

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Tese de Doutorado

ESTUDO DA FENOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM  
UMA FLORESTA SEMIDECÍDUA NO PARQUE ESTADUAL  
DE ITAPUÃ, VIAMÃO, RS.

Cinara S. Curra Bencke

Porto Alegre, dezembro, 2005

ESTUDO DA FENOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM  
UMA FLORESTA SEMIDECÍDUA NO PARQUE ESTADUAL  
DE ITAPUÃ, VIAMÃO, RS.

Cinara S. Curra Bencke

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ecologia, área de concentração em Ecologia (Fenologia).

Orientador: Prof. Dr. Paulo L. Oliveira

Comissão examinadora  
Profa. Dra. Fernanda Faraco D'Eça Neves  
Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo  
Prof. Dr. Andreas Kindel

Porto Alegre, dezembro, 2005.

Dedico este trabalho.

À minha Mãe, com gratidão e amor,

e a minha grande e preciosa família, Glayson, Anna  
Karolina, Paola, e Yasmin, com mais amor.

## Agradecimentos

Ao meu orientador Paulo L. Oliveira, pela oportunidade, pela extrema confiança, dedicação e serenidade para resolver grandes problemas.

Ao PPG - Ecologia, através da Dr<sup>a</sup>. Sandra Hartz, pela atenção e apoio.

Aos membros da banca examinadora, pela compreensão, sugestões e críticas.

Ao DEFAP, pela autorização para desenvolver este estudo no Parque Estadual de Itapuã.

À CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Ao Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, pelo acesso a imagens de satélite e mapas para a elaboração de figuras.

A incansável e grande amiga Arlete pasqualetto, pela formatação das figuras 1 e 4...e também pelos colinhos para a Yasmin, Paola e Anninha!

Aos Professores João André Jarenkow, Jorge L. Waechter, Andreas Kindel, Valério Pillar e Henrique Hasenack, pela atenção e disponibilidade que sempre encontraram para me auxiliar quando precisei.

À grande e querida amiga Mardiore Pinheiro, pelas discussões fenológicas nas viagens para Itapuã, e pela parceria nos bons momentos e nos difíceis também.

Aos colegas e amigos do PPG-Ecologia, Duda e Sandra Müller, e do PPG-Botânica - Mardiore, Carol, Jair, Martin, Cláudia, Adriano e Cris, pelo auxílio em campo, pela troca de idéias sobre a vida, e até sobre fenologia, estatística, metodologias e identificação de espécies!

Aos amigos solidários Jan, Cibele, Marcinha e Arlete.

Às queridas amigas Silvana e Omara, sempre dispostas a ajudar.

Às famílias Curra (Ben-Hur, Carlinhos e Carlos Pai) e Bencke (Berty, Vera, Bine e Lucas) pelo apoio incondicional, sempre.

À Ivete, Carla e Idalina, as melhores amigas que alguém pode ter, e com quem sempre posso contar.

Ao meu querido marido Chico (Glaysen Bencke), por todos os minutos, por todos os momentos, e por tudo o que já passamos e ainda vamos passar, juntos!

Às minhas filhas Anna Karolina, Paola e Yasmin, que demonstraram o quanto me amam mesmo quando não pude dar a elas a atenção que mereciam.

À Deus, pela mão que me estende todos os dias, e que me trouxe até aqui.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	3
II. Artigo 1: Comportamento fenológico da vegetação arbórea de interior e de borda de floresta semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS.....	6
Resumo.....	6
Abstract.....	7
1. Introdução.....	8
2. Material e métodos.....	9
2.1. Área de estudo.....	9
2.2. Clima.....	11
2.3. Áreas amostradas.....	12
2.4. Métodos de amostragem.....	14
2.5. Observações fenológicas.....	14
2.6. Análise de dados.....	15
3. Resultados.....	15
3.1. Padrões fenológicos da área de interior de floresta.....	19
3.1.1. Fenofases vegetativas.....	19
3.1.2. Fenofases reprodutivas.....	21
3.2. Padrões fenológicos da área de borda de floresta.....	22
3.2.1 Fenofases vegetativas.....	22
3.2.2.Fenofases reprodutivas.....	23
4. Discussão.....	25
5. Referências bibliográficas.....	27
III. Artigo 2: Fenologia comparativa e sazonalidade da vegetação arbórea de interior e de borda de floresta semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS.....	30
Resumo.....	30
Abstract.....	31
1. Introdução.....	32
2. Material e métodos.....	33
2.1. Área de estudo.....	33
2.2. Clima.....	35
2.3. Áreas amostradas.....	36
2.4. Métodos de amostragem.....	38
2.5. Observações fenológicas.....	38
2.6. Análise de dados.....	39
3. Resultados e discussão.....	41
3.1. Queda foliar.....	44
3.2. Brotamento.....	44
3.3. Floração.....	48
3.4. Frutificação.....	49
3.5. Relações entre as fenofases.....	49
3.6. Diferenças fenológicas entre as áreas.....	49
3.7. Teste de sazonalidade.....	50
4. Referências bibliográficas.....	51
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
<b>ARTIGO 1</b>	
Figura 1. Localização do Parque Estadual de Itapuã no Rio Grande do Sul e no Brasil.....	10
Figura 2. Diagrama climático de Porto Alegre, RS (período 1961–1990), construído segundo Walter (1986).....	11
Figura 3. Diagrama climático da região de Porto Alegre, RS, para o período de observação (incluindo observações preliminares a partir de janeiro de 2002), construído segundo Walter (1986). Dados fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia e coletados na estação climatológica principal de Porto Alegre. ....	12
Figura 4. Localização da área de estudo no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS.....	13
Figura 5. Porcentagem de espécies em queda foliar e brotamento na área de interior da floresta durante o período de estudo. ....	20
Figura 6. Porcentagem de indivíduos em queda foliar e brotamento na área de interior da floresta durante o período de estudo. ....	20
Figura 7. Porcentagem de espécies em floração e frutificação na área de interior da floresta durante o período de estudo. ....	21
Figura 8. Porcentagem de indivíduos em floração e frutificação na área de interior da floresta durante o período de estudo. ....	22
Figura 9. Porcentagem de espécies em queda foliar e brotamento na área de borda de floresta durante o período de estudo.....	23
Figura 10. Porcentagem de indivíduos em queda foliar e brotamento na área de borda de floresta durante o período de estudo. ....	23
Figura 11. Porcentagem de espécies em floração e frutificação na área de borda de floresta durante o período de estudo. ....	24
Figura 12. Porcentagem de indivíduos em floração e frutificação na área de borda de floresta durante o período de estudo. ....	24
<b>ARTIGO 2</b>	
Figura 1. Localização do Parque Estadual de Itapuã no Rio Grande do Sul e no Brasil.....	34
Figura 2. Diagrama climático de Porto Alegre, RS (período 1961–1990), construído segundo Walter (1986). ....	35
Figura 3. Diagrama climático da região de Porto Alegre, RS, para o período de observação (incluindo observações preliminares a partir de janeiro de 2002), construído segundo Walter (1986). Dados fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia e coletados na estação climatológica principal de Porto Alegre. ....	36
Figura 4. Localização da área de estudo no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS.....	37
Figura 5. Porcentagem de espécies manifestando as fenofases na área de interior de floresta (linha contínua) e área de borda de floresta (linha pontilhada), no PEI, Viamão, RS.....	47
Figura 6. Porcentagem de indivíduos manifestando as fenofases na área de interior de floresta (linha contínua) e área de borda de floresta (linha pontilhada), no PEI, Viamão, RS.....	47

## LISTA DE TABELAS

**ARTIGO 1**

Pág

Tabela 1. Dados fenológicos de árvores e arvoretas observadas da área de interior de floresta no Parque Estadual da Itapuã, com respectivas famílias, número de indivíduos observados, período de floração, padrão de floração, período de frutificação, modo de dispersão, período de queda foliar, padrão de queda foliar, período de brotamento, fluxo de brotamento e estrato ocupado..... 16

Tabela 2. Dados fenológicos de árvores e arvoretas observadas na Área de borda de floresta no Parque Estadual de Itapuã com respectivas famílias, número de indivíduos observados, período de floração, padrão de floração, período de frutificação, modo de dispersão, período de queda foliar, padrão de queda foliar, período de brotamento, fluxo de brotamento e estrato ocupado..... 18

**ARTIGO 2**

Tabela 1. Dados fenológicos de árvores e arvoretas observadas da área de interior de floresta no Parque Estadual da Itapuã, com respectivas famílias, número de indivíduos observados, período de floração, padrão de floração, período de frutificação, modo de dispersão, período de queda foliar, padrão de queda foliar, período de brotamento, fluxo de brotamento e estrato ocupado..... 41

Tabela 2. Dados fenológicos de árvores e arvoretas observadas na área de borda de floresta no Parque Estadual de Itapuã com respectivas famílias, número de indivíduos observados, período de floração, padrão de floração, período de frutificação, modo de dispersão, período de queda foliar, padrão de queda foliar, período de brotamento, fluxo de brotamento e estrato ocupado..... 43

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e valores de p relacionando as fenofases apresentadas pelas espécies amostradas na área de interior de floresta e as variáveis climáticas pluviosidade e temperatura média do período de observações e dos seis meses precedentes e médias dos 30 anos..... 46

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e valores de p relacionando as fenofases apresentadas pelas espécies amostradas na área de borda de floresta e as variáveis climáticas pluviosidade e temperatura média do período de observações e dos seis meses precedentes, e médias dos 30 anos. .... 46

Tabela 5. Número de espécies arbóreas de acordo com o padrão de decíduidade nas duas áreas de Floresta Semidecídua no PEI, Viamão, RS..... 48

Tabela 6. Número de espécies arbóreas de acordo com o modo de dispersão em duas áreas de Floresta Semidecídua no PEI, Viamão, RS. .... 49

**RESUMO****ESTUDO DA FENOLOGIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM UMA FLORESTA SEMIDECÍDUA NO PARQUE ESTADUAL DE ITAPUÃ, VIAMÃO, RS.**

O presente estudo foi realizado em uma floresta semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, no município de Viamão, RS. Este trabalho teve como objetivos: a) descrever e comparar o comportamento fenológico de espécies arbóreas em duas formações fisionômica distintas – uma área de interior de floresta e outra de borda; b) realizar análises de correlação entre as fenofases e as variáveis climáticas pluviosidade e temperatura para o período de estudo e para os seis meses anteriores, e também verificar a existência de correlação entre as fenofases e os dados médios de pluviosidade e temperatura para um período de 30 anos; e c) verificar a existência (ou não) de sazonalidade nas áreas amostradas. O clima da região é subtropical úmido sem estação seca, com temperatura média anual em torno de 19,5°C. A precipitação anual varia entre 1.100 e 1.300 mm e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. Dados de floração, frutificação, queda foliar e brotamento foram coletados mensalmente para um total de 54 espécies no período entre outubro/2002 e março/2004. As relações entre as fenofases vegetativas e as variáveis climáticas foram similares em ambas as áreas, sugerindo que as espécies amostradas são afetadas de modo semelhante pelo clima. A queda foliar e o brotamento ocorreram simultaneamente nas duas áreas. A queda foliar manteve um padrão irregular e decrescente durante as observações em ambas as áreas, sem picos pronunciados de atividade. Já o brotamento foi intermitente durante o período de observações. O comportamento fenológico das fenofases reprodutivas diferiu nas áreas amostradas. O pico principal de floração ocorreu um mês antes na borda, e no interior da floresta esta fenofase exibiu um pico secundário que não foi observado na borda. Esta foi a fenofase que apresentou mais correlações significativas com as variáveis climáticas consideradas. Assim como a floração, a frutificação também foi constante, evidenciando assincronia entre as espécies. A frutificação apresentou correlação altamente significativa com a pluviosidade do sexto mês precedente no interior da floresta, e correlação significativa com a temperatura 4–5 meses antes e com a temperatura média para o período de 30 anos na borda. As análises de correlação mostraram que as fenofases apresentaram mais correlações significativas com a temperatura do que com a pluviosidade, e que a área de borda teve mais correlações significativas do que a área de interior de floresta. O teste de Rayleigh mostrou que, das fenofases observadas, apenas a queda foliar foi sazonal, embora as demais fenofases tenham apresentado picos de atividade pronunciados no período de amostragem.

**Palavras chave:** padrões fenológicos, borda de floresta, vegetação arbórea, sazonalidade, teste de Rayleigh

**ABSTRACT****PHENOLOGICAL STUDY OF ARBOREAL SPECIES IN A SEMIDECIDUOUS FOREST IN ÍTAPUÃ STATE PARK, VIAMÃO, RS.**

This study was conducted in a semideciduous forest at Itapuã State Park, Viamão municipality, Rio Grande do Sul State, southern Brazil. Its objectives were to: a) describe and compare the phenological patterns of arboreal plant species at two physiognomically distinct sites, one in the interior and the other at the edge of the forest; b) estimate the correlation between the phenological phases and the climatic variables precipitation and temperature for the study period and for each one of the six preceding months, and also between the phenophases and the average monthly rainfall and temperature for a 30 years period; and c) test for the existence of seasonality among the phenological phases in the study sites. Climate in the region is subtropical humid with no pronounced dry season. The mean annual temperature is around 19.5°C. The annual precipitation varies from 1.100 to 1.300 mm and the rains are well distributed throughout the year. Data on flowering, fruiting, leaf fall and leaf flushing for 54 species were collected monthly from October 2002 to March 2004. The relationship between the vegetative phenological phases and climatic variables was similar in both areas, suggesting that the sampled species are affected by the local climate in a similar way. Leaf fall and flushing were simultaneous in both areas. Leaf fall showed an irregular and decreasing pattern throughout the sampling period, with no pronounced peaks of activity. Leaf flushing was intermittent during the observation period. The phenological pattern of the reproductive phenophases differed in the study sites. The main flowering peak occurred one month earlier at the edge site, and at the forest interior this phenological phase showed a secondary peak not detected at the edge. Flowering was the phenological phase most strongly correlated with the climatic variables. Flowering and fruiting were constant, evidencing asynchrony among the sampled species. Fruiting was highly correlated with precipitation 6 months before at the forest interior site, and significantly correlated with temperature 4–5 months before and with average temperature for the 30 year period at the edge site. Correlation analysis showed that the phenological phases were more strongly associated with temperature than with rainfall, and that the edge had more significant correlations with climatic variables than the forest interior. The Rayleigh test revealed that, of all phenological phases considered, only leaf fall was truly seasonal, even though the other phenophases showed pronounced peaks of activity throughout the sampling period.

**Key words:** phenological patterns, forest edge, tree species, sazonality, Rayleigh test

## I. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

Fenologia, segundo Lieth (1974), é o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos, das causas de sua ocorrência em relação aos fatores bióticos e abióticos e da inter-relação destes eventos em uma ou várias espécies. O termo fenologia, proposto pela primeira vez pelo botânico belga Charles Morrem em 1853 (Hopp 1974), é derivado do vocábulo grego "phaino", que significa mostrar, apresentar (Rathke & Lacey 1985). Carl von Linné, entretanto, foi considerado o “pai da fenologia de plantas”, posto que em sua obra *Philosophia Botanica*, publicada em 1751, delineou métodos para a criação de calendários fenológicos abrangendo dados sobre floração, frutificação e desenvolvimento e queda foliar, relacionando estes dados com observações meteorológicas (Hopp 1974).

Trabalhos independentes, realizados durante vários anos em diversos países, revelaram a necessidade de reunir e coordenar observações fenológicas e meteorológicas, principalmente no que tange a espécies utilizadas na agricultura, horticultura e silvicultura. Assim sendo, as redes de observações fenológicas de vários países associaram-se aos serviços nacionais de meteorologia, a fim de garantir a uniformidade e continuidade na obtenção de dados das espécies vegetais (Hopp 1974). Com o objetivo de modelar os ecossistemas a partir de estudos fenológicos, foi criado nos EUA, em 1972, o US-IBP (International Biological Program) (Hopp 1974). Desde então, informações fenológicas começaram a ser tratadas como parâmetros prioritários para a compreensão dos ecossistemas (Monasterio & Sarmiento 1976). Atualmente, a fenologia é considerada uma ferramenta essencial no conhecimento da dinâmica florestal (Fournier 1976) e das relações entre as plantas e seu ambiente climático e edáfico (Fournier 1974), bem como na aplicação de planos de manejo e conservação de espécies animais dependentes da oferta sazonal de alimento (Chilardi Jr. & Alho 1990). Assim, dados fenológicos que envolvem a maioria dos representantes da sinúsia podem ser utilizados nas análises da organização biológica de comunidades e de ecossistemas (Frankie *et al.* 1974b). As observações fenológicas também podem ser úteis na planificação das atividades turísticas e agrícolas (Fournier 1974), na saúde pública e na educação ambiental (Newstron *et al.* 1994b).

Diversos níveis de abordagem em estudos fenológicos têm sido pesquisados e eventualmente revisados, elucidando questões e estimulando a busca de novas teorias nesta linha de pesquisa ecológica. Gentry (1974), por exemplo, abordou as diferentes estratégias fenológicas apresentadas por Bignoniaceae tropicais. Newstron *et al.* (1994a), em uma abordagem mais ampla, classificaram a diversidade de padrões de floração apresentados por espécies arbóreas em planícies tropicais na Costa Rica, e Lampe *et al.* (1992) estudaram os padrões de floração e frutificação em vegetação semi-árida no nordeste da Venezuela. Os padrões fenológicos de germinação, floração e frutificação de plantas terrestres foram revisados por Rathcke & Lacey (1985), que apresentaram e discutiram hipóteses sobre suas possíveis causas e conseqüências evolutivas. Uma importante revisão sobre florestas tropicais foi

feita por van Shaick *et al.* (1993), ressaltando a relevância e as conseqüências dos fenômenos fenológicos para os consumidores primários.

O desenvolvimento de diversas estruturas reprodutivas tem sido um fator influente na evolução das angiospermas. Sistematas, ecólogos e biólogos evolucionistas têm, tradicionalmente, dividido a reprodução das plantas com flor em três fases distintas: a) flores e polinização, b) dispersão de diásporos e c) sementes e estabelecimento de plântulas (Primack, 1987). As relações planta-animal afetam a polinização, a dispersão e a predação de sementes, e são importantes para a atividade reprodutiva da planta. As interações entre plantas e agentes polinizadores têm sido usadas como paradigma para estudar coevolução, fluxo gênico, evolução dos sistemas sexuais das plantas e estabilidade da comunidade (Bawa 1990). Molinari (1993) elaborou uma ampla análise sobre o mutualismo entre frugívoros e plantas nas florestas tropicais, ressaltando os aspectos paleobiológicos autoecológicos e o papel comunitário na manutenção da estrutura e biodiversidade destas comunidades.

A estação de frutificação, além de outras características da produção de frutos, é o resultado de uma grande diversidade de pressões seletivas (Snow, 1965) que convergem para um objetivo final: a dispersão dos diásporos. Nas comunidades florestais tropicais, apesar de serem encontradas espécies florescendo e frutificando o ano todo, existem flutuações no número de espécies produzindo flores e frutos (Frankie *et al.* 1974a, Croat 1975, Morellato *et al.* 1989, Milton 1996). Estudos de ecofisiologia realizados por Daubenmire (1972), Borchert (1980), Reich & Borchert (1982, 1984), e Borchert *et al.* (2002) procuraram correlacionar padrões fenológicos e variações climáticas, numa tentativa de explicar as respostas evolutivas das plantas às pressões ambientais.

Esta heterogeneidade de estudos resulta em uma falta de padronização dos termos e dos métodos utilizados nas pesquisas fenológicas, causando imprecisão na descrição dos padrões encontrados e dificultando a interpretação e comparação dos resultados (Frankie *et al.* 1974a, Kharin 1976, Schirone *et al.* 1990, Newstrom *et al.* 1994a, 1994b, Bencke & Morellato 2002b). Uma importante revisão sobre métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais desenvolvidos nos últimos 30 anos foi realizada por d'Eça-Neves & Morellato (2004). Este interesse pela padronização de termos e métodos revela a preocupação dos pesquisadores em obter informações homogêneas e comparáveis, com o objetivo de fazer da fenologia uma linha de pesquisa mais clara e precisa (Bencke & Morellato 2002b).

O número de estudos que abordam a fenologia de florestas neotropicais nas últimas décadas têm aumentado gradativamente, sobretudo em ambientes sob condições climáticas sazonais (Janzen 1967, Daubenmire 1972, Frankie *et al.* 1974a, Croat 1975, Monasterio & Sarmiento 1976, Fournier

1976, Alencar *et al.* 1979, Opler *et al.* 1980, Morellato *et al.* 1989, Ortiz 1990, Opler *et al.* 1991, van<sup>5</sup> Schaik *et al.* 1993, Costa *et al.* 1997). Em contraste, estudos sobre a fenologia de espécies arbóreas em florestas neotropicais úmidas sob condições climáticas pouco sazonais são ainda escassos (Frankie *et al.* 1974a, Hilty 1980, Opler *et al.* 1980, Morellato *et al.* 2000).

No Brasil, as pesquisas sobre fenologia em ambientes florestais têm sido realizadas principalmente a partir de dois núcleos: na Amazônia, com os trabalhos de Araujo (1970), Alencar *et al.* (1979), Alencar (1990) e Pires-O'Brien (1993), e na Região Sudeste, com os trabalhos de Jackson (1978), Morellato *et al.* (1989, 1990), Morellato & Leitão-Filho (1990), Morellato (1991), Costa *et al.* (1997), Penhalber & Mantovani (1997), Takahasi (1998), Ferraz *et al.* (1999), Morellato *et al.* (2000), Talora & Morellato (2000) e Bencke & Morellato (2002a). As demais regiões do país em geral carecem de estudos fenológicos, podendo ser citados os trabalhos de Machado *et al.* (1997) e Locatelli & Machado (2004) no nordeste, e Funch *et al.* (2002) na Chapada Diamantina. Igualmente raros são os estudos fenológicos desenvolvidos em áreas subtropicais no sul do Brasil (Mikich & Silva 2001, Marques *et al.* 2004). A grande maioria das informações fenológicas sobre florestas do Rio Grande do Sul estão dispersas em pesquisas sobre caracterização de hábitat de animais frugívoros (Cunha 1994, Bencke 1998, Corrêa 2005) ou em estudos de polinização, predação, e dispersão. Há também os levantamentos florísticos e fitossociológicos, cujas coletas depositadas em herbário podem fornecer dados importantes de floração e frutificação.

Na Região Metropolitana de Porto Alegre, Itapuã é uma das poucas áreas onde estão representadas e preservadas as diversas fisionomias da vegetação que ocorriam na orla do Lago Guaíba e nos morros graníticos deste município, e hoje são raras devido à expansão urbana (Plano de Manejo 1997). A proximidade de Porto Alegre, o maior centro urbano do estado, com quase 75% de sua superfície limitada por água, bem como a grande procura como área de lazer dão ao PEI uma conotação de fragilidade em termos de proteção dos seus recursos naturais (Irgang & Oliveira 2004), ressaltando a importância de se realizar estudos que tragam à tona informações para melhor conhecer e conservar estes recursos. Como área de pesquisa, o Parque Estadual de Itapuã é propício pela facilidade e rapidez de acesso, pela infra-estrutura e principalmente pela segurança e manutenção dos experimentos em campo.

O presente estudo, realizado em duas áreas, uma no interior e outra na borda de uma floresta estacional semi-decídua, tem como objetivos a) descrever o comportamento fenológico de árvores e arvoretas; b) avaliar as relações entre as fenofases de cada área e o clima; c) comparar o comportamento fenológico das duas áreas; e d) verificar a existência ou não de sazonalidade nas áreas amostradas, e em caso positivo, verificar se ela é coincidente nas duas áreas. Esta tese, então, foi redigida em forma de artigos, onde o Artigo 1 refere-se aos objetivos a) e b) e o Artigo 2 refere-se aos objetivos c) e d).

## II - ARTIGO 1

### COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DE INTERIOR E DE BORDA DE FLORESTA SEMIDECÍDUA NO PARQUE ESTADUAL DE ITAPUÃ, VIAMÃO, RS.

#### RESUMO

Este trabalho descreve o comportamento fenológico de espécies arbóreas em duas formações fisionômica distintas – uma área de interior de floresta e outra de borda – de uma floresta semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, Região Metropolitana de Porto Alegre, sul do Brasil. O clima da região é subtropical úmido sem estação seca, com temperatura média anual em torno de 19,5°C. A precipitação anual varia entre 1.100 e 1.300 mm e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. Dados de floração, frutificação, queda foliar e brotamento foram coletados mensalmente para um total de 54 espécies no período entre outubro/2002 e março/2004. Análises de correlação foram feitas entre as fenofases e as variáveis climáticas pluviosidade e temperatura para o período de estudo e para cada um dos seis meses anteriores. Também verificou-se a existência de correlação entre as fenofases e os dados médios de pluviosidade e temperatura para um período de 30 anos. A queda foliar manteve um padrão irregular e decrescente durante as observações em ambas as áreas, sem picos pronunciados de atividade, e apresentou correlação significativa com a temperatura em ambas as áreas relativas ao quinto mês precedente às observações. Já o brotamento foi intermitente durante o período de observações, apresentando correlação negativa significativa com a temperatura em 2–3 meses precedentes às observações, tanto na borda quanto no interior da floresta. A floração foi a fenofase que apresentou mais correlações significativas com as variáveis climáticas consideradas, estando correlacionada com a precipitação no período de estudo e com a temperatura 3–4 meses antes no interior da floresta, e com a precipitação no terceiro mês anterior e com a temperatura 0–3 meses antes na borda. Assim como a floração, a frutificação também foi constante, evidenciando assincronia entre as espécies. A frutificação apresentou correlação altamente significativa com a pluviosidade do sexto mês precedente no interior da floresta, e correlação significativa com a temperatura 4–5 meses antes e com a temperatura média para o período de 30 anos na borda.

**Palavras chave:** padrões fenológicos, análise de correlação, borda de floresta, espécies arbóreas, Rio Grande do Sul

**ABSTRACT**

PHENOLOGY OF THE ARBOREAL VEGETATION AT THE INTERIOR AND EDGE OF A SEMIDECIDUOUS FOREST IN ITAPUÃ STATE PARK, VIAMÃO, RS - This paper describes the phenological patterns of arboreal plant species at two physiognomically distinct sites – one in the interior and the other at the edge – of a semideciduous forest in Itapuã State Park, metropolitan area of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, southern Brazil. Climate in the region is subtropical humid with no pronounced dry season. The mean annual temperature is around 19.5°C. The annual precipitation varies from 1.100 to 1.300 mm and the rains are well distributed throughout the year. Data on flowering, fruiting, leaf fall and leaf flushing for 54 species were collected monthly from October 2002 to March 2004. Correlations were estimated between the phenophases and data on rainfall and temperature for the study period and for each one of the six preceding months. The correlation between the phenophases and the average monthly rainfall and temperature for a 30 years period was also measured. Leaf fall showed an irregular and decreasing pattern throughout the sampling period, with no pronounced peaks of activity, and was significantly correlated with rainfall in the fifth preceding month in both areas. Leaf flushing was intermittent during the observation period and showed a significant negative correlation with temperature 2–3 months before both at the edge and the forest interior. Flowering was the phenological phase most strongly correlated with the climatic variables, showing significant correlations with rainfall in the study period and temperature 3–4 months before in the forest interior, and with rainfall 3 months before and temperature 0–3 months before in the forest edge. Flowering and fruiting were constant, evidencing asynchrony among the sampled species. Fruiting was highly correlated with precipitation 6 months before at the forest interior site, and significantly correlated with temperature 4–5 months before and with average temperature for the 30 year period at the edge site.

**Key words:** phenological patterns, correlation analyses, forest edge, trees, Rio Grande do Sul

## 1. INTRODUÇÃO

Fenologia, segundo Lieth (1974), é o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos, das causas de sua ocorrência em relação aos fatores bióticos e abióticos, e da inter-relação destes eventos em uma ou em várias espécies. Esta linha de pesquisa ecológica tem sido considerada uma ferramenta essencial no conhecimento da dinâmica florestal (Lieth 1974, Fournier 1976, Monasterio & Sarmiento 1976, Newstron *et al.* 1994) e das relações entre as plantas e seu ambiente climático e edáfico (Fournier 1974).

Os mecanismos que regulam os ritmos periódicos reprodutivos e vegetativos das plantas têm sido discutidos por vários autores (Janzen 1967, Frankie *et al.* 1974a, Rathcke & Lacey 1985, Opler *et al.* 1976, Morellato *et al.* 1989, van Schaik *et al.* 1993, Newstron *et al.* 1994). Entretanto, é consenso geral a necessidade de se definirem melhor estes mecanismos. Além dos fatores endógenos que determinam a periodicidade dos ciclos nas plantas (Rathcke & Lacey 1985), os fatores externos, bióticos e abióticos, interagem com elas, através da seleção natural, determinando o momento mais eficiente para o crescimento e a reprodução.

Estudos que abordam a fenologia de espécies arbóreas em florestas neotropicais úmidas sob condições climáticas pouco sazonais são ainda escassos (Frankie *et al.* 1974a, Hilty 1980, Opler *et al.* 1980, Talora e Morellato 2000, Morellato *et al.* 2000, Bencke & Morellato 2002a). Mais raros ainda são os estudos fenológicos desenvolvidos no sul do Brasil (Mikich & Silva 2001, Marques *et al.* 2004). A maioria das informações fenológicas sobre florestas do Rio Grande do Sul estão dispersas em pesquisas sobre caracterização de hábitat de animais frugívoros (*e.g.*, Cunha 1994, Bencke 1998, Corrêa 2005) ou em estudos de polinização, predação e dispersão.

O Parque Estadual de Itapuã é uma das poucas áreas da Região Metropolitana de Porto Alegre onde estão representadas e preservadas as diversas fitofisionomias que ocorriam na orla do lago Guaíba e nos morros graníticos do município, as quais são hoje raras devido à expansão urbana (Rio Grande do Sul 1997). A proximidade em relação à área urbana de Porto Alegre e a grande procura como área de lazer conferem especial fragilidade ao PEI (Irgang & Oliveira 2004), ressaltando a importância de se definirem ações adequadas de proteção e conservação que garantam a manutenção de seus recursos naturais para as gerações futuras.

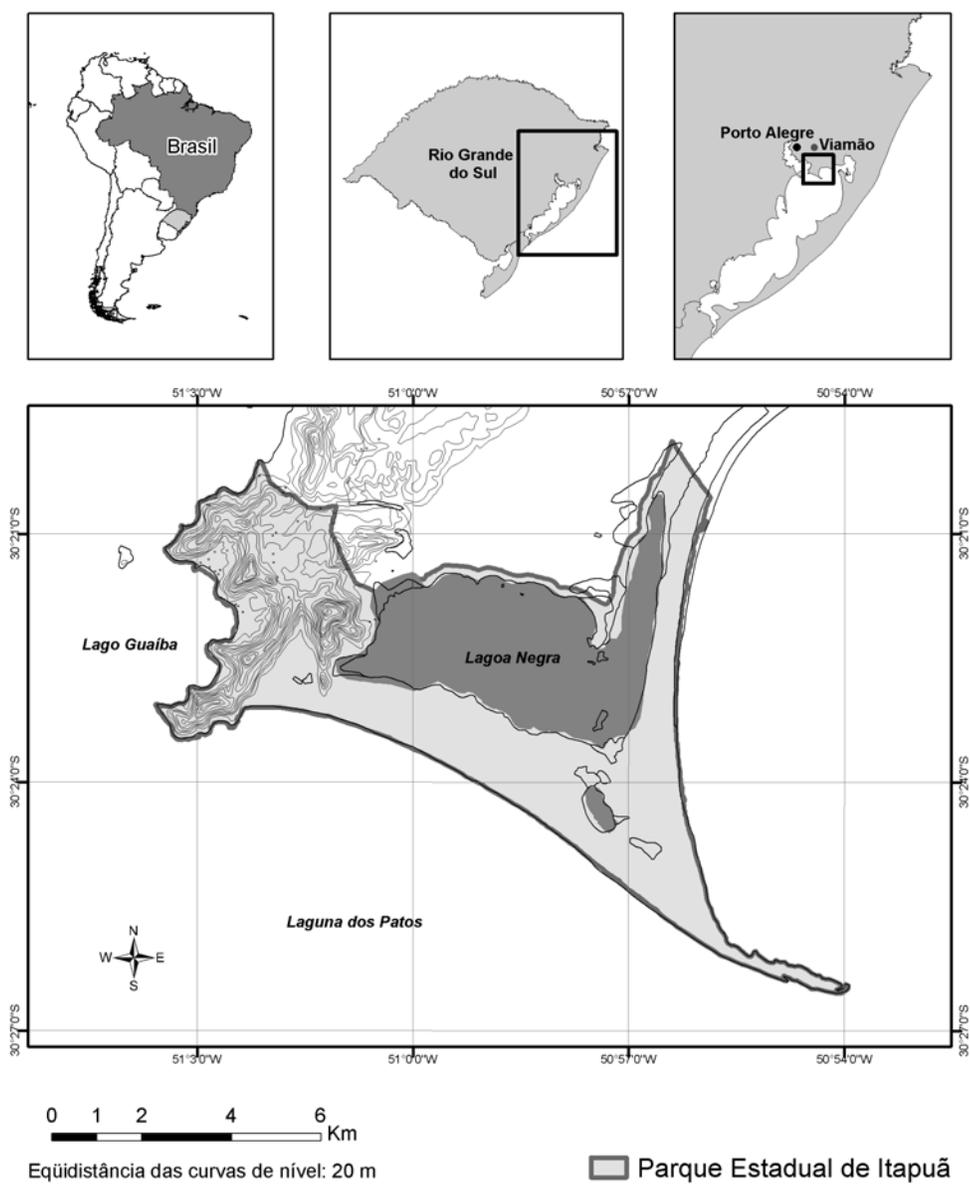
O presente estudo teve por objetivos descrever o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo de árvores e arvoretas em dois ambientes (interior e borda) de uma floresta semidecídua do Parque Estadual de Itapuã, no sul do Brasil, e analisar as relações entre as fenofases e as variáveis

climáticas pluviosidade e temperatura média. Tendo em vista que os padrões fenológicos podem estar<sup>9</sup> fortemente relacionados ao comprimento do dia e à temperatura dos meses precedentes (Marques *et al.* 2004), o que leva a crer que as plantas tenham limitações fenológicas bem antes de suas respostas fenológicas, foi feita a análise de correlação entre as fenofases e as variáveis climáticas durante o período de estudo e entre as fenofases e as variáveis climáticas nos seis meses anteriores. Também verificou-se a existência de correlação entre as fenofases e os dados médios de pluviosidade e temperatura média para um período de 30 anos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO – O Parque Estadual de Itapuã (PEI) está localizado no município de Viamão, Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 30° 20' e 30° 27'S e 50° 51' e 51° 05' W, abrangendo parte das bacias hidrográficas do Lago Guaíba e da Laguna dos Patos (Fig.1.). O PEI foi criado em 14 de julho de 1973, mas permaneceu em estado de abandono até 1985. Nesse período, esteve sujeito ao crescimento de loteamentos clandestinos de veraneio, à exploração de pedreiras para extração de granito-rosa e à visitação desordenada. Todos estes impactos foram responsáveis por sérias alterações ambientais, cujas conseqüências podem ser observadas até hoje. Atualmente, as áreas situadas no interior da PEI encontram-se em processo de recuperação, principalmente após a retirada do gado e a remoção de espécies arbóreas exóticas (Irgang & Oliveira 2004). Em 1985 foi criada a CLEPEI (Comissão de Luta pela Efetivação do Parque Estadual de Itapuã), cujos esforços conseguiram cessar as atividades exploratórias e motivar pesquisadores de várias instituições a desenvolver estudos no parque.

Na área de 5.566,5 ha que compõe o PEI ocorrem duas formações geológica e estruturalmente muito distintas: os morros graníticos, originados há mais de 500 milhões de anos, e a planície sedimentar, ainda não consolidada, formada durante o Quaternário. A vegetação da região de Itapuã apresenta-se muito diversificada, principalmente devido às variações ambientais determinadas pela proximidade dos morros graníticos com a planície sedimentar em uma área relativamente restrita, classificada como Área de Tensão Ecológica (IBGE 1986). São morros, praias, restingas, dunas, lagoas e banhados onde a vegetação adapta-se a estas variáveis, diversificando-se conforme os diferentes tipos fisionômico-florísticos (Irgang & Oliveira 2004).



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul

Figura 1. Localização do Parque Estadual de Itapuã no Rio Grande do Sul e no Brasil

2.2. CLIMA – O clima da região é classificado como *Cfa*, segundo o sistema de Köppen (1948), podendo ser descrito como subtropical úmido sem estação seca, com temperaturas médias anuais em torno de 19,5°C. A precipitação anual varia entre 1.100 e 1.300 mm e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. Os verões são quentes, com temperatura média do mês mais quente superior aos 22°C (Rio Grande do Sul, 1997). Os dados climáticos aqui utilizados foram fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia e coletados na estação climatológica de Porto Alegre, a aproximadamente 60 km da área de estudo.

Os dados climáticos médios de 30 anos (1961 a 1990; Fig.2) mostram a existência de uma tênue sazonalidade. O período de junho a outubro, equivalente ao inverno e início da primavera, caracteriza-se por chuvas mais constantes e intensas, com pluviosidade média mensal de 130 mm. O período de novembro a maio corresponde a uma estação menos úmida, cuja precipitação média mensal é de 100 mm.

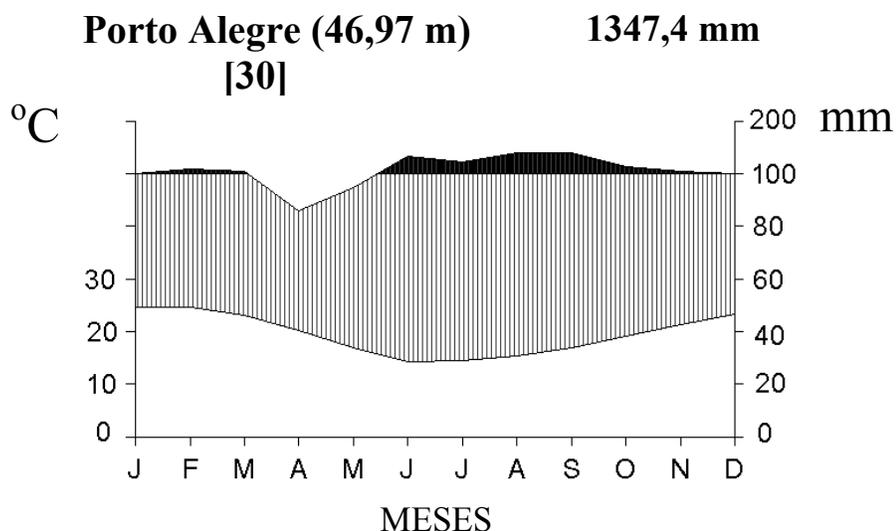


Figura 2. Diagrama climático de Porto Alegre, RS (período 1961–1990), construído segundo Walter (1986).

O clima durante o período de estudo divergiu consideravelmente das médias históricas de 30 anos (Fig. 3). Precipitações mais intensas e constantes, cerca de 157,8 mm mensais, ocorreram ao longo de 2002 e nos primeiros meses de 2003. Neste último ano, entretanto, também ocorreram os menores índices pluviométricos: 46 mm no mês de maio, 57,8 mm em agosto e 56,2 mm em setembro. A temperatura média para o período de observação (outubro de 2002 a março de 2004) foi de 20,8°C e a pluviosidade média de 115 mm mensais.

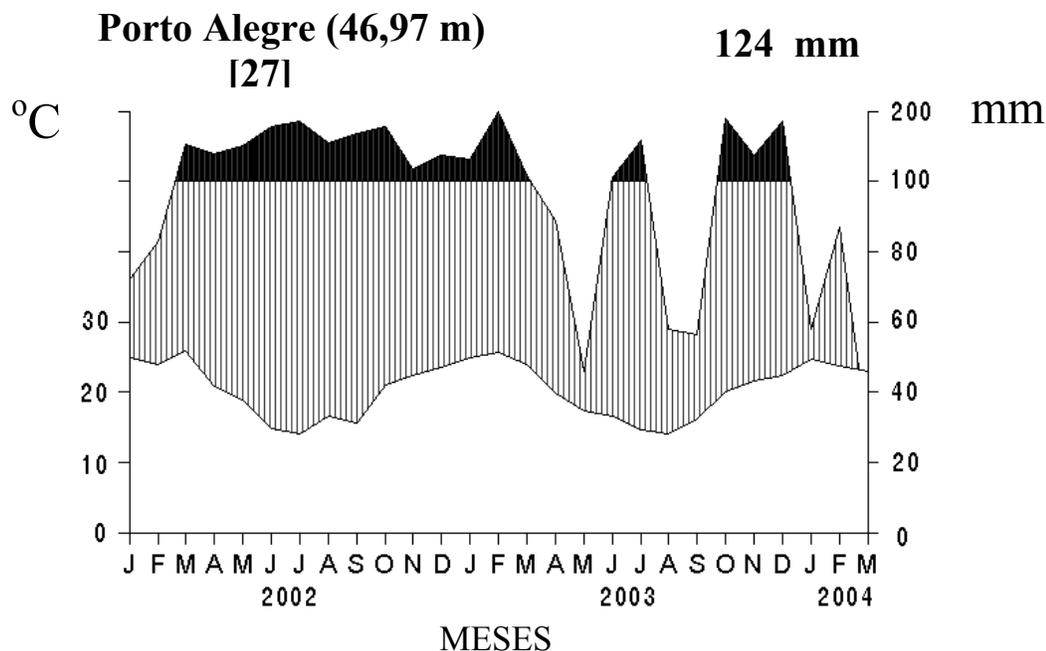
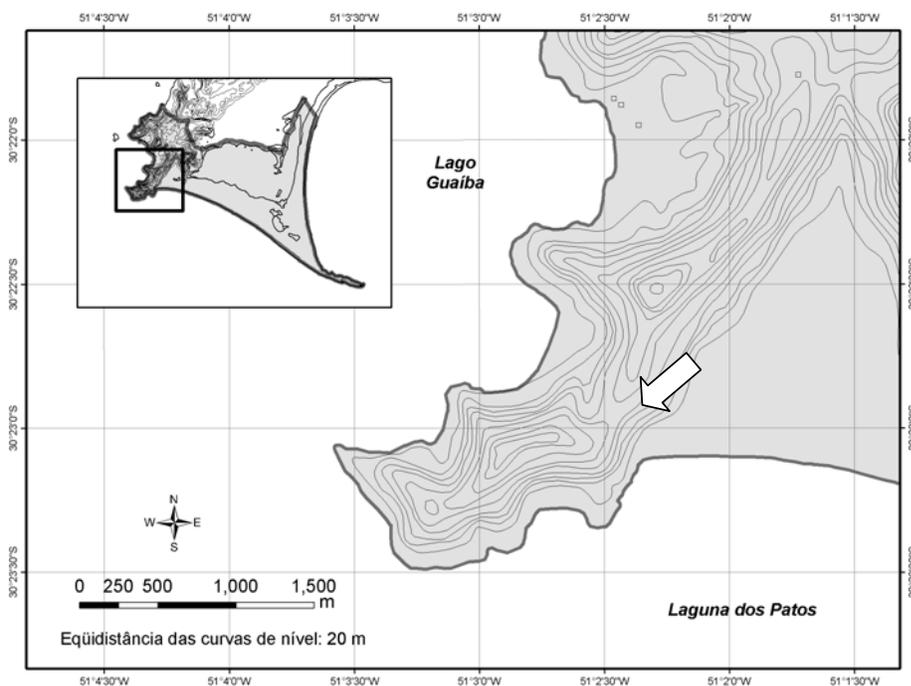


Figura 3. Diagrama climático da região de Porto Alegre, RS, para o período de observação (incluindo observações preliminares a partir de janeiro de 2002), construído segundo Walter (1986). Dados fornecidos pelo 8o Distrito de Meteorologia e coletados na estação climatológica principal de Porto Alegre.

2.3. ÁREAS AMOSTRADAS - O local estudado foi o Morro do Campista ( $30^{\circ}23'S$  e  $51^{\circ}02'W$ ), também conhecido como Ponta de Itapuã, o qual constitui um complexo orogênico granítico que marca a divisa entre a Laguna dos Patos e o Lago Guaíba (Fig. 4). O topo do morro, cujo cume principal atinge 182 m de altitude, apresenta afloramentos rochosos, enquanto as encostas são cobertas por matas (Rio Grande do Sul, 1997). O presente estudo foi realizado em duas formações fisionômica e ecologicamente distintas, sendo uma área de interior de floresta e a outra de borda de floresta – localizadas nas porções baixas da encosta sul do morro.

A área de interior de floresta está localizada na base do Morro do Campista, sobre um terreno bastante pedregoso e íngreme, cuja inclinação pode chegar a  $45^{\circ}$  em alguns pontos. Estas condições de relevo, a proximidade da laguna dos Patos e a orientação sul garantem uma maior umidade relativa do ar, sobretudo durante os meses de inverno, quando mesmo em dias ensolarados o interior da mata é tomado por luz difusa a maior parte do tempo e os raios de sol chegam até o solo apenas entre as 11:00 e 15:00 horas. A altura do dossel varia de 10 a 20 m, podendo ser observados dois a três estratos

arbóreos. Este tipo de comunidade florestal é descrita por Brack *et al.* (1998) como mata mesófila ou meso-higrófila, termo empregado também por Buss (2001) para esta mesma área. Segundo IBGE (1986), este tipo de floresta é classificado como Floresta Estacional Semidecidual. Os elementos florestais encontrados são generalistas quanto ao hábitat e têm ampla distribuição no Rio Grande do Sul. Algumas das espécies mais comuns no sub-bosque da floresta são *Gymnanthes concolor* Spreng., *Trichilia elegans* A. Juss. e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith et Downs. Já as espécies *Guapira opposita* (Vell.) Reitz., *Trichilia claussenii* C. DC., *Allophylus edulis* (St.Hil.) Radlk, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. e *Patagonula americana* L. destacam-se no dossel.



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

Figura 4. Localização da área de estudo (encosta sul do Morro do Campista) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS.

A borda da floresta analisada no presente estudo está localizada sobre um terreno plano e inclui as fisionomias vassoural (dominância de vassoura-vermelha *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq), maricazal, borda propriamente dita e mesclas destas fisionomias com ambientes próximos. As espécies mais comuns nessa área, além de *D. viscosa*, são *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Ktze., *Lithraea brasiliensis* March., *Myrsine umbellata* Mart., *Erythroxylum argentinum* O. Sch. e *Butia capitata* (Mart.) Becc.

2.4. MÉTODOS DE AMOSTRAGEM – No interior de floresta foram demarcadas 20 parcelas contíguas de 10 x 10 m (0,2 ha). Na borda foi demarcada uma faixa de 250 x 8m (0,2 ha), ao longo de uma trilha pré-existente que margeia parte da base do Morro do Campista. Os indivíduos nestas unidades amostrais foram marcados e numerados com fita adesiva plástica e incluídos na amostragem de acordo com os seguintes critérios: 1)  $DAP \geq 5\text{cm}$  (medida para incluir as arvoretas de subosque) e 2) visibilidade da copa suficiente para observar as fenofases. Através deste procedimento, foram selecionados 186 indivíduos de 31 espécies e 19 famílias no interior da floresta, e 116 indivíduos pertencentes a 23 espécies e 14 famílias na borda. As espécies foram classificadas taxonomicamente segundo APG (2003) e agrupadas pelo padrão de floração, modo de dispersão, padrão de queda foliar e brotamento e estrato ocupado. As espécies observadas, respectivas famílias com nomes dos autores, número de indivíduos por espécie, informações fenológicas e ecológicas constam na Tabela 1.

2.5. OBSERVAÇÕES FENOLÓGICAS – As observações foram realizadas mensalmente (Frankie *et al.* 1974, Fournier & Charpentier 1975) no período de outubro de 2002 a março de 2004, registrando-se dados de floração (botões florais e flores em antese), frutificação (frutos em desenvolvimento e frutos maduros prontos para dispersão), brotamento (surgimento de folhas novas) e queda foliar, com auxílio de binóculo. O período de atividade das fenofases foi determinado pela presença ou ausência da fenofase. A intensidade dos eventos fenológicos foi estimada individualmente, através de uma escala semi-quantitativa com valores variando entre 0 e 4, onde: 0 = ausência da fenofase; 1 = magnitude da fenofase entre 1% e 25%; 2 = magnitude da fenofase entre 26% e 50%; 3 = magnitude da fenofase entre 51% e 75%; 4 = magnitude da fenofase entre 76% e 100% (Fournier 1974). Os padrões de floração nos quais as espécies foram agrupadas seguem a terminologia usada por Morellato (1991) e Newstrom *et al.* (1994), com algumas modificações. Estes padrões foram: floração contínua – os indivíduos florescem de forma constante durante o ano todo; floração subanual – caracteriza-se pela ocorrência de dois (ou mais) eventos de floração durante o ano, separados por períodos de duração variável; floração anual – períodos de floração ocorrem anualmente na mesma época do ano; e floração supra-anual - quando o intervalo entre duas florações é superior a um ano. Estes mesmos critérios foram usados para os padrões de frutificação. O modo de dispersão foi definido por consulta à bibliografia, quando necessário, e as espécies foram agrupadas em três síndromes de dispersão, conforme van der Pijl (1982) e Morellato e Leitão-Filho (1992): anemocoria (dispersão pelo vento), zoocoria (dispersão por animais) e outros (dispersão explosiva e dispersão passiva). Quanto aos padrões de brotamento e queda foliar, as espécies foram classificadas em três categorias: decídua – espécie com queda e produção de folhas concentradas em uma determinada época, ficando por um

período de tempo quase ou totalmente sem folhas; semidecídua – espécie com um período de maior<sup>15</sup> intensidade de queda de folhas, não muito concentrado, nunca ficando totalmente sem folhas e apresentando padrões variados de produção foliar; e perenifólia – espécie que produz continuamente, ou de forma intermitente, uma pequena quantidade de folhas novas e não apresenta queda de folhas concentrada numa determinada época do ano, sendo esta, em geral, imperceptível ou pouco notória.

2.6. ANÁLISE DE DADOS – Para análise da fenologia das espécies amostradas utilizou-se o índice de atividade das espécies e o número de indivíduos manifestando cada uma das fenofases, mais indicado para estudos em escala de comunidade (Bencke & Morellato 2002b). A intensidade das fenofases foi estimada através do percentual de atividade de Fournier. Estes métodos são descritos a seguir.

Índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos) – Método de análise simples, que leva em conta apenas a presença ou a ausência da fenofase. No nível individual, este método de análise tem caráter qualitativo. No nível populacional, entretanto, assume caráter quantitativo, indicando a porcentagem de indivíduos da população que estão manifestando determinado evento fenológico. Este método também foi utilizado para estimar a sincronia entre os indivíduos de uma população, considerando-se que quanto maior o número de unidades manifestando a fenofase ao mesmo tempo, maior é a sincronia desta população.

Porcentual de intensidade de Fournier – Neste método, os valores obtidos em campo através de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4) permitem calcular a porcentagem de intensidade da fenofase. Em cada mês, faz-se a soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos de cada espécie e divide-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor obtido, que corresponde a uma proporção, é então multiplicado por 100, para transformá-lo em um valor percentual. Este método foi proposto por Fournier (1974).

Análises de correlação – O coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) foi calculado para avaliar a existência de correlação entre o número de espécies em cada fenofase por mês e as variáveis climáticas pluviosidade e temperatura no mesmo período e em cada um dos seis meses precedentes às observações. A variável comprimento do dia (fotoperíodo) não foi considerada nas análises por estar fortemente correlacionada à temperatura (Neter *et al.* 1985) e porque não foi possível obter os dados correspondentes ao período de amostragem.

### 3. RESULTADOS

As 54 espécies de árvores e arvoretas analisadas no presente estudo, com as respectivas características fenológicas e período de ocorrência das fenofases, são listadas nas Tabelas 1 e 2. As famílias com maior número de espécies foram Euphorbiaceae (4 espécies) no interior da floresta e Salicaceae (3) na borda.

Tabela 1. Dados fenológicos de árvores e arvoretas observadas na área de interior de floresta, Parque Estadual da Itapuã, com respectivas famílias, número de indivíduos observados, período de floração, padrão de floração, período de frutificação, modo de dispersão, período de queda foliar, padrão de queda foliar, período de brotamento, fluxo de brotamento e estrato ocupado. (1 a 12 = meses do ano em que ocorreu a fenofase; NQ = sem queda foliar marcante; TP = queda foliar durante todo o período de observação; NF = sem fluxo marcante de produção de folhas novas; FI = fluxo intermitente de folhas novas; ---- = fenofase não observada; \* = informação obtida da bibliografia.)

FAMÍLIA Espécie	N	Período de floração Padrão de floração	Período de frutificação Modo de dispersão	Período de queda foliar Padrão de queda foliar	Período de brotamento Fluxo de brotamento	Estrato ocupado
ANACARDIACEAE						
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand.	1	---- anual*	---- autocoria*	---- perenifólia*	10 NF	dossel
ARECACEAE						
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.	7	1-2,8 subanual	11-3 zoocoria	NQ perenifólia	FI	dossel
BIGNONIACEAE						
<i>Tabebuia pulcherrima</i> Sandwith	2	---- anual*	---- anemocoria*	3-6 decídua	11-12	dossel
BORAGINACEAE						
<i>Patagonula americana</i> L.	12	10 anual	11-12 anemocoria	1-5 semidecídua	10-12, 3, 9-10	dossel
CLUSIACEAE						
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch & Triana) Zappi	1	---- anual *	---- zoocoria *	NQ perenifólia	10, 2 NF	subosque
EBENACEAE						
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	1	---- anual *	---- zoocoria	NQ perenifólia	10-12	subosque
ERYTHROXYLACEAE						
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	2	---- anual *	---- zoocoria	NQ perenifólia	10-12	dossel
EUPHORBIACEAE						
<i>Gymnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	21	9-10 anual	11 zoocoria	NQ perenifólia	9-10	subosque
<i>Pachistroma longifolium</i> (Nees) Johnst.	2	10-11 anual	---- zoocoria	11 perenifólia	11-12, 10	emergente
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1	11 anual	2-3 zoocoria	6-9 decídua	10-11	emergente
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Smith & Downs	20	10 anual*	4-7 autocoria	NQ semidecídua	10-3	dossel
LAURACEAE						
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	1	---- anual *	---- zoocoria*	2-5 perenifólia	9-10	dossel
MALVACEAE						
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	2	2-3,11 anual	9 anemocoria	5-9 decídua	10-12, 9-11	dossel
MELIACEAE						
<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	31	10-12 anual	2-3 zoocoria	TP perenifólia	10-11, 9-11	dossel
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	23	11-12 anual	6-7,12-3 zoocoria	1-3,12 perenifólia	10-12, 9-11 FI	subosque

Tab. 1 Cont.

MYRSINACEAE						
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1	5 anual*	---- zoocoria	NQ perenifolia	10, 9 NF	dossel
MYRTACEAE						
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand.	15	3 anual*	---- zoocoria	NQ perenifolia	10-11,3-4,9-11 FI	dossel
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand.	4	---- anual*	11 zoocoria	10-2 perenifolia	10-12, 9-10 FI	dossel
<i>Myrciaria cuspidata</i> Berg	6	---- anual*	---- zoocoria	NQ perenifolia	10-3, 9 FI	dossel
NYCTAGINACEAE						
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	6	7-10 anual	10-12 zoocoria	TP perenifolia	10,2-6,8-9 FI	dossel
RUBIACEAE						
<i>Chomelia obtusa</i> Cham.& Schtdl.	1	---- ?	---- zoocoria*	6-9 decidua	10-11,2,9-10	subosque
<i>Faramea montevidensis</i> (Cham.& Schtdl.) DC.	1	12-1 anual	5-12 zoocoria	12, 3 perenifolia	6-12 NF	subosque
SALICACEAE						
<i>Banara parviflora</i> (A.Gray) Benth.	1	---- ?	---- ?	7-9 semidecidua	10-11, 2 NF	dossel
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	10 anual	dez zoocoria	NQ perenifolia	NF	dossel
SAPINDACEAE						
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess & A.Juss.) Radlk	7	7-8 anual	11,10 zoocoria	6 perenifolia	10-12,6-9	dossel
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	4	---- anual*	11-12 zoocoria	TP perenifolia	3-11 FI	dossel
SAPOTACEAE						
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	1	---- ?	---- zoocoria*	NQ perenifolia	NF	dossel
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn) Radlk.	1	2-3 anual	11 zoocoria	NQ perenifolia	10-12,9	dossel
URTICACEAE						
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	5	---- ?	1 zoocoria	12,1 perenifolia	10-12	dossel
INDETERMINADAS						
Indet 2	1	1-2 anual	---- ?	NQ perenifolia	9 NF	dossel
Indet 6	1	---- ?	3 ?	6 perenifolia	NF	dossel

Tabela 2. Dados fenológicos de árvores e arvoretas observadas na área de borda de floresta, Parque Estadual de Itapuã com respectivas famílias, número de indivíduos observados, período de floração, padrão de floração, período de frutificação, modo de dispersão, período de queda foliar, padrão de queda foliar, período de brotamento, fluxo de brotamento e estrato ocupado. (1 a 12 = meses do ano em que ocorreu a fenofase; NQ = sem queda foliar marcante; TP = queda foliar durante todo o período de observação; NF = sem fluxo marcante de produção de folhas novas; FI = fluxo intermitente de folhas novas; ---- = fenofase não observada; \* = informação obtida da bibliografia.)

FAMÍLIA Espécie	N	Período de floração Padrão de floração	Período de frutificação Modo de dispersão	Período de queda foliar Padrão de queda foliar	Período de brotamento Fluxo de brotamento	Estrato ocupado
ANACARDIACEAE						
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	7	9-11 anual	12-3 autocoria	NQ perenifólia	9-11 FI	dossel
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	3	6-9 anual	1-4 zoocoria	NQ perenifólia	10-2,8-10 FI	dossel
ARECACEAE						
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	11	11-12 anual	1-2 zoocoria	NQ perenifólia	FI	dossel
ERYTHROXYLACEAE						
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E.S. Schulz	14	10 anual	5 zoocoria	NQ perenifólia	10,2-3,11 FI	subosque
FABACEAE						
<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	3	9-12 anual	12-2 autocoria	NQ perenifólia	10-11,5-10 FI	subosque
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze.	17	2 anual	5-8 anemocoria	5-9 decídua	10-12, 8-10 FI	dossel
LAURACEAE						
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Ness.	1	----	---- zoocoria	NQ perenifólia	10,2,9 FI	dossel
MALVACEAE						
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	1	---- anual*	---- anemocoria	5-9 decídua	10,9-10	dossel
MYRSINACEAE						
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	18	4-5 anual	11-2,7-11 zoocoria	NQ perenifólia	FI	dossel
MYRTACEAE						
<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess.	5	4 anual	11,9 zoocoria	NQ perenifólia	10,9 FI	subosque
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	2	---- anual*	---- zoocoria*	NQ perenifólia	10-3 FI	dossel
NYCTAGINACEAE						
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2	7-10 anual	11,10 zoocoria	NQ perenifólia	12-3 FI	dossel
QUILLAJACEAE						
<i>Quillaja brasiliensis</i> (St. -Hil.& Tul.) Mart.	1	1 anual	---- autocoria	NQ perenifólia	NF	dossel
RUBIACEAE						
<i>Randia armata</i> (Sw.)DC.	3	---- ?	---- ?	10-11 perenifólia	NF	subosque

Tab. 2 Cont.

RUTACEAE						
<i>Zantoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	2 anual	---- zoocoria	8 semidecídua	8-9	dossel
SALICACEAE						
<i>Banara parviflora</i> (A.Gray) Benth.	1	---- ?	1 ?	6 semidecídua	10-11,7-11 FI	dossel
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	3	1-2 anual	12 zoocoria	5-9 decídua	10-1,7-10 FI	dossel
<i>Casearia silvestris</i> Sw.	6	9 anual	11 zoocoria	11-12 perenifólia	10-3,8-10 FI	dossel
SAPINDACEAE						
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	---- anual	11-12 zoocoria	NQ perenifólia	FI	dossel
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	11	7-9 anual	10-1 anemocoria	11-3 semidecídua	6	dossel
INDETERMINADAS						
Indet 3	1	12 anual	---- ?	NQ perenifólia	NF	dossel
Indet 4	1	11 anual	---- ?	10-11, 7-10 decídua	11-12,9	dossel
Indet 5	1	11 anual	1 ?	NQ perenifólia	NF	dossel

### 3.1. PADRÕES FENOLÓGICOS DA ÁREA DE INTERIOR DE FLORESTA

3.1.1 - FENOFASES VEGETATIVAS – Das 31 espécies amostradas, apenas *Garcinia gardneriana* não perdeu folhas durante as observações. Nas demais espécies, a queda foliar teve atividade constante, mas com muitas variações intra e interespecíficas. Nos meses de janeiro a março/2003, durante a estação menos úmida, houve uma maior concentração desta fenofase em cerca de 60–70% das espécies. Esta concentração foi decrescendo ao longo do período das observações, com pequenos incrementos até o final da estação mais úmida, em outubro/2003, mantendo-se inferior a 10% até fevereiro/2004 (Fig.5). A maior proporção de indivíduos perdendo folhas ocorreu em janeiro/2003 (28% das espécies) e março/2003 (42%), no período menos úmido (Fig.6). A vegetação do interior de floresta é predominantemente perenifólia (Tab.1), com cerca de 77% das espécies amostradas apresentando esta característica. Apesar disso, o aspecto visual desta área mostrou um caráter semidecíduo ao longo das observações, provavelmente porque duas das espécies semidecíduas amostradas tiveram um grande número de indivíduos observados (*Patagonula americana* n =12 e *Sebastiania commersoniana* n = 20), ou ainda pelo fato de *P. americana* ser uma espécie com copa ampla, ocupando boa parte do dossel, imprimindo o caráter de semideciduidade a esta área no período em que perde suas folhas. As espécies decíduas *Luehea divaricata* e *Sapium glandulatum* também ocupam as porções mais altas do dossel e também têm copas grandes; todavia, foi observado um

número menor de indivíduos destas espécies. A queda foliar apresentou correlação apenas marginalmente significativa ( $r_s = 0.44$  e  $p = 0.07$ ) com a pluviosidade do quinto mês precedente ao período de estudo.

Todas as espécies amostradas produziram folhas novas ao longo das observações. A produção de folhas ocorreu em dois picos principais de atividade, sendo um mais intenso, em outubro–dezembro/2002 e setembro/2003 coincidindo com o final da estação mais úmida, e outro intermediário durante o período menos úmido entre março e junho/2003 (Fig.5). O brotamento apresentou correlação negativa significativa com a temperatura ( $r_s = -0.52$  e  $p = 0.03$ ) do segundo mês precedente às observações.

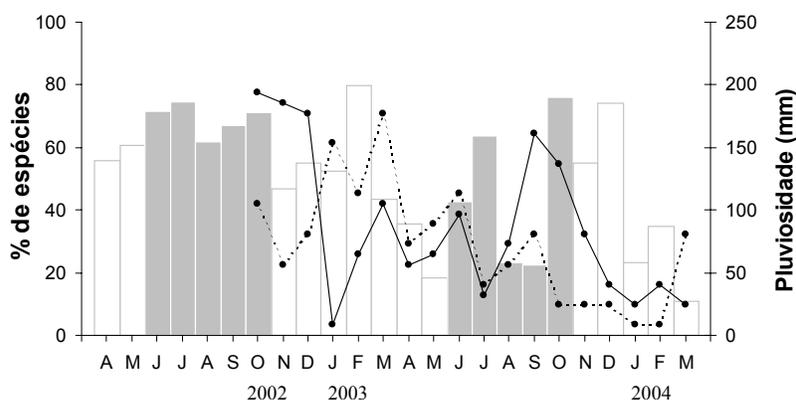


Figura 5. Porcentagem de espécies em queda foliar (linha pontilhada) e brotamento (linha contínua) na área de interior de floresta durante o período de estudo. Convenções: barras = pluviosidade total mensal; barras em cinza indicam períodos mais úmidos, conforme dados médios para 30 anos.

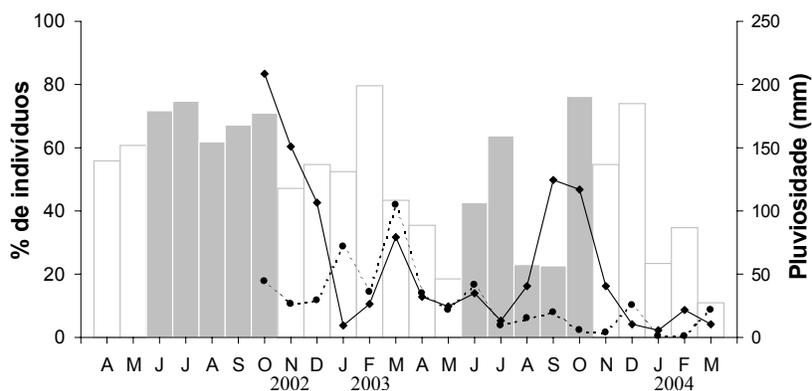


Figura 6. Porcentagem de indivíduos em queda foliar (linha pontilhada) e brotamento (linha contínua) na área de interior de floresta durante o período de estudo. Convenções: barras = pluviosidade total mensal; barras em cinza indicam períodos mais úmidos, conforme dados médios para 30 anos.

3.1.2 - FENOFASES REPRODUTIVAS – As espécies observadas apresentaram padrão anual de floração,<sup>21</sup> exceto *Syagrus romanzoffiana*, que mostrou padrão subanual. Ao longo das observações, a produção de flores ocorreu em 19 espécies, com picos de atividade em outubro/2002 (16%), fevereiro/2003 (16%) e outubro/2003 (22%) (Fig.7). As espécies responsáveis pelos picos dos meses de outubro/2002 e outubro/2003 foram basicamente as mesmas (*Casearia silvestris*, *Patagonula americana*, *Guapira opposita*, *Gymnanthes concolor* e *Sebastiania commersoniana*) e foram diferentes daquelas que tiveram atividade no mês de fevereiro/2003 (*Trichilia elegans*, *Luehea divaricata*, *Syagrus romanzoffiana*, *Chrysophyllum marginatum* e indeterminada 2). A maior proporção de indivíduos florescendo ocorreu em outubro/2002 e em novembro/2003 (Fig.8). A floração apresentou correlação positiva significativa com a pluviosidade no período de estudo ( $r_s = 0.55$  e  $p = 0.02$ ) e correlação negativa significativa com a temperatura do terceiro ( $r_s = -0.53$  e  $p = 0.02$ ) e do quarto mês ( $r_s = -0.47$  e  $p = 0.05$ ) precedente às observações.

A frutificação ocorreu durante quase todo o período de observações, mas com proporção muito baixa de indivíduos manifestando a fenofase (Fig.8). Apenas 55% das espécies observadas manifestaram esta fenofase. Os picos de atividade ocorreram em novembro/2002 (16% das espécies) e novembro/2003 (29%), no início da estação menos úmida (Fig.7). A frutificação menos pronunciada no período entre maio e julho/2003 é devida principalmente à atividade de três espécies: *Sebastiania commersoniana* (N = 20), *Faramea montevidensis* (N = 1) e *Trichilia elegans* (N = 23). Esta fenofase apresentou correlação negativa altamente significativa ( $r_s = -0.62$  e  $p = 0.01$ ) com a pluviosidade do sexto mês anterior ao período de estudo. O modo de dispersão predominante é a zoocoria (74%).

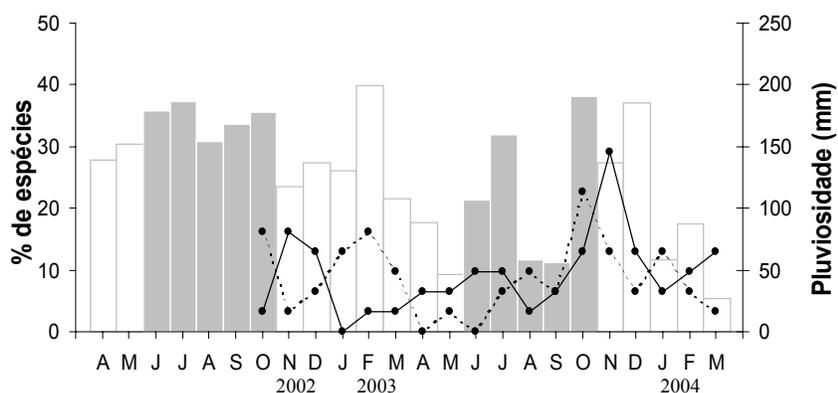


Figura 7. Porcentagem de espécies em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua) na área de interior de floresta durante o período de estudo. Convenções: barras = pluviosidade total mensal; barras em cinza indicam períodos mais úmidos, conforme dados médios para 30 anos.

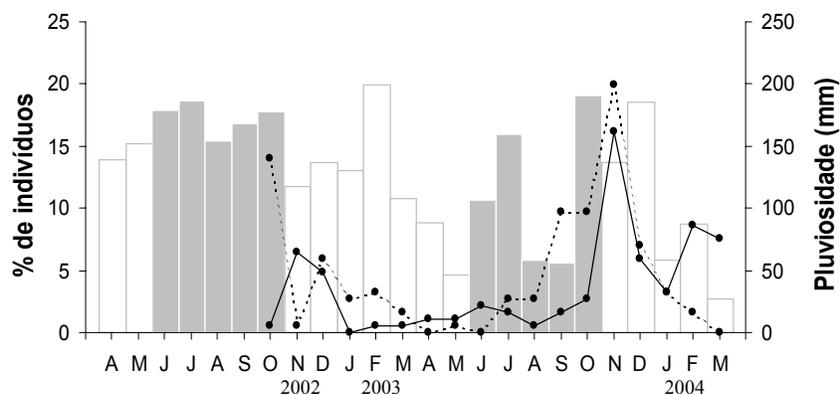


Figura 8. Porcentagem de indivíduos em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua) na área de interior de floresta durante o período de estudo. Convenções: barras = pluviosidade total mensal; barras em cinza indicam períodos mais úmidos, conforme dados médios para 30 anos.

RELAÇÕES ENTRE AS FENOFASES – Na área de interior de floresta foi observada correlação negativa significativa entre a frutificação e a queda foliar ( $r_s = -0.57$  e  $p = 0.01$ ) e correlação positiva significativa entre a queda foliar e o brotamento ( $r_s = 0.58$  e  $p = 0.01$ ). Não houve correlação significativa entre as demais fenofases.

### 3.2. PADRÕES FENOLÓGICOS DA ÁREA DE BORDA DE FLORESTA

3.2.1 - FENOFASES VEGETATIVAS – Das 23 espécies amostradas, *Myrciaria cuspidata*, *Ocotea puberula* e indeterminada 3 não perderam folhas durante o período de estudo. Esta fenofase foi constante também nesta área e com atividade decrescente ao longo das observações. A queda foliar foi mais concentrada nos meses de novembro/2002 (57% das espécies) e março/2003 (43%; Fig.9). A maior proporção de indivíduos (37%) manifestando esta fenofase ocorreu em novembro/2002 (Fig.10), com atividade de 13 espécies, entre as quais estão três espécies decíduas (*Mimosa bimucronata*, *Luehea divaricata* e indeterminada 4) e uma espécie semidecídua (*Dodonaea viscosa*). A queda foliar apresentou correlação positiva significativa ( $r_s = 0.46$  e  $p = 0.05$ ) com a pluviosidade do quinto mês precedente ao período de observações.

As espécies observadas apresentaram picos de atividade de brotamento em outubro/2002 (91%) e setembro/2003 (83%), no final da estação mais úmida (Fig.9). Outro pico de atividade ocorreu em 78% das espécies amostradas em janeiro/2003, desta vez na estação menos úmida. Neste período, a proporção de indivíduos manifestando esta fenofase foi menor do que aquela apresentada nos meses de outubro/2002 e setembro/2003 (Fig.10). O brotamento apresentou correlação significativa negativa com a temperatura no segundo mês precedente ( $r_s = -0.52$  e  $p = 0.03$ ) e no terceiro mês precedente ( $r_s = -0.50$  e  $p = 0.03$ ).

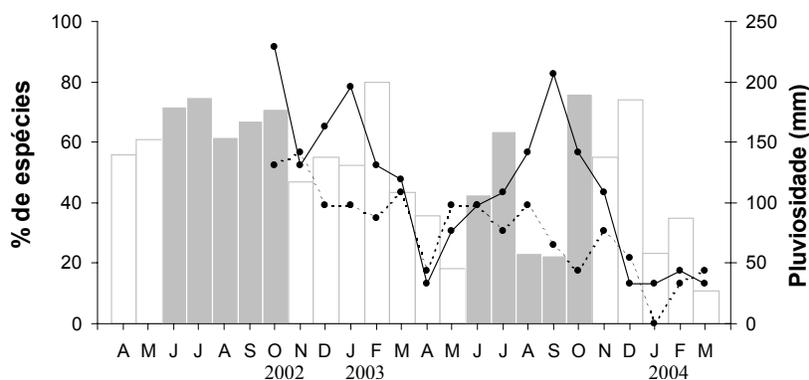


Figura 9. Porcentagem de espécies em queda foliar (linha pontilhada) e brotamento (linha contínua) na área de borda de floresta durante o período de estudo. Convenções: barras = pluviosidade total mensal; barras em cinza indicam períodos mais úmidos, conforme dados médios para 30 anos.

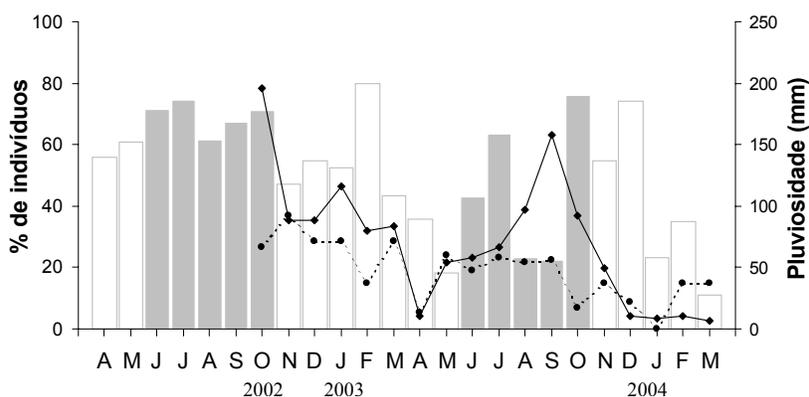


Figura 10. Porcentagem de indivíduos em queda foliar (linha pontilhada) e brotamento (linha contínua) na área de borda de floresta durante o período de estudo. Convenções: barras = pluviosidade total mensal; barras em cinza indicam períodos mais úmidos, conforme dados médios para 30 anos.

3.2.2 - FENOFASES REPRODUTIVAS – Das 23 espécies amostradas, seis (26%) não floresceram. As espécies que manifestara esta fenofase apresentaram padrão de floração anual. *Guapira opposita* foi a espécie cuja floração foi mais prolongada, cerca de quatro meses. Os picos de atividade ocorreram em outubro/2002 (17% das espécies) e setembro/2003 (26%), no final da estação mais úmida, embora a produção de flores tenha ocorrido ao longo de todo o período de observações, alternando poucas espécies e poucos indivíduos (Figs. 11 e 12). A floração apresentou correlação negativa significativa ( $r_s = -0.51$  e  $p = 0.03$ ) com a pluviosidade no terceiro mês precedente às observações. Quanto à relação entre a floração e a temperatura, houve correlação negativa altamente significativa no período de estudo ( $r_s = -0.59$  e  $p = 0.01$ ), no primeiro mês precedente ( $r_s = -0.70$  e  $p = 0.001$ ), no segundo mês

precedente ( $r_s = -0.73$  e  $p = 0.006$ ), no terceiro mês precedente ( $r_s = -0.63$  e  $p = 0.01$ ), e correlação positiva significativa ( $r_s = 0.55$  e  $p = 0.02$ ) no sexto mês precedente ao período de estudo.

Das 23 espécies amostradas, oito não produziram frutos, e das que frutificaram, sete apresentaram frutificação breve (um mês de duração) e seis apresentaram frutificação longa (quatro e cinco meses de duração). Durante as observações, a frutificação teve maior atividade entre novembro/2002 e fevereiro/2003, e entre dezembro/2003 e janeiro/2004 (Fig.11), na estação menos úmida. No restante do período poucos indivíduos de poucas espécies produziram frutos de forma constante (Figs. 11 e 12) e alternada. A frutificação apresentou correlação negativa altamente significativa ( $r_s = -0.67$  e  $p = 0.002$ ) com a temperatura do quinto mês precedente às observações, e correlação negativa significativa ( $r_s = -0.53$  e  $p = 0.02$ ) com a temperatura do quarto mês precedente. Foi observada também correlação positiva significativa entre a temperatura e a frutificação ( $r_s = 0.47$  e  $p = 0.05$ ) quando considerados os dados médios para 30 anos.

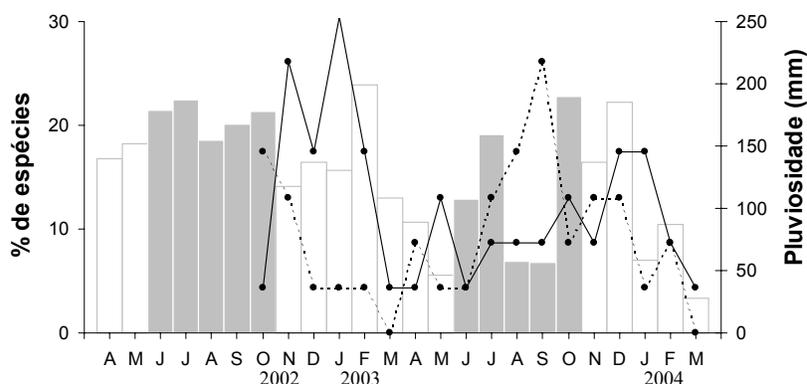


Figura 11. Porcentagem de espécies em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua) na área de borda de floresta durante o período de estudo. Convenções: barras = pluviosidade total mensal; barras em cinza indicam períodos mais úmidos, conforme dados médios para 30 anos.

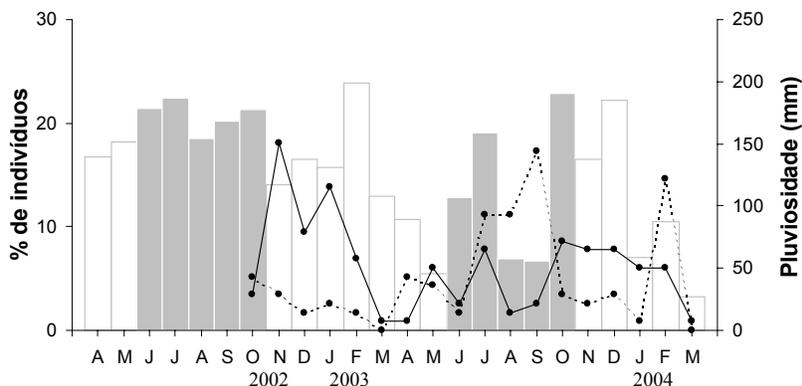


Figura 12. Porcentagem de indivíduos em floração (linha pontilhada) e frutificação (linha contínua) na área de borda de floresta durante o período de estudo. Convenções: barras = pluviosidade total mensal; barras em cinza indicam períodos mais úmidos, conforme dados médios para 30 anos.

RELAÇÕES ENTRE AS FENOFASES – A queda foliar e o brotamento foram coincidentes na concentração de atividade e apresentaram correlação positiva significativa ( $r_s = 0.58$  e  $p = 0.01$ ). Entre as demais fenofases, não houve correlação significativa.

#### 4. DISCUSSÃO

Em florestas sujeitas a um clima sazonal, as fenofases ocorrem em períodos curtos e bem definidos, e há maior sincronia entre as espécies (Morellato *et al.* 1990). Considerando-se o clima pouco sazonal sob o qual está o PEI e a ausência de uma estação seca pronunciada, espera-se que os eventos fenológicos não apresentem sazonalidade marcante num determinado período do ano.

A queda foliar manteve um padrão irregular e decrescente durante as observações nas duas áreas, sem picos pronunciados de atividade. Esta fenofase apresentou correlação significativa apenas com a pluviosidade do quinto mês precedente na área de borda. Já o brotamento foi intermitente durante o período de observações, com maior atividade tanto na estação mais úmida quanto na estação menos úmida. Segundo Reich & Borchert (1984), a perda de folhas em algumas espécies pode induzir o brotamento, uma vez que reduziria a perda de água pela planta, produzindo assim a reidratação dos ramos sem folhas e a produção de folhas novas, mesmo em períodos secos.

As espécies observadas nas duas áreas apresentaram baixa sincronia interespecífica de floração, produzindo flores quase constantemente ao longo das observações. Segundo Janzen (1975), a sincronia entre diferentes espécies tem a vantagem de atrair um maior número de polinizadores, além de saciar os predadores de flores. Por outro lado, a assincronia interespecífica desta fenofase também poderia ser vantajosa ao evitar a competição por polinizadores, espalhando os picos de floração em direção a uma distribuição uniforme ao longo do tempo (Stiles, 1979).

Assim como a floração, a frutificação também foi constante, mostrando assincronia entre as espécies. A produção contínua de frutos durante o ano sugere que ambientes pouco sazonais oferecem condições pouco restritivas para o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos durante o ano todo (Talora & Morellato 2000). Esta idéia é reforçada pela ocorrência do pico de frutificação na estação menos úmida e pela correlação negativa entre frutificação e pluviosidade nas áreas amostradas.

As análises de correlação mostraram que as fenofases e as variáveis temperatura e pluviosidade foram altamente correlacionadas nos seis meses precedentes ao período de estudo, o que leva a crer que as plantas das áreas de estudo de fato recebem suas limitações fenológicas bem antes de suas respectivas respostas. A temperatura apresentou maior número de correlações altamente significativas com as fenofases se comparada à pluviosidade, principalmente na Área de borda.

Marques *et al.* (2004) encontraram, em uma floresta com araucária, variações na fenologia de diferentes formas de vida, e estas variações foram fortemente relacionadas ao comprimento do dia e à temperatura dos meses precedentes. Morellato *et al.* (2000), ao comparar diferentes áreas de Floresta Atlântica, também encontraram correlações significativas entre as fenofases vegetativas e as variáveis climáticas de quatro meses anteriores ao estudo.

A floração das espécies na área de borda apresentou correlações negativas altamente significativas com a temperatura do período de estudo e com os três meses anteriores a ele. Isto pode ser devido às características da borda, como menor porte da maioria dos indivíduos arbóreos, copas pouco densas, maior densidade de arbustos e herbáceas, deixando esta área mais sujeita à insolação e às variações de temperatura.

Uma análise estatística testando a ocorrência ou não de sazonalidade nas áreas amostradas foi realizada no capítulo 2 desta tese.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of Linnean Society**, **141**:399-436.
- Bencke, G. A. 1998. **Ecologia do sabiá-cica [*Trichilaria malachitaceae* (SPIX, 1824)] em fragmentos florestais remanescentes do Estado do Rio Grande do Sul: ocupação do ambiente e alimentação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, câmpus de Rio Claro, SP.
- 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. **Revista Brasileira de Botânica** **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. **Revista Brasileira de Botânica** **25**(3):269-275.
- Brack, P., Rodrigues, R. S. Sobral, M. & Leite, S. 1998. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Sér. Botânica** **51**(2):135-248.
- Buss, G. 2001. **Estudo da densidade populacional do bugio-ruivo *Alouatta guariba clamitans* (Cabrera, 1940) (Primates, Atelidae) nas formações florestais do Morro do Campista, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS**. Dissertação de mestrado. PPG-Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS.
- Corrêa, M. F. 2005. **Ecologia de graxains (Carnivora:Canidae; *Cerdocyon thous* e *Pseudalopex gymnocercus*) em um remanescente de Mata Atlântica na região metropolitana de Porto Alegre, Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Cunha, A. S. 1994. **Aspectos sócio-ecológicos de um grupo de bugios (*Alouatta fusca clamitans*) no Parque Estadual de Itapuã, RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** **24**:422-423.
- Fournier, L. A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque umedo premontano de San Pedro de Montes Oca, Costa Rica. **Turrialba** **26**(1):54-59.
- Fournier, L.A. & Charpentier, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba** **25**:45-48.
- Frankie, G. W, Baker, H. G. & Opler, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** **62**:881-913.
- Hilty, S. L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. **Biotropica** **12**(4):292-306.

- IBGE - 1986. **Folhas SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH21 Uruguaiana e SH 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, usopotencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais**, v.33. Rio de Janeiro, 796 pp.<sup>28</sup>
- Irgang, G. V. & Oliveira, P. O. 2004. Análise espacial e temporal do estado de conservação do Parque Estadual de Itapuã/RS e sua zona de amortecimento: subsídios para o estabelecimento de Unidades de Conservação. **Natureza & Conservação** 2(2):19-31
- Janzen, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution** 21:620-637.
- Janzen, D. H. 1975. **Ecologia vegetal nos trópicos**. EPU e EDUSP. São Paulo.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra**. Mexico, F. C. E.
- Lieth, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Pp. 3-19. In: **Phenology and seasonality modeling** (H. Lieth, ed.). Berlin: Springer-Verlag (Ecological Studies, 8).
- Marques, M. C. M., Roper, J. J. & Salvalaggio, A. P. B. 2004. Phenological patterns among life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology** 173:203-213.
- Mikich, S. B. & S. M. Silva. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecídua, no Centro Oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 15(1):89-113.
- Monasterio, M. & Sarmiento, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography** 3:325-356.
- Morellato, L. P. C. 1991. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Morellato, L. P. C., Rodrigues, R. R., Leitão Filho, H. F. & Joly, C. A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 12:85-98.
- Morellato, L. P. C. & Leitão Filho, H. F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia** 50(1):163-173.
- Morellato, L. P. C. & Leitão Filho, H. F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In L. P. C. Morellato (Ed.). **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de um área florestal no Sudeste do Brasil**. pp. 112-140. Editora da UNICAMP / Fapesp, Campinas, Brasil.
- Morellato, P. C., Talora, D. C., Takahasi, A., Bencke, C. S. C., Romera, E. C. & Zipparro, V. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica** 32(4b):811-823.

- Neter, J., Wasserman, W. & Kutner, M. H. 1985. **Applied linear statistical models**. Richard. D. Irwin, Inc., Homewood.
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** **26**(2):141-159.
- Opler, P. A., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography** **3**(3):231-236.
- Opler, P. A., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** **68**:167-188.
- Rathke, B & Lacey, E. P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and 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. **Journal of Ecology** **72**:61-74.
- Rio Grande do Sul. 1997. **Plano de manejo: Parque Estadual de Itapuã**. Departamento de Recursos Naturais renováveis, SAA, Porto Alegre, 158p.
- Stiles, F. G. 1979. Regularity, randomness, and aggregation in flowering plants. **Science** **203**:471.
- Talora, D. C. & Morellato, P. C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**(1):13-26.
- Van der PIJL, L.. **Principles of dispersal in higher plants**. Germany: Springer-Verlag, 1982. 215p.
- Van Schaik, C. P., Terborgh, J. W. & Wright, S. J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics** **24**:353-377.
- Walter, H. 1986. **Vegetação e zonas climáticas**. EPU. São Paulo.

### III. ARTIGO 2

#### FENOLOGIA COMPARATIVA E SAZONALIDADE DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DE INTERIOR E DE BORDA DE FLORESTA SEMIDECÍDUA NO PARQUE ESTADUAL DE ITAPUÃ, VIAMÃO, RS.

##### RESUMO

Este trabalho compara o comportamento fenológico de espécies arbóreas em duas formações fisionômica distintas – uma área de interior de floresta e outra de borda – de uma floresta semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, Região Metropolitana de Porto Alegre, sul do Brasil. O clima da região é subtropical úmido sem estação seca, com temperatura média anual em torno de 19,5°C. A precipitação anual varia entre 1.100 e 1.300 mm e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. Dados de floração, frutificação, queda foliar e brotamento foram coletados mensalmente para um total de 54 espécies no período entre outubro/2002 e março/2004. Foi feita a análise de correlação entre as fenofases e as variáveis climáticas pluviosidade e temperatura durante o período de estudo, entre as fenofases e as variáveis climáticas dos seis meses anteriores e entre as fenofases e os dados médios de pluviosidade e temperatura para um período de 30 anos. As relações entre as fenofases vegetativas e as variáveis climáticas foram similares em ambas as áreas, sugerindo que as espécies amostradas são afetadas de modo semelhante pelo clima. A queda foliar e o brotamento ocorreram simultaneamente nas duas áreas. O comportamento fenológico das fenofases reprodutivas diferiu nas áreas amostradas. O pico principal de floração ocorreu um mês antes na borda, e no interior da floresta esta fenofase exibiu um pico secundário que não foi observado na borda. A floração mostrou correlação positiva com a pluviosidade no interior da floresta e negativa na borda. Na borda, a resposta da floração ao aumento da temperatura foi quase imediata, reduzindo a atividade tão logo a temperatura se manteve elevada. No interior da floresta, o retardo na resposta da floração ao aumento da temperatura foi de 3–4 meses. Esta diferença pode ser atribuível às diferenças de microclima que existem entre as áreas. A vegetação na borda é constituída tipicamente por indivíduos arbóreos de menor porte, apresenta dossel menos denso e maior densidade de arbustos e herbáceas em comparação com a área de interior da floresta, estando mais sujeita à insolação e às variações de temperatura do que esta. As análises de correlação mostraram que as fenofases apresentaram mais correlações significativas com a temperatura do que com a pluviosidade, e que a área de borda teve mais correlações significativas do que a área de interior de floresta. O teste de Rayleigh mostrou que, das fenofases observadas, apenas a queda foliar foi sazonal, embora as demais fenofases tenham apresentado picos de atividade pronunciados no período de amostragem.

Palavras chave: borda de floresta, espécies arbóreas, análise de correlação, teste de Rayleigh, sazonalidade

**ABSTRACT**

**COMPARATIVE PHENOLOGY AND SEASONALITY OF THE ARBOREAL VEGETATION AT THE INTERIOR AND EDGE OF A SEMIDECIDUOUS FOREST IN ITAPUÁ STATE PARK, VIAMÃO, RS** - This paper compares the phenological patterns of arboreal plant species at two physiognomically distinct sites – one in the interior and the other at the edge – of a semideciduous forest in Itapuá State Park, metropolitan area of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, southern Brazil. Climate in the region is subtropical humid with no pronounced dry season. The mean annual temperature is around 19.5°C. The annual precipitation varies from 1.100 to 1.300 mm and the rains are well distributed throughout the year. Data on flowering, fruiting, leaf fall and leaf flushing for 54 species were collected monthly from October 2002 to March 2004. Correlations were estimated between the phenophases and data on rainfall and temperature for the study period and for each one of the six preceding months, and also between the phenophases and the average monthly rainfall and temperature for a 30 years period. The relationship between the vegetative phenological phases and climatic variables was similar in both areas, suggesting that the sampled species are affected by the local climate in a similar way. Leaf fall and flushing were simultaneous in both areas. The phenological pattern of the reproductive phenophases differed in the study sites. The main flowering peak occurred one month earlier at the edge site, and at the forest interior this phenological phase showed a secondary peak not detected at the edge. Flowering was positively correlated with rainfall at the forest interior and negatively correlated with this climatic variable at the edge. At the edge, flowering response to the increase in temperature was almost immediate, and this phase showed a decrease of activity as soon as the temperature attained higher values. In the forest interior, flowering response to the increase in the temperature had a time-lag of 3–4 months. This divergence may be due to differences in microclimate between the areas. Vegetation at the forest edge is typically composed of arboreal individuals of lower stature, has a less dense canopy and a greater density of shrubs and herbs if compared with the forest interior. In consequence, this site was more exposed to sunlight and to temperature oscillations than the forest interior site. Correlation analysis showed that the phenological phases were more strongly associated with temperature than with the rainfall, and that the edge had more significant correlations than the forest interior. The Rayleigh test revealed that, of all phenological phases considered, only leaf fall was truly seasonal, even though the other phenophases showed pronounced peaks of activity throughout the sampling period

Key words: forest edge, tree species, correlation analyses, Rayleigh test, sazonality.

## 1. INTRODUÇÃO

Vários autores têm ressaltado a necessidade de estudos que esclareçam os mecanismos reguladores dos ritmos periódicos de crescimento e reprodução das plantas em florestas tropicais (Janzen 1967, Morellato *et al.* 1989, Newstrom *et al.* 1994). Além das características genéticas (endógenas) que determinam a periodicidade dos ciclos biológicos das plantas (Walter 1986), sabe-se que fatores climáticos e fatores bióticos também podem interferir na sazonalidade dos eventos fenológicos (Morellato *et al.* 1989, Costa *et al.* 1997). Porém, ainda não está claro como cada um destes fatores contribui para as flutuações observadas nos padrões de floração, frutificação e mudança foliar da vegetação, sobretudo nos trópicos, onde o clima tende a ser mais estável do que nas regiões temperadas.

Além dos fatores climáticos ambientais, também variações no micro-habitat podem influenciar os padrões fenológicos das plantas. Ao comparar espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica, Bencke & Morellato (2002a) encontraram heterogeneidade de padrões individuais entre populações próximas, possivelmente em razão de diferenças na altura do dossel e devido à movimentação e exposição do lençol freático.

Estudos fenológicos desenvolvidos em áreas subtropicais no sul do Brasil são raros (Mikich & Silva 2001, Marques *et al.* 2004). A maioria das informações fenológicas disponíveis estão dispersas em pesquisas sobre caracterização de habitat de animais frugívoros (Cunha 1994, Bencke 1998, Corrêa 2005) ou em estudos de polinização, predação, e dispersão.

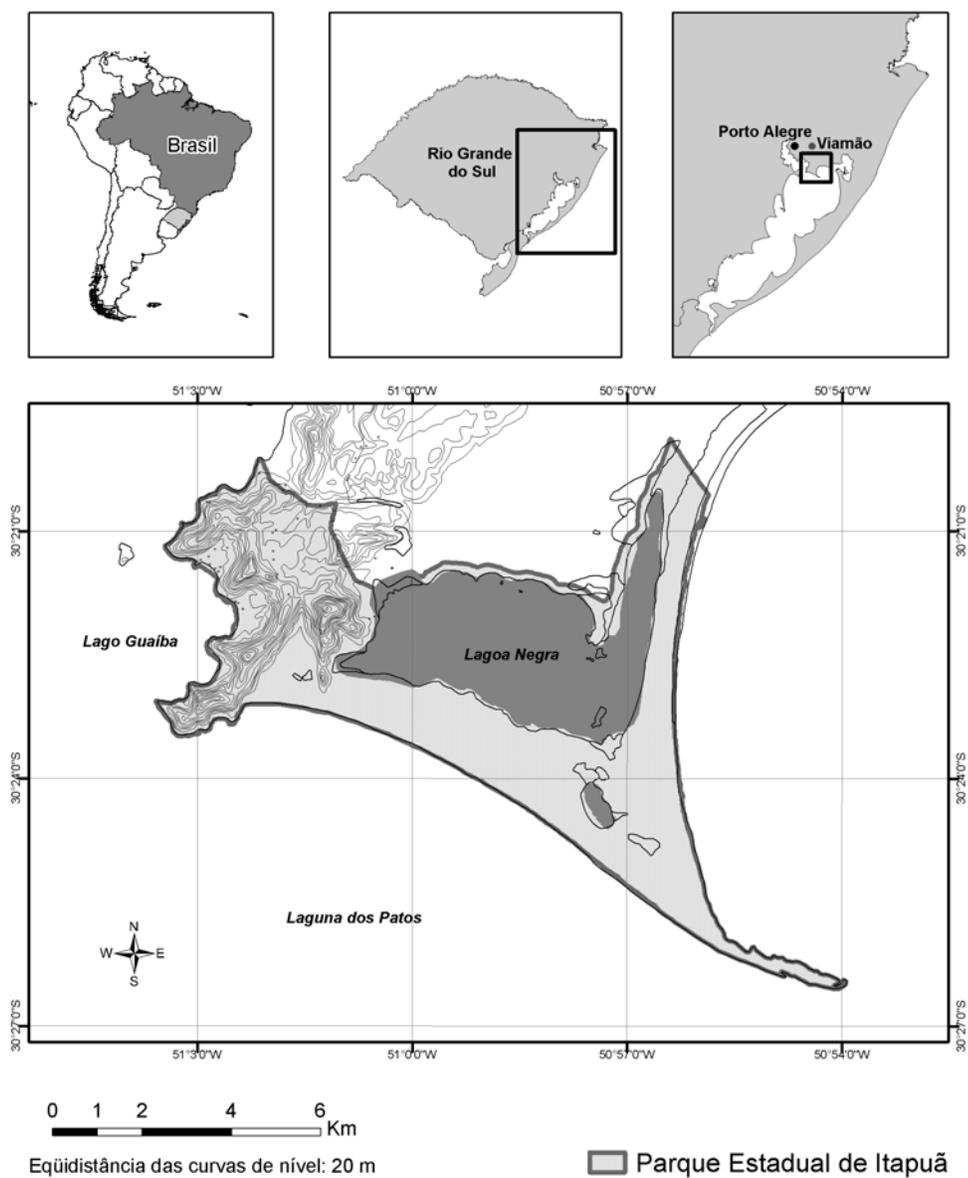
O Parque Estadual de Itapuã é uma das poucas áreas da Região Metropolitana de Porto Alegre onde estão representadas e preservadas as diversas fitofisionomias que ocorriam na orla do lago Guaíba e nos morros graníticos do município, as quais são hoje raras devido à expansão urbana (Rio Grande do Sul, 1997). A proximidade em relação à área urbana de Porto Alegre e a grande procura como área de lazer conferem ao PEI uma fragilidade em termos de proteção dos seus recursos naturais (Irgang & Oliveira 2004), ressaltando a importância de se definirem ações adequadas de conservação e manejo que garantam a manutenção destes recursos para as gerações futuras.

O presente estudo compara o comportamento fenológico da vegetação arbórea de duas áreas (no interior e na borda) de uma floresta semidecídua do Parque Estadual de Itapuã, no sul do Brasil, e verifica a existência ou não de sazonalidade nas áreas amostradas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. **ÁREA DE ESTUDO** – O Parque Estadual de Itapuã (PEI) está localizado no município de Viamão, Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 30° 20' e 30° 27'S e 50° 51' e 51° 05' W, abrangendo parte das bacias hidrográficas do Lago Guaíba e da Laguna dos Patos (Fig.1.). O PEI foi criado em 14 de julho de 1973, mas permaneceu em estado de abandono até 1985. Nesse período, esteve sujeito ao crescimento de loteamentos clandestinos de veraneio, à exploração de pedreiras para extração de granito-rosa e à visitação desordenada. Todos estes impactos foram responsáveis por sérias alterações ambientais, cujas conseqüências podem ser observadas até hoje. Atualmente, as áreas situadas no interior da PEI encontram-se em processo de recuperação, principalmente após a retirada do gado e a remoção de espécies arbóreas exóticas (Irgang & Oliveira 2004). Em 1985 foi criada a CLEPEI (Comissão de Luta pela Efetivação do Parque Estadual de Itapuã), cujos esforços conseguiram cessar as atividades exploratórias e motivar pesquisadores de várias instituições a desenvolver estudos no parque.

Na área de 5.566,5 ha que compõe o PEI ocorrem duas formações geológica e estruturalmente muito distintas: os morros graníticos, originados há mais de 500 milhões de anos, e a planície sedimentar, ainda não consolidada, formada durante o Quaternário. A vegetação da região de Itapuã apresenta-se muito diversificada, principalmente devido às variações ambientais determinadas pela proximidade dos morros graníticos com a planície sedimentar em uma área relativamente restrita, classificada como Área de Tensão Ecológica (IBGE 1986). São morros, praias, restingas, dunas, lagoas e banhados onde a vegetação adapta-se a estas variáveis, diversificando-se conforme os diferentes tipos fisionômico-florísticos (Irgang & Oliveira 2004).



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul

Figura 1. Localização do Parque Estadual de Itaipu no Rio Grande do Sul e no Brasil

2.2. CLIMA – O clima da região é classificado como *Cfa*, segundo o sistema de Köppen (1948), podendo ser descrito como subtropical úmido sem estação seca, com temperaturas médias anuais em torno de 19,5°C. A precipitação anual varia entre 1.100 e 1.300 mm e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. Os verões são quentes, com temperatura média do mês mais quente superior aos 22°C (Rio Grande do Sul, 1997). Os dados climáticos aqui utilizados foram fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia e coletados na estação climatológica de Porto Alegre, a aproximadamente 60 km da área de estudo.

Os dados climáticos médios de 30 anos (1961 a 1990; Fig.2) mostram a existência de uma tênue sazonalidade. O período de junho a outubro, equivalente ao inverno e início da primavera, caracteriza-se por chuvas mais constantes e intensas, com pluviosidade média mensal de 130 mm. O período de novembro a maio corresponde a uma estação menos úmida, cuja precipitação média mensal é de 100 mm.

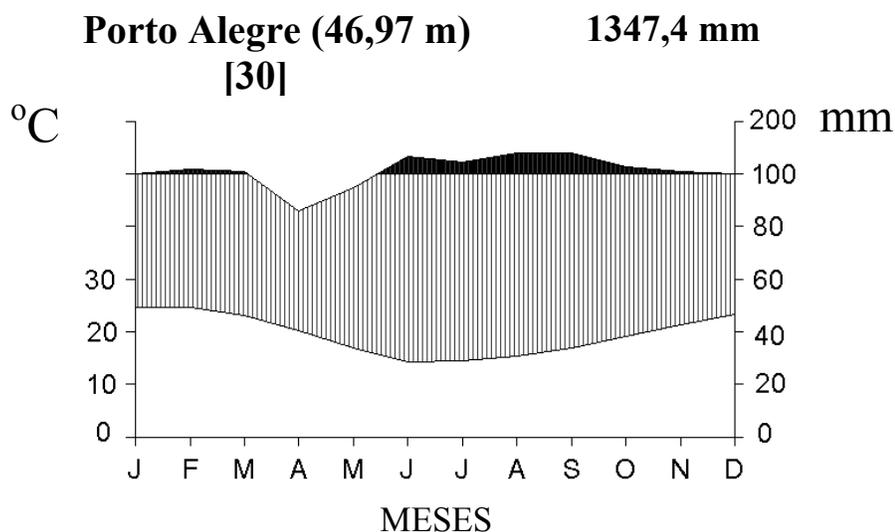


Figura 2. Diagrama climático de Porto Alegre, RS (período 1961–1990), construído segundo Walter (1986).

O clima durante o período de estudo divergiu consideravelmente das médias históricas de 30 anos (Fig. 3). Precipitações mais intensas e constantes, cerca de 157,8 mm mensais, ocorreram ao longo de 2002 e nos primeiros meses de 2003. Neste último ano, entretanto, também ocorreram os menores índices pluviométricos: 46 mm no mês de maio, 57,8 mm em agosto e 56,2 mm em setembro. A temperatura média para o período de observação (outubro de 2002 a março de 2004) foi de 20,8°C e a pluviosidade média de 115 mm mensais.

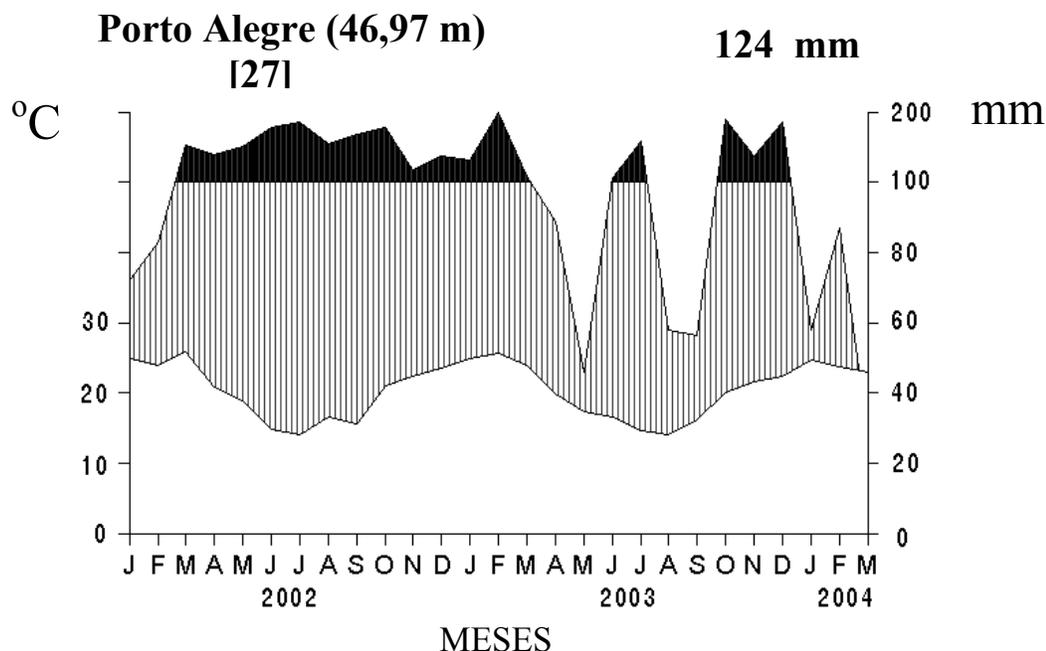
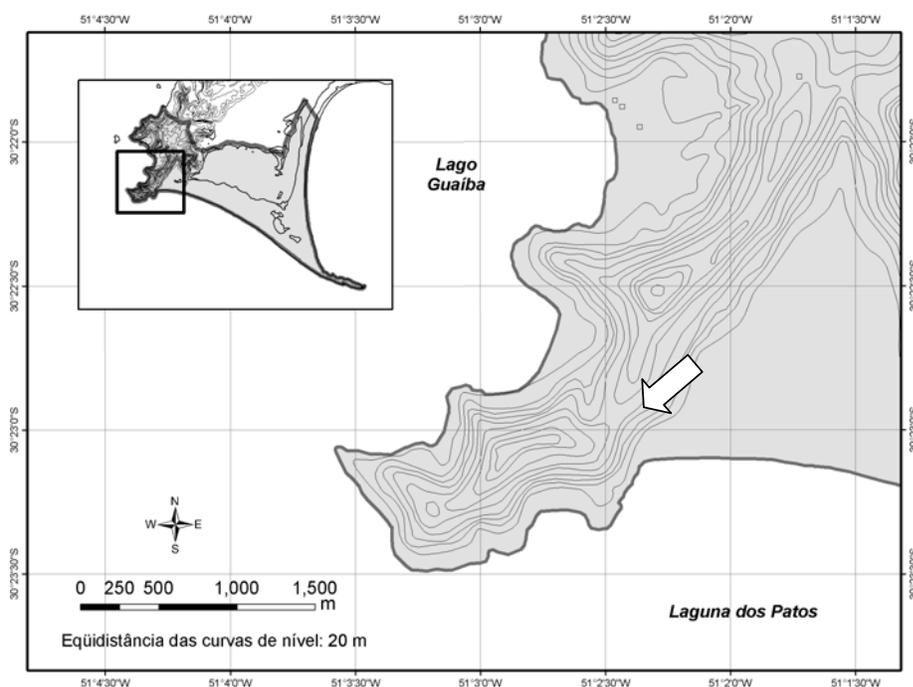


Figura 3. Diagrama climático da região de Porto Alegre, RS, para o período de observação (incluindo observações preliminares a partir de janeiro de 2002), construído segundo Walter (1986). Dados fornecidos pelo 8º Distrito de Meteorologia e coletados na estação climatológica principal de Porto Alegre.

2.3. ÁREAS AMOSTRADAS - O local estudado foi o Morro do Campista (30°23'S e 51°02'W), também conhecido como Ponta de Itapuã, o qual constitui um complexo orogênico granítico que marca a divisa entre a Laguna dos Patos e o Lago Guaíba (Fig. 4). O topo do morro, cujo cume principal atinge 182 m de altitude, apresenta afloramentos rochosos, enquanto as encostas são cobertas por matas (Rio Grande do Sul, 1997). O presente estudo foi realizado em duas formações fisionômica e ecologicamente distintas, sendo uma área de interior de floresta e a outra de borda de floresta – localizadas nas porções baixas da encosta sul do morro.

A área de interior de floresta está localizada na base do Morro do Campista, sobre um terreno bastante pedregoso e íngreme, cuja inclinação pode chegar a 45° em alguns pontos. Estas condições de relevo, a proximidade da laguna dos Patos e a orientação sul garantem uma maior umidade relativa do ar, sobretudo durante os meses de inverno, quando mesmo em dias ensolarados o interior da mata é tomado por luz difusa a maior parte do tempo e os raios de sol chegam até o solo apenas entre as 11:00

e 15:00 horas. A altura do dossel varia de 10 a 20 m, podendo ser observados dois a três estratos arbóreos. Este tipo de comunidade florestal é descrita por Brack *et al.* (1998) como mata mesófila ou meso-higrófila, termo empregado também por Buss (2001) para esta mesma área. Segundo IBGE (1986), este tipo de floresta é classificado como Floresta Estacional Semidecidual. Os elementos florestais encontrados são generalistas quanto ao hábitat e têm ampla distribuição no Rio Grande do Sul. Algumas das espécies mais comuns no sub-bosque da floresta são *Gymnanthes concolor* Spreng., *Trichilia elegans* A. Juss. e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith et Downs. Já as espécies *Guapira opposita* (Vell.) Reitz., *Trichilia claussenii* C. DC., *Allophyllus edulis* (St.Hil.) Radlk, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. e *Patagonula americana* L. destacam-se no dossel.



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.

Figura 4. Localização da área de estudo (encost sul do Morro do Campista) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS.

A borda da floresta analisada no presente estudo está localizada sobre um terreno plano e inclui as fisionomias vassoural (dominância de vassoura-vermelha *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq), maricazal, borda propriamente dita e mesclas destas fisionomias com ambientes próximos. As espécies mais comuns nessa área, além de *D. viscosa*, são *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Ktze., *Lithraea brasiliensis* March., *Myrsine umbellata* Mart., *Erythroxylum argentinum* O. Sch. e *Butia capitata* (Mart.) Becc.

2.4. MÉTODOS DE AMOSTRAGEM – No interior de floresta foram demarcadas 20 parcelas contíguas de 10 x 10 m (0,2 ha). Na borda foi demarcada uma faixa de 250 x 8m (0,2 ha), ao longo de uma trilha pré-existente que margeia parte da base do Morro do Campista. Os indivíduos nestas unidades amostrais foram marcados e numerados com fita adesiva plástica e incluídos na amostragem de acordo com os seguintes critérios: 1)  $DAP \geq 5\text{cm}$  (medida para incluir as arvoretas de subosque) e 2) visibilidade da copa suficiente para observar as fenofases. Através deste procedimento, foram selecionados 186 indivíduos de 31 espécies e 19 famílias no interior da floresta, e 116 indivíduos pertencentes a 23 espécies e 14 famílias na borda. As espécies foram classificadas taxonomicamente segundo APG (2003) e agrupadas pelo padrão de floração, modo de dispersão, padrão de queda foliar e brotamento e estrato ocupado. As espécies observadas, respectivas famílias com nomes dos autores, número de indivíduos por espécie, informações fenológicas e ecológicas constam na Tabela 1.

2.5. OBSERVAÇÕES FENOLÓGICAS – As observações foram realizadas mensalmente (Frankie *et al.* 1974, Fournier & Charpentier 1975) no período de outubro de 2002 a março de 2004, registrando-se dados de floração (botões florais e flores em antese), frutificação (frutos em desenvolvimento e frutos maduros prontos para dispersão), brotamento (surgimento de folhas novas) e queda foliar, com auxílio de binóculo. O período de atividade das fenofases foi determinado pela presença ou ausência da fenofase. A intensidade dos eventos fenológicos foi estimada individualmente, através de uma escala semi-quantitativa com valores variando entre 0 e 4, onde: 0 = ausência da fenofase; 1 = magnitude da fenofase entre 1% e 25%; 2 = magnitude da fenofase entre 26% e 50%; 3 = magnitude da fenofase entre 51% e 75%; 4 = magnitude da fenofase entre 76% e 100% (Fournier 1974). Os padrões de floração nos quais as espécies foram agrupadas seguem a terminologia usada por Morellato (1991) e Newstrom *et al.* (1994), com algumas modificações. Estes padrões foram: floração contínua – os indivíduos florescem de forma constante durante o ano todo; floração subanual – caracteriza-se pela ocorrência de dois (ou mais) eventos de floração durante o ano, separados por períodos de duração variável; floração anual – períodos de floração ocorrem anualmente na mesma época do ano; e floração supra-anual - quando o intervalo entre duas florações é superior a um ano. Estes mesmos critérios foram usados para os padrões de frutificação. O modo de dispersão foi definido por consulta à bibliografia, quando necessário, e as espécies foram agrupadas em três síndromes de dispersão, conforme van der Pijl (1982) e Morellato e Leitão-Filho (1992): anemocoria (dispersão pelo vento), zoocoria (dispersão por animais) e outros (dispersão explosiva e dispersão passiva). Quanto aos padrões de brotamento e queda foliar, as espécies foram classificadas em três categorias: decídua – espécie com queda e produção de folhas concentradas em uma determinada época, ficando por um período de tempo quase ou totalmente sem folhas; semidecídua – espécie com um período de maior

intensidade de queda de folhas, não muito concentrado, nunca ficando totalmente sem folhas e apresentando padrões variados de produção foliar; e perenifólia – espécie que produz continuamente, ou de forma intermitente, uma pequena quantidade de folhas novas e não apresenta queda de folhas concentrada numa determinada época do ano, sendo esta, em geral, imperceptível ou pouco notória.

2.6. ANÁLISE DE DADOS – Para análise da fenologia das espécies amostradas utilizou-se o índice de atividade das espécies e o número de indivíduos manifestando cada uma das fenofases, mais indicado para estudos em escala de comunidade (Bencke & Morellato 2002b). A intensidade das fenofases foi estimada através do percentual de atividade de Fournier. Estes métodos são descritos a seguir.

Índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos) – Método de análise simples, que leva em conta apenas a presença ou a ausência da fenofase. No nível individual, este método de análise tem caráter qualitativo. No nível populacional, entretanto, assume caráter quantitativo, indicando a porcentagem de indivíduos da população que estão manifestando determinado evento fenológico. Este método também foi utilizado para estimar a sincronia entre os indivíduos de uma população, considerando-se que quanto maior o número de unidades manifestando a fenofase ao mesmo tempo, maior é a sincronia desta população.

Porcentual de intensidade de Fournier – Neste método, os valores obtidos em campo através de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4) permitem calcular a porcentagem de intensidade da fenofase. Em cada mês, faz-se a soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos de cada espécie e divide-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor obtido, que corresponde a uma proporção, é então multiplicado por 100, para transformá-lo em um valor percentual. Este método foi proposto por Fournier (1974).

Análises de correlação – O coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ) foi calculado para avaliar a existência de correlação entre o número de espécies em cada fenofase por mês e as variáveis climáticas pluviosidade e temperatura no mesmo período e em cada um dos seis meses precedentes às observações. A variável comprimento do dia (fotoperíodo) não foi considerada nas análises por estar fortemente correlacionada à temperatura (Neter *et al.* 1985) e porque não foi possível obter os dados correspondentes ao período de amostragem.

Análise estatística circular – O teste de Rayleigh foi utilizado para verificar a existência de sazonalidade nas fenofases em ambas as áreas amostradas. Para cada espécie em cada área, foram calculadas quatro variáveis fenológicas reprodutivas e duas vegetativas, conforme Morellato *et al.* (2000): (a) data de início de floração, (b) data de pico de floração, (c) data de início de frutificação, (d) data de pico de frutificação, (e) data de pico de brotamento foliar e (f) data de pico de queda foliar. As variáveis reprodutivas foram calculadas com base no número de indivíduos ativos ( $\geq 1$ ) por mês para

cada espécie e no índice de intensidade de Fournier (1974). Para calcular os parâmetros da estatística circular, os meses foram convertidos em ângulos, de  $0^\circ =$  janeiro ( $n^\circ 1$ ) até  $330^\circ =$  dezembro ( $n^\circ 12$ ), em intervalos de  $30^\circ$  (Morellato *et al.* 2000). A variável numérica corresponde ao número de espécies manifestando um determinado evento fenológico em cada mês. Quando o pico de fenofase ocorreu em dois meses consecutivos, utilizou-se a média, ou seja, dividiu-se o valor correspondente à espécie entre os dois meses. Quando o pico ou a data de início foram diferentes nos dois anos de amostragem, utilizou-se novamente a média. Espécies que portaram flores ou frutos por períodos mais longos do que oito meses foram excluídas da análise estatística circular por serem consideradas de floração/frutificação contínua. A frequência de ocorrência de espécies em cada variável fenológica, dentro de cada ângulo, foi calculada e os parâmetros estimados para cada área são listados a seguir (ver Zar 1996 para detalhes das descrições e fórmulas): ângulo médio ( $\alpha$ ), dispersão angular e vetor ( $r$ ), uma medida de concentração em torno do ângulo médio. O ângulo médio  $\alpha$  ou data média é a época do ano ao redor da qual as datas de uma dada fenofase ocorreram para a maioria das espécies. O teste Rayleigh ( $z$ ) determina a significância deste ângulo médio. As hipóteses testadas foram:  $H_0$  = as datas estão distribuídas uniformemente (ou aleatoriamente) ao longo do ano; não há uma direção média, ou seja, não há sazonalidade;  $H_A$  = as datas não estão uniformemente distribuídas ao redor do ano, há um ângulo médio ou direção média significativa e, conseqüentemente, há sazonalidade. O vetor  $r$  não apresenta unidade e pode variar de 0 (quando a atividade fenológica está distribuída uniformemente ao redor do ano) a 1 (quando a atividade fenológica está concentrada em torno de uma única data ou época no ano). Se  $H_A$  for aceita, a intensidade da concentração em torno de um ângulo médio, representada por  $r$ , pode ser considerada uma medida do "grau" ou intensidade de sazonalidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 54 espécies de árvores e arvoretas analisadas no presente estudo, com as respectivas características fenológicas e período de ocorrência das fenofases, são listadas nas Tabelas 1 e 2. Os coeficientes de correlação de Spearman e os valores de **p**, relacionando as fenofases e as variáveis climáticas pluviosidade total mensal e temperatura média mensal, tanto do período de estudo como dos seis meses precedentes às observações, estão nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 1. Dados fenológicos de árvores e arvoretas observadas na área de interior de floresta, Parque Estadual da Itapuã, com respectivas famílias, número de indivíduos observados, período de floração, padrão de floração, período de frutificação, modo de dispersão, período de queda foliar, padrão de queda foliar, período de brotamento, fluxo de brotamento e estrato ocupado. (1 a 12 = meses do ano em que ocorreu a fenofase; NQ = sem queda foliar marcante; TP = queda foliar durante todo o período de observação; NF = sem fluxo marcante de produção de folhas novas; FI = fluxo intermitente de folhas novas; ---- = fenofase não observada; \* = informação obtida da bibliografia.)

FAMÍLIA Espécie	N	Período de floração Padrão de floração	Período de frutificação Modo de dispersão	Período de queda foliar Padrão de queda foliar	Período de brotamento Fluxo de brotamento	Estrato ocupado
ANACARDIACEAE						
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand.	1	---- anual*	---- autocoria*	---- perenifólia*	10 NF	dossel
ARECACEAE						
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.	7	1-2,8 subanual	11-3 zoocoria	NQ perenifólia	FI	dossel
BIGNONIACEAE						
<i>Tabebuia pulcherrima</i> Sandwith	2	---- anual*	---- anemocoria*	3-6 decídua	11-12	dossel
BORAGINACEAE						
<i>Patagonula americana</i> L.	12	10 anual	11-12 anemocoria	1-5 semidecídua	10-12, 3, 9-10	dossel
CLUSIACEAE						
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch & Triana) Zappi	1	---- anual *	---- zoocoria *	NQ perenifólia	10, 2 NF	subosque
EBENACEAE						
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	1	---- anual *	---- zoocoria	NQ perenifólia	10-12	subosque
ERYTHROXYLACEAE						
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	2	---- anual *	---- zoocoria	NQ perenifólia	10-12	dossel
EUPHORBIACEAE						
<i>Gymnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	21	9-10 anual	11 zoocoria	NQ perenifólia	9-10	subosque
<i>Pachistroma longifolium</i> (Nees) Johnst.	2	10-11 anual	---- zoocoria	11 perenifólia	11-12, 10	emergente
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	1	11 anual	2-3 zoocoria	6-9 decídua	10-11	emergente
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Smith & Downs	20	10 anual*	4-7 autocoria	NQ semidecídua	10-3	dossel
LAURACEAE						
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	1	---- anual *	---- zoocoria*	2-5 perenifólia	9-10	dossel

Tab. 1 Cont.

MALVACEAE						
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	2	2-3,11 anual	9 anemocoria	5-9 decídua	10-12, 9-11	dossel
MELIACEAE						
<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	31	10-12 anual	2-3 zoocoria	TP perenifòlia	10-11, 9-11	dossel
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	23	11-12 anual	6-7,12-3 zoocoria	1-3,12 perenifòlia	10-12, 9-11 FI	subosque
MYRSINACEAE						
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	1	5 anual*	---- zoocoria	NQ perenifòlia	10, 9 NF	dossel
MYRTACEAE						
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand.	15	3 anual*	---- zoocoria	NQ perenifòlia	10-11,3-4,9-11 FI	dossel
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand.	4	---- anual*	11 zoocoria	10-2 perenifòlia	10-12, 9-10 FI	dossel
<i>Myrciaria cuspidata</i> Berg	6	---- anual*	---- zoocoria	NQ perenifòlia	10-3, 9 FI	dossel
NYCTAGINACEAE						
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	6	7-10 anual	10-12 zoocoria	TP perenifòlia	10,2-6,8-9 FI	dossel
RUBIACEAE						
<i>Chomelia obtusa</i> Cham.& Schltldl.	1	---- ?	---- zoocoria*	6-9 decídua	10-11,2,9-10	subosque
<i>Faramea montevidensis</i> (Cham.& Schltldl.) DC.	1	12-1 anual	5-12 zoocoria	12, 3 perenifòlia	6-12 NF	subosque
SALICACEAE						
<i>Banara parviflora</i> (A.Gray) Benth.	1	---- ?	---- ?	7-9 semidecídua	10-11, 2 NF	dossel
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	10 anual	dez zoocoria	NQ perenifòlia	NF	dossel
SAPINDACEAE						
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess & A.Juss.) Radlk	7	7-8 anual	11,10 zoocoria	6 perenifòlia	10-12,6-9	dossel
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	4	---- anual*	11-12 zoocoria	TP perenifòlia	3-11 FI	dossel
SAPOTACEAE						
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	1	---- ?	---- zoocoria*	NQ perenifòlia	NF	dossel
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn) Radlk.	1	2-3 anual	11 zoocoria	NQ perenifòlia	10-12,9	dossel
URTICACEAE						
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	5	---- ?	1 zoocoria	12,1 perenifòlia	10-12	dossel
INDETERMINADAS						
indet 2	1	1-2 anual	---- ?	NQ perenifòlia	9 NF	dossel
indet 6	1	---- ?	3 ?	6 perenifòlia	NF	dossel

Tabela 2. Dados fenológicos de árvores e arvoretas observadas na área de borda de floresta, Parque Estadual de Itapuã com respectivas famílias, número de indivíduos observados, período de floração, padrão de floração, período de frutificação, modo de dispersão, período de queda foliar, padrão de queda foliar, período de brotamento, fluxo de brotamento e estrato ocupado. (1 a 12 = meses do ano em que ocorreu a fenofase; NQ = sem queda foliar marcante; TP = queda foliar durante todo o período de observação; NF = sem fluxo marcante de produção de folhas novas; FI = fluxo intermitente de folhas novas; ---- = fenofase não observada; \* = informação obtida da bibliografia.)

FAMÍLIA Espécie	N	Período de floração Padrão de floração	Período de frutificação Modo de dispersão	Período de queda foliar Padrão de queda foliar	Período de brotamento Fluxo de brotamento	Estrato ocupado
<b>ANACARDIACEAE</b>						
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	7	9-11 anual	12-3 autocoria	NQ perenifólia	9-11 FI	dossel
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	3	6-9 anual	1-4 zoocoria	NQ perenifólia	10-2,8-10 FI	dossel
<b>ARECACEAE</b>						
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	11	11-12 anual	1-2 zoocoria	NQ perenifólia	FI	dossel
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>						
<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E.S. Schulz	14	10 anual	5 zoocoria	NQ perenifólia	10,2-3,11 FI	subosque
<b>FABACEAE</b>						
<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	3	9-12 anual	12-2 autocoria	NQ perenifólia	10-11,5-10 FI	subosque
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze.	17	2 anual	5-8 anemocoria	5-9 decídua	10-12, 8-10 FI	dossel
<b>LAURACEAE</b>						
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Ness.	1	----	---- zoocoria	NQ perenifólia	10,2,9 FI	dossel
<b>MALVACEAE</b>						
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	1	---- anual*	---- anemocoria	5-9 decídua	10,9-10	dossel
<b>MYRSINACEAE</b>						
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	18	4-5 anual	11-2,7-11 zoocoria	NQ perenifólia	FI	dossel
<b>MYRTACEAE</b>						
<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess.	5	4 anual	11,9 zoocoria	NQ perenifólia	10,9 FI	subosque
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg	2	---- anual*	---- zoocoria*	NQ perenifólia	10-3 FI	dossel
<b>NYCTAGINACEAE</b>						
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2	7-10 anual	11,10 zoocoria	NQ perenifólia	12-3 FI	dossel
<b>QUILLAJACEAE</b>						
<i>Quillaja brasiliensis</i> (St. -Hil.& Tul.) Mart.	1	1 anual	---- autocoria	NQ perenifólia	NF	dossel
<b>RUBIACEAE</b>						
<i>Randia armata</i> (Sw.)DC.	3	---- ?	---- ?	10-11 perenifólia	NF	subosque

Tab. 2 Cont.

RUTACEAE						
<i>Zantoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	2 anual	---- zoocoria	8 semidecídua	8-9	dossel
SALICACEAE						
<i>Banara parviflora</i> (A.Gray) Benth.	1	---- ?	1 ?	6 semidecídua	10-11,7-11 FI	dossel
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	3	1-2 anual	12 zoocoria	5-9 decídua	10-1,7-10 FI	dossel
<i>Casearia silvestris</i> Sw.	6	9 anual	11 zoocoria	11-12 perenifólia	10-3,8-10 FI	dossel
SAPINDACEAE						
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	---- anual	11-12 zoocoria	NQ perenifólia	FI	dossel
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	11	7-9 anual	10-1 anemocoria	11-3 semidecídua	6	dossel
INDETERMINADAS						
Indet 3	1	12 anual	---- ?	NQ perenifólia	NF	dossel
Indet 4	1	11 anual	---- ?	10-11, 7-10 decídua	11-12,9	dossel
Indet 5	1	11 anual	1 ?	NQ perenifólia	NF	dossel

3.1 - QUEDA FOLIAR - A proporção de espécies decíduas (13%) e semidecíduas (17%; Tab.5) representa cerca de 21% e 31% dos indivíduos amostrados no interior e na borda da floresta, respectivamente. Em ambas as áreas a perda de folhas foi constante e com atividade decrescente, sempre com menos de 50% dos indivíduos manifestando a fenofase (Fig.5 e Fig. 6). Nas duas áreas a queda foliar não apresentou correlação significativa com a temperatura. Com a pluviosidade, entretanto, a queda foliar mostrou correlação positiva marginalmente significativa ( $r_s = 0.44$  e  $p = 0.07$ ) no interior da floresta, e significativa ( $r_s = 0.46$  e  $p = 0.05$ ) na borda, ambas relativas ao quinto mês precedente às observações (Tab. 3 e Tab. 4). Vários estudos têm relacionado a queda foliar à estação mais seca, sobretudo em ambientes sob forte sazonalidade climática e com estação seca bem definida (Janzen 1967, Daubenmire 1972, Frankie *et al.* 1974, Monasterio & Sarmiento 1976, Bullock & Solis-Magallanes 1990, Morellato & Leitão-Filho 1990). Segundo Jackson (1978), para plantas perenifólias em ambientes pouco sazonais sem estação seca severa, a queda foliar e o brotamento contínuos seriam estratégias vantajosas, pois permitiriam que a folha velha fosse mantida na árvore até ser realizada a translocação de nutrientes.

3.2 - BROTAMENTO - Nas duas áreas amostradas, uma alta proporção de espécies produziram folhas novas nos picos de atividade da fenofase (Fig.5 e Fig.6). A área de interior de floresta teve dois picos

principais de atividade e um período intermediário de atividade. Este pico intermediário de brotamento<sup>45</sup> durante a estação menos úmida provavelmente teve como fatores indutores o aumento do fotoperíodo

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e valores de p relacionando as fenofases apresentadas pelas espécies amostradas na área de interior de floresta e variáveis climáticas pluviosidade e temperatura média do período de observações e dos seis meses precedentes e médias dos 30 anos.

Variáveis	período de estudo		- 1 mês <sup>a</sup>		- 2 meses		- 3 meses		- 4 meses		- 5 meses		- 6 meses		média dos 30 anos <sup>b</sup>	
	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p
pluviosidade x floração	0.55	<b>0.02</b>	0.38	0.12	-0.23	0.36	0.07	0.79	-0.15	0.55	-0.27	0.28	0.07	0.79	0.18	0.46
pluviosidade x frutificação	0.11	0.66	-0.17	0.50	-0.31	0.21	-0.14	0.57	0.07	0.77	0.06	0.81	-0.62	<b>0.01</b>	-0.08	0.75
pluviosidade x queda foliar	-0.01	0.97	0.01	0.98	-0.06	0.81	0.21	0.40	0.31	0.21	0.44	0.07	0.42	0.08	0.04	0.88
pluviosidade x brotamento	0.23	0.36	0.07	0.80	0.14	0.57	-0.04	0.88	0.18	0.48	-0.04	0.87	0.05	0.85	0.35	0.16
temperatura x floração	0.35	0.15	-0.08	0.75	-0.29	0.24	-0.53	<b>0.02</b>	-0.47	<b>0.05</b>	-0.34	0.16	-0.25	0.33	0.30	0.22
temperatura x frutificação	-0.12	0.63	-0.10	0.70	-0.36	0.14	-0.37	0.13	-0.26	0.29	-0.29	0.25	-0.04	0.86	-0.04	0.87
temperatura x queda foliar	0.13	0.60	0.16	0.52	0.37	0.13	0.40	0.10	0.36	0.14	0.34	0.17	0.06	0.82	-0.10	0.70
temperatura x brotamento	-0.27	0.27	-0.41	0.09	-0.52	<b>0.03</b>	-0.44	0.07	-0.20	0.42	-0.04	0.87	0.33	0.18	-0.36	0.14

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Spearman ( $r_s$ ) e valores de p relacionando as fenofases apresentadas pelas espécies amostradas na área de borda e as variáveis climáticas pluviosidade e temperatura média do período de observações e dos seis meses precedentes, e médias dos 30 anos.

Variáveis	período de estudo		- 1 mês <sup>a</sup>		- 2 meses		- 3 meses		- 4 meses		- 5 meses		- 6 meses		média dos 30 anos	
	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p	$r_s$	p
pluviosidade x floração	0.16	0.51	0.05	0.83	0.13	0.60	-0.51	<b>0.03</b>	-0.19	0.44	-0.29	0.24	-0.14	0.58	0.43	0.08
pluviosidade x frutificação	0.31	0.22	0.20	0.43	0.19	0.45	0.15	0.57	-0.08	0.76	0.06	0.81	0.21	0.40	-0.38	0.12
pluviosidade x queda foliar	0.17	0.50	0.37	0.13	-0.05	0.83	0.05	0.83	0.38	0.12	0.46	<b>0.05</b>	0.44	0.07	0.12	0.63
pluviosidade x brotamento	0.31	0.20	0.07	0.77	-0.07	0.77	0.01	0.95	0.09	0.72	0.02	0.94	0.32	0.19	0.43	0.07
temperatura x floração	-0.59	<b>0.01</b>	-0.70	<b>0.001</b>	-0.73	<b>0.006</b>	-0.63	<b>0.01</b>	-0.43	0.08	0.06	0.83	0.55	<b>0.02</b>	-0.43	0.08
temperatura x frutificação	0.42	0.08	0.08	0.75	-0.19	0.46	-0.24	0.33	-0.53	<b>0.02</b>	-0.67	<b>0.002</b>	-0.37	0.13	0.47	<b>0.05</b>
temperatura x queda foliar	-0.08	0.75	-0.18	0.47	-0.13	0.61	-0.06	0.82	-0.06	0.80	0.18	0.49	0.22	0.39	-0.27	0.28
temperatura x brotamento	-0.09	0.72	-0.44	0.07	-0.52	<b>0.03</b>	-0.50	<b>0.03</b>	-0.20	0.24	-0.02	0.95	0.18	0.48	-0.19	0.45

<sup>a</sup> - 1 mês = primeiro mês precedente ao período de estudo; - 2 meses = segundo mês precedente, ... até sexto mês precedente; valores em negrito = correlações significativas

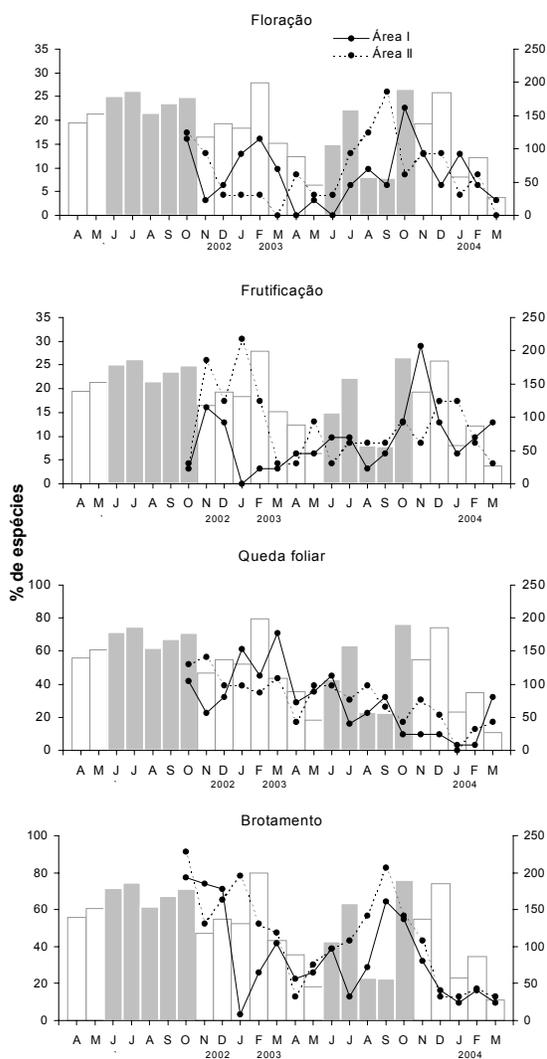


Figura 5. Porcentagem deespécies manifestando as fenofases na Área I: interior de floresta (linha contínua) e Área II: borda de floresta (linha pontilhada),no PEI, Viamão, RS.

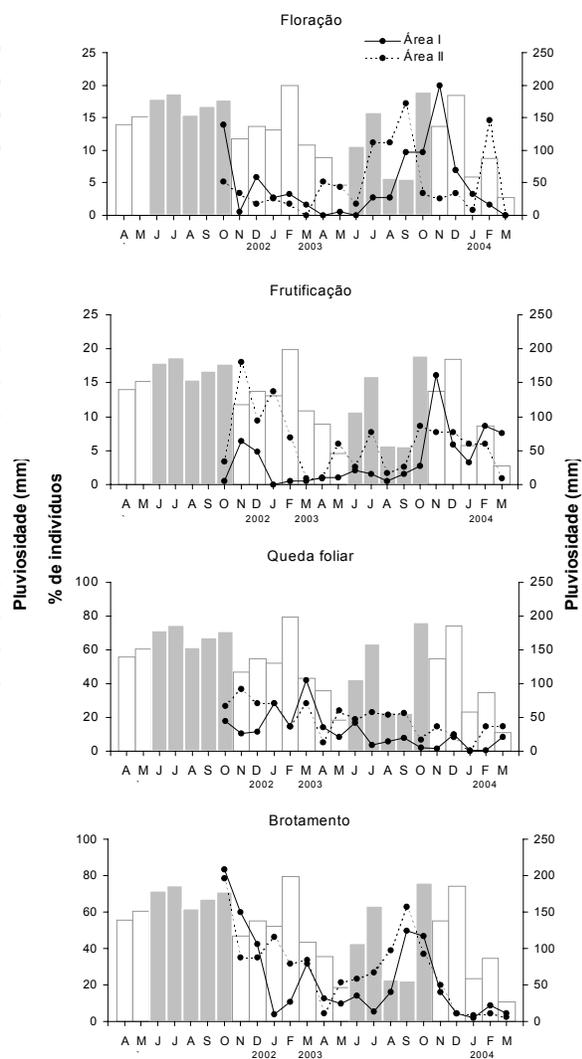


Figura 6. Porcentagem de indivíduos manifestando as fenofases na Área I: interior de floresta (linha contínua) e Área II: borda de floresta (linha pontilhada),no PEI, Viamão, RS.

e a elevação da temperatura. A área de borda apresentou dois picos apenas, um na estação menos úmida e outro na estação mais úmida. No interior da floresta esta fenofase apresentou correlação negativa significativa ( $r_s = -0.52$  e  $p = 0.03$ ) com a temperatura do segundo mês precedente às observações, coincidindo em grande parte com a borda, que mostrou correlação negativa significativa com a temperatura no segundo mês precedente ( $r_s = -0.52$  e  $p = 0.03$ ) e no terceiro mês precedente ( $r_s = -0.50$  e  $p = 0.03$ ).

Diversos estudos fenológicos sugerem que aumentos no fotoperíodo e na temperatura podem induzir o brotamento em árvores tropicais (Daubenmire 1972, Frankie *et al.* 1974, Morellato *et al.* 1989). O mesmo ocorreu nas áreas amostradas no presente estudo, com o brotamento concentrando-se no início da primavera. O brotamento possivelmente foi induzido pelo aumento da temperatura, mas cessou quando a temperatura média atingiu certo nível que poderia ser prejudicial ao desenvolvimento dos brotos foliares, o que provavelmente explica a correlação negativa encontrada entre esta fenofase e a temperatura.

Tabela 5. Número de espécies arbóreas de acordo com o padrão de decíduidade nas duas áreas de Floresta Semidecídua no PEI, Viamão, RS. Porcentagem entre parênteses.

	Padrão de decíduidade <sup>a</sup>		
	Parenifólia	Semi-decídua	Decídua
Área de interior de floresta (N = 31)	24 (77)	3 (10)	4 (13)
Área de borda de floresta (N = 23)	16 (70)	3 (13)	4 (17)

<sup>a</sup> definições em Material e métodos

3.3 - FLORAÇÃO - A proporção de espécies produzindo flores foi baixa no interior da floresta (58%) e pouco maior na borda (74%), e esta atividade foi quase constante durante as observações nas duas áreas (Fig.5 e Fig.6). O interior da floresta apresentou claramente dois picos de atividade: um principal (em outubro/2002 e 2003) e outro secundário (em fevereiro/2002 e janeiro/2003). A floração foi a fenofase que apresentou mais correlações significativas com as variáveis climáticas consideradas. Na Área I apresentou correlação significativa ( $r_s = 0.55$  e  $p = 0.02$ ) com a pluviosidade no período de estudo e com a temperatura do terceiro ( $r_s = -0.53$  e  $p = 0.02$ ) e do quarto ( $r_s = -0.47$  e  $p = 0.05$ ) meses precedentes às observações. Na borda da floresta houve correlação significativa ( $r_s = -0.51$  e  $p = 0.03$ ) entre a floração e a pluviosidade do terceiro mês precedente às observações. As correlações apresentadas entre a floração e a temperatura nesta área foram mais numerosas e altamente significativas, no período de estudo ( $r_s = -0.59$  e  $p = 0.01$ ), no primeiro mês ( $r_s = -0.70$  e  $p = 0.001$ ) no segundo mês ( $r_s = -0.73$  e  $p = 0.006$ ), no terceiro mês ( $r_s = -0.63$  e  $p = 0.01$ ) e no sexto mês ( $r_s = 0.55$  e  $p = 0.02$ ) precedente às observações.

3.4 - FRUTIFICAÇÃO - A maioria das espécies observadas em ambas as áreas têm seus frutos dispersos por animais (Tab. 6.). Como reflexo da floração, a proporção de espécies produzindo frutos foi baixa, sendo 55% no interior da floresta e 65% na borda (Fig.5 e Fig. 6). No interior esta fenofase apresentou correlação altamente significativa ( $r_s = -0.62$  e  $p = 0.01$ ) com a pluviosidade do sexto mês precedente ao período de estudo. Na borda, a frutificação apresentou correlação altamente significativa com a temperatura do quarto ( $r_s = -0.53$  e  $p = 0.02$ ) e do quinto mês precedente às observações ( $r_s = -0.67$  e  $p = 0.002$ ), um resultado esperado considerando as correlações identificadas entre a floração e a temperatura. Foi observada também correlação significativa entre a temperatura e a frutificação ( $r_s = 0.47$  e  $p = 0.05$ ) quando considerados os dados médios de 30 anos. As correlações apresentadas por esta fenofase não foram numerosas (apenas uma na Área de interior e duas na Área de borda), sugerindo que o clima parece ser pouco limitante para as espécies estudadas. Foster (1992) sugere que a época de frutificação das espécies é controlada pela época que apresenta condições mais favoráveis para a germinação das sementes. Rathcke & Lacey (1985) afirmam que a queda de frutos no período de menor atividade dos predadores e patógenos reduziria a mortalidade das sementes. Além disso, existe uma forte relação entre o período de frutificação, o tipo de fruto (seco ou carnosos) e a síndrome de dispersão (Frankie et al. 1974, Pijl 1982).

Tabela 6. Número de espécies arbóreas de acordo com o modo de dispersão em duas áreas de Floresta Semidecídua no PEI, Viamão, RS. Porcentagem entre parênteses.

	Modo de dispersão			
	Zoocoria	Anemocoria	Autocoria	Desconhecido
Área de interior de floresta (N = 31)	23 (74)	3 (10)	2 (6)	3 (10)
Área de borda de floresta (N = 23)	12 (52)	3 (13)	3 (13)	4 (17)

3.5 - RELAÇÕES ENTRE AS FENOFASES - No interior da floresta houve correlação negativa entre a frutificação e a queda foliar ( $r_s = -0.57$  e  $p = 0.01$ ), enquanto a queda foliar e o brotamento mostraram-se positivamente relacionadas ( $r_s = 0.58$  e  $p = 0.01$ ). Na borda houve correlação significativa ( $r_s = 0.58$  e  $p = 0.01$ ) entre a queda foliar e o brotamento, tal como no interior, mostrando sobreposição temporal destes eventos fenológicos em ambas as áreas amostradas.

3.6 - DIFERENÇAS FENOLÓGICAS ENTRE AS ÁREAS - As relações entre as fenofases vegetativas e as variáveis climáticas foram similares em ambas as áreas. Isto sugere que as espécies amostradas são afetadas de modo semelhante pelo clima. A queda foliar e o brotamento ocorreram simultaneamente nas duas áreas, o que adicionalmente sugere que estas fenofases estão mais fortemente influenciadas pelo clima local do que por outros fatores. Já o comportamento fenológico das fenofases reprodutivas diferiu nas áreas amostradas. O pico principal de floração ocorreu um mês antes na borda, e no interior

da floresta esta fenofase exibiu um pico secundário que não foi observado na borda. A floração mostrou correlação positiva com a pluviosidade no interior da floresta e negativa na borda, mas não há uma relação causal aparente entre estas duas variáveis. Na borda, a resposta da floração ao aumento da temperatura foi quase imediata, reduzindo a atividade tão logo a temperatura se manteve elevada. Já no interior da floresta, o retardo na resposta da floração ao aumento da temperatura foi maior (3–4 meses), ou seja, a diminuição da floração aconteceu mais tarde em relação à época do ano em que a temperatura começa a se elevar. Esta diferença pode ser atribuível às diferenças de microclima que existem entre as áreas. A composição florística da borda é constituída tipicamente pela maioria de indivíduos arbóreos com menor porte, com dossel menos denso e maior densidade de arbustos e herbáceas, deixando esta área mais sujeita à insolação e às variações de temperatura do que a Área de interior de floresta.

Alguns autores sugerem que, em ambientes pouco sazonais, os fatores ambientais devem ter menor influência sobre as fenofases do que em ambientes claramente sazonais (Frankie *et al.* 1974, Hilty 1980, Koptur *et al.* 1988, e Morellato e Leitão-Filho 1990). Segundo Aide (1988), nestes ambientes a fenologia das plantas pode ser fortemente influenciada também por pressões seletivas bióticas, como pressão de herbívoros, predadores, polinizadores e dispersores.

3.7 - TESTE DE SAZONALIDADE - No interior da floresta, entre as variáveis fenológicas submetidas ao teste, apenas a queda foliar mostrou-se significativamente sazonal ( $0.05 > p > 0.02$ ). Na borda da floresta, nenhuma das fenofases apresentou sazonalidade significativa, apesar de terem sido detectados picos pronunciados de floração, frutificação e brotamento. A aparente existência de uma distribuição bimodal em algumas fenofases, como a floração no interior e o brotamento na borda, pode explicar em parte a ausência de significância na maioria dos testes de sazonalidade efetuados neste estudo. O resultado dos testes de sazonalidade, que evidenciaram o caráter pouco sazonal da vegetação arbórea nas áreas de estudo, é reforçado pelo fato de as fenofases reprodutivas terem se manifestado por períodos prolongados e não muito definidos, a despeito dos picos de atividade.

## 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aide, T. M. 1988. Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community. **Nature** **336**:574-575
- APG. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of Linnean Society**, 141:399-436.
- Bencke, G. A. 1998. **Ecologia do sabiá-cica [*Trichilaria malachitaceae* (SPIX, 1824)] em fragmentos florestais remanescentes do Estado do Rio Grande do Sul: ocupação do ambiente e alimentação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, câmpus de Rio Claro, SP.
- 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. **Revista Brasileira de Botânica** **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. **Revista Brasileira de Botânica** **25**(3):269-275.
- Brack, P., Rodrigues, R. S. Sobral, M. & Leite, S. 1998. Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Sér. Botânica** **51**(2):135-248.
- Bullock, S. H. & Solis-Magallanes, J. A. 1980 Phenology of canopy trees of tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica** **22**:22-35
- Buss, G. 2001. **Estudo da densidade populacional do bugio-ruivo *Alouatta guariba clamitans* (Cabrera, 1940) (Primates, Atelidae) nas formações florestais do Morro do Campista, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS**. Dissertação de mestrado. PPG-Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS.
- Corrêa, M. F. 2005. **Ecologia de graxains (Carnivora:Canidae; *Cerdocyon thous* e *Pseudalopex gymnocercus*) em um remanescente de Mata Atlântica na região metropolitana de Porto Alegre, Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Costa, M. L. M. N, Andrade, A. C. S. & Pereira, T. S. 1997. Fenologia de espécies em floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. Pp.169-186. In: **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. (H. C. Lima & R. R. Guedes-Bruni, eds.). Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Cunha, A. S. 1994. Aspectos sócio-ecológicos de um grupo de bugios (*Alouatta fusca clamitans*) no Parque Estadual de Itapuã, RS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Daubenmire, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. **Journal of Ecology** **60**(1):147-170.
- Foster, R. B. 1992. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado *In*: E. G. Leigh, A. S. Rand & D. M. Windsor.(eds.). *Ecologia de un bosque tropical*, Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, pp.219-241.

- Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** 24:422-423.
- Fournier, L.A. & Charpentier, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba** 25:45-48.
- Frankie, G. W, Baker, H. G. & Opler, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** 62:881-913.
- Hilty, S. L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. **Biotropica** 12(4):292-306.
- IBGE - 1986. **Folhas SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH21 Uruguaiana e SH 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, usopotencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais**, v.33. Rio de Janeiro, 796 pp.
- Irgang, G. V. & Oliveira, P. O. 2004. Análise espacial e temporal do estado de conservação do Parque Estadual de Itapuã/RS e sua zona de amortecimento: subsídios para o estabelecimento de Unidades de Conservação. **Natureza & Conservação** 2(2):19-31
- Janzen, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution** 21:620-637.
- Jackson, J. F. 1978. Seasonality of flowering and leaf-fall in Brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica** 10:38-42.
- Köppen, W. 1948. **Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra**. Mexico, F. C. E.
- Koptur, S; Harber, W.A., Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1988. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forests of Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology** 4:323-346..
- Marques, M. C. M., Roper, J. J. & Salvalaggio, A. P. B. 2004. Phenological patterns among life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology** 173:203-213.
- Mikich, S. B. & S. M. Silva. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecídua, no Centro Oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 15(1):89-113.
- Monasterio, M. & Sarmiento, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography** 3:325-356.
- Morellato, L. P. C., Leitão-Filho, H. F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiáí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 50(1):163-173..
- Morellato, L. P. C. & Leitão Filho, H. F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In L. P. C. Morellato (Ed.). **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de um área florestal no Sudeste do Brasil**. pp. 112-140. Editora da UNICAMP / Fapesp, Campinas, Brasil.

- Morellato, L. P. C., Rodrigues, R. R., Leitão Filho, H. F. & Joly, C. A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japí, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **12**:85-98.
- Morellato, P. C., Talora, D. C., Takahasi, A., Bencke, C. S. C., Romera, E. C. & Zipparro, V. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica** **32**(4b):811-823.
- Neter, J., Wasserman, W. & Kutner, M. H. 1985. **Applied linear statistical models**. Richard. D. Irwin, Inc., Homewood.
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** **26**(2):141-159.
- Rathke, B & Lacey, E. P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** **16**:179-214.
- Rio Grande do Sul. 1997. **Plano de manejo: Parque Estadual de Itapuã. Departamento de Recursos Naturais renováveis**. SAA, Porto Alegre, 158p.
- Talora, D. C. & Morellato, P. C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**(1):13-26.
- van der PIJL, L.. *Principles of dispersal in higher plants*. Germany: Springer-Verlag, 1982. 215p.
- Walter, H. 1986. *Vegetação e zonas climáticas*. EPU. São Paulo.
- Zar, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas no presente estudo revelaram que, na borda e no interior da floresta semidecídua, as fenofases mantiveram atividade constante ao longo das observações, porém com níveis de atividade e intensidade mais elevados em determinados períodos, ou seja, ocorreram picos de atividade. O teste de sazonalidade, entretanto, mostrou ausência de significância para todas as fenofases nas duas áreas, exceto para a queda foliar, que foi sazonal, segundo o teste de Rayleigh, na área de interior de floresta. O período de observações (18 meses), somado a um ano de variações climáticas atípico, pode ter levado a este resultado. Estudos fenológicos de longo prazo refletem de forma mais eficiente os padrões fenológicos das plantas, e sempre que possível, devem ser explorados.

Na borda da floresta, a floração respondeu rapidamente (no período de estudo e nos primeiros meses precedentes) ao aumento da temperatura, reduzindo a atividade tão logo a temperatura se manteve elevada. No interior da floresta, entretanto, o retardo na resposta da floração ao aumento da temperatura foi maior, ou seja, a floração reduz sua atividade mais tarde em relação à época do ano em que a temperatura começa a se elevar. As diferenças microclimáticas entre as áreas amostradas podem ser a explicação para isto, pois a composição das espécies que formam a borda e o interior da mata, a altura das copas e o espessamento entre os indivíduos determinam a quantidade de luz e os efeitos da temperatura nestas fisionomias.

A partir destas informações, portanto, conclui-se que, a área de borda é mais sensível às variações da temperatura do que a área de interior de floresta. Conclui-se também que a pluviosidade não parece ser um fator muito relevante no comportamento fenológico das plantas observadas, exceto para a frutificação, que responde tardiamente à esta variável climática e também às variáveis médias históricas (30 anos). As relações entre variáveis climáticas e as fenofases vegetativas foram semelhantes tanto na área de borda quanto no interior da floresta, sugerindo que a queda foliar e o brotamento estão mais fortemente influenciadas pelo clima local do que por outros fatores.

- Alencar, J. C., Almeida, R. A. & Fernandes, N. P. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica** 9(1):163-198.
- Alencar, J. C. 1990. Interpretação fenológica de espécies lenhosas de campina na Reserva Biológica de Campina do INPA ao Norte de Manaus. **Acta Amazonica** 20:145-183.
- Araujo, V. C. 1970. Fenologia de essências florestais amazônicas I. **Boletim do INPA** 4:1-25.
- Bawa, K. S. 1990. Plant pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics** 21:399-422.
- Bencke, G. A. 1998. **Ecologia do sabiá-cica [*Triclaria malachitaceae* (SPIX, 1824)] em fragmentos florestais remanescentes do Estado do Rio Grande do Sul: ocupação do ambiente e alimentação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, câmpus de Rio Claro, SP.
- 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. **Revista Brasileira de Botânica** 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. **Revista Brasileira de Botânica** 25(3):269-275
- Borchert, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology** 61(5):1065-1074.
- Borchert, R., Rivera, G. & Hagnauer, W. 2002. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drough and rain. **Biotropica** 34(1):27-39.
- Chilardi Jr., R. & Alho, C. J. R. 1990. Produtividade sazonal da floresta e atividade de forrageamento animal em habitat de terra firme da Amazônia. **Acta Amazonica** 20:61-76.
- Corrêa, M. F. 2005. **Ecologia de graxains (Carnivora:Canidae; *Cerdocyon thous* e *Pseudalopex gymnocercus*) em um remanescente de Mata Atlântica na região metropolitana de Porto Alegre, Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Costa, M. L. M. N., Andrade, A. C. S. & Pereira, T. S. 1997. Fenologia de espécies em floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. Pp.169-186. In: **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. (H. C. Lima & R. R. Guedes-Bruni, eds.). Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Croat, T. B. 1975. Phenological behavior of habit and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). **Biotropica** 7(4):270-277.
- Cunha, A. S. 1994. **Aspectos sócio-ecológicos de um grupo de bugios (*Alouatta fusca clamitans*) no Parque Estadual de Itapuã, RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Daubenmire, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. **Journal of Ecology** 60(1):147-170.
- d'Eça-Neves, F. F. & Morellato, L. P. C. 2004. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botanica Brasilica** 18(1):99-108.

- Ferraz, D. K., Artes, R., Mantovani, W. & Magalhães, L. M. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia** **59**(2):305-317.
- Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** **24**(4):422-423.
- Fournier, L. A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque umedo premontano de San Pedro de Montes Oca, Costa Rica. **Turrialba** **26**(1):54-59.
- Frankie, G. W, Baker, H. G. & Opler, P. A. 1974a. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** **62**:881-913.
- Frankie, G. W, Baker, H. G. & Opler, P. A. 1974b. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. Pp.287-297. In: **Phenology and seasonality modeling**. (H. P. Lieth, ed.). Berlin: Springer-Verlag.
- Funch, L .S., Funch, R. & Barroso, G. M. 2002. Phenology of gallery and montane forest in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Biotropica** **34**(1):40-50.
- Gentry, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica** **6**(1):64-68.
- Hilty, S. L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. **Biotropica** **12**(4):292-306.
- Hopp, R. J. 1974. Plant phenology observation networks. Pp.25-43. In: **Phenology and seasonality modeling**. (H. P. Lieth, ed.). Berlin: Springer-Verlag.
- Irgang, G. V. & Oliveira, P. O. 2004. Análise espacial e temporal do estado de conservação do Parque Estadual de Itapuã/RS e sua zona de amortecimento: subsídios para o estabelecimento de Unidades de Conservação. **Natureza & Conservação** **2**(2):19-31
- Jackson, J. F. 1978. Seasonality of flowering and leaf-fall in Brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica** **10**:38-42.
- Janzen, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution** **21**:620-637.
- Kharin, N. G.1976. Mathematical models in phenology. *Journal of Biogeography* **3**:357-364.
- Lampe, M. G., Bergeron, Y., McNell, R. & Leduc, A. 1992. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of northeastern Venezuela. **Biotropica** **24**(1):64-76.
- Lieth, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Pp. 3-19. In: **Phenology and seasonality modeling** (H. Lieth, ed.). Berlin: Springer-Verlag (Ecological Studies, 8).
- Locatelli, E. & Machado, I. C. 2004. Fenologia das espécies arbóreas de uma mata serrana (brejo de altitude) em Pernambuco, nordeste do Brasil. Pp. 255–276. In: **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação** (K. C. Pôrto, J. J. P. Cabral & M. Tabarelli, orgs.). Brasília: MMA (Série Biodiversidade, 9).
- Machado, I. C. S., Barros, L. M. & Sampaio, E. V. S. B. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. **Biotropica** **29**(1):57-68.
- Marques, M. C. M., Roper, J. J. & Salvalaggio, A. P. B. 2004. Phenological patterns among life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology** **173**:203-213.

- Mikich, S. B. & S. M. Silva. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecídua, no Centro Oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 15(1):89-113.
- Milton, K. 1996. Dietary quality and population regulation in a howler monkey population. Pp.273-289. In: **The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes** (E. Leigh, S. Rand & D. W. Windsor, eds). Washington: Smithsonian Institution Press.
- Molinari, J. 1993. El mutualismo entre frugívoros y plantas en las selvas tropicales: aspectos paleobiológicos, autoecologías, papel comunitario. **Acta Biologica Venezuelica** 14(4):1-44.
- Monasterio, M. & Sarmiento, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography** 3:325-356.
- Morellato, L. P. C. 1991. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Morellato, L. P. C., Rodrigues, R. R., Leitão Filho, H. F. & Joly, C. A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 12:85-98.
- Morellato, L. P. C. & Leitão Filho, H. F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia** 50(1):163-173.
- Morellato, L. P. C., Rodrigues, R. R., Leitão Filho, H. F. & Joly, C. A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia** 50(1):149-162.
- Morellato, P. C., Talora, D. C., Takahasi, A., Bencke, C. S. C., Romera, E. C. & Zipparro, V. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica** 32(4b):811-823.
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994a. 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.
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W.; Baker, H.G. & Colwell, R.K.. 1994b. Diversity of long-term flowering patterns. In: McDade, L. A., Bawa, K. S., Hespeneide, H. A., Harstshorn, G. S.(Eds.) **La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest**. Chicago, University of Chicago Press,. p.142-160.
- Ortiz, R. 1990. Fenologia de arboles en un bosque semideciduo tropical del estado Cojedes. **Acta Botanica Venezuelica** 16(1):93-116.
- Opler, P. A., Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** 68:167-188.
- Opler, P. A., Baker, H. G. & Frankie, G. W. 1991. Seasonality of climbers: a review and example from Costa Rican dry forest. Pp. 377-391. In: **The biology of vines**. (F. E. Putz & H. A. Mooney, eds.). Cambridge: Cambridge University Press.

- Penhalber, E. F. & Mantovani, W. 1997. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 20(2):205-220.
- Pires-O'Brien, M. J. 1993. Phenology of tropical trees from Jari, lower Amazon, I – Phenology of eight forest communities. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, 9(1):67-85.
- Primack, R. B. 1987. Relationships among flowers, fruits and seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics** 18:409-430.
- Rathke, B & Lacey, E. P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** 16:179-214.
- Reich, P. B. & Borchert, R. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). **Ecology** 63:294-299.
- Reich, P. B. & Borchert, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** 72:61-74.
- Rio Grande do Sul. 1997. **Plano de manejo: Parque Estadual de Itapuã**. Departamento de Recursos Naturais renováveis, SAA, Porto Alegre, 158p.
- Schirone, B., Leone, A., Mazzoleni, S. & Spada, F. 1990. A new method of survey and data analysis in phenology. **Journal of Vegetation Science** 2:27-34.
- Snow, D. W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos** 15:274-281.
- Schaik, C. P. van, Terborgh, J. W. & Wright, S. J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics** 24:353-377.
- Takahasi, A. 1998. **Fenologia de espécies arbóreas de uma floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Ubatuba, SP**. Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.
- Talora, D. C. & Morellato, P. C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 23(1):13-26.