temperaturas e precipitação com valores que se afastaram bastante da média dos 26 anos. A precipitação anual foi mais elevada (2.034,6 mm, contra 1.729,4 mm referentes à média do valor anual médio do período 1961-1987), sendo que a maior precipitação mensal foi em janeiro (413,6 mm) e a menor em agosto (3,3 mm). A precipitação média do ano do presente estudo foi 8% superior à média do período 1961-1987). Comparando-se com as normais climatológicas, o mês de agosto foi atípico, apresentando um período de seca para a região de estudo. A temperatura média anual foi de 18,8°C, a maior temperatura máxima absoluta foi em janeiro (34,8°C) e a menor temperatura mínima absoluta foi nos meses de julho e agosto (9°C) (Figura 7 e Tabela 5). Com base nos dados climáticos do período de estudo, para a análise dos dados fenológicos foram consideradas duas estações climáticas: uma mais chuvosa e quente, de janeiro a abril e de novembro a janeiro de 2006, e outra menos chuvosa e fria, de maio a outubro (Figura 7).

O fotoperíodo (Figura 4) foi marcadamente menor nos meses de junho e julho (comprimento do dia = 10,5 h), contrastando com os meses de janeiro e dezembro (comprimento do dia = 13,3 h).

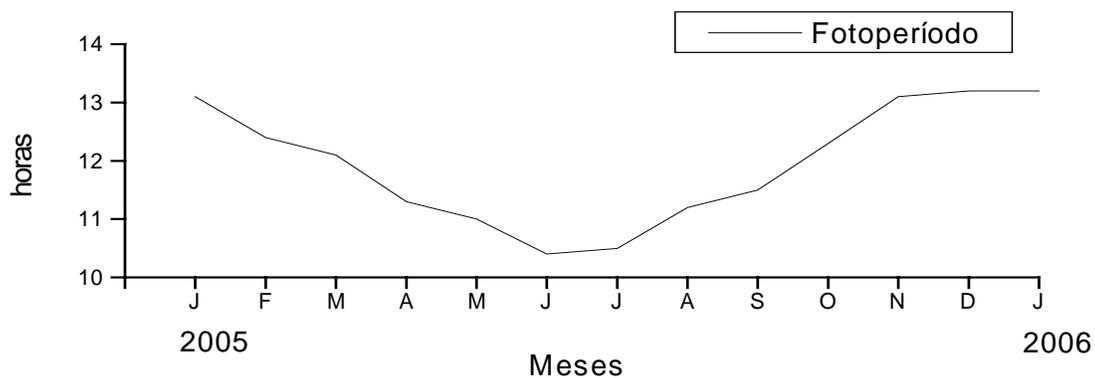


Figura 4 – Fotoperíodo para o município de Teresópolis, RJ, para o período de estudo (janeiro de 2005 a janeiro de 2006). Fonte: Observatório Nacional.

Tabela 6. Temperaturas (°C) - Município de Teresópolis (jan/2005 a jan/2006).

Mês	Temp. média °C	Temp. máxima °C	Temp. mínima °C
janeiro	22,8	31,6	13,6
fevereiro	22,3	31,1	12,9
março	22,9	31,0	16,0
abril	22,0	30,8	13,6
maio	19,2	28,9	10,2
junho	18,1	27,2	9,4
julho	16,8	26,1	9,0
agosto	19,9	31,7	9,0
setembro	18,6	28,8	10,7
outubro	22,4	33,8	11,9
novembro	20,5	31,2	11,6
dezembro	20,9	30,8	10,6
janeiro	23,6	34,8	16,8
Médias	20,7	30,6	11,9

Fonte: INMET – RJ (Estação: 83744 – Teresópolis / RJ).

Tabela 7: Precipitações (mm) – Município de Teresópolis (jan/2005 a jan/2006).

Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto
413,6	279,1	243,1	94,5	57,2	78,1	72,4	3,3
Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Total	Média anual	
51,8	52,5	226,5	327,6	134,9	2034,6	156,5	

Fonte: INMET – Estação 83744 – Teresópolis/RJ

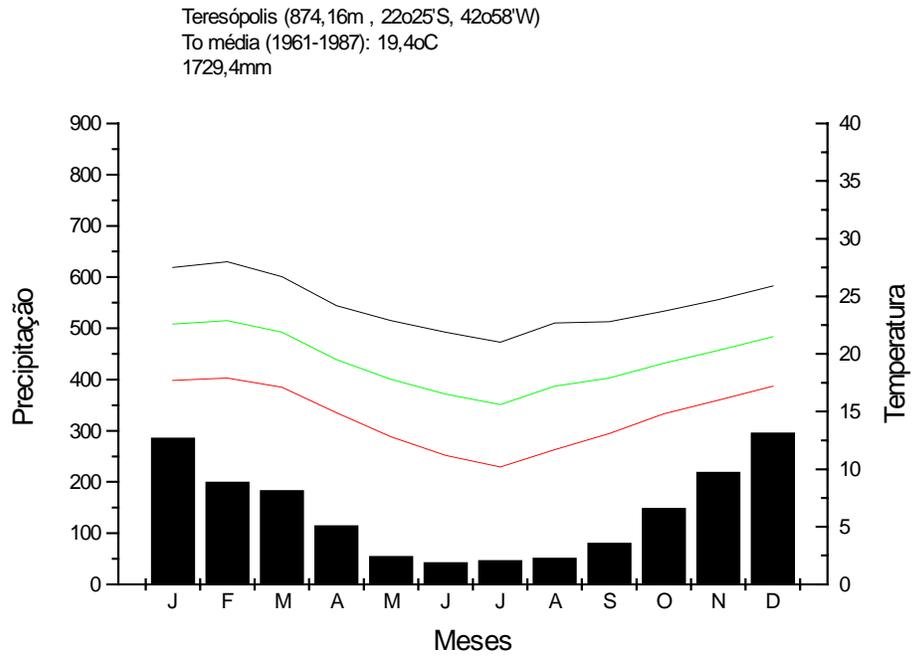


Figura 6 – Precipitação média mensal (barras) e temperaturas mensais médias (linha do meio), máximas médias (linha superior) e mínimas médias (linha inferior) para o município de Teresópolis, RJ, para o período de 26 anos (1961-1987). Fonte: Estação 83744 – Teresópolis – RJ – INMET.

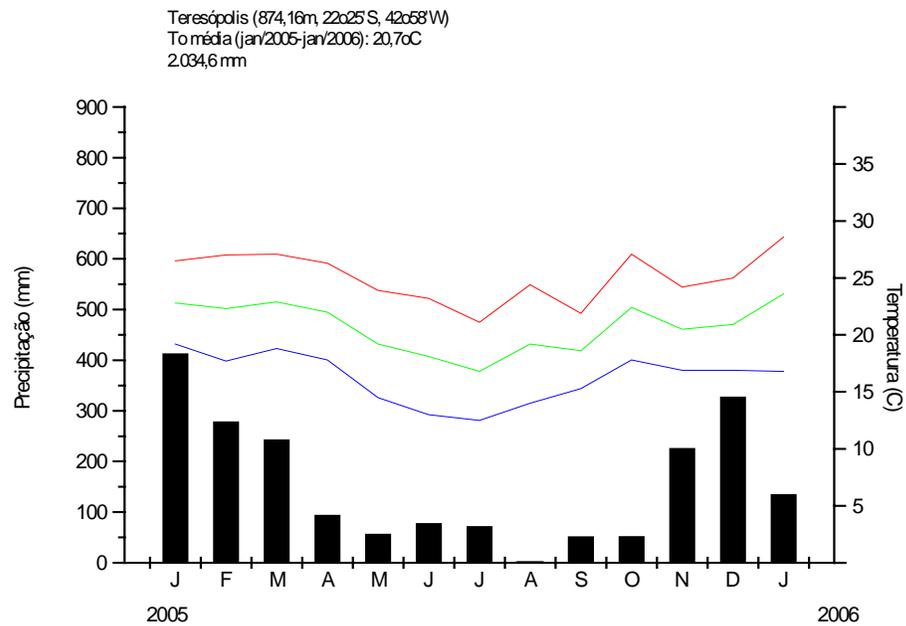


Figura 7 – Precipitação média mensal (barras) e temperaturas mensais médias (linha do meio), máximas médias (linha superior) e mínimas médias (linha inferior) para o município de Teresópolis, RJ, para o período de estudo (janeiro de 2005 a janeiro de 2006). Fonte: Estação 83744 – Teresópolis – RJ – INMET.

3.2. Caracterização das Espécies

O gênero *Senna* (K. Bauhin) P. Miller possui aproximadamente 250 espécies, sendo um dos mais representativos da subfamília Caesalpinioideae e encontra-se distribuído nas regiões tropical e subtropical (IRWIN & BARNEBY, 1981). Para o presente estudo, foram selecionadas duas espécies amplamente distribuídas na região neotropical.

Senna macranthera (Collad.) H.S. Irwin & R.C. Barneby

Nomes populares: manduirana, fedegoso (Figuras 8 e 9).

Árvore ou arbusto de 3 m a 15 m de altura, raro de maior porte, com ramos, raque foliar e folíolos densos pubescentes ou vilosos. Folha com 2 pares de folíolos, raque 3,5 – 8 cm; pecíolo 2 – 4 cm; nectário foliar subfusiforme; folíolos 4 e 9,5 x 2,5 – 3,5 cm, ovado-lanceolados, subfalcados, pubescentes em ambas as faces ou glabros na face ventral; sépalas externas 0,4 x 0,2 cm, elípticas e as internas 0,6 x 0,5 cm, suborbiculares, ambas pubescentes externamente; pétalas 2,2 – 2,5 cm, obovadas ou ovadas, pubescentes externamente; estames medianos 0,6 cm, subsésseis, e os maiores com filetes de 0,3 cm, denso pubescentes; gineceu com ovário seríceo. Fruto legume bacóide com 19 x 1,5 cm, cilíndrico, pêndulo, estipitado, epicarpo com superfície transversalmente corrugada, pubérula; sementes alojadas em “câmaras” separadas por falsos septos e embebidas em polpa fétida (IRWIN & BARNEBY, 1982).

Nativa na América do Sul, no Brasil, *Senna macranthera* está amplamente distribuída nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste, ocorrendo principalmente em formações florestais ombrófilas e estacionais. Também pode ocorrer em áreas de Cerrado, Caatinga e Campos Rupestres. É ainda muito comum em áreas degradadas, principalmente em floresta secundária, capoeira e pastagens. No Estado do Rio de Janeiro habita principalmente as florestas montanas e submontanas das encostas das serras do Mar e da Mantiqueira. Ocasionalmente, é cultivada como ornamental.

Sua dispersão é zoocórica com os frutos do tipo legume bacóide, tardiamente deiscentes expondo as sementes embebidas em polpa fétida (IRWIN & BARNEBY, 1982). Os frutos e sementes são consumidos, e possivelmente dispersos, por vários animais, principalmente aves.

Espécie com grande variação, principalmente nas características morfológicas da flor e da folha. Irwin & Barneby (1982) reconheceram 8 variedades para esta espécie. As populações da área de estudo foram identificadas como *Senna macranthera* var. *macranthera*.



Figura 8 - Indivíduo em floração de *Senna macranthera* em área urbana de Teresópolis, março/2005.



Figura 9 - Indivíduo em frutificação de *Senna macranthera* em área urbana de Teresópolis, julho/2005.

Senna multijuga (Rich.) H.S. Irwin & R.C. Barneby

Nomes populares: pau-cigarra, aleluia (Figuras 10 e 11).

Árvore de 5 a 15 m, raro de maior porte, com ramos tomentosos, lenticelados. Estípulas com 1 x 0,5 cm, linear-setiformes. Folha 15-35 pares de folíolos, raque (16-18 cm) 20-30 cm (32-35 cm), tomentosa; pecíolo com 1,5 a 2,5 cm de comprimento; nectário foliar fusiforme no par de folíolos basais e nos demais pares projeções rudimentares, que se assemelham à forma das glândulas; folíolos 2 a 3 x 0,5 a 0,9 cm oblongos, oblongo-elípticos, face adaxial esparso serícea e a abaxial densamente serícea, principalmente, ao longo da nervura mediana; sépalas externas 0,5 x 0,2 cm, ovadas, e as internas com 0,6 x 0,5 cm, suborbiculares, glabras; pétalas menores com 0,8 cm de comprimento x 0,1 cm de largura, obovadas, e a maior com 1,3 x 1,2 cm, suborbicular, séssil, ambas pubescentes externamente, ao longo das nervuras; estames medianos com 0,7 cm, subsésseis, e os maiores com filetes de 0,3 cm – 0,5 cm; gineceu com ovário pubescente. Legume com 15-18 x 1,5-1,8 cm, oblongo, plano-compresso, cartáceo, estipitado com as valvas externamente venulosas e, internamente, com câmaras seminíferas manifestas.

Nativa na América do Sul, América Central e México, *Senna multijuga* está distribuída no Brasil, principalmente nos estados da BA, ES, MG, RJ, SP, PR, SC e RS, ocorrendo em formações florestais ombrófilas e estacionais. Em áreas de formações não florestais (Campo, Cerrado e Caatinga), habita geralmente florestas em margens de rios e capões de mata. Também é muito comum em áreas degradadas, ocorrendo em floresta secundária, capoeira e pastagens. No estado do Rio de Janeiro habita preferencialmente as florestas montanas e altomontanas das encostas das serras do Mar e da Mantiqueira. É amplamente cultivada como ornamental.

A dispersão é anemocórica e os frutos do tipo legume com valvas cartáceas. As sementes, geralmente, permanecem presas nas valvas durante a dispersão, mas também podem desprender-se antes da queda dos frutos. Portanto, dispersão barocórica pode ainda ocorrer nesta espécie.

Espécie com grande variação morfológica, cuja análise fenética mostrou três maiores grupos que foram delimitados como subespécies (IRWIN & BARNEBY, 1982). Para o Brasil, apesar da existência de populações com características morfológicas intermediárias, foram ainda reconhecidas quatro variedades. As populações da área de estudo foram identificadas como *Senna multijuga* var. *lindleyana*.



Figura 10 - Indivíduo em floração de *Senna multijuga* em área urbana de Teresópolis, março/2005.



Figura 11 - Indivíduo em frutificação de *Senna multijuga* em área urbana de Teresópolis, agosto/2005.

3.3 Observações Fenológicas

As observações fenológicas foram realizadas no período de janeiro de 2005 a janeiro de 2006. A coleta de dados fenológicos foi mensal (FRANKIE *et al.* 1974, FOURNIER & CHARPANTIER, 1975), feita com auxílio de binóculo (Tasco 7 x 35 mm), registrando-se os dados de floração (botões e antese), frutificação (frutos imaturos e maduros), brotamento e queda foliar. Cada indivíduo teve sua fenofase quantificada segundo a metodologia proposta por FOURNIER (1974), que enquadra o evento em cinco classes de porcentagem de ocorrência da fenofase em relação à copa, com amplitudes de 25% cada uma. Esse trabalho também considerou o índice de atividade indicando a porcentagem de indivíduos amostrados que apresentavam determinado evento fenológico, indicando a presença ou ausência da fenofase, independentemente de sua intensidade (BENCKE & MORELLATO, 2002).

As espécies estudadas foram distribuídas em 29 indivíduos, sendo 13 matrizes de *Senna macranthera* e 16 matrizes de *Senna multijuga*. Os indivíduos foram selecionados com o perímetro à altura do peito maior ou igual a 15cm. Os indivíduos amostrados ocupavam diferentes estratos arbóreos. Uma régua metálica de 15 metros (Marca Crain – modelo nº 90182) foi utilizada para medir a altura dos indivíduos. A altura variou de 4 m a 20 m para *S. macranthera* e 3,18 m a 20 m para *S. multijuga*. Cada indivíduo observado no estudo fenológico foi marcado com uma etiqueta metálica numerada. Em *S. macranthera* foram observados 3 (três) indivíduos dentro Parque e 10 (dez) na área urbana de Teresópolis e para *S. multijuga* foram observados 10 (dez) indivíduos dentro do Parque Nacional da Serra dos Órgãos e 6 (seis) na área urbana de Teresópolis. Um aparelho GPS (Marca Garmin – 12 canais) foi utilizado para marcar a localização de cada indivíduo amostrado (Figura 3).

A coleta do material botânico foi realizada com escalada nas árvores mais altas e podão. O material botânico coletado foi depositado no Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

3.4 Análise dos dados

Os dados coletados foram analisados por diferentes métodos:

- Percentual de Intensidade de Fournier (F_{fen}): A intensidade dos eventos fenológicos foi estimada para cada indivíduo, utilizando-se uma escala de 0 a 4 com intervalo de 25% entre cada classe. Foi aplicada a fórmula de Fournier, onde a porcentagem de intensidade das fenofases foi estimada, somando-se os valores de intensidade de Fournier dos indivíduos, dividindo-se este somatório pelo valor máximo possível (nº de indivíduos amostrados multiplicado por 4) e multiplicando-se o valor obtido por 100 (FOURNIER, 1974).

- Índice de atividade: Observação qualitativa, baseada na presença (1) ou ausência (0) da fenofase no indivíduo, indicando a porcentagem de indivíduos amostrados que apresentavam determinado evento fenológico, independentemente de sua intensidade (BENCKE & MORELLATO, 2002).

- Cálculo da correlação de Spearman (r_s): foi utilizado para relacionar os fatores climáticos do período de estudo às diferentes fenofases observadas, uma vez que as variáveis consideradas não apresentavam distribuição normal (SIEGEL, 1975).

- Índice de sincronia (Z) adaptado de Augspurger: Foi calculado para verificar a sincronia entre os indivíduos amostrados das duas espécies estudadas que apresentavam as diferentes fenofases, estando seu valor entre 1 (quando a sincronia dos indivíduos é máxima) e 0 (quando não há sincronia alguma entre os indivíduos), (AUGSPURGER, 1983).

- Teste de Kolmogorov-Smirnov (KS): foi utilizado para comparar os tratamentos nas duas áreas de estudo, quanto à intensidade e atividade das fenofases (CONOVER, 1980).

4 RESULTADOS

4.1 Fenologia de *Senna macranthera*

4.1.1 Queda de folhas e brotamento

A fenofase de queda foliar foi contínua ao longo do ano, com maior intensidade em outubro-novembro na UA 1 – Parque Nacional da Serra dos Órgãos (Figura 12A) – e de agosto a novembro na UA 2 – Área urbana de Teresópolis (Figura 12G). Na UA 1, a maior intensidade de queda ocorreu no início do período chuvoso, enquanto na UA 2, o pico de queda coincidiu com o período menos chuvoso (Figura 7). Como mostra a Tabela 8, nos indivíduos da UA 1, a queda foliar não apresentou correlação significativa com os fatores climáticos analisados. Nos indivíduos da UA 2, a queda de folhas apresentou correlação negativa significativa com a precipitação ($r_s=-0,82$; $p=0,01$), com a temperatura máxima ($r_s=-0,66$; $p=0,01$) e com a temperatura mínima ($r_s=0,79$; $p=0,01$). O índice de sincronia (Z) entre os indivíduos das duas unidades amostrais foi elevado, respectivamente $Z=0,61$ e $Z=0,76$ (Tabela 10).

A fenofase de brotamento ocorreu nos meses de julho de 2005 a janeiro de 2006 com picos em novembro e dezembro de 2005, respectivamente nas UA 1 e UA 2 (Figura 12B e H). A maior intensidade de rebrota ocorreu na transição do período com menor precipitação para o mais chuvoso. O brotamento não foi significativamente correlacionado com os fatores climáticos (Tabela 8). A sincronia de brotamento entre os indivíduos foi elevada, cujos valores para as unidades amostrais foram respectivamente $Z=0,62$ e $Z=0,76$ (Tabela 10).

4.1.2 Floração e frutificação

A fenofase de floração foi observada de janeiro a abril na UA 1, apresentando um período de ocorrência bem definido e picos de botão em fevereiro de 2005 e janeiro de 2006 (Figura 12C) e pico de antese em março (Figura 12D). Na UA 2, a floração foi contínua ao longo do ano, com pico de botão em dezembro (Figura 12I) e picos de antese em fevereiro de 2005 e em janeiro de 2006 (Figura 12J). Não houve correlação significativa entre a floração e os fatores climáticos na UA 1 (Tabela 8). Na UA 2, a correlação foi significativa entre a formação dos botões florais e o aumento do fotoperíodo ($r_s=0,87$; $p=0,01$), bem como entre a antese e a precipitação ($r_s=0,79$; $p=0,01$), temperatura máxima ($r_s=0,71$; $p=0,01$) e temperatura mínima ($r_s=0,71$; $p=0,01$) e fotoperíodo ($r_s=0,67$; $p=0,01$), (Tabela 8). Os indivíduos localizados na UA 2 apresentaram moderada sincronia na floração ($Z=0,65$ para antese). Não houve sincronia na floração entre os indivíduos localizados na UA 1 (Tabela 10).

Entre os indivíduos que floresceram, apenas o marcado com o número 02 na UA 1 não frutificou (Tabela 1). Frutos imaturos foram observados de fevereiro a agosto na UA1 (Figura 12E) e de fevereiro a dezembro na UA2 (Figura 12L). Embora a duração da fenofase de frutificação tenha sido diferente nas duas unidades amostrais, em ambas o pico de intensidade ocorreu em abril. Os frutos maduros foram observados no período de junho a agosto, nos indivíduos localizados na UA 1 (Figura 12F) e de abril de 2005 a janeiro de 2006 na UA 2 (Figura 12M). Nas duas unidades amostrais o pico de intensidade de frutos maduros foi em julho. Houve correlação entre frutos imaturos e a redução do fotoperíodo, nas duas unidades amostrais (Tabela 8). Na UA 1 não houve correlação significativa entre os frutos maduros e os fatores climáticos, enquanto na UA 2, este evento apresentou correlação significativa e negativa com a precipitação ($r_s=-0,66$; $p=0,01$), temperatura máxima ($r_s=-0,83$; $p=0,01$), temperatura mínima ($r_s=-0,91$; $p=0,01$) e fotoperíodo ($r_s=-0,71$; $p=0,00$), (Tabela 8). Os indivíduos localizados na UA 2 apresentaram moderada sincronia na frutificação ($Z=0,62$ para frutos imaturos e $Z=0,51$ para frutos maduros). Não houve sincronia na frutificação entre os indivíduos localizados na UA 1 (Tabela 10).

4.2 Fenologia de *Senna multijuga*

4.2.1 Queda de folhas e brotamento

A fenofase queda foliar foi contínua ao longo do ano, com maior intensidade nos meses de agosto e setembro (Figura 13A), quando os indivíduos da UA 1 e UA 2 perderam grande proporção de folhas, mas as copas não ficaram totalmente desfolhadas. Este evento coincidiu com o período de menor precipitação (Figura 7). A queda de folhas foi correlacionada significativamente com a redução da precipitação nas duas unidades amostrais, respectivamente $r_s=-0,57$; $p=0,04$ e $r_s=-0,65$; $p=0,01$ (Tabela 9). O índice de sincronia (Z) entre os indivíduos das duas unidades amostrais foi elevado, respectivamente $Z=0,86$ e $Z=0,75$ (Tabela 10).

A fenofase de brotamento ocorreu nos meses de janeiro a abril e de julho de 2005 a janeiro de 2006, com pico de intensidade nos meses de outubro a dezembro (Figura 13B e H). A maior intensidade de rebrota ocorreu na transição da época com menor precipitação para o

período mais chuvoso (Figura 7). Esta fenofase apresentou correlação significativa com o aumento do fotoperíodo, nas duas unidades amostrais, respectivamente ($r_s=0,74$; $p=0,003$ e $r_s=0,64$; $p=0,01$), (Tabela 9). Os indivíduos das duas unidades amostrais, apresentaram elevada sincronia no brotamento, respectivamente $Z=0,73$ e $Z=0,70$ (Tabela 10).

4.2.2 Floração e frutificação

A fenofase floração foi observada de janeiro a maio na UA 1, apresentando um período de ocorrência bem definido e picos de intensidade de botão em março de 2005 e janeiro de 2006 (Figura 13C) e de antese em março (Figura 13D). Na UA 2, a floração foi contínua ao longo do ano, com picos de botão em fevereiro de 2005 e janeiro de 2006 (Figura 13I) e picos de antese em março (Figura 13J). Houve correlação significativa entre a formação dos botões florais e o aumento da temperatura máxima ($r_s=0,67$; $p=0,01$) nos indivíduos da UA 1 (Tabela 9) e com o aumento da precipitação ($r_s=0,63$; $p=0,02$), temperatura máxima ($r_s=0,63$; $p=0,02$), temperatura mínima ($r_s=0,62$; $p=0,02$) e fotoperíodo ($r_s=0,89$; $p=0,00$) para os indivíduos localizados na UA 2 (Tabela 9). Ainda na UA 2, a antese foi correlacionada positivamente com a precipitação ($r_s=0,56$; $p=0,04$), temperatura máxima ($r_s=0,67$; $p=0,01$) e temperatura mínima ($r_s=0,60$; $p=0,02$), (Tabela 9). Os indivíduos localizados na UA 1 apresentaram baixo índice de sincronia para botões ($Z=0,10$) e moderado para antese ($Z=0,40$), enquanto os indivíduos localizados na UA 2 apresentaram moderada sincronia na floração ($Z=0,40$ para botões e $Z=0,55$ para antese), (Tabela 10).

Entre os indivíduos que floresceram, apenas o marcado com o número 04 mu (UA 1) não frutificou (Tabela 2). Frutos imaturos foram observados de março a agosto na UA 1, com pico de intensidade em junho (Figura 13E) e de janeiro a setembro e em dezembro na UA 2, com pico em abril (Figura 13L). Os frutos maduros foram observados ao longo do ano, com pico de intensidade em agosto na UA 1 e em julho na UA 2 (Figura 13F e M). Os frutos imaturos apresentaram correlação negativa com temperatura máxima ($r_s=-0,58$; $p=0,03$), temperatura mínima ($r_s=-0,58$; $p=0,03$) e fotoperíodo ($r_s=-0,78$; $p=0,01$) nos indivíduos localizados na UA 1 (Tabela 9). Nos indivíduos localizados na UA 2, os frutos imaturos apresentaram correlação negativa apenas com o fotoperíodo ($r_s=-0,66$; $p=0,01$), (Tabela 9). Houve correlação negativa entre frutos maduros e precipitação ($r_s=-0,76$; $p=0,01$), temperatura mínima ($r_s=-0,80$; $p=0,00$), temperatura máxima ($r_s=-0,72$; $p=0,01$) e fotoperíodo ($r_s=0,57$; $p=0,03$) na UA 2 e correlação negativa apenas com a precipitação ($r_s=-0,63$; $p=0,02$) na UA 1 (Tabela 9). A sincronia de frutificação foi baixa para os indivíduos localizados na UA 1 ($Z=0,40$ para frutos verdes e $Z=0,37$ para frutos maduros) e moderada na UA 2 ($Z=0,69$ para frutos imaturos e $Z=0,67$ para frutos maduros), (Tabela 10).

Tabela 8 – Valores da análise de correlação de Spearman (r_s) entre fatores climáticos (mensais) e fenofases em *Senna macranthera*, onde: *ns* ausência de correlação significativa para $p < 0,05$, onde (UA 1) indivíduos localizados no PARNASO e (UA 2) indivíduos localizados na área urbana de Teresópolis.

	Queda		Brotos		Botões		Antese		Frutos imaturos		Frutos maduros	
	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2
Precipitação	ns	-0,825	ns	ns	ns	0,794	ns	ns	ns	-0,66	ns	ns
Temp. mín.	ns	-0,792	ns	ns	ns	0,716	ns	ns	ns	-0,912	Ns	ns
Temp. máx.	ns	-0,662	ns	ns	ns	0,719	ns	ns	ns	-0,838	Ns	ns
Fotoperíodo	ns	ns	ns	ns	ns	0,875	0,679	0,679	-0,679	-0,731	ns	-0,715

Tabela 9 – Valores da análise de correlação de Spearman (r_s) entre fatores climáticos (mensais) e fenofases em *Senna multijuga*, onde: *ns* ausência de correlação significativa $p < 0,05$ onde (UA 1) indivíduos localizados no PARNASO e (UA 2) indivíduos localizados na área urbana de Teresópolis.

	Queda		Brotos		Botões		Antese		Frutos imaturos		Frutos maduros	
	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2
Precipitação	-0,573	-0,659	ns	ns	ns	0,63	ns	0,565	ns	ns	-0,632	-0,767
Temp.mín.	ns	ns	ns	ns	ns	0,629	ns	0,609	-0,588	ns	ns	-0,809
Temp.máx.	ns	ns	ns	ns	0,675	0,631	ns	0,675	-0,584	ns	ns	-0,726
Fotoperíodo	ns	ns	0,747	0,644	ns	0,896	ns	ns	0,786	-0,66	ns	-0,575

Tabela 10 – Índice de sincronia de ocorrência das fenofases, entre indivíduos e espécies localizadas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UA 1) e na área urbana de Teresópolis (UA 2) calculado segundo Augspurger (1983), onde quanto mais próximo de 1 for o índice, maior o sincronismo entre os indivíduos que apresentam a fenofase.

Espécie	<i>Senna macranthera</i>		<i>Senna multijuga</i>		<i>S. macranthera</i> x <i>S. multijuga</i>		
	Local	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2
Nº de indivíduos		(N=3)	(N=10)	(N=10)	(N=6)	(N=13)	(N=16)
Ano		2005		2005		2005	
Queda foliar		0,611	0,764	0,86	0,75	0,86	0,75
Brotamento		0,622	0,765	0,735	0,708	0,735	0,708
Botão		0	0,345	0,105	0,405	0,105	0,405
Antese		0	0,653	0,4	0,554	0,4	0,554
Frutos Imaturos		0,083	0,623	0,402	0,691	0,402	0,691
Frutos Maduros		0	0,519	0,373	0,675	0,373	0,675

Tabela 11 – Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov, intra e interespecífico no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UA 1) e na área urbana de Teresópolis (UA 2), onde $KS < 5,99$ (ns=não significativo) e $KS > 5,99$ quando apresentou diferença significativa no comportamento fenológico entre os locais na atividade (ativ.) e na intensidade (intens.) das fenofases.

Espécie	<i>Senna macranthera</i>		<i>Senna multijuga</i>		<i>S. macranthera</i> x <i>S. multijuga</i>				
	Local	UA 1 x UA 2	UA 1 x UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2	UA 1	UA 2
Ano		2005		2005		2005			
Fenofases		Intens.	Ativ.	Intens.	Ativ.	Intens.	Ativ.	Intens.	Ativ.
Queda foliar		ns	18,62	ns	18,62	12,46	ns	ns	ns
Brotamento		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Botão		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Antese		18,62	26,00	18,62	18,62	ns	ns	ns	ns
Frutos Imaturos		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Frutos Maduros		7,54	9,85	9,85	ns	18,62	9,85	ns	9,85

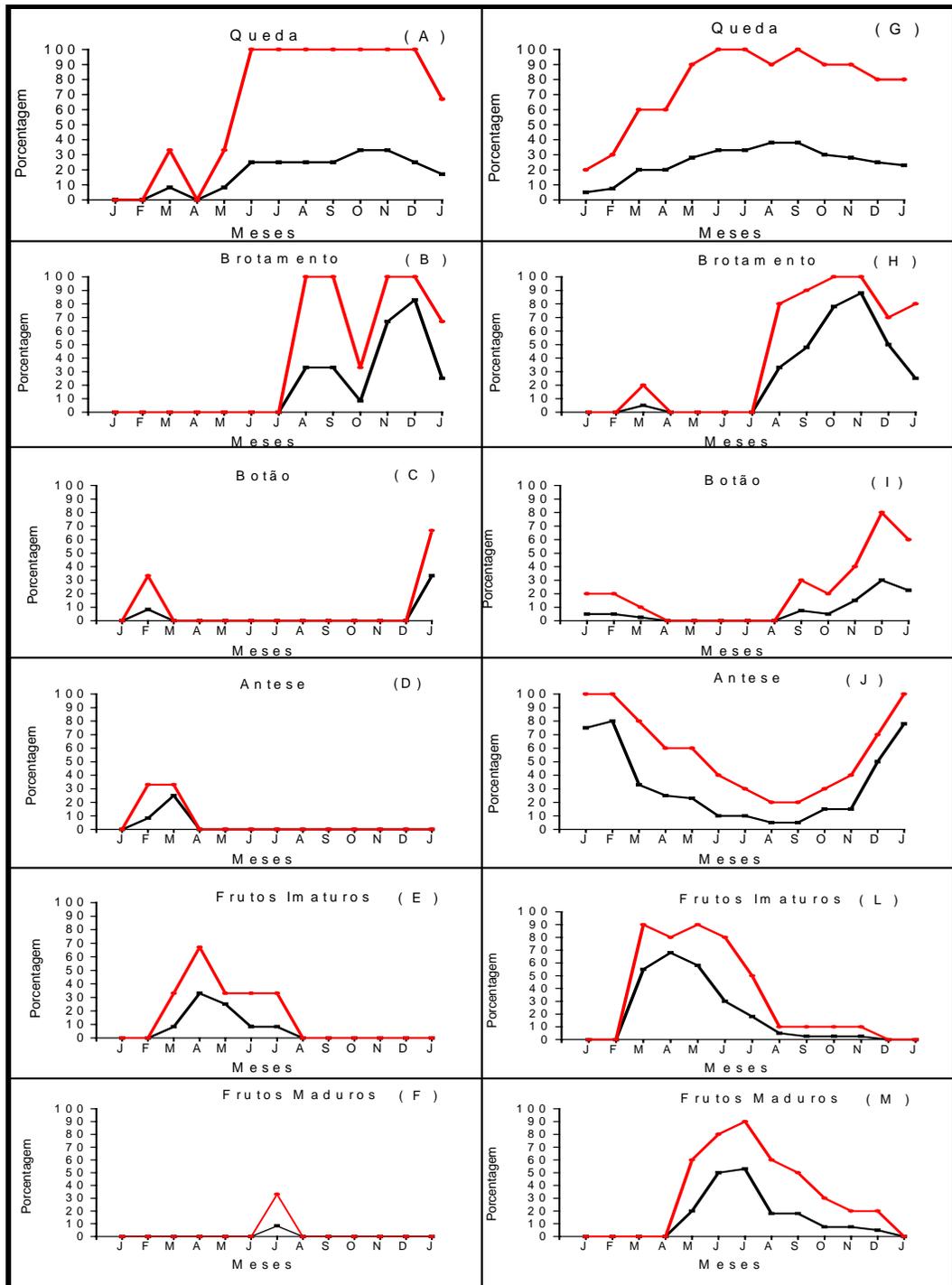


Figura 12 – Fenologia vegetativa e reprodutiva de *Senna macranthera* no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UA 1 – de A a F) e área urbana de Teresópolis (UA 2 – de G a M), onde (●) percentual de intensidade de Fournier, (■) percentual de atividade.

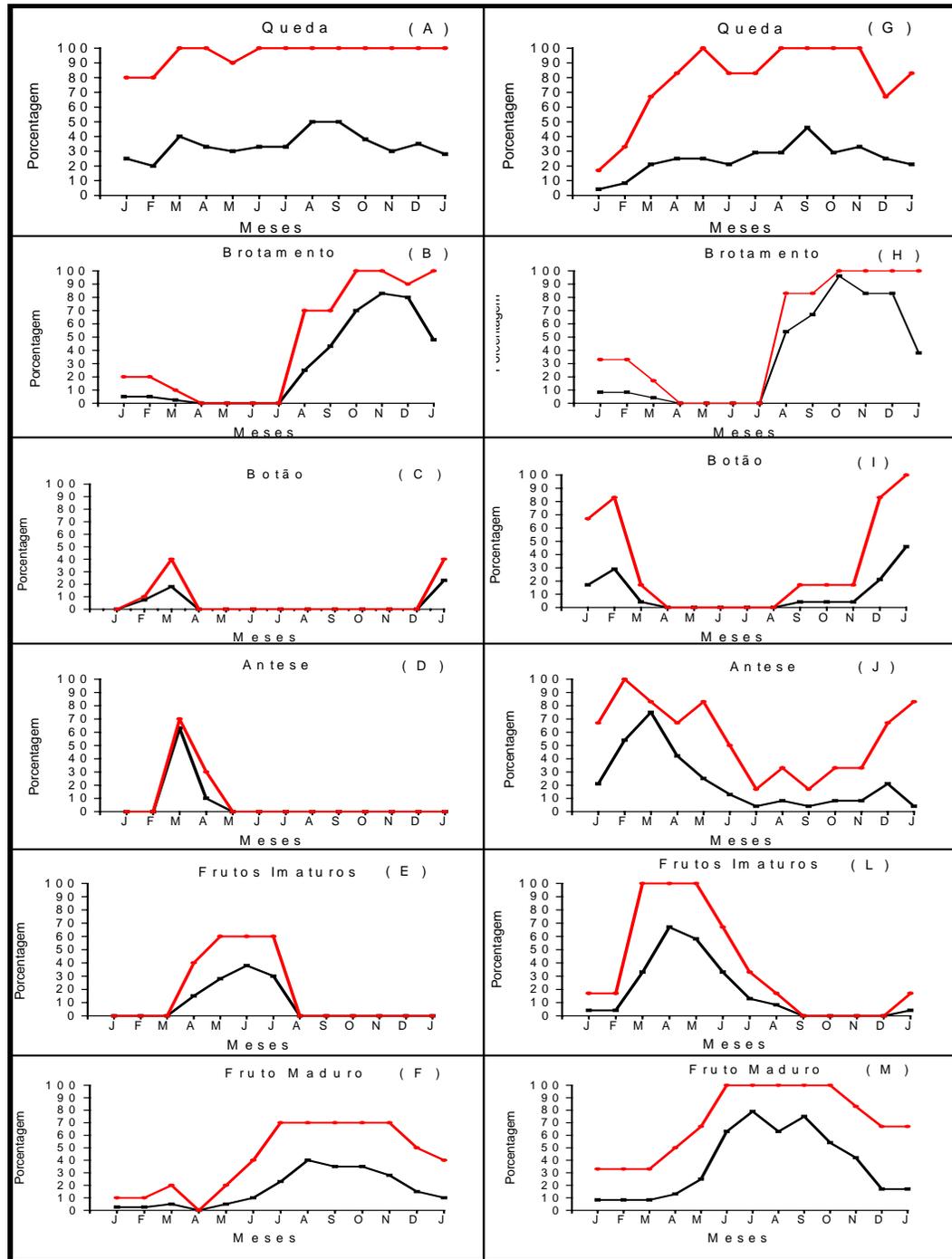


Figura 13 – Fenologia vegetativa e reprodutiva de *Senna multijuga* no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UA 1 – de A a F) e área urbana de Teresópolis (UA 2 – de G a M), onde (●) percentual de Fournier, (■) percentual de atividade.

4.3 Comparação do comportamento fenológico entre as duas unidades amostrais

O teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) foi aplicado para comparar a atividade e a intensidade nas fenofases vegetativas e reprodutivas das espécies estudadas nas duas áreas amostrais (Tabela 11).

Na comparação das fenofases vegetativas, o índice de atividade em *S. macranthera* apresentou diferença, entre os locais de estudo, na queda foliar (KS=18,62, sendo $n=2$ e $p>0,05$), enquanto a intensidade do brotamento não apresentou diferença estatística entre os locais de estudo.

Em *S. multijuga*, a queda foliar apresentou diferença significativa na atividade (KS=18,62 sendo $n=2$ e $p>0,05$), entre os dois locais de estudo. O brotamento não apresentou diferença estatística na intensidade e na atividade entre os locais.

Nas fenofases reprodutivas, *S. macranthera* e *S. multijuga* apresentaram diferença estatística na intensidade e na atividade da antese, nas duas áreas de estudo: KS=18,62; KS=26,00; $n=2$ e $p>0,05$ para *S. macranthera* e KS=18,62; KS=18,62; $n=2$ e $p>0,05$ para *S. multijuga*. Para frutos maduros, *S. macranthera* apresentou diferença na intensidade e na atividade (KS=7,54; KS=9,85; $n=2$ e $p>0,05$) e *S. multijuga* apresentou diferença na intensidade (KS=9,85; $n=2$ e $p>0,05$).

Na comparação entre as espécies (*S. multijuga* x *S. macranthera*), na UA 1 a queda foliar apresentou diferença na intensidade (KS=12,46; $n=2$ e $p>0,05$), enquanto o brotamento não apresentou diferença. Na UA 2 tanto queda foliar como brotamento não apresentaram diferença para as duas espécies. Nas fenofases reprodutivas, na UA 1 a fenofase de frutos maduros apresentou diferença na intensidade e na atividade (KS=18,62; KS=9,85; $n=2$ e $p>0,05$) e na UA 2 a fenofase de frutos maduros apresentou diferença na atividade (KS=9,85; $n=2$ e $p>0,05$).

Também foi verificado o índice de sincronia de Augspurger (Z) entre as espécies nas duas unidades amostrais (Tabela 10). O índice de sincronia entre as espécies pode ser considerado elevado nas fenofases vegetativas, tanto na UA1 (queda foliar – $Z=0,860$; brotamento – $Z=0,735$) quanto na UA2 (queda foliar – $Z=0,750$; brotamento – $Z=0,708$). Para as fenofases reprodutivas, o índice foi baixo na UA1 (botão – $Z=0,105$; antese – $Z=0,400$; frutos imaturos – $Z=0,402$; frutos maduros – $Z=0,373$) e variou de moderado a alto na UA2 (botão – $Z=0,405$; antese – $Z=0,554$; frutos imaturos – $Z=0,691$; frutos maduros – $Z=0,675$).

5 DISCUSSÃO

5.1 Padrões fenológicos e clima

O ritmo anual das fenofases, ou feno-ritmo apresentado por *Senna macranthera* e *Senna multijuga* no período de estudo (jan/2005 a jan/2006) no Parque Nacional da Serra dos Órgãos e área urbana de Teresópolis – RJ foi caracterizado pela ocorrência das fenofases na seguinte seqüência: a queda de folhas foi a fenofase menos sazonal, sendo contínua ao longo do ano com pequeno aumento na intensidade no período com menor precipitação (agosto-setembro), o brotamento apresentou sazonalidade, ocorrendo a partir de julho, com maior intensidade nos períodos mais quentes e chuvosos (outubro-dezembro), a floração foi mais sazonal dentro do

Parque e, praticamente contínua na área urbana, porém a maior intensidade ocorreu no período mais quente e chuvoso (janeiro-abril) e a maturação dos frutos ocorreu durante o período com menor precipitação (julho-agosto). A dispersão das sementes, das duas espécies estudadas, ocorreu na transição do período mais seco para o mais úmido (setembro-novembro).

Embora os dados representem uma série temporal muito curta, o comportamento fenológico das espécies, nas duas unidades amostrais, mostrou maior semelhança com padrões fenológicos encontrados em estudos de longa duração em florestas com fraca sazonalidade (FRANKIE *et al.*, 1974; OPLER *et al.*, 1976; ALVIM & ALVIM, 1978; SCHAİK, 1986; TAKAHASI, 1998). Estes padrões podem variar dentro de uma espécie, se avaliarmos em diferentes ecossistemas (NEWSTRON *et al.* 1994), devendo ser ressaltado que a floração e a frutificação podem variar entre populações, entre indivíduos e entre anos (STEPHENSON, 1981). Vários fatores, entre os quais fotoperíodo e o estresse hídrico, podem influenciar estas variações fenológicas (MARQUIS, 1988; WRIGHT, 1991). Alguns autores sugerem que, em ambientes pouco sazonais, os fatores ambientais devem ter menor influência sobre as fenofases do que em ambientes marcadamente sazonais (MORELLATO & LEITÃO-FILHO, 1990). No presente estudo, as duas unidades amostrais (Parque Nacional da Serra dos Órgãos e área urbana do município de Teresópolis), estão sob influência de um clima pouco sazonal, onde a vegetação não sofre restrição hídrica pela inexistência de uma estação seca bem definida. Porém, o período de estudo, se comparado com as normais climatológicas, apresentou uma variação atípica no mês de agosto, quando foi verificada uma acentuada diminuição na precipitação. Isto pode ter influenciado de alguma maneira o comportamento fenológico das espécies estudadas. MARTINS (1982) encontrou uma grande variação entre o balanço hídrico das normais climatológicas e o do período de estudo em uma região de Santa Rita do Passa Quatro (SP). Isto sugere que, a utilização das normais climatológicas para interpretação de fenômenos fenológicos deve ser utilizada com cuidado.

5.2 Fenofases vegetativas

A queda foliar foi contínua podendo ser considerada a fenofase menos sazonal porém, durante os meses menos chuvosos e mais frios, as espécies estudadas apresentaram um leve aumento na intensidade de queda. Em alguns estudos como o realizado em floresta de planície litorânea com fraca sazonalidade (TALORA, 1996), a perda de folhas apresenta-se constante ao longo do ano e parece estar mais relacionada à diminuição da temperatura do que com períodos menos chuvosos. Outros estudos têm relatado que a diminuição das chuvas reflete um aumento na queda de folhas (CROAT, 1969), tanto em florestas úmidas (FRANKIE *et al.*, 1974), quanto em florestas secas (OPLER *et al.*, 1980) ou semidecíduas (DAUBENMIRE, 1972, MONASTERIO & SARMIENTO, 1976; MORELLATO *et al.*, 1989, PEDRONI *et al.*, 2002). A sincronia encontrada entre os indivíduos nas espécies estudadas e a correlação entre queda foliar e a diminuição da precipitação podem sugerir que este fator atue como desencadeador desta fenofase. A queda foliar também tem sido associada a fatores bióticos. Morellato *et al.* (1989), estudando um trecho da floresta semidecídua, sugeriu que a queda foliar das espécies, não estaria associada apenas à estação seca, mas também à dispersão de diásporos e à floração. Constatação similar foi feita por Takahasi (1998), em floresta atlântica de encosta, onde algumas espécies perderiam suas folhas provavelmente para que suas flores e frutos ficassem mais evidentes, facilitando o acesso dos polinizadores ou de dispersores, ou ainda para facilitar a dispersão pelo vento especialmente no caso de frutos secos. Com base nesta afirmação, podemos sugerir que a

queda foliar em *S. multijuga* poderia estar favorecendo a dispersão das sementes, enquanto em *S. macranthera* os frutos estariam mais evidentes, facilitando o acesso dos dispersores. As duas espécies são consideradas semidecíduas, o que pode estar relacionado mais a fatores endógenos ligados ao potencial hídrico destas espécies do que à restrição hídrica do solo (BORCHERT, 1996, TAKAHASI, 1998).

Apesar de não ter sido constatada correlação entre a precipitação e a temperatura, as duas espécies apresentaram maior intensidade de rebrota em períodos mais quentes e úmidos, nas duas áreas estudadas. As correlações encontradas para *Senna multijuga* indicam que o brotamento estaria relacionado ao aumento do fotoperíodo. Daubenmire (1972), estudando uma floresta tropical semidecídua na Costa Rica sugeriu que o fotoperíodo seria o fator indutor do brotamento. No estudo de Takahasi (1998), em floresta pouco sazonal, o brotamento apresentou correlação significativa com o aumento do comprimento do dia e também com a produção de botões e antese, indicando que, possivelmente, o aumento do fotoperíodo que atua como fator indutor da floração, possa induzir o brotamento. O brotamento nas espécies estudadas parece também estar relacionado à queda foliar, visto que o pico desta fenofase ocorre logo após a maior intensidade de queda. Rivera *et al.*, (2002), propuseram que o potencial hídrico das espécies poderia favorecer o brotamento após a queda, mesmo em períodos de seca.

Sendo assim, o comportamento das espécies estudadas parece corroborar com as considerações feitas acima. A alta sincronia do brotamento encontrada entre as duas espécies, em ambas as áreas, reforça as relações entre os fatores climáticos já citados e o brotamento. Apesar de trabalhos como os de Reich & Borchert (1984) e Bullock & Solis-Magallanes (1990), mostrarem que florestas sazonais apresentam maior porcentagem de árvores com rebrota na transição da estação seca para úmida, tal fato também foi observado nas florestas úmidas, onde os níveis de déficit hídrico geralmente são menos pronunciados (FRANKIE *et al.*, 1974, SCHAİK, 1986).

5.3 Fenofases reprodutivas

As espécies apresentaram comportamento semelhante quanto à época de floração nas duas áreas. Dentro do Parque, o período de floração foi mais curto, com duração de quatro meses, enquanto na área urbana a floração foi praticamente contínua durante o ano, apresentando desta forma diferença na atividade e intensidade entre os locais, em ambas as espécies. No entanto, o pico de floração tanto dentro quanto fora do Parque, ocorreu na mesma época sugerindo assim, que as espécies respondem a estímulos externos de maneira semelhante. Rathcke & Lacey (1985), propuseram que os principais fatores ambientais que induzem o início da floração são: fotoperíodo, temperatura e umidade. Dentre estes fatores, o fotoperíodo parece ter exercido maior influência sobre a floração, uma vez que os indivíduos localizados fora do Parque, em locais abertos e sujeitos à iluminação artificial, apresentaram esta fenofase por um longo período. As correlações significativas encontradas para os indivíduos de *S. multijuga* localizados fora do Parque, mostram que a maior intensidade de ocorrência das fenofases de botão e antese, podem estar associadas a um período com maior disponibilidade de água, aumento da temperatura e do fotoperíodo. Comportamento similar foi observado em *Senna macranthera*, onde os indivíduos localizados fora do Parque, também apresentaram correlação com o período quente e úmido, e com o aumento do fotoperíodo. Apesar da ausência de correlação entre as fenofases e as variáveis climáticas analisadas, nos indivíduos que se encontram dentro Parque,

em ambas as espécies, podemos observar que os picos de botão e antese, ocorreram na mesma época. Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os apresentados em outros estudos (ver CROAT, 1969; OPLER *et al.*, 1976; ALVIM & ALVIM, 1978), onde a diminuição do estresse hídrico e a redução de temperaturas severas que ocorrem durante as primeiras chuvas, no final da estação seca, em conjunto com o aumento do fotoperíodo parecem atuar na quebra de dormência para iniciar os estágios finais do desenvolvimento do botão, podendo sincronizar a antese de várias espécies. Monasterio & Sarmiento (1976) também sugeriram que as espécies que florescem durante a estação úmida respondem ao aumento do comprimento do dia. Reich & Borchert (1982) observaram que a floração de *Tabebuia neochrysantha* depende da quantidade de chuvas (ou irrigação) após um período de seca a fim de aumentar a sincronia intraespecífica da floração, descartando fatores bióticos como explicação para os padrões encontrados. Estudos na floresta atlântica de encosta (COSTA *et al.*, 1992; TALORA, 1996) apresentam maior atividade de floração nos meses mais chuvosos. O índice de sincronia, intra e interespecífico encontrado para as fenofases de botão e antese foram relativamente baixos, com exceção da fenofase de antese que apresentou índice de sincronia moderado para os indivíduos localizados fora do Parque. A sincronia (intra e interespecífica), poderia ser enquadrada no “mimetismo” citado para algumas espécies tropicais (RATHCKE & LACEY, 1985), favorecendo a polinização ao atrair maior número de polinizadores pela semelhança morfológica de suas flores. A ausência de sincronia de botão e antese, encontrada para os indivíduos de *S. macranthera* localizados dentro do Parque, se deve à baixa atividade de ambas as fenofases, onde foi observada floração em apenas um indivíduo por mês. Tal resultado pode influenciar na intensidade de frutificação, pois o aumento da sincronia intraespecífica na floração tem sido relacionado à pressão de fatores bióticos, como por exemplo, o favorecimento à polinização cruzada e conseqüente aumento do número de frutos e sementes produzidos (AUGSPURGER, 1983, OPLER *et al.*, 1976).

A frutificação pode apresentar comportamento pouco sazonal em florestas úmidas (MORI *et al.*, 1982) pois nestes locais o estresse hídrico é menos freqüente, porém existe uma maior chance de apodrecimento dos frutos o que pode tornar a frutificação nos períodos menos chuvosos mais favorável. As correlações encontradas tanto para frutos verdes, quanto para frutos maduros, mostram que o decréscimo do fotoperíodo, associado à diminuição da precipitação e da temperatura, influencia o desenvolvimento e maturação dos frutos nas duas espécies. A fenofase de frutos verdes para os indivíduos localizados dentro e fora do Parque, em ambas as espécies, apresentou comportamento semelhante em relação à época de ocorrência. Já para frutos maduros, o comportamento das espécies em relação à época de ocorrência, diferiu. Isto pode estar associado à síndrome de dispersão, visto que *S. multijuga* apresenta dispersão anemocórica, e seus frutos são persistentes mesmo após a dispersão das sementes, enquanto *S. macranthera* apresenta dispersão zoocórica, onde os frutos após o amadurecimento, são rapidamente consumidos pelos agentes dispersores. Mesmo apresentando diferença quanto à síndrome de dispersão, a maior intensidade de frutos maduros foi observada na mesma época, para as duas espécies. Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, foram observados por Takahasi (1998) e Talora (1996), onde o período de frutificação da maioria das espécies estudadas esteve correlacionado às diminuições de temperatura (médias, máximas e mínimas), de precipitação e do comprimento do dia. Espécies anemocóricas como *S. multijuga*, cujos frutos deiscentes tendem a amadurecer no final da estação seca, muitas vezes têm sua época de dispersão relacionada a períodos secos (FRANKIE *et al.*, 1974; MORELLATO & LEITÃO-FILHO, 1996; MORELLATO & LEITÃO FILHO, 1992), quando os ventos são mais fortes e muitas folhas já caíram (CROAT, 1975; JANZEN, 1967; SMYTHE, 1970; MORELLATO & LEITÃO FILHO, 1992). Isto vem favorecer a dessecação das paredes externas dos frutos (TERBORGH, 1990),

influenciando diretamente a deiscência, abscisão e dispersão das sementes (PIJL, 1982). A maturação dos frutos antes da estação chuvosa, também tem sido relacionada as maiores chances de germinação das sementes, devido à alta umidade no solo (FRANKIE *et al.* 1974), e maior sucesso no estabelecimento das plântulas (JANZEN, 1967). Entretanto, Rathcke & Lacey (1985), sugerem que fatores ambientais raramente estimulam o início do amadurecimento dos frutos, que é determinado por fatores internos que controlam a velocidade do seu desenvolvimento. O índice de sincronia de baixo a moderado para fenofases de frutificação, principalmente para frutos maduros de *S. macranthera* localizados fora do Parque, pode estar relacionado a uma maior disponibilidade de recursos para os animais durante um período mais longo (FRANKIE *et al.*, 1974).

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos para as espécies estudadas, podemos concluir que a metodologia empregada, assim como a frequência das observações, foi suficiente para verificar a ocorrência das fenofases e relacionar a influência de alguns fatores climáticos no comportamento fenológico destas espécies, ao longo do ano. Não foi possível detectar os padrões fenológicos das espécies, pois, para isso, seria necessário acompanhar os eventos por mais alguns anos. No entanto, podemos concluir que os resultados encontrados em *Senna macranthera* e *Senna multijuga* confirmam alguns padrões de comportamento fenológico encontrados em outros estudos de longa duração. As condições climáticas da região de estudo, com inexistência de uma estação seca bem definida, caracterizam uma fraca sazonalidade, o que pode estar influenciando no comportamento fenológico pouco sazonal de algumas fenofases.

O estudo também apresenta o período de maturação dos frutos das duas espécies que, por sua vez, produziram grande quantidade de sementes, podendo ser um indicativo para utilização das mesmas em projetos de enriquecimento e recuperação de áreas degradadas na região.

Este trabalho, tendo sido realizado em locais próximos, porém com diferenças fisionômicas, florísticas e estruturais (tratando-se de sistemas ecológicos muito diferentes: floresta secundária x cidade, inclusive com relação à disponibilidade de água devido à impermeabilização do solo), evidencia alguns fatores que podem influenciar as características fenológicas peculiares a cada unidade amostral, contribuindo para sua melhor definição e compreensão. No entanto, para uma avaliação mais precisa dos fatores que regulam as fenofases, seria necessário um estudo mais aprofundado e de longa duração, inclusive confirmando os padrões fenológicos apresentados em estudos realizados em florestas pouco sazonais.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDE, T. M., Dry season leaf production: a escape from herbivory. **Biotropica**, 24: 532-537, 1992.
- AIDE, T. M., Patterns of leaf development and hervivory in a tropical understory community. **Ecology**, 74: 455-466, 1993.
- AIZEN, M. A. & FEISINGER, P., Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco Dry Forest, Argentina. **Ecology**, 75 (2): 330-351., 1994.
- ALENCAR, J. C., ALMEIDA, R. A. & FERNANDES, N. P. , Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, 9:63-97, 1979.
- ALENCAR, J. C., Interpretação fenológica de espécies lenhosas de campina na Reserva Biológica de Campina do INPA ao norte de Manaus. **Acta Amazônica**, 20:145-83, 1990.
- ALENCAR, J. C., Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. **Acta Amazonica**, 24, 161:182., 1994.
- AUGSPURGER, C.K. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). **Ecology**, 62:775-788., 1981.
- ALVIN, P. T., ALVIN, R., Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: TOMLINSON, P. B., ZIMMERMANN, M. H. (EDS.). Tropical trees as living systems. Cambridge: **Cambridge Univ. Press.**, p.445-464, 1978.
- APPANAH, S. General flowering in the climax rein forests of South-east Asia. **Jounal of Tropical Ecology**, 1:225-240, 1985.
- APPANAH, S. Mass Flowering of dipterocarp forests in the aseasonal tropics. *J. Biosci.*, 18 (4):457-474, 1993.
- AUGSPURGER, C.K. Phenology, flowering synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. **Biotropica**, v. 15, p. 257-267, 1983.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo Comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p.237-248, 2002.
- BORCHERT, R., Phenology and control of flowering in tropical trees. **Biotropica**, 15:81-89, 1983.

- BORCHERT, R., Computer simulation of tree growth periodicity and climatic hydroperiodicity in tropical forest. **Biotropica**, 24: 385-395., 1992.
- BORCHERT, R., Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, 75: 1437-1449., 1994.
- BORCHERT, R., Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. **Journal of Tropical Ecology**, 12:65-80, 1996.
- BORGES, M.S., VIANA, B.F. & NEVES, E.L., Aspectos da estratégia reprodutiva de duas espécies co-ocorrentes de *Senna* (K. Bauhin) P. Miller (Caesalpinaceae) nas dunas do médio rio São Francisco, **Sítientibus série Ciências Biológicas**, 2(1/2):49-54, 2002.
- BULHÃO, C.F; FIGUEIREDO, P.S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n3, 2002.
- BULLOCK, S. H. Population structure and reproduction in the neotropical dioecious tree *Compsonura sprucei*. **Oecologia**, 55:238-242., 1982.
- BULLOCK, S. H. & SOLLIS-MAGALLANES, J. A. Phenology of canopy trees of a tropical forest in Mexico. **Biotropica**, 22: 22-35., 1990.
- CIDE – Fundação Centro de Informação e Dados do Rio de Janeiro, **Caderno de Textos**, 2001.
- CONOVER, W. J., Practical non parametric statistic. 2a, **Ed. John Wiley**, New York, 1980.
- COSTA, M. L. M. N., PEREIRA, T. S., ANDRADE, A. C. S., Fenologia de algumas espécies da mata atlântica, Reserva Ecológica de Macaé de Cima (estudo preliminar). **Rev. Inst. Flor.**, v.4, pt.1, ed. esp., p.226-232, 1992.
- COSTA, F.P.L. Fenologia de Árvores Tropicais. **La Insígnia**, Brasil, 2002.
- CROAT, T.B., Seasonal flowering behavior in central Panama. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, 56:295-307, 1969.
- CROAT, T.B. Phenological behavior of habit and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). **Biotropica**, 7:270-277, 1975.
- DAUBENMIRE, B., Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forest in North-Western Costa Rica, **Journal of Ecology**, 60:147-170, 1972.
- FERRAZ, D. K., ARTES, R., MANTOVANI, W. & MAGALHÃES, L. M., Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, 59,(2)., 1999.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; MOTTA, M. S. Semeadura direta para implantação de matas ciliares: viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn., num banco de sementes introduzido. **Tese de Doutorado em Fitotecnia**, Universidade Federal de Lavras, 2002.

FOSTER, R. B., Ciclo estacional de caída de frutos em la isla de Barro Colorado. *In*: E. G. Leigh, A. S. Rand & D. M. Windsor (eds.), *Ecologia de um bosque tropical*, **Smithsonian Tropical Research Institute**, Balboa, pp. 219-241., 1992.

FOURNIER, L. A. Un método quantitativo para la medición de las características fenológicas en árboles. **Turrialba**, San Jose, v. 24, n. 4, p. 422-23, 1974.

FOURNIER, L. A. & CHARPANTIER, C. O., El tamaño da amostra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, 25: 45-48., 1975.

FRANKIE, G. W., BAKER, H. G. & OPLER, P. A., Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. **Journal of Ecology**, 62: 881-913., 1974.

GENTRY, A. H., Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, 6: 64-68., 1974.

GUIMARÃES, L. T. Utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) na seleção de áreas para a construção de aterro sanitário no Município de Teresópolis, RJ. **Tese de Mestrado em Geotecnia Ambiental**. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

HILTY, S. L. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. **Biotropica**, v.12, n.4, p.292-306, 1980.

IBDF. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – Plano de Manejo – Parque Nacional da Serra dos Órgãos, 1980.

IBGE. Censo Demográfico – Características da população e dos domicílios. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, Rio de Janeiro, 2003.

IRWIN, H. S. & BARNEBY, R. C., Tribe Cassieae, *In*: POLHILL, R. M. & RAVEN, P. H. (eds.), *Advances in legume systematics*, part. 1. Londres, **Royal Botanic Gardens Kew**, pp. 97-106, 1982.

JACKSON, J. F., Seasonality of flowering and leaf-fall in brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, 10: 38-42., 1978.

JANZEN, D. H., Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central América. **Evolution**, 21: 620-37., 1967.

- JANZEN, D., Behaviour of *Hymenaea courbaril* when its predispersal seed predator is absent. **Science**, 189: 145-147., 1975.
- JANZEN, D. H., Seeding patterns of tropical trees, pp. 88-128. *In*: P. B. Tommilinson and M. H. Zimmermann (eds.). Tropical trees as living systems. **Cambridge Univ. Pr.** p., 1976.
- JOHNSON, S. D., Climatic and phylogenetic determinants of flowering seasonality in the Cape flora. **Journal of Ecology**, 81: 567-572., 1992.
- JORDAN, C. F., Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources. *In*: F. B. Golley (ed.), Tropical rain forest ecosystem – structure and function, pp. 117-136., 1983.
- KOCHMER, J. P. & HANDEL, S. N., Constraints and competition on the evolution of flowering phenology. **Ecological Monographs**, 56:303-325, 1986.
- KÖPPEN, W. Climatologia. México: **Editora Fundo de Cultura Econômica**, 207p, 1948.
- KORIBA, K., On the periodicity of tree growth in the tropics, with reference to the mode of branching, the leaf fall, and the formation of resting buds. **Gardens Bulletin**, 17:11-81., 1958.
- LEWIS, G. P. & LIMA, M. P, *Pseudopiptadenia* Rauschert no Brasil. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 30:43-67, 2005.
- LIEBERMAN, D., Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **J. Ecol.** 70: 791-806., 1982.
- LIEBERMAN, D. & LIEBERMAN, M. The causes and consequences of synchronous flushing in a dry tropical forest. **Biotropica**, 16: 193-201., 1984.
- LIETH, H., Purpose of a phenology book. *In* Phenology and seasonality modeling. (**H. Lieth, ed.**). Springer, Berlin, p. 3-19., 1974.
- LIMA, H. C., Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica. Uma análise da riqueza, padrões de distribuição geográfica e similaridades florísticas em remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro. **Tese de doutorado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- LIMA, H. C., Leguminosas arbóreas da floresta atlântica: riqueza e endemismo no estado do Rio de Janeiro. *In*: 55º Congresso Nacional de Botânica, 2004, Viçosa, MG. Simpósios, Palestras e Mesas Redondas. Viçosa, MG : Sociedade Botânica do Brasil/Universidade Federal de Viçosa, p. 1-12, 2004.
- LONGMAN, K.A.; JENIK, J. Tropical forest and its enviroment. Singapore: **Longman Singapore Publishers**, 1987.

- LORD MEDWAY, F. L. S., Phenology of a tropical rain forest in Malaya. **Biological Journal of the Linnean Society**, 4: 117-146., 1972.
- LOVATO, M.B., Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Strypnodendron polyphylum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 32:357-361., 1997.
- MARQUIS, R. J., Phenological variation in the neotropical understory shrub *Piper arieianum*: causes and consequences. **Ecology**, 69 (n.5):1552-1565, 1988.
- MARTINS, F. R., O balanço hídrico seqüencial e o caráter semidecíduo da floresta do Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). **Revista Brasileira de Estatística**, 43 (170):353-391, 1982.
- MONASTERIO, M. & SARMIENTO, G., Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography**, 3: 325-356., 1976.
- MORELLATO, L. P. C., Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Tese de Doutorado**, Universidade de Campinas, Campinas. 1991.
- MORELLATO, L. P. C., Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. *In*: L. P. C. Morellato (org.), História natural da serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área de floresta no sudeste do Brasil, **Ed. Unicamp-Fapesp**, Campinas, pp. 98-110., 1992.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F., Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, 50: 163-173., 1990.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F., 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., 1992.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F., Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian Forest. **Biotropica**, 28: 180-191., 1996.
- MORELLATO, L. P. C., RODRIGUES, R. R., LEITÃO-FILHO, H. F. & JOLY, C. A., Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, 12: 85-98., 1989.

- MORELLATO, L. P. C., LEITÃO-FILHO, H. F., RODRIGUES, R. R., & JOLY, C. A., Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, 50: 149-162., 1990.
- MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.1, 2000.
- MORI, S. A., LISBOA, G., KALLUNKI, J. A., Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. **Revista Theobroma**, 12 (4):217-230, 1982.
- NEWSTRON, L. E. , FRANKIE, G. W. & BAKER, H. G., A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, 2:49-151, 1994.
- NJOKU, E., Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigéria. I. Observation on mature trees. **J. Ecol.** 51 (3): 617-24., 1963.
- OLIVEIRA, R. R. Os cenários da paisagem. In: Oliveira, R.R. (org.). As marcas do homem na floresta: História Ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica. Rio de Janeiro, **Ed. PUC-Rio** ,2004.
- OLIVEIRA, R.R. & COELHO NETO, A.L. Captura de nutrientes atmosféricos pela vegetação na Ilha Grande, RJ. **Pesquisa Botânica**, 31 – 49 , 2001.
- OPLER, P.A., FRANKIE, G.N. & BAKER, H.G., Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography** 3: 231-236, 1976.
- OPLER, P. A., FRANCKE, G. W. & BAKER, H. G., Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **J. Ecol.**, v.68, p. 167-188, 1980.
- PEDRONI, F. Ecologia de copaífera (*Copaifera langsdorffii* Desf. Caesalpinaceae) na Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. **Dissertação (Mestrado)**, Unicamp, 133p., 1993.
- PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinoideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n, 2, p.183-194, 2002.
- PENHALBER, E. F., Fenologia, chuva de sementes e estabelecimento de plântulas em um trecho de mata em São Paulo, SP. **Dissertação de Mestrado**, IBUSP, São Paulo, 124p., 1995.

- PENHALBER, E. F. & MANTOVANI, W., Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, 20: 205-220, 1997.
- PERES, C. A., Primate responses to phenological changes in an Amazonian Terra Firme forest. **Biotropica**, v.26, n.1. p.98-112, 1994.
- PIJL, L. van der, Principles of dispersal in higher plants. 2 ed. Berlim, **Springer-Verlag**, 1982.
- PIRES, J. P. A., Biologia reprodutiva de *Pseudopiptadenia contorta* e *P. lepstotachya* (Leguminosae: Mimosoideae) no Parque Nacional do Itatitaia, Rio de Janeiro, RJ. **Dissertação (Mestrado)**, ENBT/JBRJ, 52p, 2006.
- PORRAS, R. C., Fenologia de *Quercus seemanii* Lieb. (Fagaceae), en Cartago, Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical**, 39:243-248., 1991.
- PUTZ, F. E., Aseasonality in Malaysian tree phenology. **The Malaysian Forester**, 42 (1):1-24, 1979.
- RATHCKE, B.; LACEY, E.P. Phenological Patterns of Terrestrial Plants. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, Michigan, 16:179-214, 1985.
- REICH, P. B. & BORCHERT, R., Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). **Ecology**, 63:294-299., 1982.
- REICH, P. B. & BORCHERT, R., Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, 72: 61-74., 1984.
- REICH, P. B., Phenology of tropical forest: patterns, causes and consequences. **Canadian Journal of Botany**, 73: 164-174, 1995.
- RIVERA, G., S., ELLIOTT, L. S., CALDAS, G. NICOLOSSI, V. T. R., CORADIN & BORCHERT., Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in absence of rain. **Trees**, 16: 445-456., 2002.
- ROCHA, H. P., Mata Atlântica e a ocupação humana na organização do espaço geográfico na cidade de Teresópolis. **Dissertação de Mestrado**, Escola Nacional de Ciências e Estatística, Rio de Janeiro, 1999.
- ROSSI, L., A flora arbóreo-arbustiva da mata da reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” São Paulo. **Boletim do Instituto de Botânica**, 9: 1-105., 1994.
- SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotropica**, Washington, 27(2) 168-173, 1995.

- SCARPA, M.C., Crescimento inicial de plântulas de espécies pioneiras e não pioneiras das florestas semidecíduais do Estado de São Paulo. **Dissertação de Mestrado**, UNICAMP, São Paulo, 2002.
- SCHAIK, C. P. van., Phenological changes in a Sumatran rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 2:327-347, 1986.
- SCHAIK, C. P. van, TERBORGH, J. W. & WRIGHT, S. J., The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 24: 353-377., 1993.
- SIEGEL, S., Estatística não-paramétrica: para as ciências do comportamento. São Paulo: **Makron**, 350p., 1975.
- SMYTHE, N., Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. **The American Naturalist**, 104 (n.935):25-35, 1970.
- STEPHENSON, A. G., Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 12:153-279, 1981.
- TAKAHASI, A., Fenologia de espécies arbóreas de uma floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba – Ubatuba – SP, **Dissertação de Mestrado**, UNESP, Rio Claro, São Paulo, 1998.
- TALORA, D. C. Fenologia das espécies de árvores em florestas de planície litorânea do sudeste do Brasil. 1996, 76 f. **Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)** – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.
- TALORA, D. C., MORELLATO, L. P., Fenologia de espécies arbóreas em florestas de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 23 (n.1):13-26, 2000.
- TARIFA, J.R., Estudo preliminar das possibilidades agrícolas da região de Presidente Prudente, segundo o balanço hídrico de Thornthwaite (1948-1955). **Boletim Geográfico**, 29(217): 34-54, 1970.
- TCE-RJ, Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro – Secretaria Geral de Planejamento – Estudo Socioeconômico 2005 – Teresópolis (www.tce.rj.gov.br), 2005.
- TERBORGH, J., Seed and fruit dispersal – commentary in : BAWA, K. S., HADLEY, M. (eds.), Reproductive ecology of tropical forest plants (Man and the Biosphere series, v.7). **Unesco & Parthenon Publishing Group**, p.181-190, 1990.
- TERESOPOLISONLINE, **Site da Internet** (www.teresopolisonline.com.br), 2003.

- UNWIN, D. M. Microclimate measurement for ecologists. Academic Press, London. 79 p., 1980.
- VELOSO, H. P., As comunidades e as estações botânicas de Teresópolis, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim Museu Nacional**, N.S.Bot.,3:1-95, 1945.
- VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R., LIMA, J. C. A., Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: **FIBGE**, 123p., 1991.
- WHITMORE, T. C., An introduction to tropical rain forests. Seasonal rhythms. **Clarendon Press.**, Oxford, pp. 52-57., 1990.
- WRIGHT, S. J., Seasonal drought and the phenology of understory of shrubs in a tropical moist forest. **Ecology**, v.72, n.5, p. 1643-1657, 1991.
- WRIGHT, S. J. & CALDERON, O., Phylogenetic patterns among tropical flowering phenologies. **Journal of Ecology**, 83: 937-948., 1995.
- ZAR, J.H., Bioestatistical analysis. 2a ed. Englewood Cliffs. **Prentice-Hall Inc**, New Jersey, 1984.