



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Instituto de Florestas  
Curso de Engenharia Florestal

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NO CAMPUS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO JANEIRO**

EDMAR DE FIGUEIREDO

**Sob a Orientação da Professora**

FÁTIMA CONCEIÇÃO MÁRQUEZ PIÑA-RODRIGUES

**Co-Orientação do Professor**

ANDRÉ FELIPPE NUNES DE FREITAS

Seropédica, Rio de Janeiro

2007

EDMAR DE FIGUEIREDO

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NO CAMPUS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO JANEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Sob a Orientação da Professora**

FÁTIMA CONCEIÇÃO MÁRQUEZ PIÑA-RODRIGUES

**Co-Orientação Professor**

ANDRÉ FELIPPE NUNES DE FREITAS

Seropédica, Rio de Janeiro

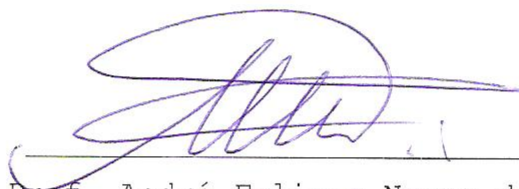
2007

FENOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES ARBÓREAS NO CAMPUS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO JANEIRO

EDMAR DE FIGUEIREDO

Aprovada em 27 / 03 / 2007

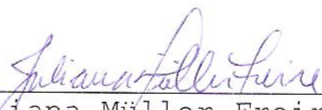
BANCA EXAMINADORA



Prof. André Felipe Nunes de Freitas  
IF/DCA - UFRRuralRJ  
Co - Orientador



Tiago Böer Breier  
IF/DS - UFRRuralRJ  
Membro Titular



Juliana Müller Freire  
IF/DS - UFRRuralRJ  
Membro Titular

Aos meus pais, Maria e Antônio,  
pela vida e amor concedidos, e  
aos meus irmãos Edson,  
Wellington e Néilton pelo  
companheirismo fraterno, este  
trabalho dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Neste momento especial, as lembranças vêm à tona como em um turbilhão, repleto de emoções. Mesmo assim, se aqui deixar de mencionar alguém, me perdoem pela memória falha, mas tenham certeza, que meu coração não o fará.

Agradeço primeiramente a Deus, qualquer que seja sua manifestação, por acreditar que ele está em tudo e em todos.

Um agradecimento mais que especial a minha família, meus pais Maria Sabina de Figueiredo e Antônio Sabino de Figueiredo, e meus irmãos Edson C. de Figueiredo, Wellington J. de Figueiredo e Néilton de Figueiredo, e suas companheiras, pelo amor dedicado e apoio para atravessar mais essa etapa de minha vida.

À Lívia, que nestes últimos dois anos me acompanhou afetivamente, compartilhando seu amor.

À professora Fátima C.M. Piña-Rodrigues, pelos momentos de amizade e orientação, além das muitas oportunidades oferecidas.

Ao professor André F.N. Freitas, por acreditar neste trabalho e se mostrar um grande amigo.

Aos verdadeiros mestres desta Universidade, que ajudaram a cunhar, em mim, tanto valores acadêmicos, quanto pessoais.

Aos meus companheiros de moradia, Edinei, Ivan e Pablo (M3 - 335) pela convivência. E aos amigos, pretéritos e presentes, do M4 - 432, Avelino, Adriano, Gilberto, Sá, Telmo, Carlos,

Carol, Claudinho, Felipe, Juliana, Juvenal, Lucas, Luis, Marcello, Pedro e Rodrigo, pelos momentos de amizade, que serão eternos.

Aos meus grandes amigos da estrada da vida, Aldo e Pablo, exemplos de caráter e companheirismo, estejam onde estiver.

À Universidade Rural, referida tantas vezes como Mãe, pela oportunidade de morar a um baixo custo, e assim, possibilitar minha permanência neste curso.

Ao mestre Elsio (carinhosamente, Barba), e sua família, pelo incentivo a vir para o Rio de Janeiro.

E por último, porém não menos importante, ao povo brasileiro, que com grande esforço, ainda mantém Universidades como essa, pública, gratuita e de qualidade.

Há muito tempo, a natureza já era contemplada, até mesmo sua fenologia:

*"Veja: o inverno já passou! Olhe, a chuva já se foi! As flores florescem na terra, e o canto da rola já se ouve em nosso campo. Despontam figos na figueira e a vinha florida exala perfume".(Cântico dos Cânticos, 2:11-13).*

## RESUMO

A fenologia é o estudo das relações entre os eventos vegetativos e reprodutivos e os fatores bióticos e abióticos. Ente outras utilidades, ela possibilita a proposta de linhas de manejo para espécies de interesse, bem como planejar atividades de cunho conservacionistas e de recuperação ambiental. Este trabalho teve como objetivo descrever o comportamento fenológico reprodutivo de espécies arbóreas de uma área de baixada localizada no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, analisando possíveis relações entre as fenofases e as variáveis climáticas, temperatura (máxima, mínima e média), precipitação e fotoperíodo. A área de estudo apresentou diferença significativa entre as variáveis climáticas entre os meses, do que entre os anos, caracterizando uma maior variação climática entre os meses, e definindo, desta forma, um comportamento sazonal, com um "período úmido" de agosto a março, e um "período seco" de abril a julho. A variável climática que mais influenciou as fenofases foi a temperatura, seguida da precipitação, que atuaram de forma antagônica na floração e na frutificação. Os baixos índices destas variáveis influenciaram, negativamente, o sincronismo das espécies. O comportamento reprodutivo das espécies de dispersão zoocórica diferiu das espécies de dispersão anemocórica, sendo mais sincrônico e mais freqüente (bi-sazonal) do que as últimas. Os resultados sugerem que para as espécies zoocóricas, outros fatores, bióticos, podem estar atuando positivamente no sincronismo.

Palavras-chave: Fenologia, Clima, Biologia reprodutiva.

## ABSTRACT

The phenology is the study of the relationships between the vegetative and reproductive events and the biotic and abiotic factors. Being other usefulness, it makes possible the proposal handling lines for species of interest, as well as to plan activities of stamp conservationists and of environmental recovery. This work had as objective describes the behavior reproductive of arboreal species of an area at Campus of the Rural Federal University of Rio de Janeiro, analyzing possible relationships between the phenofases and the climatic variables, temperature (maxim, low and average), precipitation and irradiance. The study area presented significant difference among the climatic variables among the months, that it enters the years, characterizing a larger climatic variation among the months, and defining, this way, a seasonal behavior, with a "humid period" from August to March, and a "dry period" from April to July. The climatic variable that more influenced the phenofases was the temperature, following by the precipitation, that acted in an antagonistic way in the flowering and in the fruiting. The low indexes of these varied influenced, negatively, with the synchrony of the species. The reproductive behavior of the species of dispersed by animals was different of the anemocoric species, being more synchronous and more frequent (bi-seasonal) than the last ones. The results suggest that for the species zoocóricas, other biotic factors can be acting positively in the synchrony.

Key-words: Phenology, Climate, Reproductive Biology.



## SUMÁRIO

1. Introdução .....	1
2. Material e Métodos .....	7
2.1. Área de estudo .....	7
2.2. Coleta de dados .....	8
2.2.1. Dados climáticos .....	8
2.2.2. Avaliação fenológica .....	8
2.3. Análise de dados .....	11
2.3.1. Relação entre variáveis climáticas e eventos fenológicos .....	11
2.3.2. Sazonalidade .....	12
2.3.3. Identificação de padrões fenológicos .....	14
2.3.4. Síndromes de dispersão e fenologia .....	15
3. Resultados e Discussão .....	16
3.1. Análise dos dados climáticos .....	16
3.2. Relação entre variáveis climáticas e eventos fenológicos .....	20
3.3. Sazonalidade .....	27
3.4. Padrões fenológicos .....	31
4. Conclusões .....	40
4.1. Considerações .....	41
5. Referências Bibliográficas .....	41
Anexos.....	54

## Índice de Figuras

- Figura 1:** Valores médios de temperatura nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro e porcentagem de espécies em florescimento (A) e em frutificação (B) ..... 22
- Figura 2:** Ordenação das variáveis climáticas para o evento de florescimento (número de espécies em floração por mês) nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Meses do ano identificados pelas três primeiras letras, seguidos dos dois últimos algarismos do ano correspondente. Eixo 1, fatores temperatura média, mínima e precipitação ..... 24
- Figura 3:** Percentual mensal de espécies em florescimento e temperaturas médias, mínimas e precipitação no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Dados ordenados em relação à % de florescimento. Meses do ano identificados pelas três primeiras letras, seguidos dos dois últimos algarismos do ano correspondente ..... 25
- Figura 4:** Ordenação das variáveis climáticas para o evento de frutificação (número de espécies com frutos por mês) nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Meses do ano identificados pelas três primeiras letras, seguidos dos dois últimos algarismos do ano correspondente. Eixo 1, fatores temperatura mínima e precipitação ..... 27
- Figura 5:** Porcentagem de florescimento (A) e frutificação (B) em períodos úmidos e secos e porcentagem de espécies frutificando por síndrome de dispersão (C, D, E) em intervalos de 15 e 30 dias, nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Meses identificados pelas primeiras três letras do respectivo nome ..... 30
- Figura 6:** Porcentagem de espécies florestais em florescimento (A) e frutificação (B) nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro em relação à frequência de ocorrência dos eventos, segundo classificação de Newstron *et al.* (1994). Anemo = anemocoria; auto = autocoria; zôo = zoocoria ..... 33
- Figura 7:** Ordenação pelo método PCA - análise dos componentes principais da taxa de sincronismo (J) entre as espécies florestais nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro em relação à frequência de ocorrência dos eventos, segundo classificação de Newstron *et al.* (1994). Valor do coeficiente de correlação (r). Eixo 1 - 46,9% da variação; Eixo 2 - 26,3%. Componentes principais Eixo 1 - precipitação (r = 0,75) e temperatura mínima (r = 0,23); Eixo 2 - precipitação (r = 0,48) e amplitude (r = - 0,13)..... 35

## Índice de tabelas

- Tabela 1:** Relação de espécies observadas em acompanhamento fenológico, no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002 e respectivas família e síndromes de dispersão ..... 9
- Tabela 2:** Valores médios das variáveis climáticas de temperatura e precipitação nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Dados médios para os três anos de estudo. Médias seguidas da mesma letra, dentro da mesma variável não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - PESAGRO (22°46'S e 43°41'W) ..... 18
- Tabela 3:** Resultados do Teste de Kolmogorov-Smirnov e valor de probabilidade (*p*) para as variáveis climáticas em relação ao florescimento e frutificação de espécies florestais estudadas ao longo dos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro ..... 20
- Tabela 4:** Correlação de Spearman (*r*) para as variáveis climáticas em relação ao florescimento e frutificação de espécies florestais estudadas ao longo dos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro (Flor = Frutificação; Fruto = Frutificação) ..... 21
- Tabela 5:** Resultado da análise multivariada pelo Modelo Geral Linear (GLM) para as variáveis climáticas classificadas em dois grupos denominados de "período úmido" e "período seco", valores de média, desvio padrão, valor de F e probabilidade (*p*) e para eventos de florescimento e frutificação para espécies florestais nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. N = número de espécies ..... 28
- Tabela 6:** Valores do teste de Kolmogorov-Smirnov e probabilidade (*p*) para os padrões de frequência, regularidade e duração dos eventos de florescimento e dados de frutificação em relação às síndromes de dispersão de espécies florestais nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro ..... 32

## 1. INTRODUÇÃO

Lieth (1974) definiu fenologia como sendo o estudo da ocorrência de eventos biológicos, tanto vegetativos quanto reprodutivos, que expressem um caráter repetitivo, suas causas de ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas e da inter-relação entre fases caracterizadas por estes eventos, numa mesma e em diferentes espécies, foi por como.

Os estudos fenológicos podem ser enquadrados dentro de dois tipos de abordagem. A primeira apresenta uma abordagem mais mecanicista, associando os padrões fenológicos de populações e comunidades à variação dos fatores climáticos (Morellato & Leitão-Filho 1990,1992; Foster 1992; Ferraz *et al.* 1999). Já a segunda, de caráter evolutivo, sugere que a ocorrência dos eventos reprodutivos é uma resposta à co-evolução das espécies vegetais e seus polinizadores e dispersores, sendo estes agentes de seleção do meio (Rathcke & Lacey 1985; van Schaik *et al.* 1993, Wright 1996; Mahoro 2002). Aplicando esta abordagem, Janzen (1976) foi um dos primeiros a propor que os processos reprodutivos do bambu asiático estariam ligados a mecanismos ecológicos de saciação do predador e Augspurger (1980, 1981) relatou padrões de produção de flores associados ao comportamento dos polinizadores e dispersores.

Na década de 70, Fournier & Charpantier (1975) apontavam as condições precárias do conhecimento em fenologia de florestas tropicais, salientando a escassez de estudos. Nos anos 90, já com o aumento da produção científica sobre o assunto, outros problemas como as variações de metodologias empregadas em diferentes intervalos de observações surgiram (Mantovani *et al.* 2003). Ferraz *et al.* (1999) e Bencke & Morellato (2002b) apontam os diferentes níveis de análise, e a não padronização de termos e métodos, como um problema, dificultando a comparação entre os trabalhos.

Ainda encontramos dificuldades em trabalhar com relações climáticas que afetam a fenologia, uma vez que as variáveis em questão possuem interdependência, o que dificulta sua análise (Ferraz *et al.* 1999; Falcão *et al.* 2000; Borchert *et al.* 2002).

O número de estudos sobre os padrões fenológicos em florestas tropicais vem aumentando ao longo das últimas décadas, especialmente aqueles que apresentam os efeitos de variáveis climáticas (temperatura, precipitação, fotoperíodo, etc) sobre o comportamento de populações e comunidades vegetais (Mantovani & Martins 1988; van Schaik *et al.* 1993; Wrigth & van Schaik 1994; Costa *et al.* 1997; Castellani *et al.* 1999; Talora & Morellato 2000; Morellato *et al.* 2000; Marques & Oliveira 2004). Outros estudos têm demonstrado que a forma de vida também pode influenciar os padrões fenológicos, já que

esta é um reflexo da posição das plantas no ambiente e dos recursos que elas utilizam (e.g., Marques & Oliveira 2004).

Alguns autores que trabalham nas regiões tropicais colocam que o clima, nesta região, tende a ser não-sazonal e a presença constante de polinizadores e dispersores de sementes podem promover um processo mais constante de florescimento e frutificação, ocorrendo múltiplas vezes ao longo do ano (Opler *et al.* 1980; Newstrom *et al.* 1994; Berlim *et al.* 2000). Observa-se, porém que, nas diversas formações florestais no Brasil, os processos fenológicos são comumente sazonais sendo apontados como indutores de processos de florescimento e/ou frutificação (Borchert 1996; Talora & Morellato 2000).

O número reduzido de trabalhos abordando relações mutualísticas, ou evolutivas (van Schaik *et al.* 1993; Morellato & Leitão-Filho 1996; Talora & Morellato 2000), apontam a importância das relações bióticas, já que a maioria das espécies vegetais depende dos serviços prestados por polinizadores e dispersores. Estes agentes, por sua vez, sofrem variações populacionais e pressões ambientais decorrentes de fatores abióticos, principalmente temperatura e umidade, que tem efeitos diretos sobre suas taxas de atividade (Mikich & Silva, 2001). Vale ressaltar que as relações bióticas são de enorme importância para o estabelecimento de padrões fenológicos, especialmente pelo fato dessas interações terem direcionado as espécies vegetais a desenvolverem síndromes de

polinização ou dispersão (Silva, 2003; Morellato & Leitão-Filho 1992).

O padrão de comportamento depende, também, do tipo de formação florestal analisado, englobando fatores como clima e composição de espécies da referida comunidade (Ferraz *et al.* 1999; Mitani 1999; Marques & Oliveira 2004). Por exemplo, em uma floresta estacional semidecidual no Paraná o pico de floração ocorreu na estação chuvosa e a frutificação na estação seca (Mikich & Silva 2001), na Floresta Atlântica, em áreas de restinga, floresta de encosta e de planície litorânea, a floração foi observada nos meses mais quentes e úmidos e a frutificação ocorreu no início da estação chuvosa (Talora & Morellato 2000, Benke & Morellato 2002a, 2002b). Em outra formação de floresta ombrófila densa a floração ocorreu na estação seca até a úmida (Ferraz *et al.* 1999). Em uma floresta de duna no sul do Brasil (Castellani *et al.* 1999) a floração se concentrou na época mais quente e úmida, embora algumas espécies tenham florescido nos meses mais frios.

Borchet (1996) salienta que, nos neotrópicos, a sazonalidade é determinada principalmente pela duração e intensidade do período de seca do que pela variação de temperatura e do fotoperíodo. A precipitação e o suprimento de água estão bastante integrados à ocorrência de eventos fenológicos das espécies tropicais, seja em termos de produção foliar (Angulo-Sandoval & Aiden 2000; Angulo-Sandoval *et al.*

2004) ou de reprodução (Tissue & Wright 1995; Wright & Calderon 1995; Morelatto *et al.* 2000). Nestas regiões, a indução do florescimento em comunidades inteiras tende a ocorrer sincronizadamente após um período de seca prolongada, seguida de chuvas intensas (Borchet 1996).

Outro importante fator abiótico associado à fenologia é a ocorrência de modificações climáticas cíclicas, caracterizadas por mudanças térmicas nas águas, e na atmosfera, da região tropical do Oceano Pacífico, alterando desuniformemente o clima do planeta. A este evento dá-se o nome de "El Niño"<sup>1</sup>. Ele pode alterar a produção de flores e frutos em algumas regiões tropicais, como no Panamá (Wright & Calderón, 2006), onde foi observado o aumento dos eventos fenológicos em resposta ao El Niño.

Nos últimos anos, as linhas de pesquisas vêm focalizando as relações existentes entre as características fenológicas e o sucesso reprodutivo no que diz respeito às interações bióticas, analisando-as não apenas nas comunidades, mas também na paisagem em que se inserem (Almeida-Neto & Lewinshohn 2004).

O conhecimento fenológico possibilita o entendimento acerca do comportamento, vegetativo e reprodutivo de comunidades, condição primordial no planejamento de ações que vão desde propostas de trabalhos de pesquisa à implantação de

---

<sup>1</sup> Definição do World Meteorological Organization.



sistemas de exploração e manejo (Mantovani *et al.* 2003; Batalha *et al.* 1997). Além disso, este conhecimento pode ajudar na caracterização de tipologias florestais (Talora & Morellato 2000; Carmo e Morellato 2000), e assim, possibilitar estratégias conservacionistas.

Outra utilidade que a fenologia proporciona, e que vem sendo largamente utilizada, é o planejamento de colheita de sementes florestais (Reis & Wiesbauer 2006). Devido a valorização de sementes de boa qualidade genética no mercado, e a certificação de sementes no âmbito da nova Lei de Sementes e Mudas (Lei 10711/03), a colheita de sementes requer a marcação de pelo menos 30 árvores matrizes, distantes no mínimo 100 metros entre si. Isso resulta, em muitos casos, uma grande área a ser percorrida para a realização da colheita das sementes gerando um dos fatores que mais contribuem para o aumento do custo de produção de sementes, o custo de deslocamento. O acompanhamento fenológico possibilita a confecção de fenogramas, que são mapas temporais onde se podem consultar as matrizes passíveis de colheita, e assim, direcionar os esforços de deslocamento. Estes mapas podem conter outras informações auxiliares como localização, forma de acesso e metodologia de colheita de cada matriz.

Este trabalho teve como objetivo descrever o comportamento fenológico reprodutivo de espécies arbóreas de uma área de planície costeira localizada no Campus da Universidade Federal

Rural do Rio de Janeiro, analisando possíveis relações entre as fenofases e as variáveis climáticas, temperatura (máxima, mínima e média), precipitação e fotoperíodo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

Este estudo foi desenvolvido de janeiro de 2000 a dezembro de 2002, no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica - Estado do Rio de Janeiro, situada entre os paralelos 22°49' S e 22°45' S e 43°38' W e 43°42' W, com altitude média de 30 metros a.n.m. O relevo predominantemente é o de várzea, praticamente plano com microrelevos de 0 a 3° de declive e, em alguns locais, suavemente ondulados, de topo arredondado, com pendentes de alguns metros. O clima da região é classificado como tropical chuvoso com inverno seco, tipo climático Aw (Köppen 1948) (Mattos *et al.* 1989). O mês mais frio é julho, com temperatura média de 20°C, e o mês mais quente é fevereiro, com temperatura média de 26,5°C. A precipitação média anual situa-se ao entorno de 1250 mm, com mês mais seco apresentando menos de 40 mm de precipitação. A região de estudo situa-se na planície costeira (Projeto RADAMBRASIL 1983), apresentando solos típicos de várzea, predominando Planossolos, de baixa fertilidade, excesso de água e de erosão, com enclaves de solos Podzólicos Vermelho-amarelo imperfeitamente drenados e Gleipouco Húmicos, com

excesso de água (Pinheiro *et al.* 2000). No período de seca, no inverno, o lençol freático atinge níveis mais baixos, podendo descer a mais de 3 m de profundidade, aflorando em algumas áreas apenas na estação das chuvas<sup>2</sup>.

## **2.2. Coleta de dados**

### **2.2.1. Dados climáticos**

Os dados climáticos diários foram coletados na estação meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - PESAGRO, localizada a 33 metros de altitude e nas coordenadas 22° 46' S e 43° 41'W, distando menos de 5 km de raio da região de estudo. Foram obtidos os valores diários de precipitação, temperatura, fotoperíodo e calculadas as medias mensais, mínimas e máximas de cada variável climática, dos anos de 2000 a 2002.

### **2.2.2. Avaliação fenológica**

Para este estudo foram selecionadas 31 espécies com base em parâmetros estabelecidos pela Rede Brasileira de Sementes Florestais, levando-se em consideração as importâncias econômicas, paisagísticas e ecológicas (Tabela 1).

---

<sup>2</sup> Informações do Departamento de Hidrologia, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Baseado em dados coletados no ano de 2001.

**Tabela 1:** Relação de espécies observadas em acompanhamento fenológico, no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002 e respectivas família e síndromes de dispersão.

<b>FAMÍLIAS Espécies</b>	<b>Síndrome de dispersão</b>
<b>Bigoniaceae</b>	
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.	anemocórica
<i>Tabebuia avellanedae</i> Lor. ex Griseb.	anemocórica
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nich.	anemocórica
<b>Bombacaceae</b>	
<i>Chorisia speciosa</i> St. Hill.	anemocórica
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	zoocórica
<b>Boraginaceae</b>	
<i>Cordia superba</i> Cham	autocórica
<b>Leguminosae caesalpinoideae</b>	
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.	autocórica
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	autocórica
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	autocórica
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	autocórica
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. Ex DC.	autocórica
<i>Cassia grandis</i> L.F.	autocórica
<i>Cassia nodosa</i> Buch.-Ham. Ex Roxb.	autocórica
<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	autocórica
<i>Hymenaea courbaril</i> (Hayne)	zoocórica
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	anemocórica
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	anemocórica
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	anemocórica
<b>Leguminosae faboideae</b>	
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemén ex Benth.	anemocórica
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	anemocórica
<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	anemocórica
<i>Amburana cearensis</i> (Fr. All.) A.C. Smith	anemocórica
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tull.	anemocórica
<b>Leguminosae mimosoideae</b>	
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.	zoocórica
<i>Acacia mangium</i> L.	autocórica
<i>Albizia lebeck</i> (L.) Benth.	autocórica
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	autocórica
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	autocórica
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	anemocórica
<b>Meliaceae</b>	
<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	zoocórica
<i>Melia azederach</i> L.	zoocórica

Foram selecionados pelo menos 5 indivíduos de cada espécie entre matrizes marcadas pela Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais - RioEsBa (<http://www.rioesba.org.br>), que foram identificados e georeferenciados. As plantas situam-se em áreas de arboretos e em aléias do campus da UFRRJ, sendo as observações efetuadas em indivíduos localizados nas duas condições e ao acaso.

Quinzenalmente, os indivíduos foram vistoriados e foram caracterizadas nas seguintes fenofases:

- (a) *floração*: Indivíduos com botões florais, parciais ou totalmente com flores;
- (b) *frutos imaturos*: indivíduos com mais de 70% de seus frutos imaturos;
- (c) *frutos maduros*: indivíduos que se apresentam com mais de 70% de frutos maduros;
- (d) *dispersão*: apresentando mais de 70% de frutos em dispersão, e;
- (e) *vegetativo*: plantas não apresentando a ocorrência de nenhum dos demais eventos.

As síndromes de dispersão das espécies foram classificadas com base na morfologia dos frutos proposta por Van der Pijl (1982), em revisão de literatura (Lorenzi 2002; Carvalho 1946; Pina-Rodrigues & Piratelli 1993) e em consulta ao banco de dados da Rede RioEsBa.

## **2.3. Análise dos dados**

### **2.3.1. Relação entre as variáveis climáticas e os eventos fenológicos**

O teste não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, com o uso do programa STATISTIX 8.0, foi empregado para testar se as variáveis climáticas diferiram entre os anos. Dentro do mesmo ano, as médias mensais foram comparadas pelo teste de Tukey (Zar 1998), com o uso do SPSS 13.0.

Nas fenofases de florescimento e frutificação foi obtido o percentual de ocorrência do evento (POE) calculado para a relação entre o número de espécies (NE) em cada evento e o número total mensal de espécies observadas (NT), segundo a fórmula  $POE = NE * 100 / NT$ .

O efeito do clima sobre os eventos reprodutivos foi avaliado empregando-se o coeficiente de correlação de Spearman (Zar 1998) entre percentual de ocorrência do evento (POE) e os dados médios, mínimos e máximos de cada variável climática e a amplitude de variação.

Embora a correlação simples entre variáveis permita avaliar a magnitude e o sentido das relações, esta não provê informações a respeito dos efeitos associados, diretos e indiretos, de um grupo de variáveis sobre as demais, ou mesmo sobre uma variável considerada de maior importância (Cruz & Regazzi 1994). A correlação simples não expressa a associação destes efeitos entre as variáveis, que podem apresentar

multicolinearidade, a qual ocorre quando as observações amostrais das variáveis explicativas, ou suas combinações lineares, são correlacionadas. Em função disso, para testarmos o efeito das variáveis climáticas sobre os eventos reprodutivos (florescimento e frutificação) foi empregada uma análise dos componentes principais (PCA) com o uso do programa PC-ORD 4.0. Esse procedimento visou identificar quais as associações, entre as variáveis climáticas (componentes), que mais influenciaram o comportamento fenológico observado.

### **2.3.2. Sazonalidade**

O comportamento das espécies entre os anos de observação foi avaliado através de análise multivariada pelo Modelo Linear Geral (General Linear Model - GLM) (Tabachnick, & Fidell 2001) considerando-se os anos e os meses como variáveis fixas e as porcentagens de ocorrência (POE) de cada evento como variáveis dependentes. Para as análises estatísticas os meses foram convertidos em números de 1 a 12, em seqüência. Para testar a homogeneidade de variância foi utilizado o teste de Levene's segundo o modelo padrão do programa SPSS 13.0. Os dados foram transformados baseados no percentual de cada evento, de modo que cada grupo (anos e meses) apresentassem o mesmo número de repetições. Para compararmos os padrões fenológicos, entre os meses e os anos, utilizamos o teste de Tukey (Zar 1998).

Para testar se houve diferença no número de espécies florescendo ou frutificando em função da ocorrência de períodos secos e úmidos, o que representaria a sazonalidade nos eventos reprodutivos foi efetuada, inicialmente, uma análise de agrupamento visando identificar meses com o conjunto de condições climáticas semelhantes. A análise foi realizada utilizando-se o programa PC-ORD 4.0 (McCune & Mettford 1996) com o método de agrupamento de Bray-Curtis (Sorensen), adotando-se a ligação flexível-beta, reduzindo as probabilidades de falsos agrupamentos (McCune & Gracie 2002).

A análise gerou dois grupos distribuídos indistintamente em relação aos meses e anos, o primeiro denominado de "período seco" e o segundo de "período úmido". A seguir foi efetuada uma nova análise GLM, considerando-se como variáveis dependentes os grupos (períodos seco e úmido), denominados de "estações climáticas" e a percentagem de espécies (POE) em florescimento e em frutificação como variáveis fixas. Os demais procedimentos foram semelhantes aos já relatados. Os dados de percentagem foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$  para reduzir o efeito das observações nulas (sem a ocorrência do evento) e homogeneizar as variâncias.



### 2.3.3. Identificação de padrões fenológicos

Foi determinada para cada espécie e para a comunidade a frequência, regularidade e duração (sensu Newstrom *et al.* 1994) dos eventos reprodutivos de floração e frutificação.

Para cada espécie, a frequência foi classificada com base no número de ocorrências de cada evento em:

- (a) *anual* (uma vez ao ano);
- (b) *sub-anual* (mais de uma vez/ano), e;
- (c) *supra-anual* (intervalo > um ano).

Eventos observados com interrupção de um a dois períodos de observação (equivalente a um intervalo de um mês) foram considerados como continuidade do mesmo evento.

O teste de Kolmogorov-Smirnov, com o uso do programa STATISTIX 8.0, foi empregado com a finalidade de testar se houve diferença entre os anos e entre as síndromes em relação à frequência, regularidade e duração do florescimento. Para fins dessa análise, foi utilizado o número de espécies por classe de frequência ou regularidade e o número de dias de duração do evento.

A avaliação dos padrões de frutificação (frutos maduros + imaturos) foi efetuada empregando-se o teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para frequência e duração, com o uso do STATISTIX 8.0.

A taxa de sincronia entre as espécies foi calculada para os eventos reprodutivos envolvendo o florescimento, frutificação e a dispersão de sementes. Na sua análise foi

empregada uma matriz com a data de ocorrência do evento *versus* espécies contendo os dados das variáveis categóricas de 1 a 4 atribuídas aos eventos fenológicos (1= floração; 2= frutos imaturos; 3= frutos maduros e 4= dispersão). Como índice de sincronia foi empregado o  $J_{\text{eveness}}$  (Krebs 1989) adaptado:

$$H_{\text{esperado}} = \left( \frac{(N \log N) - (\sum_i^n p_i \log p_i)}{N} \right) \quad \text{e} \quad H_{\text{máximo}} = \log N$$

sendo

$$J_{\text{eveness}} = \frac{H_{\text{esperado}}}{H_{\text{máximo}}}$$

onde,  $N$  é o número de espécies com ocorrência de eventos fenológicos;  $p_i$  corresponde ao número de ocorrências do evento  $i$  a  $n$ , neste caso variando de 1 a 4. O valor de  $J = 0$ , representa ausência de sincronia entre as espécies e  $J = 1$  o máximo sincronismo. A diferença na taxa de sincronismo dentro dos meses em cada ano e entre síndrome de dispersão foi avaliada empregando-se o teste de  $\chi^2$ .

#### **2.3.4. Síndromes de dispersão e fenologia**

Para o estudo da frequência e regularidade dos eventos, do total de espécies observadas ( $n= 31$ ), foram analisados apenas as observadas nos três anos de estudo ( $n= 26$ ).

As espécies foram agrupadas de acordo com as síndromes de dispersão (anemocoria, autocoria e zoocoria). A frequência de frutificação de cada síndrome foi calculada para os três anos e transformada em percentagem com base no número total de indivíduos observados, obtendo-se dados de número de espécies apresentando o evento a cada mês. O teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov foi aplicado, com o uso do programa STATISTIX 8.0, para verificar se as síndromes apresentavam o mesmo padrão de frutificação ao longo dos períodos avaliados. Foi testada a hipótese das síndromes não apresentarem diferenças na frequência, duração e sincronismo no período de ocorrência da frutificação, com base na distribuição dos eventos ao longo dos meses.

### **3. RESULTADOS e DISCUSSÃO**

#### **3.1. Análise dos dados climáticos**

De forma geral para os três anos analisados, os meses que apresentaram as maiores médias de temperatura estavam no período de agosto a março, com esse padrão sendo interrompido apenas no mês de setembro, quando as temperaturas foram mais amenas (Tabela 2). Já as menores temperaturas foram observadas no período de maio a setembro. A temperatura média mínima ocorreu em julho, enquanto as máximas ocorreram em janeiro e março.

Em relação à precipitação, o período de chuvas mais intensas esteve concentrado no mês de dezembro ( $174 \text{ mm mês}^{-1}$ ), enquanto o período de seca esteve concentrado nos meses de abril e entre junho a agosto, com precipitação próxima a  $50 \text{ mm mês}^{-1}$ . Nos demais meses do ano, a precipitação se distribuiu de forma mais ( $> 100 \text{ mm mês}^{-1}$ ) ou menos intensa ( $50 \text{ mm} < x < 100 \text{ mm mês}^{-1}$ ). A análise destas variáveis permite destacar que, durante os anos de estudo, foi caracterizada a ocorrência de um período de seca associado a baixas temperaturas e um de chuvas intensas aos quais corresponderam às altas temperaturas, semelhante ao observado por Carvalho *et al.* (1999) para a região estudada.

Tabela 2: Valores médios das variáveis climáticas de temperatura e precipitação nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Dados médios para os três anos de estudo. Médias seguidas da mesma letra, dentro da mesma variável não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - PESAGRO (22°46'S e 43°41'W).

MESES	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Precipitação
	máxima (°C)	mínima (°C)	media (°C)	(mm mês <sup>-1</sup> )
JAN	32.4 <sup>a</sup>	22.2 <sup>a</sup>	26.4 <sup>a</sup>	130.8 <sup>abc</sup>
FEV	32.1 <sup>b</sup>	22.0 <sup>a</sup>	26.1 <sup>ab</sup>	122.3 <sup>abc</sup>
MAR	32.4 <sup>a</sup>	22.1 <sup>a</sup>	26.2 <sup>ab</sup>	111.7 <sup>abc</sup>
ABR	31.1 <sup>bc</sup>	20.0 <sup>abc</sup>	24.5 <sup>abc</sup>	40.1 <sup>c</sup>
MAI	27.7 <sup>cd</sup>	17.8 <sup>cd</sup>	21.9 <sup>cdef</sup>	65.6 <sup>abc</sup>
JUN	27.6 <sup>cd</sup>	16.6 <sup>de</sup>	21.0 <sup>ef</sup>	15.0 <sup>c</sup>
JUL	26.1 <sup>d</sup>	15.3 <sup>e</sup>	19.9 <sup>f</sup>	50.0 <sup>abc</sup>
AGO	28.1 <sup>bcd</sup>	16.6 <sup>de</sup>	21.5 <sup>def</sup>	35.0 <sup>c</sup>
SET	26.2 <sup>d</sup>	17.0 <sup>de</sup>	20.9 <sup>ef</sup>	86.4 <sup>abc</sup>
OUT	29.8 <sup>bcd</sup>	19.0 <sup>bcd</sup>	23.5 <sup>bcde</sup>	75.3 <sup>abc</sup>
NOV	29.5 <sup>bcd</sup>	20.2 <sup>abc</sup>	24.1 <sup>abcde</sup>	118.5 <sup>abc</sup>
DEZ	31.0 <sup>bc</sup>	21.4 <sup>ab</sup>	25.4 <sup>ab</sup>	174.4 <sup>a</sup>

Os anos de estudo apresentaram diferença significativa apenas em relação às variáveis precipitação e fotoperíodo (Tabela 3). O ano de 2000 foi o mais distinto dos demais, podendo ser caracterizado por uma alta precipitação média ( $\mu = 93,7$  mm;  $\sigma = 69.7$ ) e maior diferenciação entre as estações secas

e úmida, o que representou menor fotoperíodo ( $\mu= 166,6$  horas  $\text{mês}^{-1}$ ;  $\sigma= 59,3$ ).

Em termos de número de horas de luz, os três anos foram significativamente diferentes, com o ano de 2001 apresentando o maior valor de horas medias ( $\mu= 212,6$  horas  $\text{mês}^{-1}$ ;  $\sigma= 43,9$ ) e o ano de 2000 o menor valor. A temperatura variou significativamente entre os meses, ou seja, houve mais diferença nas temperaturas entre os meses do ano do que entre os anos de estudo (Tabelas 2 e 3).

Tabela 3: Resultados do Teste de Kolmogorov-Smirnov e valor de probabilidade ( $p$ ) para as variáveis climáticas em relação ao florescimento e frutificação de espécies florestais estudadas ao longo dos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro.

Variável climática	Anos	Anos de observação			Variável climática	Anos de observação		
		2000	2001	2002		2000	2001	2002
Temperatura máxima	2000				2000			
	2001	0.02			Amplitude	0.03		
		$p=1.00$				$p=1.00$		
	2002	0.01	0.02	0.02	2002	0.04	0.04	0.04
$p=1.00$		$p=1.00$	$p=1.00$	$p=1.00$		$p=1.00$	$p=1.00$	
Temperatura mínima	2000				2000			
	2001	0.02			Precipitação	0.16		
		$p=1.00$				$p < 0.01$		
	2002	0.01	0.02	0.02	2002	0.15	0.06	0.06
$p=1.00$		$p=1.00$	$p=1.00$	$p < 0.05$		$p=0.0698$	$p=0.0698$	
Temperatura média	2000				2000			
	2001	0.02			Fotoperíodo	0.13		
		$p=1.00$				$p < 0.01$		
	2002	0.01	0.02	0.02	2002	0.08	0.08	0.08
$p=1.00$		$p=1.00$	$p=1.00$	$p < 0.05$		$p < 0.05$	$p < 0.05$	

### 3.2. Relação entre os eventos reprodutivos e fatores climáticos

Considerando as médias anuais, houve correlação significativa e positiva entre as temperaturas máxima, média e mínima e a floração, assim como houve uma correlação negativa entre estas variáveis e a frutificação (Tabela 3). Também houve uma correlação significativa entre precipitação e a

frutificação (Tabela 4). As demais variáveis testadas não explicaram as fenofases de floração e frutificação (Tabela 4).

Tabela 4: Correlação de Spearman (r) para as variáveis climáticas em relação ao florescimento e frutificação de espécies florestais estudadas ao longo dos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro (Flor = Frutificação; Fruto = Frutificação).

Variáveis climáticas	Médias anuais		2000		2001		2002	
	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto
Amplitude de temperatura	-0.08	0.13						
Temperatura máxima	<b>0.72</b>	<b>-0.71</b>						
Temperatura mínima	<b>0.76</b>	<b>-0.77</b>						
Temperatura média	<b>0.76</b>	<b>-0.78</b>	0.45	<b>-0.87</b>	<b>0.92</b>	-0.55	0.65	<b>-0.74</b>
Precipitação	0.36	-0.50	0.17	-0.32	0.6	0.12	0.38	-0.53
Fotoperíodo	-0.04	0.089	0.5	0	0.32	0.12	- 0.16	0.25

Nos anos de 2001 e 2002, embora o florescimento tenha apresentado correlação com as temperaturas médias mensais, não houve diferença no número de espécies em floração entre os anos (Figura 1). Para a frutificação, o número de espécies com frutos foi semelhante tanto no ano de 2001, com altos valores de temperatura média, quanto em 2002 com menor temperatura média, porém mais elevada do que em 2000.



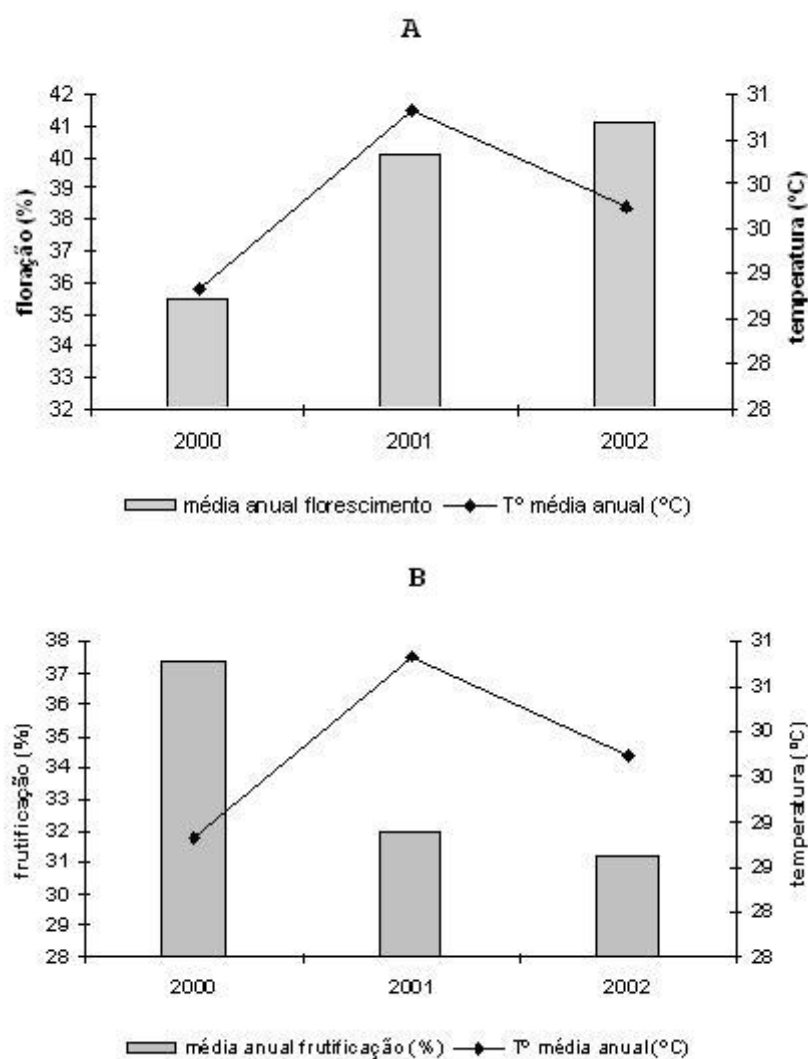


Figura 1: Valores médios de temperatura nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro e porcentagem de espécies em florescimento (A) e em frutificação (B).

Na análise dos componentes principais, o eixo 1 explicou a maior parte da variação obtida para os eventos reprodutivos (*eigenvalue* = 4,502), seguida do eixo 2 (*eigenvalue* = 1,813) (Figura 3). Para o eixo 1, os fatores climáticos mais significativos foram as temperaturas média (*eigenvector* = 0,460) e mínima (*eigenvector* = 0,459), enquanto no eixo 2 foram

a amplitude da temperatura (*eigenvector* = -0,647) e a insolação (*eigenvector* = 0,567). O florescimento esteve mais correlacionado com o eixo 1 ( $r = 0,821$ ). Porém, neste eixo, as correlações com as temperaturas médias ( $r_{\text{eixo1}} = 0,163$ ) e mínimas ( $r_{\text{eixo1}} = 0,267$ ), foram inferiores à com a precipitação ( $r_{\text{eixo1}} = 0,857$ ). Dessa forma, haveria uma associação entre estes fatores, marcada pela precipitação, onde a ocorrência de determinadas condições simultâneas nos fatores climáticos podem estar afetando o número de espécies apresentando floração. Assim, a análise do gráfico de ordenamento mostra que, nos meses mais frios com tendência a menor precipitação, houve uma intensidade mais baixa de florescimento (Figura 2 - círculo menor), ocorrendo o inverso nos de temperaturas médias, mínimas e precipitação mais altas (Figura 2 - círculo maior). A baixa correlação com o eixo 2, por sua vez, mostra que a frequência de florescimento foi unimodal em relação a este eixo, podendo ser mais intensa tanto sob altos ou baixos valores da amplitude de temperatura ( $r_{\text{eixo2}} = 0,129$ ) e número de horas de luz (insolação;  $r_{\text{eixo2}} = 0,03$ ), ou mesmo quando associados a valores de precipitação ( $r_{\text{eixo2}} = 0,50$ ) baixos ou elevados.

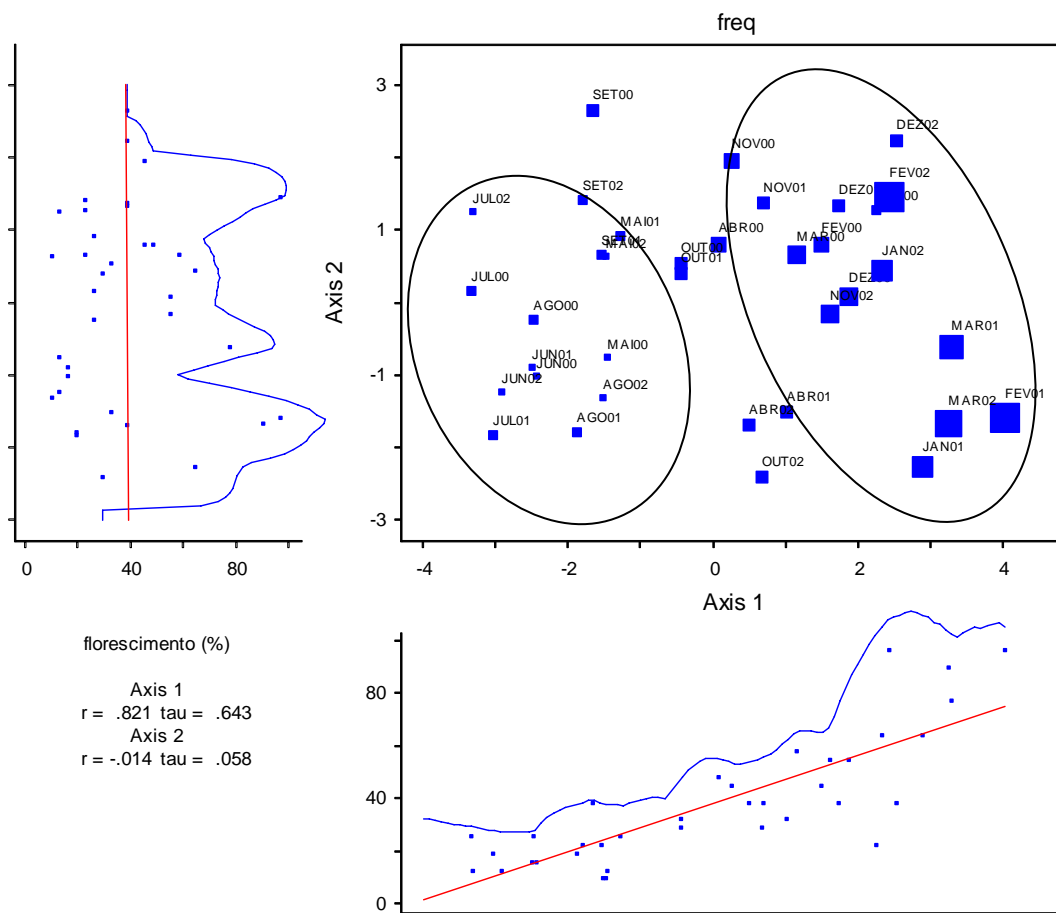


Figura 2: Ordenação das variáveis climáticas para o evento de florescimento (número de espécies em floração por mês) nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Meses do ano identificados pelas três primeiras letras, seguidos dos dois últimos algarismos do ano correspondente. Eixo 1, fatores temperatura média, mínima e precipitação.

A plotagem dos dados mensais de porcentagem de espécies florescendo (% de florescimento) com os fatores climáticos mais correlacionados mostra que os meses de janeiro, fevereiro e março, nos anos de 2001 e 2002, foram os que apresentaram mais de 60% de floração, com a temperatura média variando de 24,7 a 27,9°C, a mínima de 20,7 a 23,5°C e a precipitação apresentando valores entre 63,9 e 135,4 mm mês<sup>-1</sup> (Figura 3).

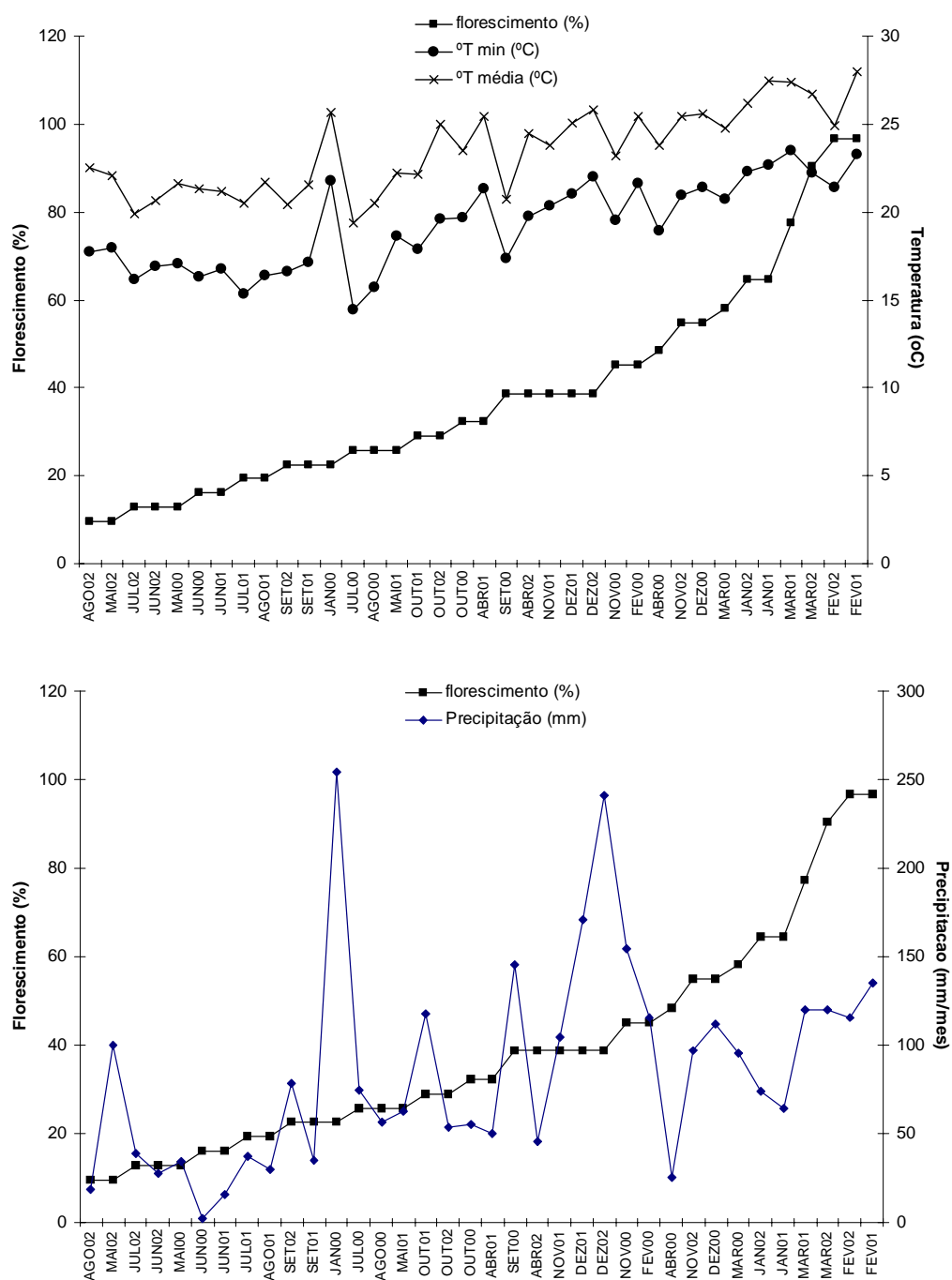


Figura 3: Percentual mensal de espécies em florescimento e temperaturas médias, mínimas e precipitação no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Dados ordenados em relação à % de florescimento. Meses do ano identificados pelas três primeiras letras, seguidos dos dois últimos algarismos do ano correspondente.

Houve maior frequência de espécies em frutificação nos meses mais secos do que nos períodos de maiores índices pluviométricos. O número de espécies em frutificação esteve negativamente correlacionado com o eixo 1 ( $r = -0,865$ ), onde os fatores precipitação ( $r = 0,83$ ) e temperatura mínima ( $r = 0,25$ ) foram os mais correlacionados. Nitidamente observa-se a formação de dois conjuntos de dados, constituídos pelos meses mais secos, com temperaturas mínimas baixas ( $< 18^{\circ}\text{C}$ ), porém com maior frutificação (Figura 4 - Círculo da esquerda) e outro abrangendo os meses de maiores índices pluviométricos (Figura 4 - Círculos da direita). No eixo 2, a associação com o fotoperíodo ( $r = -0,29$ ) apresentou ligeira tendência de maior frutificação em meses de menor fotoperíodo.

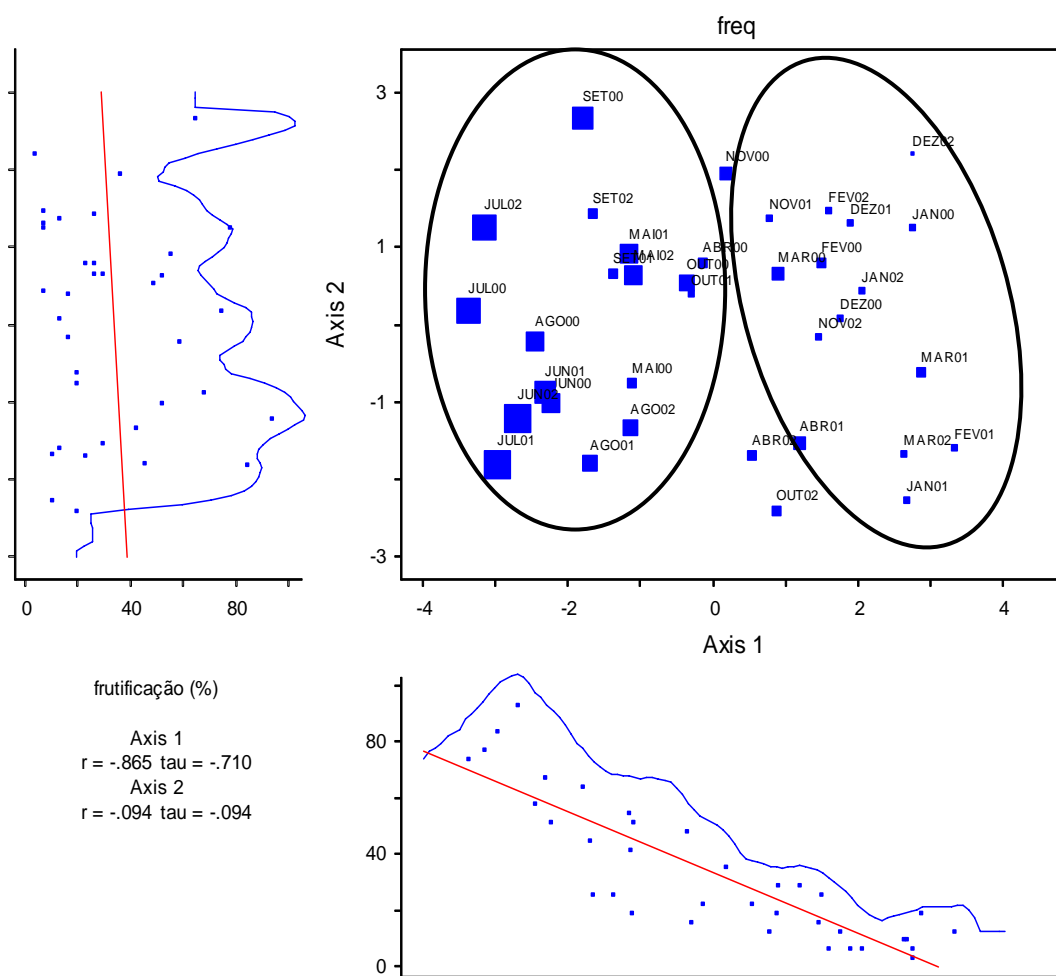


Figura 4: Ordenação das variáveis climáticas para o evento de frutificação (número de espécies com frutos por mês) nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Meses do ano identificados pelas três primeiras letras, seguidos dos dois últimos algarismos do ano correspondente. Eixo 1, fatores temperatura mínima e precipitação.

### 3.3. Sazonalidade

A análise de agrupamento caracterizou os meses secos e os úmidos permitindo que se ajustassem os meses não em estações pré-definidas, mas sim baseado nos dados climáticos observados. A análise GLM indicou que houve diferença significativa entre

os dois períodos para todos os fatores climáticos, excetuando-se apenas fotoperíodo (Tabela 5).

Tabela 5: Resultado da análise multivariada pelo Modelo Geral Linear (GLM) para as variáveis climáticas classificadas em dois grupos denominados de "período úmido" e "período seco", valores de média, desvio padrão, valor de F e probabilidade (*p*) e para eventos de florescimento e frutificação para espécies florestais nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. N = número de espécies.

Variável climática	Período	Média	Desvio padrão	N	F	P
<b>Temperatura máxima</b>	Úmido	30.5	2.455	15	4.061	0.052
	Seco	28.8	2.407	21		
<b>Temperatura mínima</b>	Úmido	20.8	1.869	15	13.719	0.001
	Seco	18.1	2.333	21		
<b>Amplitude</b>	Úmido	9.7	0.905	15	8.86	0.005
	Seco	10.7	1.122	21		
<b>Temperatura média</b>	Úmido	24.7	2.043	15	9.157	0.005
	Seco	22.5	2.255	21		
<b>Precipitação</b>	Úmido	140.2	48.218	15	60.272	0.000
	Seco	46.3	23.578	21		
<b>Fotoperíodo</b>	Úmido	185.1	44.578	15	0.381	0.541
	Seco	196.5	60.486	21		
<b>Frutificação</b>	Úmido	20.0	17.677	15	9.267	0.004
	Seco	43.1	25.348	21		
<b>Florescimento</b>	Úmido	51.8	26.89	15	9.806	0.004
	Seco	29.0	16.794	21		

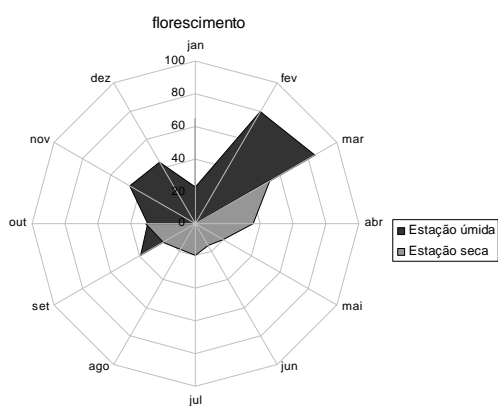
Tanto o florescimento quanto a frutificação foram significativamente distintos nos dois períodos, indicando um processo sazonal de ocorrência dos eventos. Enquanto o florescimento se concentrou nos meses do "período úmido", a frutificação predominou nos meses do "período seco" (Figura 5a

e 5b). Observa-se que, nos meses de setembro e outubro, ocorreu uma sobreposição dos períodos úmido e seco em função destes meses terem apresentado condições climáticas distintas em diferentes anos, assemelhando-se em um com as do "período seco" e no outro com as do "período úmido".

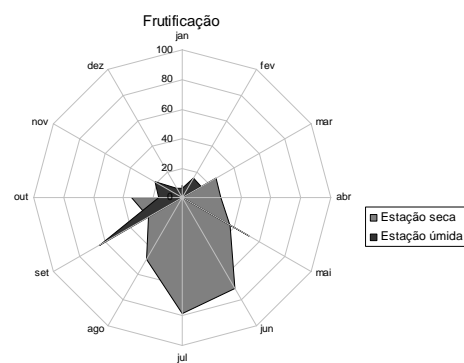
A distribuição das espécies em relação à frutificação indicou um padrão bi-sazonal na produção de sementes apenas para as espécies zoocóricas, com as de dispersão abiótica concentrando a frutificação nos meses de julho a agosto (Figura 5c, 5d e 5e). Foi constatada a ocorrência de picos de frutificação coincidente para as espécies de dispersão abiótica com o final do mês de agosto, enquanto para as zoocóricas o pico de produção ocorreu nos meses de março e setembro, com igual intensidade. Destaca-se também que a percentagem de espécies com dispersão abiótica apresentou maior proporção do que as zoocóricas.

Os resultados obtidos reforçam a hipótese de que a sazonalidade, assim como o sincronismo pode estar mais relacionado à interação com fatores bióticos e não apenas ao controle dos fatores climáticos estudados.

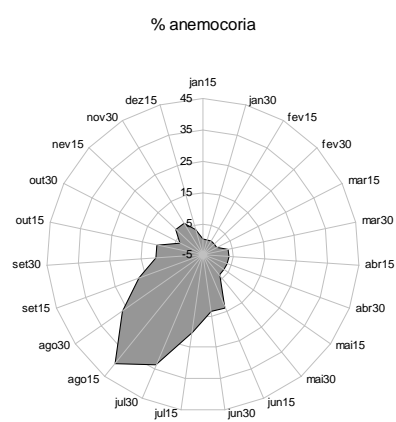




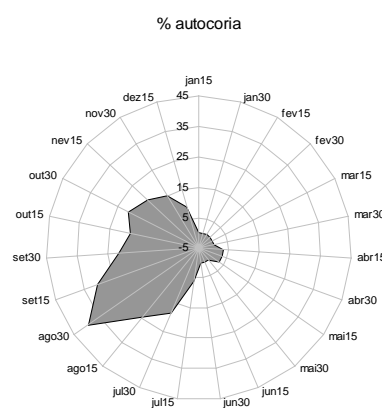
A



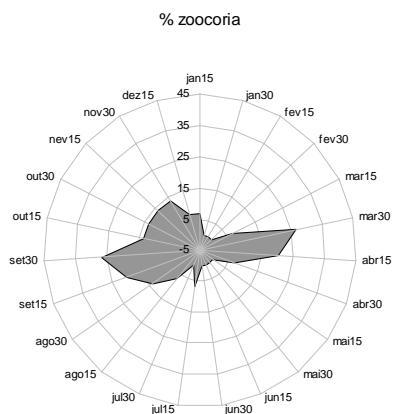
B



C



D



E

Figura 5: Percentagem de florescimento (A) e frutificação (B) em períodos úmidos e secos e percentagem de espécies frutificando por síndrome de dispersão (C, D, E) em intervalos de 15 e 30 dias, nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro. Meses identificados pelas primeiras três letras do respectivo nome.

### 3.4. Padrões fenológicos

Entre as espécies estudadas ( $n = 26$ ) o padrão de florescimento predominante foi o anual (30,8%) seguido do subanual (15,8%). Algumas espécies apresentaram padrões distintos entre os anos que não permitiram caracterizar o comportamento fenológico no curto intervalo de três anos. Dentre estas, 23,1% apresentaram padrão anual/sub-anual (dois anos com padrão anual e um sub-anual), e 11,5% sub-anual em dois anos consecutivos e anual no terceiro (sub-anual/anual) e apenas 7% foram caracterizados como supra-anual. A frequência dos eventos de florescimento foi significativamente distinta entre as síndromes de dispersão (Tabela 6) com as espécies anemocóricas apresentando um padrão sub-anual dominante e as zoocóricas supra-anual, enquanto, para as autocóricas, estes padrões não foram bem definidos (Tabela 6). A floração regular foi a mais frequente na comunidade (53,8%), em especial para as espécies autocóricas (50%) e anemocóricas (36%) que não diferiram entre si significativamente. A duração do período de florescimento para as espécies estudadas não apresentou significância para as síndromes de dispersão, tendo variado da média de 53 dias ano<sup>-1</sup> (anemocórica;  $\sigma = 1,8$  dias ano<sup>-1</sup>; autocóricas,  $\sigma = 1,7$  dias ano<sup>-1</sup>) a 41 dias para as zoocóricas ( $\sigma = 1,4$  dias ano<sup>-1</sup>).

Tabela 6: Valores do teste de Kolmogorov-Smirnov e probabilidade ( $p$ ) para os padrões de frequência, regularidade e duração dos eventos de florescimento e dados de frutificação em relação às síndromes de dispersão de espécies florestais nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro.

Padrão	Síndrome	Florescimento		Frutificação		
		Autocoria	Zoocoria	Anemocoria	Autocoria	Zoocoria
Frequência	Anemocoria	0.22 $p < 0.01$	0.30 $p < 0.01$	45% anual	41% anual	18% anual
	Autocoria		0.31 $p < 0.01$			
Regularidade	Anemocoria	0.08 $p > 0.01$	0.44 $p < 0.01$	Regular	Regular	Regular
	Autocoria		0.36 $p < 0.01$			
Duração	Anemocoria	0.00 $p > 0.05$	0.23 $p > 0.01$	96 dias ano <sup>-1</sup>	122 dias ano <sup>-1</sup>	51 dias ano <sup>-1</sup>
	Autocoria		0.23 $p > 0.01$			

A frutificação predominante foi anual e regular, com poucas espécies zoocóricas e autocóricas com padrão supra-anual e sub-anual, mas não se observando diferença significativa para nenhum dos fatores estudados, em especial em função do pequeno número de espécies apresentando padrão distinto do dominante (Figura 6b). Observa-se a tendência da zoocoria apresentar menor frequência nas ocorrências dos eventos, com 18% das espécies com padrão anual. A maioria das espécies apresentou um padrão longo e contínuo de frutificação com mais de 30 dias por ano para a produção de frutos e sua maturação, sendo que deste total, 90% incluíam neste prazo também o início do processo de dispersão. Apenas as espécies *Allbizia lebeck* (L.) Benth., *Tipuana tipu* Benth. e *Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrad. Ex

DC. apresentaram um padrão mais prolongado de frutificação, transcorrendo-se de quatro a seis meses entre início da frutificação e dispersão das sementes.

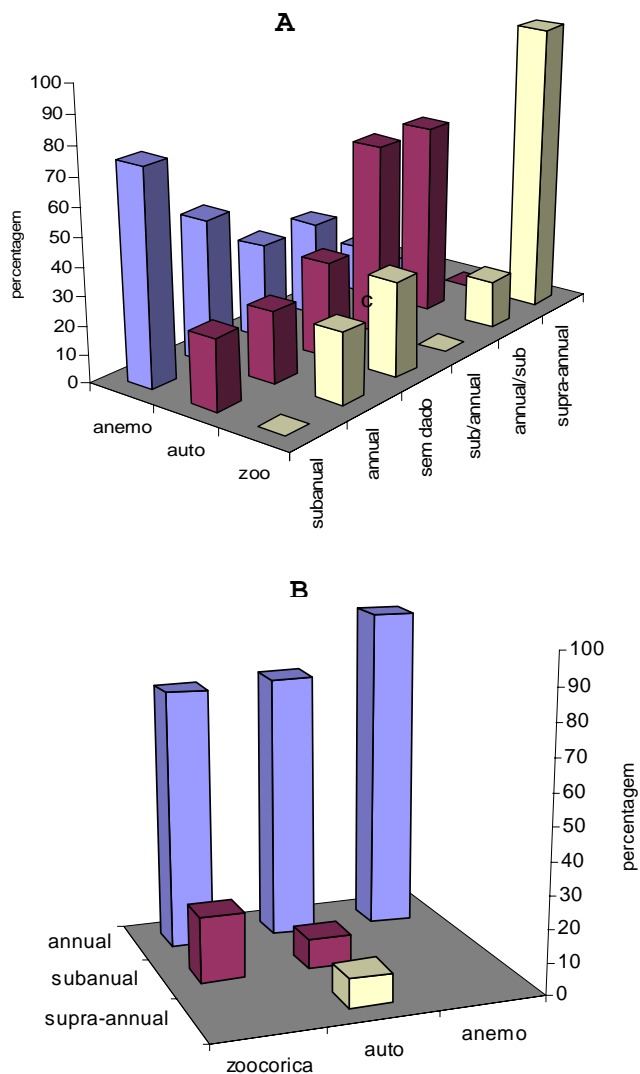


Figura 6: Percentagem de espécies florestais em florescimento (A) e frutificação (B) nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro em relação à frequência de ocorrência dos eventos, segundo classificação de Newstrom *et al.* (1994). Anemo = anemocoria; auto = autocoria; zôo = zoocoria.

A taxa de sincronia foi semelhante para os meses dos anos, não havendo diferença significativa entre eles em cada ano de estudo ( $\chi^2_{2000} = 4,33$ ;  $\chi^2_{2001} = 4,50$ ;  $\chi^2_{2002} = 4,261$ ;  $p > 0.05$ ). Embora não tenha havido significância, foi observada a tendência de um menor sincronismo entre os indivíduos no período de março a julho, quando a taxa se manteve abaixo de 0,50. Nos meses de maior intensidade de chuvas (setembro a janeiro) houve uma maior sincronização dos eventos fenológicos entre as espécies, no entanto não houve correlação entre a taxa de sincronismo e a precipitação ( $r = 0,09$ ). As correlações entre os fatores climáticos e o sincronismo foram baixas para todos os fatores, sendo as maiores obtidas para a temperatura mínima ( $r = - 0,30$ ) e a amplitude ( $r = 0,27$ ). Complementando esta análise, o gráfico de ordenação das variáveis climáticas em relação ao sincronismo mostrou que o eixo 1 respondeu por 46,9% da variação dos dados e o 2 por apenas 26,3% do comportamento da variável. Apesar do eixo 1 influenciar o sincronismo, sua correlação, tanto com o eixo 1 ( $r = - 0,35$ ) quanto o 2 ( $r = - 0,26$ ), foi negativa e baixa (Figura 7). O sincronismo foi mais correlacionado no eixo 1 com a precipitação ( $r = 0,75$ ), seguido da temperatura mínima ( $r = 0,23$ ) e, no eixo 2, principalmente com a precipitação ( $r = 0,48$ ) e ligeiramente com a amplitude da temperatura ( $r = - 0,13$ ). Houve tendência de redução da taxa de sincronismo com a redução da precipitação, da temperatura mínima e da amplitude de temperatura.

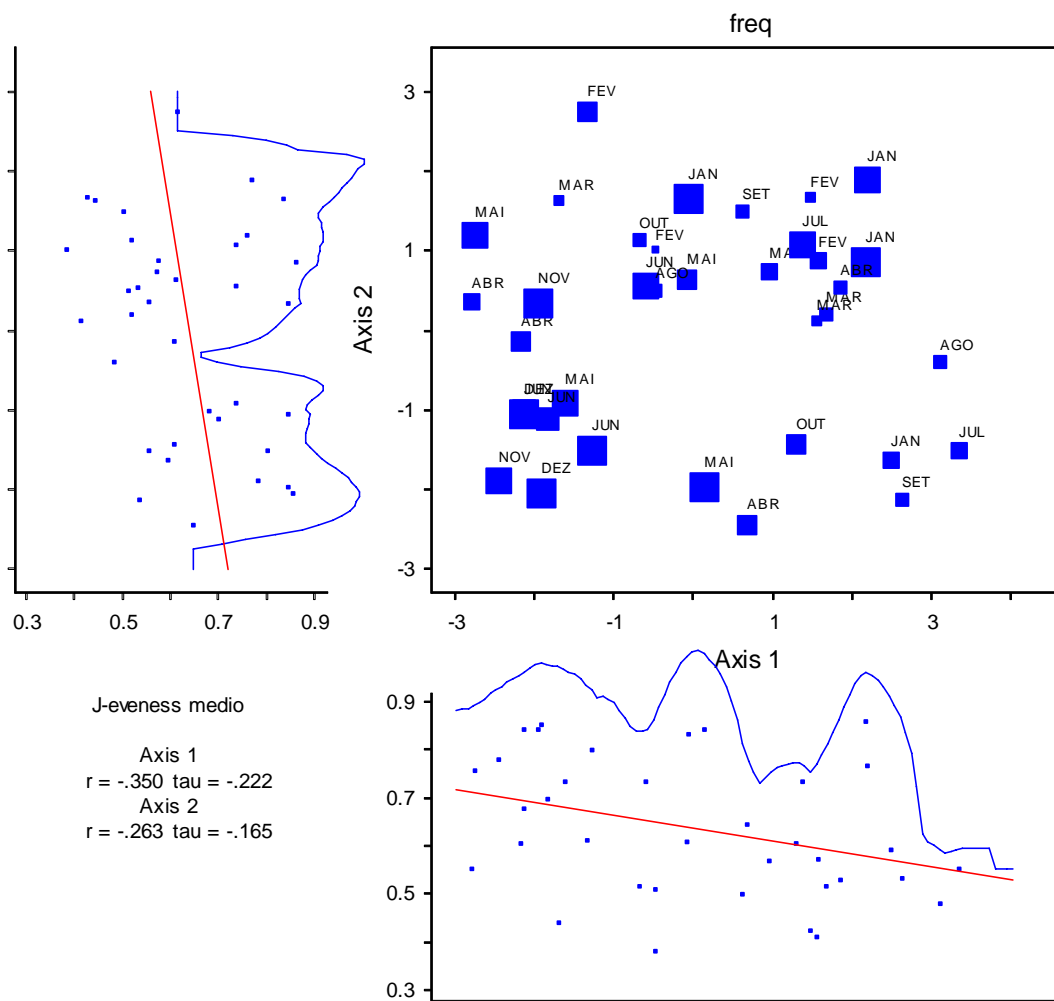


Figura 7: Ordenação pelo método PCA - análise dos componentes principais da taxa de sincronismo (J) entre as espécies florestais nos anos de 2000 a 2002, na região de Seropédica, Rio de Janeiro em relação à frequência de ocorrência dos eventos, segundo classificação de Newstron *et al.* (1994). Valor do coeficiente de correlação (r). Eixo 1 - 46,9% da variação; Eixo 2 - 26,3%. Componentes principais Eixo 1 - precipitação (r = 0,75) e temperatura mínima (r = 0,23); Eixo 2 - precipitação (r = 0,48) e amplitude (r = - 0,13).

Os dados obtidos para os fatores abióticos estudados apontam para uma tendência de menor dominância dos eventos climáticos no sincronismo interespecífico quando comparado a sua influência na ocorrência de florescimento e frutificação. Desta forma, outros fatores, inclusive bióticos, podem estar

interferindo na sincronia da comunidade, em especial no que se refere a sua sincronia reprodutiva. Confirmando esta observação, o resultado da análise qui-quadrado indicou que não houve diferença significativa no sincronismo entre as espécies anemocóricas ( $\mu = 0,78$ ;  $\chi^2 = 5,97$ ;  $p > 0,05$ ) e autocóricas ( $\mu = 0,60$ ;  $\chi^2 = 5,37$ ;  $p > 0,05$ ), mas foi altamente significativo para o sincronismo entre as zoocóricas ( $\mu = 0,84$ ;  $\chi^2 = 24,54$ ;  $p < 0,01$ ) que tenderam a apresentar maior sincronia dos eventos reprodutivos. Este comportamento indica que existe um componente biótico no sincronismo das espécies associado a seus mecanismos de dispersão, mais evidente para as espécies zoocóricas.

Os eventos reprodutivos apresentaram os maiores índices de correlação com a variável temperatura, enquanto a precipitação e o fotoperíodo apresentaram baixos índices. O fato de a área de estudo estar localizada sobre solos que favoreçam a manutenção de uma quantidade razoável de água para as plantas, devido o lençol freático ser consideravelmente superficial (Carvalho *et al.* 1999), pode contribuir para que a água pluvial apresente pouco controle sobre os eventos fenológicos na área de estudo.

Pelos dados de correlação linear observa-se que o florescimento e a frutificação apresentaram comportamentos antagônicos: temperaturas médias mais altas tenderam a intensificar o florescimento, porém reduziram a frutificação,

independente do ano. Os comportamentos distintos reforçam a observação de que as temperaturas mensais foram mais determinantes para os processos estudados do que a variação delas entre anos. Apesar destas tendências, quando se observa os dados de florescimento e frutificação, a relação direta entre temperatura e eventos reprodutivos não é clara. Tais comportamentos podem ser originados não de um efeito direto da temperatura média, mas também de uma potencial interação entre as outras variáveis climáticas. Outra hipótese seria a ocorrência de respostas diferenciadas às temperaturas limites.

A floração apresentou regularidade na sua ocorrência nas espécies com síndromes anemocóricas e autocóricas, sendo as zoocóricas de difícil identificação do padrão. Para as fenofases frutificação e dispersão a regularidade esteve como uma de suas características, porém não a única. Os padrões supra-anuais e sub-anuais também foram observados, contudo em pequena porcentagem. Assim, estes fatos sugerem que estas espécies não possuem sazonalidade para estas fenofases, visto a regularidade dos eventos estar presente em todos os padrões de síndromes avaliados, com mais ou menos intensidade.

As espécies com síndromes abióticas (anemocoria e autocoria) apresentaram semelhanças nos padrões fenológicos, do ponto de vista da frequência e da regularidade (Tabela 5). No entanto, as espécies com síndrome biótica (zoocoria) apresentaram padrão distinto na frequência, porém similar na



regularidade (Tabela 5). O fato que marcou a diferença entre os padrões fenológicos de espécies com diferentes síndromes de dispersão, foi a época em que expressaram a floração e a frutificação. Enquanto as espécies anemocóricas e autocóricas apresentaram a floração na estação úmida e a frutificação na estação seca, as espécies zoocóricas apresentaram comportamento antagônico. Padrão este, semelhante ao encontrado por Batalha *et al.* (1997).

A ocorrência de déficit hídrico pode afetar as plantas influenciando a abertura ou fechamento dos estômatos comprometendo a geração de fotoassimilados e a translocação dos mesmos (Fitter *et al.* 1995; Medina *et al.* 1999). Tissue & Wright (1995) e Sparks *et al.* (2000) observaram que a disponibilidade de água não afetou a produção de flores e frutos, no entanto, desregulou a época de produção destas estruturas, podendo afetar a sincronização de processos ecológicos. O mesmo resultado foi observado na população estudada, onde embora não tenha sido constatada a correlação entre sincronia de florescimento e a precipitação houve uma tendência a maior sincronia nos meses mais úmidos, em especial quando associados aos períodos mais quentes.

A temperatura pode afetar, até dois meses antes, os processos de florescimento, caracterizando uma alta dependência da floração para com este fator (Ferraz *et al.* 1999). Entretanto, a diversidade de espécies, bem como, as variações

entre elas, dificultam as análises acerca da influência da temperatura nestes processos (Fitter *et al.* 1995). O fato de não terem sido observadas diferenças na temperatura entre os anos, mas sim entre os meses, destaca a questão da estreita relação dos processos reprodutivos com a temperatura. Se por um lado os processos de produção de fotosintéticos e o seu transporte é favorecido por condições de maior disponibilidade de água (Tissue & Wright 1995), a temperatura age diretamente na velocidade em que estes processos ocorrem (Medina *et al.* 1999; Newell *et al.* 2002). Por sua vez, o florescimento exige níveis elevados de energia e de fotossintetatos para o desenvolvimento de novos tecidos (Marcos Filho 2005). Assim, a associação de mais de um destes fatores pode contribuir de forma mais significativa para a sua ocorrência do que seus efeitos isolados.

#### 4. CONCLUSÕES

- A variação da temperatura entre os meses foi mais determinante, comparada a variação entre os anos. Com isso, percebeu-se a formação de duas épocas distintas, uma fria e seca, e outra quente e úmida, ao longo do ano, caracterizando a sazonalidade climática entre os meses. O fato de a variação climática entre os anos não ser detectada pode ter influência do curto tempo de observações.
- A temperatura foi a variável climática que mais influenciou as fenofases estudadas, haja visto os altos índices de correlação. Na época com temperatura mais elevada houve uma intensificação de espécies florescendo, ocorrendo o oposto para a frutificação.
- Vale ressaltar a provável participação da precipitação no desencadeamento da floração, evidenciada pela Análise de Componentes Principais (PCA).
- O sincronismo foi afetado, de forma negativa, pelo "período seco", reforçando a hipótese de que a disponibilidade de água age diretamente na sincronização dos eventos reprodutivos.
- As espécies zoocóricas apresentaram um comportamento bi-sazonal, caracterizado com dois picos de frutificação e os maiores índices de sincronismo. Este fato reforça a hipótese de que a sazonalidade, bem como o sincronismo, podem estar relacionados a fatores bióticos de seleção. Ao contrário das

espécies com síndromes de dispersão abióticas, as quais não apresentaram diferença significativa no sincronismo.

#### **4.1. Considerações**

Para a área de estudo, deve-se acompanhar as variações climáticas ao longo dos meses, principalmente a temperatura e a precipitação, os quais se mostraram reguladores dos processos reprodutivos, principalmente nas espécies com síndromes de dispersão abiótica. Este acompanhamento é importante para o planejamento da colheita de sementes com boas características genéticas, uma vez que estes fatores ambientais estão ligados ao sincronismo entre as espécies.

#### **Referências bibliográficas**

- AGUIAR, I.B. de; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes Florestais Tropicais** - Brasília: ABRATES 1993, 350p.
- ALENCAR, J.C. 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas de Sapotaceae correlacionadas a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus - AM. **Acta. Amaz.** 24(3/4):161-181.
- ALENCAR, J.C.; ALMEIDA, R.A. & FERNANDES, N.P. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, 9(1): 163-198.
- ALMEIDA-NETO, M. & LEWINSOHN, T.M. 2004. Small-scale spatial autocorrelation and the interpretation of relationships

- between phenological parameters. **Journal of Vegetation Science**, 15: 561-568.
- ANGULO-SANDOVAL P. & AIDE, T. M. 2000. Leaf Phenology and Leaf Damage of Saplings in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. **Biotropica**, 32(3): 415-422.
- ANGULO-SANDOVAL, P.; FERNÁNDEZ-MARÍN, H.; ZIMMERMAN, J. K. & AIDE, T. M. 2004. Changes in patterns of understory leaf phenology and herbivory following hurricane damage. **Biotropica**, 36(1): 60-67.
- AUGSPURGER, C.K. 1980. Mass-flowering of a tropical shrub (*Hybanthus prunifolius*): influence of pollination attraction and movement. **Evolution**, 34:475-488.
- AUGSPURGER, C.K. 1981. Reproductive synchrony of a tropical plant: experimental effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). **Ecology**, 62:775-788.
- BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Rev. Bras. Biol.**, 60(1): 129-145.
- BATALHA, M.A.; ARAGAKI, S. & MANTOVANI, W. 1997. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Acta bot. Bras.**, 11(1): 61-78.

- BENCKE, C.S.C & MORELLATO, L.P.C. 2002a. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Rev. Bras. Bot.**, 25(2): 237-248.
- BENCKE, C.S.C & MORELLATO, L.P.C. 2002b. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Rev. Bras. Biol.**, 25(3): 269-275.
- BERLIN, K.E.; PRATT, T.K.; SIMON, J.C.; KOWALSKY, J.R. & HATFIELD, J.S. 2000. Plant Phenology in a Cloud Forest on the Island of Maui, Hawaii. **Biotropica**, 32(1): 90-99.
- BORCHERT, R. 1996. Phenology and flowering periodicity of neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. **Journal of tropical ecology**, 12(1): 65-80.
- BORCHERT, R.; RIVERA, G. & HAGNAUER, W. 2002. Modification of Vegetative Phenology in a Tropical Semi-deciduous Forest by Abnormal Drought and Rain. **Biotropica**, 34(1): 27-39.
- BULLOCK, S.H. & SOLIS-MAGALLANES, A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. **Biotropica**, 22(1): 22-35.
- CARMO, M.R.B. & MORELLATO, L.P.C. 2000. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná, Brasil. In: **Matas ciliares - Conservação e recuperação** / Editores Ricardo Ribeiro Rodrigues, Hermógenes de Freitas Leitão-Filho. - São

- Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000.
- CARVALHO, P.E.R. 1946. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA Tecnológica, 2003. 1009 p.
- CARVALHO, D.F.; OLIVEIRA, M.A.A.; SOUSA, S.A.V.; CARVALHO, P.O.L. 1999. Estimativas de ocorrência de veranicos em Seropédica, Vassouras e Pirai (RJ), e suas influências no rendimento da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciênc. e Agrotec.**, Lavras, v.23, n.2, p.323-330.
- CASTELLANI, T.T.; CAUS, C.A. & VIEIRA, S. 1999. Fenologia de uma comunidade de duna frontal no sul do Brasil. **Acta Bot. Bras.**, 13(1): 99-114.
- COSTA, M.L.M.N., ANDRADE, A.C.S. & PEREIRA, T.S. 1997. Fenologia de espécies arbóreas em floresta Montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: **Serra de Macaé de Cima: Diversidade, florística e conservação em Mata Atlântica** / Instituto de pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Haroldo Cavalcante de Lima, Rejan R. Guedes-Bruni (editores). - Rio de Janeiro: Jardim Botânico. 346 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV 1994. 390p.
- FALCÃO, M.A.; GALVÃO, R.M.S.; CLEMENT, S.A.N.F. & SAMPAIO, S.G. 2000. Fenologia e produtividade do Araçá-boi (*Eugenia*

- stipitata*, Myrtaceae) na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, 30(1): 9-21.
- FERRAZ, D.K.; ARTES, R., MANTOVANI, W. & MAGALHÃES, L. M. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Rev. Bras. Biol.**, 59(2): 305-317.
- FITTER, A.H.; FITTER, R.S.R.; HARRIS, I.T.B. & WILLIAMSON, M.H. 1995. Relationship between first flowering and temperature in the flora of a locality in Central England. **Functional Ecology**, 9(1): 55-60.
- FOURNIER, L.A. & CHARPANTIER, C.O. 1975. El tamaño da amostra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las característica fenologicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, 25:45-48.
- FOSTER, R.B. 1992. Ciclo estacional de caída de frutos em la isla de Barro Colorado. In: E.G. Leight; A.S. Rand & D.M. Windsor (Eds.). **Ecologia de um bosque tropical**. Smithsonian tropical research institute, Balboa. pp. 219-241.
- JANZEN, D.H. 1976. Seeding patterns of tropical trees. In: P.B. Tomlinson & M.H. Zimmerman (eds.), **Tropical trees as living systems**, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 88-128.
- KAGEYAMA, P.Y. & PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. 1993. Fatores que afetam a produção de sementes. In: Aguiar, I.B., Piña-



- Rodrigues, F.C.M. & Figliolia, M.B. (coord.) 1993. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 350 p.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica, México.
- KREBS, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper and Row Publishers, New York.
- LAMPE, M.G. de; BERGERON, Y.; MCNEIL, R.; LEDUC, A. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of Northeastern Venezuela. **Biotropica**, Kansas, v.24, n.1, p.64-76 1992.
- LIETH, H. 1974. Purpose of a phenology book. In: **Phenology and seasonality modeling**. (H. Lieth, ed.). Springer, Berlin, p. 3-19.
- LORENZI, H. 1949. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol. 1 e 2 / Harri Lorenzi. - 4. ed. - Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, 384p.
- MAHORO, S. 2002. Individual flowering schedule, fruit set, and flower and seed predation in *Vaccinium hirtum* Thunb. (Ericaceae). **Can. J. Bot.**, 80: 82-92.
- MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.R.; REIS, M.S.; PUCHALSKI, A. & NODARI, R.O. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Rev. Árvore**, Viçosa - MG, V. 27, n. 4, p. 451-458.

- MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. **Rev. Bras. Bot.**, 11: 101-112.
- MARCHIORI, J.N.C. 1995. Fenologia florestal. In: **Elementos de dendrologia**. Santa Maria. Ed. UFSM. 163 p.
- MARCOS FILHOS, J.L. 2005. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ. 495 p.
- MARIOT, A.; MANTOVANI, A. & REIS, M.S. 2003. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell. (Piperaceae) na Mata Atlântica: I. Fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 5(2): 1-10.
- MARQUES, M.C.M. & OLIVEIRA, P.E.A.M. 2004. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, 27(4): 713-723.
- MATTOS, C.C.L.V.; SILVA, M.A.R.; NOGUEIRA, I.B. & BATISTA, I.M. 1989. Caracterização climática da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Arq. Univ. Fed. Rur. Rio de J.**, Itaguaí.
- MEDINA, C.L; MACHADO, E.C. & GOMES, M.M.A. 1999. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 11(1):29-34.
- MIKICH, S. & SILVA S. M. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de

- floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná. **Acta Bot. Bras.** 15(1): 89-113.
- MITANI, M. 1999. Does fruiting phenology vary with fruit syndrome? An investigation on animal-dispersed tree species in an evergreen forest in south-western Cameroon. **Ecological Research**, 14:371-383.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japí, Jundiaí - SP. **Rev. Bras. Biol.**, 50:163-173.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na serra do Japí. In: **História natural da serra do Japí: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil.** (L.P.C. MORELLATO, org.) Editora da Unicamp/Fapesp. Campinas - SP, p. 112-140.
- MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. **Biotropica**, 28(2):180-191.
- MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F.; RODRIGUES, R.R.; & JOLY, C.A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japí, Jundiaí - SP. **Rev. Bras. Biol.**, 50:149-162.
- MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. & JOLY, C.A. 1989. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila

- semidecídua na Serra do Japí, Jundiaí - SP. **Rev. Bras. Bot.**, 12:85-98.
- MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA, E.C. & ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of atlantic rain forest trees: A comparative study. **Biotropica**, 32(4b): 811-823.
- NEWELL, E.A.; MULKEY, S.S. & WRIGHT, S.J. 2002. Seasonal patterns of carbohydrate storage in four tropical tree species. **Oecologia**, 131: 333-342.
- NEWSTRON, L.E.; FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, 26(2): 141-159.
- OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry in the lowland of Costa Rica. **Journal of ecology**, 68: 167-188.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M., AGUIAR, I.B. 1993. Maturação e dispersão de sementes. In: Aguiar, I.B., Piña-Rodrigues, F.C.M. & Figliolia, M.B. (coord.) 1993. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 350 p.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & PIRATELLI, A.J. 1993. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I.B. de; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes Florestais Tropicais** - Brasília: ABRATES 1993, 350p.

- PINHEIRO, L.B.A.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G. & DUARTE, S.T. 2000. Avaliação da aptidão agrícola para uso florestal. **Floresta e Ambiente**, 7(1): 54-59.
- PROJETO RADAMBRASIL. 1983. **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro / Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra** / Projeto RADAMBRASIL. - Rio de Janeiro. 780p. 6 mapas (Levantamento de Recursos Naturais; 32).
- RATHCKE, B. & LACEY, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology Systematics**, 16:179-214.
- REICH, P.B. & BORCHERT, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **J. Ecol.** 72: 61-74.
- REIS, A. & WIESBAUER, M.B. 2006. O uso de sementes na restauração florestal. In: HIGA, A. R. Pomar de sementes de espécies florestais nativas / Antonio Rioyei Higa, Luciana Duque Silva. - Curitiba: FUPEF, 2006. 266p.
- SANTOS, S.H.M.; LEÃO, M.V.M. & PACHECO, M.A. Fenologia reprodutiva de *Courataria stellata* Smith. In: **Congresso nacional sobre essências nativas**, 2, Anais..., São Paulo, Instituto florestal de São Paulo, p.241-244 1992.
- SCHAIK, C.P., TERBORGH, J.W. & WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forests: Adapitative significance and

- consequences for primary consumers. **Ann. Rev. Ecol. Sist.** 24:353-377.
- SEBBENN, A.M. 2006. Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: **Pomar de sementes de espécies florestais nativas** / Antonio Rioyey Higa, Luciana Duque Silva. Curitiba: FUFPEF, 2006. 266p.
- SILVA, W.R. 2003. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: Restauração ecológica de ecossistemas naturais / organizadores Paulo Yoshio Kageyama... [et al.]. - Botucatu: FEPAF, 2003, 340 p.
- SMYTHE, N. 1970. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest **The American Naturalist**, 104(935):25-35.
- SPARKS, T.H.; JEFFREE, E.P. & JEFFREE, C.E. 2000. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. *Int. J. Biometeorol.*, 44:82-87.
- TABACHNICK, B. G. E FIDELL, L. S. 2001. **Using Multivariate Statistics**. Harper Collins Publishers Inc., New York, New York. Capítulo 9.
- TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorâneas do sudeste do Brasil. **Rev. Bras. Bot.**, 23(1): 13-26.

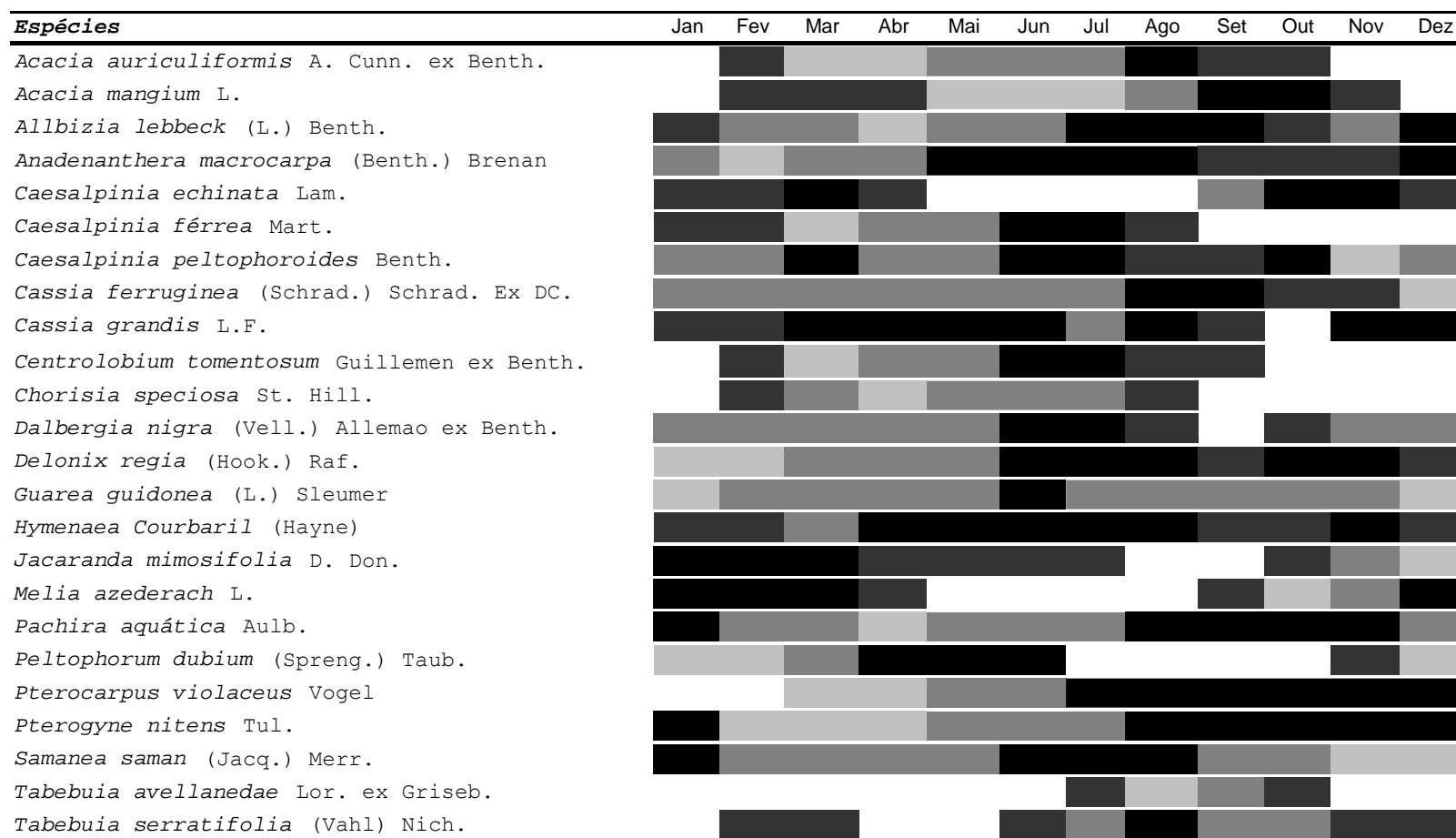
- TISSUE, D.T. & WRIGHT, S.J. 1995. Effect of seasonal water availability on phenology and annual shoot carbohydrate cycle of tropical forest shrubs. *Functional Ecology*, 9(3): 518-527.
- UMAÑA, C.L.A. & ALENCAR, J.C. 1993. Comportamento fenológico da Sucupira-Preta (*Diploptropis purpurea* Ricj. Amsh. var. Coriacea Amsh.) na Reserva Florestal Ducke. **Acta Amazonica**, 23(1):199-211.
- VAN DER SMAN, A.J.M.; BLOM, W.P.M. & VAN DE STEEG, H.M. Phenology and seed production in *Chenopodium rubrum*, *Rumex maritimus* and *Rumex palustris* as related to photoperiod in river forelands. **Can. J. Bot.** 70:392-400, 1992.
- VAN DER PIJL, L. 1982. **Principles of seed dispersal in higher plants**. Springer-Verlag, Berlin. 634p.
- VAN SHAIK, C.P.; TERBORGH, J.W. & WRIGHT, S.J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, 24:353-377.
- WATLEY, J.M. & WATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo, EDUSP 1982. 101p. (Temas em Biologia, 30).
- WIELGOLASKI, F.E. 2003. Climatic factors governing plant phenological phases along a norwegian fjord. **Int. J. Biometeorol.**, 47: 213-220.
- WRIGHT, S.J. 1996. Phenological responses to seasonality in tropical forest plants. In: MULKEY, S.S.; CHAZDON, R.L. &

- SMITH, A.P. (eds). **Tropical forest plant ecophysiology**. Chapman and Hall, New York.
- WRIGHT, S.J. & CALDERÓN, O. 1995. Phylogenetic patterns among tropical flowering phenologies. **The Journal of Ecology**, 83(6):937-948.
- WRIGHT, S.J. & CALDERÓN, O. 2006. Seasonal, El Niño and longer term changes in flower and seed production in a moist tropical forest. **Ecology Letters**, 9: 35-44.
- WRIGTH, S.J. & van schaik, c.p. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *The American Naturalist*, 143(1):192-199.
- ZAR, J. H. 1998. **Biostatistical Analysis** (4th ed.). Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. Capítulo 16.

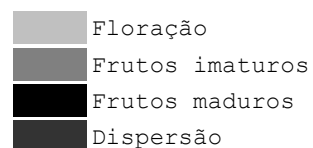


**ANEXOS**

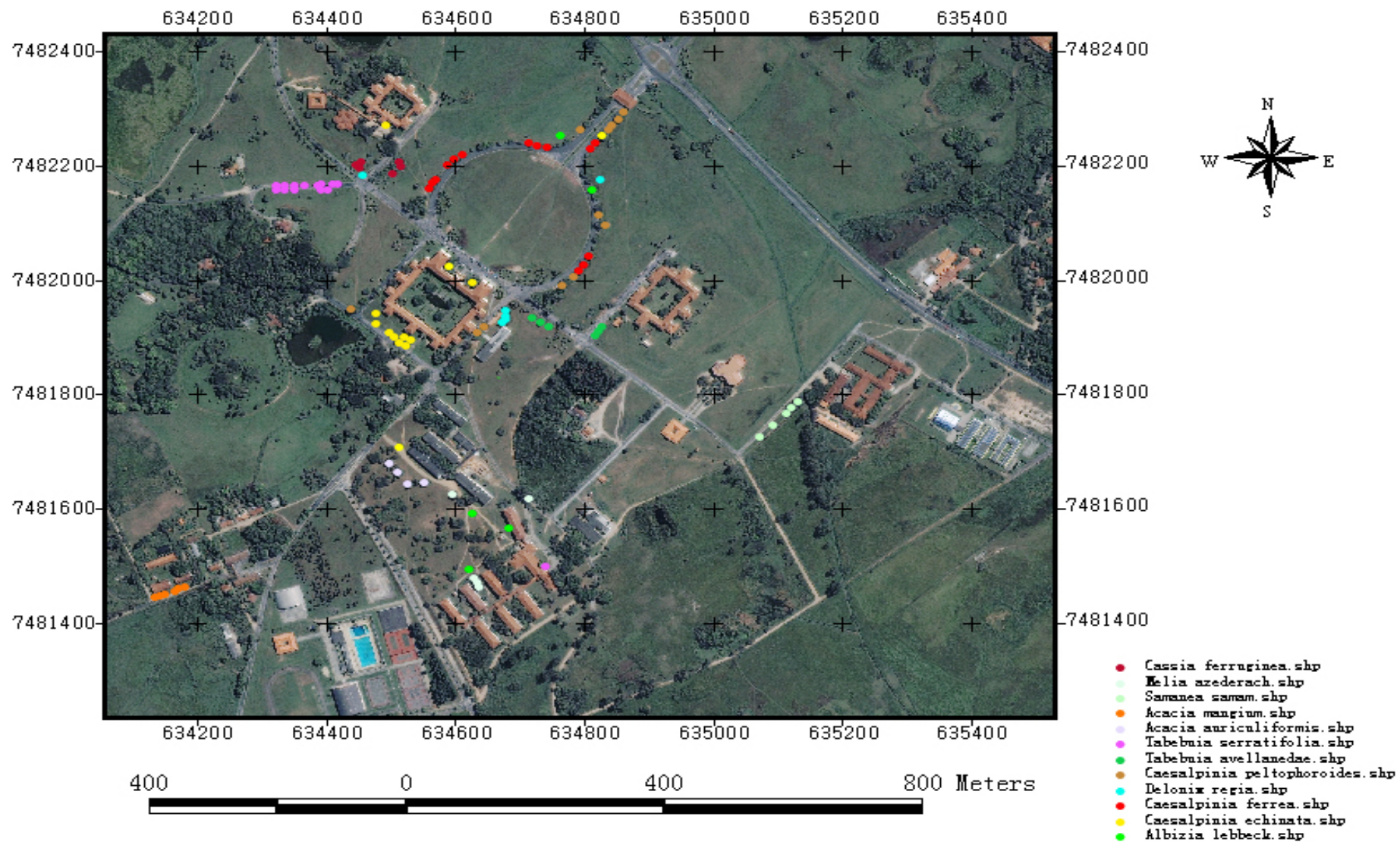
Anexo: Fenograma de algumas espécies estudadas.



Legenda



Anexo 2 - Localização parcial das matrizes acompanhadas de 2000 a 2002 no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ.



Anexo 3 - Posição geográfica das matrizes listadas no Anexo 2. Coordenadas X e Y em UTM - SAD69.

<b><i>Acacia auriculiformis</i></b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Matriz 1	634551	7481646
Matriz 2	634527	7481641
Matriz 3	634511	7481663
Matriz 4	634497	7481678
Matriz 5	634514	7481708
<b><i>Albizia lebeck</i></b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Matriz 1	634626	7481592
Matriz 2	634681	7481564
Matriz 3	634621	781493
Matriz 4	634811	7482160
Matriz 5	634763	7482253
<b><i>Acacia mangium</i></b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Matriz 1	634135	7481444
Matriz 2	634142	7481447
Matriz 3	634148	7481450
Matriz 4	634164	7481455
Matriz 5	634171	7481458
Matriz 6	634180	7481463
<b><i>Caesalpinia echinata</i></b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Matriz 1	634589	7482023
Matriz 2	634625	7481997
Matriz 3	634476	7481943
Matriz 4	634477	7481924
Matriz 5	634497	7481907
Matriz 6	634506	7481900
Matriz 7	634513	7481892
Matriz 8	634520	7481900
Matriz 9	634532	7481895
Matriz 10	634524	7482272
Matriz 11	634494	7482272
<b><i>Caesalpinia férrea</i></b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Matriz 1	634559	7482161
Matriz 2	634564	7482170
Matriz 3	634567	7482178
Matriz 4	634586	7482201
Matriz 5	634599	7482210
Matriz 6	634611	7482219
Matriz 7	634712	7482240
Matriz 8	634727	7482237
Matriz 9	634743	7482231
Matriz 10	634790	7482016
Matriz 11	634797	7482027
Matriz 12	634808	7482041

<b><i>Caesalpinia férrea</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
	Matriz 13	634809	7482230
	Matriz 14	634816	7482241
	Matriz 15	634828	7482251
<b><i>Cassia ferruginea</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
	Matriz 1	634513	7482207
	Matriz 2	634517	7482200
	Matriz 3	634503	7482186
	Matriz 4	634451	7482197
	Matriz 5	634445	7482201
	Matriz 6	634454	7482205
<b><i>Caesalpinia peltophoroides</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
	Matriz 1	634794	7482262
	Matriz 2	634862	7482296
	Matriz 3	634853	7482283
	Matriz 4	634844	7482271
	Matriz 5	634839	7482264
	Matriz 6	634823	7482113
	Matriz 7	634834	7482096
	Matriz 8	634783	7482006
	Matriz 9	634765	7481991
	Matriz 10	634635	7481910
	Matriz 11	634646	7481919
	Matriz 12	634439	7481948
<b><i>Delonix regia</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
	Matriz 1	634672	7481927
	Matriz 2	634678	7481931
	Matriz 3	634679	7481936
	Matriz 4	634678	7481946
	Matriz 5	634825	7482176
	Matriz 6	634457	7482185
<b><i>Melia azederach</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
	Matriz 1	634635	7481462
	Matriz 2	634633	7481471
	Matriz 3	634629	7481476
	Matriz 4	634713	7481616
	Matriz 5	634597	7481623
<b><i>Samanea samam</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
	Matriz 1	635074	7481725
	Matriz 2	635083	7481745
	Matriz 3	635115	7481767
	Matriz 4	635123	7481776
	Matriz 5	635132	7481788
<b><i>Tabebuia avellaneda</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
	Matriz 1	634720	7481934
	Matriz 2	634732	7481926
	Matriz 3	634745	7481917

<b><i>Tabebuia avellanedae</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
Matriz 4		634816	7481904
Matriz 5		634823	7481912
Matriz 6		634829	7481920
<b><i>Tabebuia serratifolia</i></b>		<b>X</b>	<b>Y</b>
Matriz 1		634418	7482168
Matriz 2		634410	7482167
Matriz 3		634392	7482167
Matriz 4		634386	7482166
Matriz 5		634365	7482165
Matriz 6		634350	7482166
Matriz 7		634336	7482167
Matriz 8		634323	7482167
Matriz 9		634323	7482160
Matriz 10		634336	7482157
Matriz 11		634350	7482159
Matriz 12		634393	7482158
Matriz 13		634403	7482158
Matriz 14		634740	7481499

Anexo 4 - Balanço hídrico climático do período de 1961 a 1990 da região de estudo. Fonte: <http://www.inmet.gov.br/html/agro.php?lnk=Hídrico%20Climático>, Estação Ecologia Agrícola - RJ, 22°46'S e 43°41'W a 33 m a.n.m.

