

UFSM

Dissertação de Mestrado

**“FENOLOGIA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA
EM SANTA MARIA, RS”**

Luis Fernando Alberti

PPGEF

Santa Maria, RS, Brasil.

2002

**“FENOLOGIA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA
EM SANTA MARIA, RS”**

por

Luis Fernando Alberti

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de

Mestre em Engenharia Florestal.

Santa Maria, RS, Brasil.

2002

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**“FENOLOGIA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA
EM SANTA MARIA, RS”**

elaborada por
Luis Fernando Alberti

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. SOLON JONAS LONGHI
(Presidente/Orientador)

Prof. ^a Dr. ^a SONIA MARIA EISINGER

Prof. Dr. DOADI ANTÔNIO BRENA

Santa Maria, 26 de junho de 2002

“Tenho a impressão de ter sido apenas uma criança a brincar na praia e a encontrar, de vez em quando, uma pedrinha ou pequena concha, enquanto o imenso oceano da verdade inexplorado, se estendia na minha frente ”



ISAAC NEWTON

AGRADECIMENTOS:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Solon Jonas Longhi.

À Prof^a. Dr^a. L. Patrícia Cerdeira Morellato, co-orientadora associada.

À Prof^a. Dr^a. Fátima C.M. Piña-Rodrigues.

A Luiz Antônio Alberti, que sempre observou a floresta junto comigo.

A Marcos Sobral.

A todos os demais que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Breve histórico.....	4
2.2 Fenologia de comunidades vegetais.....	6
2.3 Significado evolutivo da fenologia.....	12
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1 Área de estudo.....	17
3.2 Clima.....	18
3.3 Vegetação.....	22
3.4 Amostragem.....	22
3.5 Parâmetros levantados.....	24
3.6 Método de análise.....	26
3.7 Análises estatísticas dos dados fenológicos.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Características gerais das comunidades estudadas.....	32
4.2 Fenologia.....	47
4.2.1 Sazonalidade das fenofases.....	57
4.2.1.1 Sazonalidade da floração.....	59
4.2.1.2.Sazonalidade da frutificação.....	72
4.2.1.3 Sazonalidade na mudança foliar.....	81
4.2.2 Correlações com as variáveis climáticas.....	88

<i>4.2.2.1 Floração: correlação com as variáveis climáticas no período de estudo.....</i>	90
<i>4.2.2.2. Floração: correlações com as variáveis climáticas no período de dez anos.....</i>	95
<i>4.2.2.3. Frutificação: correlação com as variáveis climáticas no período de estudo.....</i>	97
<i>4.2.2.4 Frutificação: correlações com as variáveis climáticas no período de dez anos.....</i>	102
<i>4.2.2.5 Mudança foliar: correlação com as variáveis climáticas no período de estudo.....</i>	106
<i>4.2.2.6 Mudança foliar: correlação com as variáveis climáticas no período de dez anos.....</i>	116
5 CONCLUSÕES.....	120
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122

LISTA DE TABELAS

TABELA 1– Avaliação qualitativa e quantitativa das fenofases (adaptação de Fournier, 1974).....	25
TABELA 2– Exemplo teórico do banco de dados utilizado no presente estudo.....	29
TABELA 3– Família botânica, nome científico, <i>voucher</i> (V), nome comum, e número de indivíduos amostrados (n) das espécies no Morro do Cerrito (C) e Morro Tabor (T) em Santa Maria - RS.....	36
TABELA 4– Família botânica, nome científico, seleção natural (S), síndromes de dispersão de diásporas (D), épocas de floração (Fl.) e frutificação (Fr.) (encontradas na literatura) das espécies do Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria-RS.....	39
TABELA 5– Fenofases reprodutivas nas espécies estudadas no Morro do Cerrito e Morro Tabor (junho de 2000 a junho de 2001).....	48
TABELA 6– Índice de Morisita para as principais variáveis fenológicas e respectivos grupos de indivíduos e espécies estudadas no Morro do Cerrito e no Morro Tabor, Santa Maria, RS.....	58
TABELA 7– Correlação de Spearman, para a fenofase flores, dentro de cada grupo estudado.....	91

TABELA 8– Correlação de Spearman, para a fenofase frutos, dentro de cada grupo estudado.....	98
TABELA 9– Correlação de Spearman, para a fenofase folhas, dentro de cada grupo estudado.....	107

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1– Mapa mostrando as duas áreas de estudo: Morro do Cerrito e Morro Tabor, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Pode-se ver ainda as trilhas.....	18
FIGURA 2– Aspecto do Morro do Cerrito em 28 de julho de 2001.....	19
FIGURA 3– Variação dos principais componentes climáticos em Santa Maria (média dos anos 1990 a 2000, segundo Walter & Lieth <i>apud</i> Richards, 1996).....	20
FIGURA 4– Variáveis climáticas (média dos anos 1990 a 2000) para a cidade de Santa Maria, RS.....	20
FIGURA 5– Variação dos principais componentes climáticos em Santa Maria-RS entre junho de 2000 e julho de 2001.....	21
FIGURA 6– Uso de trilha para amostrar uma comunidade vegetal. As árvores localizadas em ambos os lados da trilha, a menos de 5 m do centro desta e com DAP superior a dez cm (Cerrito) e 30 cm (Tabor), foram incluídas no estudo. Árvores com bifurcação abaixo de 1,3 m foram consideradas como uma única unidade, somando-se os dois diâmetros.....	23
FIGURA 7– Síndromes de dispersão de sementes no Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria-RS.....	34

FIGURA 8– Proporção das diferentes síndromes de dispersão de sementes em cada estrato, para as duas comunidades arbóreas estudadas, em Santa Maria, RS.....	42
FIGURA 9– Proporção das diferentes síndromes de dispersão de sementes em cada estrato da floresta, para os indivíduos do Morro do Cerrito, em Santa Maria. RS.....	42
FIGURA 10– Proporção das diferentes síndromes de dispersão de sementes para cada estrato da floresta, para os indivíduos do Morro Tabor, em Santa Maria - RS.....	43
FIGURA 11– Grupos de espécies K e R, no Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria-RS.....	44
FIGURA 12– Distribuição de freqüência em DAP (cm) (Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria-RS).....	45
FIGURA 13– Número de indivíduos nas diferentes classes de posição vertical usando como método a visualização da copa das árvores (Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria-RS).....	45
FIGURA 14– Perfil de um trecho de 30 m, mostrando as principais espécies que ocorrem no Morro do Cerrito: número 130 a 132 – <i>Trichilia clausenii</i> , 133 a 136 – <i>Cupania vernalis</i> .	46
FIGURA 15– Perfil de um trecho de 30 m mostrando as principais espécies que ocorrem no Morro do Cerrito: número 35 – <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> ; 36 – <i>Trichilia clausenii</i> ; 37 e 40 – <i>Myrcianthes punjens</i> ; 38, 39 e 42 – <i>Apuleia leiocarpa</i> ; 41 – <i>Eugenia rostrifolia</i> ; 43 – <i>Gymnanthes concolor</i>	47
FIGURA 16– Evolução da fenofase flores no grupo geral de indivíduos entre junho de 2000 e junho de 2001.....	60

FIGURA 17– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos autocóricos entre junho de 2000 e junho de 2001.....	66
FIGURA 18– Evolução da fenofase flores no grupo de espécies anemocóricas entre junho de 2000 e junho de 2001.....	67
FIGURA 19– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes à espécies com seleção do tipo R entre junho de 2000 e junho de 2001.....	67
FIGURA 20– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes à espécies com seleção do tipo K entre junho de 2000 e junho de 2001.....	68
FIGURA 21– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro Tabor (com DAP maior que 30cm), entre junho de 2000 e junho de 2001.....	68
FIGURA 22– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro do Cerrito (com DAP maior que 30cm), entre junho de 2000 e junho de 2001.....	69
FIGURA 23– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao estrato emergente, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	69
FIGURA 24– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao sub-dossel, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	70
FIGURA 25– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao dossel, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	70
FIGURA 26– Evolução da fenofase frutos no grupo geral de indivíduos, entre junho de 2000 e dezembro de 2001.....	72

FIGURA 27– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos anemocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.	74
FIGURA 28– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos autocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001, em Santa Maria - RS.....	75
FIGURA 29– Evolução das fenofases reprodutivas em <i>Enterolobium contortisiliquum</i> , entre outubro de 1999 e junho de 2001, em Santa Maria - RS.....	75
FIGURA 30– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos zoocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	76
FIGURA 31– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes ao sub-dossel, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	77
FIGURA 32– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro do Cerrito (maiores que 30 cm de DAP), entre junho de 2000 e junho de 2001.....	79
FIGURA 33– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro Tabor (maiores que 30 cm de DAP), entre junho de 2000 e junho de 2001.....	79
FIGURA 34– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes a espécies com seleção do tipo R.....	80
FIGURA 35– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes a espécies com seleção do tipo K.....	80
FIGURA 36– Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos geral, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	81
FIGURA 37– Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos autocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001....	83

FIGURA 38– Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos zoocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	84
FIGURA 39– Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos anemocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.	84
FIGURA 40– Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos pertencentes ao sub-dossel, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	85
FIGURA 41– Aspecto da caducidade foliar no Morro Tabor, em 27 de julho de 2001. Os indivíduos com as copas completamente sem folhas são, na sua maioria, pertencentes à espécie <i>Enterolobium contortisiliquum</i>	86
FIGURA 42– Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos zoocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	94
FIGURA 43– Valores médios das variáveis temperatura e precipitação e respectivos valores do número de indivíduos (n) com botões florais (grupo geral), entre junho de 2000 e junho de 2001.....	96
FIGURA 44– Valores médios das variáveis temperatura e precipitação e respectivo número de indivíduos (n) com frutos novos (grupo geral), entre junho de 2000 e junho de 2001.....	101
FIGURA 45– Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes ao estrato emergente, entre junho de 2000 e junho de 2001. Na linha azul vazada, pode-se visualizar a evolução da variável temperatura, para o mesmo período.....	102
FIGURA 46– Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos pertencentes ao estrato emergente, entre junho de 2000 e junho de 2001.....	111

FIGURA 47– Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro do Cerrito (maiores que 30 cm de DAP), entre junho de 2000 e junho de 2001.....	111
FIGURA 48– Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro Tabor (maiores que 30 cm de DAP), entre junho de 2000 e junho de 2001.....	112
FIGURA 49– Aspectos do Morro Tabor em duas diferentes datas: 28-07-2001 e 24-08-2001. A foto não sofreu nenhum tipo de tratamento de realce de coloração.....	118
FIGURA 50– Dendrograma de agrupamento para as fenofases folhas novas e sem folhas, para as 57 espécies estudadas. Esse gráfico foi gerado usando o método de agrupamento de Ward com distâncias Euclidianas.....	119

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

FENOLOGIA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA EM SANTA MARIA, RS

Autor: Luis Fernando Alberti
Orientador: Dr. Solon Jonas Longhi
Data e Local de Defesa: Santa Maria, 26 de junho de 2002.

Este trabalho objetivou descrever os eventos fenológicos vegetativos (mudança foliar) e reprodutivos (floração e frutificação) de uma comunidade de árvores pertencente à Floresta Estacional Decidual localizada no Município de Santa Maria (53°50' de longitude W e 29°37' de latitude S), no Rio Grande do Sul, Brasil, relacionando-os com as principais variáveis climáticas (temperatura, precipitação e insolação) registradas durante o período de estudo e com as médias climáticas do período de 1990 a 2000. Durante o período de junho de 2000 a junho de 2001, a fenologia de 407 indivíduos arbóreos, localizados no Morro do Cerrito (indivíduos maiores que dez cm de DAP) e no Morro Tabor (indivíduos maiores que 30 cm de DAP), foi monitorada a cada 14 dias. Todas as principais fenofases estudadas apresentaram grande sazonalidade. Tanto a floração como o brotamento foliar aconteceram na transição entre a breve estação seca e a estação chuvosa. A queda de folhas aconteceu no final da estação seca. A frutificação apresentou menor sazonalidade em relação a floração, com indivíduos frutificando com maior regularidade ao longo do ano. As variáveis climáticas correlacionaram-se, na sua maioria, com as fenofases tanto para o período de estudo como para as médias de dez anos. A precipitação correlacionou-se melhor com as fenofases quando foram usados os dados climáticos do período médio de dez anos. De um modo geral, os grandes indutores da floração e brotamento foliar são o aumento da insolação, temperatura e precipitação ocorridos durante o mês de setembro. A frutificação está correlacionada apenas às duas primeiras variáveis citadas. A caducidade foliar está correlacionada às pequenas temperaturas ocorridas durante os meses de inverno, aliada a baixos valores de precipitação e insolação. Os resultados comprovam a influência dos fatores abióticos na indução das fenofases em regiões relativamente distantes da linha do Equador.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

TREE COMMUNITY PHENOLOGY ON SANTA MARIA, RS

Author: Luis Fernando Alberti

Adviser: Dr. Solon Jonas Longhi

Date and Place of defense: June, 26th, 2002- Santa Maria

This work aimed to describe the reproductive (flowering and fruiting) and vegetative (leaf change) phenological events of a Seasonal Deciduous Forest tree community located in Santa Maria county (53°50' W long. and 29°37' S lat.), Rio Grande do Sul State, Brazil relating them to the main climatic variables (temperature, rainfall, and day length) registered during the study period and with the climatic variables means of 1990 to 2000 period. Between June 2000 and June 2001 the phenology of 407 tree individuals located on Cerrito Hill (individuals large than 10 cm DBH) and Tabor Hill (individuals large than 30 cm DBH) was monitored each 14 days. All the main studied phenophases showed great sazonality. Leaf change as well as flowering occurred on the transition between the brief dry to the rainy season. Leaf fall occurred in the end of the dry season. Fruiting showed lower degree of seasonality in relation to flowering with individuals fruiting all year round. The majority of climatic variables correlated significantly with the phenophases both with the study period data as well as with the 10 years mean period data. The rainfall had the best correlation with the phenophases when it was used the mean of 10 years period of climatic data. On the whole the flowering and leaf budding were induced by the elevation on rainfall, temperature and day length hours occurred along September. Fruiting is correlated only with the two first variables mentioned above. Leaf fall is correlated to the low temperature occurred during the winter months, together with the low values of rainfall and day length. The present results corroborate the influence of abiotic factors on phenophase induction on geographic regions relatively far away from Equator line.

1 INTRODUÇÃO

Durante toda a história, a natureza tem fascinado e intrigado o homem (Pires-O'Brien & O'Brien, 1995a). Desde o princípio, as formas de vida têm nascido, morrido, mudado e, em última análise, evoluído. As mudanças sempre foram percebidas pelo homem e, no século XX, este deu o grande salto intelectual que moldou a ciência como a conhecemos atualmente, tornando-a mais precisa e passível de comparações. No século XX, surgiram muitas novidades: a invenção do computador, as medições da camada de ozônio (Crutzen & Ramanathan, 2000) e, mais recentemente, os estudos sobre eventos climáticos como o El Niño (Curran *et al.*, 1999).

A fenologia – estudo das mudanças periódicas que ocorrem em diversas comunidades de indivíduos de espécies animais e vegetais através do tempo – e a ecologia, de um modo geral, começaram a receber maior atenção por volta dos anos 50, junto com o acréscimo exploratório dos santuários tropicais e mudanças na ordem dos eventos naturais que começaram a influenciar, cada vez mais, o homem, levando-o a preocupar-se mais com a dinâmica dos ecossistemas naturais. A princípio, postulou-se que florestas tropicais não possuiriam sazonalidade na floração e frutificação, em razão da temperatura constante ao longo do ano (Pires-O'Brien & O'Brien, 1995a). No entanto, os primeiros estudos sobre fenologia em florestas tropicais mostraram uma realidade inesperada e diferente, que inspirou muitas teorias que serão discutidas na revisão a seguir.

A partir de então a curiosidade pela fenologia, assim como ocorre por tantas outras matérias, vem aumentando gradativamente (Pires-O'Brien & O'Brien, 1995a).

Com o progresso, o homem sentiu a necessidade de conhecer melhor a natureza que o cerca, a fim de poder conviver, usufruir e não vir a destruí-la. Assim, além do exposto, a importância de preservação e as possibilidades silviculturais das espécies nativas do Rio Grande do Sul, foram os principais fatores que motivaram este trabalho.

No Brasil, os estudos mais longos tratando da fenologia de comunidades vegetais estão na faixa de dois a 30 anos (Engel, 2001) de observação e para a Floresta Estacional Decidual da Fralda da Serra Geral do Rio Grande do Sul desconhece-se estudos publicados.

Os estudos de Longhi (1984) e Eisinger & Gressler (2001) envolvendo espécies nativas e exóticas do campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) são exemplos de estudos fenológicos populacionais, ainda raros na região Central do Estado do Rio Grande do Sul.

O presente trabalho tem como principal objetivo obter informações sistemáticas da fenologia de uma comunidade arbórea pertencente à Floresta Estacional Decidual da Fralda da Serra Geral do Rio Grande do Sul, contribuindo para o avanço dos estudos em ecologia e silvicultura.

Florestas Estacionais são caracterizadas por ritmos sazonais (Richards, 1996) e espera-se, desta forma, que as fenofases estudadas apresentem sazonalidade pronunciada com grande influência dos fatores abióticos em sua manifestação. A floresta poderá enquadrar-se na hipótese da insolação de Van Chaik *et al.* *apud* Sun *et al.* (1996), a qual prediz que em ambientes onde não há limitação hídrica marcante,

a fenologia da floresta (principalmente as fenofases folhas novas e botões florais) está diretamente vinculada ao aumento dos valores da variável insolação. Outra hipótese que poderá ser confirmada é a hipótese de Borchert (Borchert, 1983). Nessa hipótese, a perda de folhas ocorre na estação seca, ocorrendo o brotamento e a floração sincronizados no começo da estação chuvosa, a insolação tem papel secundário e a fenologia da árvore está vinculada a um controle interno, o qual evoluiu através de uma seqüência regular de eventos climáticos aliados à arquitetura da árvore, fatores edáficos, etc.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Breve histórico

Fenologia é geralmente descrita como a ciência de observar as fases do ciclo da vida das plantas e animais na sua ocorrência temporal ao longo do ano (Lieth, 1974).

No século XVIII, Carl von Linné realizou um dos primeiros estudos modernos sobre a fenologia de diferentes espécies, observando-as em diferentes localidades geográficas. Os primeiros estudos da fenologia de comunidades vegetais tropicais surgiram em torno de 1950 (na Amazônia, em meados dos anos 60) e desde então as mais diversas comunidades vegetais vêm sendo monitoradas. A importância da fenologia como ciência foi atestada, em 1972, com o encontro realizado em Mineápolis, durante a 25^a Reunião Anual do Instituto Americano de Ciências Biológicas (Pires-O'Brien & O'Brien, 1995 b).

O estudo da fenologia de comunidades vegetais é muito importante, pois explica as interações entre animais e vegetais e entre estes e fatores abióticos, atuando como ferramenta na elaboração de planos de proteção à fauna e à flora (Morellato, 1991; Dalponte & Lima, 1999; Sakai *et al.*, 1999; Kannan & James, 1999; Kollmann, 2000).

Atualmente, os estudos fenológicos visam principalmente explicar as relações entre a fenologia e a biologia evolutiva (Morellato *et al.*, 1990; Barros, 1992; Pires-O'Brien & O'Brien, 1995; Moraes & Morellato, 2000; Armstrong & Irvine, 1989a, b; Momose *et al.*, 1998;

Davies & Ashton, 1999), testar metodologias com a finalidade de estimar a produção de frutos e flores como em Chapman *et al.* (1992), Newstrom, Frankie & Baker (1994), Zhang & Wang (1995) e Hemingway & Overdorff (1999), estudar a dinâmica da deposição de serapilheira e a ecologia de plântulas (Webb, 1997), estudar as implicações da fenologia na dieta de animais silvestres (Piratelli, 1999; Kannan & James, 1999; Wright *et al.*, 1999; Bleher, 2000) e monitorar a fenologia de comunidades vegetais (Morellato, 1991; Morellato, 1992; Morellato & Leitão-Filho, 1992; Talora & Morellato, 1999; Gouveia & Felfili, 1998; Batalha & Mantovani, 2000; Sakai *et al.*, 1999; Justiniano & Fredericksen, 2000).

As recentes descobertas tanto no que se refere aos problemas relativos à diminuição da camada de ozônio como também ao aquecimento do planeta Terra têm estimulado a pesquisa fenológica. Para Chuine & Beaubien (2001), a interação entre fenologia e clima é de grande importância para prever a resposta das comunidades vegetais às mudanças climáticas (Cumming & Burton, 1996).

No Brasil, de um modo geral, os primeiros estudos fenológicos tinham como objetivo determinar a época de frutificação e/ou coleta de sementes de espécies de interesse econômico (Carvalho, 1980; Ramalho & Marangon, 1989; Reis *et al.*, 1989; Pinheiro, Marangon & Paiva, 1990; Umaña & Alencar, 1993) ou para fins de conservação genética e conhecimento da biologia reprodutiva (Costa, Pereira & Andrade, 1992; Crestana *et al.*, 1992; Lepsch-Cunha & Kageyama, 1996; Ruiz & Alencar, 1999). Breve revisão sobre os estudos fenológicos feitos no Brasil pode ser encontrada em Talora & Morellato (2000). Para a região onde realizou-se o trabalho, desconhece-se estudos de fenologia de comunidades vegetais.

Desta forma, a seqüência desta revisão enfoca estudos no Brasil e/ou em florestas com igual latitude e com características semelhantes em outras partes do mundo, buscando evidenciar padrões que possam ser comparados aos apresentados para a floresta deste estudo.

2.2 Fenologia de comunidades vegetais

De acordo com Richards (1996), as comunidades arbóreas tropicais e subtropicais apresentam menor sazonalidade nas fenofases e menor sincronia das fenofases entre os indivíduos, embora esta não seja de todo eliminada. Existem árvores com flores o ano todo, épocas em que os eventos se manifestam de forma mais evidente. Entre os estratos, existe maior estabilidade das fenofases nos inferiores, onde as mudanças são mais difíceis de serem percebidas. Existe boa quantidade de alimento disponível o ano todo. A queda de folhas, pode ser quase contínua, com picos, muitas vezes, causados pela ação de ventos fortes e/ou períodos secos. Distribuições normais de chuvas contribuem para uma queda foliar regular ao longo dos anos, que pode vir acompanhada de brotamento.

Wong & Ventocilla (1997) estudaram a dinâmica do folheto e a frutificação em comunidades de árvores de florestas tropicais em Barro Colorado, Panamá. As árvores do dossel perdem suas folhas na estação seca e os arbustos do sub-dossel aproveitam a oportunidade para entrar em floração e frutificação. Com as primeiras chuvas, as folhas começam a decompor-se. Na época seca, as árvores que possuem dispersão anemocórica frutificam, esperando a presença de fortes ventos. Com o advento das chuvas, as sementes que caíram na

época seca alcançam a umidade necessária para germinar. Folhas novas aparecem, a quantidade de insetos na floresta aumenta, pois muitos deles alimentam-se de brotos e/ou flores.

Em trabalho sobre a fenologia de uma Floresta Seca na Bolívia, Justiniano & Fredericksen (2000) concluíram que a queda foliar está vinculada à estação seca, porém as árvores localizadas em áreas com mata ciliar e as palmáceas mantiveram as folhas na estação seca. A floração ocorreu no final da estação seca e na estação chuvosa. A frutificação ocorreu no final da estação seca, com um outro pico na estação chuvosa. A fenologia de árvores estudada por Bullock & Solis-Magallanes (1990), no México, segue padrão semelhante para as principais fenofases da referência anterior, exceção feita à frutificação. Resultados ligeiramente diferentes foram obtidos por Sun *et al.* (1996), para uma Floresta Tropical Montana na Ruanda. A diferença intrigante está na emissão de folhas novas na estação seca.

Murali & Sukumar (1994) compararam a fenologia de duas comunidades florestais sob diferentes regimes pluviométricos (Sítio I, com 1.100, e Sítio II, com 600 mm de precipitação anual), no santuário ecológico de Mudumalai, na Índia. As fenofases responderam significativamente às diferentes quantidades de água disponível. No Sítio I, a floração ocorreu na estação seca, ocorrendo o contrário com o Sítio II. A produção de folhas comportou-se de modo similar e a frutificação apresentou diferenças novamente: espécies zoocóricas apresentaram frutificação sazonal no final da estação úmida, para o Sítio I. Resultado semelhante foi obtido no Sítio II, porém sem significância estatística.

Em uma série de trabalhos sobre os sistemas reprodutivos e a fenologia de florestas na Ásia, Sakai *et al.* (1999), monitoraram uma

Floresta Tropical, em Sarawak, por quatro anos. Os resultados deste estudo comprovaram observações anteriores de que a Floresta Monodominante de Dipterocarpaceas apresenta a cada 4 – 6 anos um evento reprodutivo que abrange a grande maioria de suas espécies (floração geral, FG, ou *general flowering*). A maioria das espécies (53%) apresentou este padrão de florescimento, sendo que ainda não se sabe em quais locais e tipo de vegetação estes padrões gerais podem ocorrer. As árvores do dossel exibiram as florações mais conspícuas durante a FG. Árvores típicas de clareiras floresceram em diferentes épocas além da FG e apresentaram as florações mais longas.

Estudo sobre fenologia, envolvendo várias espécies em local (Selva Subtropical Oriental, Província de Misiones – Argentina) relativamente próximo do presente estudo, foi conduzido por Eibl *et al.* (1991). Foram monitoradas cerca de 31 espécies no período de 1968 a 1990, com épocas diferentes de observação para diversos locais. Todas as espécies estudadas apresentaram periodicidade anual em todas as fenofases que aconteceram na mesma época em todos os anos do estudo. O período de queda de folhas deu-se na estação fria.

Um dos estudos de fenologia de comunidade de espécies arbóreas mais longo realizado no Brasil (dez anos), foi feito por Engel (2001). A autora observou um padrão de floração bimodal, com a maioria das espécies florindo na estação seca e outro pico de floração no final da estação chuvosa. A frutificação ocorreu na estação seca, quando um grande número de espécies anemocóricas apresenta a fenofase. A queda foliar ocorre nos meses secos, e o brotamento foliar, durante a estação chuvosa.

Pires *apud* Pires-O'Brien & O'Brien (1995 a, b) monitorou a fenologia de oito comunidades florestais na Região de Jari, Amazônia,

onde verificou que a floração e a frutificação ocorreram durante o ano todo, concentrando-se na época das primeiras chuvas. Muitas florações são tão fracas que somente podem ser detectadas pela aparição posterior de frutos. A sincronia dos indivíduos é menor na floração que na frutificação, sugerindo que a floração é influenciada por um número maior de fatores que a frutificação. Espécies monóicas são geralmente mais assíncronas que espécies dióicas. Outra constatação interessante deste estudo reside no fato de que a grande maioria das árvores não possui florações abundantes. A baixa intensidade de floração pode ser traduzida como sendo um reflexo da estabilidade da floresta, onde a grande maioria das espécies possuem estratégias fenológicas que visam baixos gastos energéticos, adaptando-se a pouca luminosidade, produzindo pequenas quantidades de frutos grandes e atrativos, os quais são dispersos a grandes distâncias e com alto grau de sucesso.

Gouveia & Felfili (1998), comparando a fenologia de duas comunidades vegetais (cerrado e Mata de galeria) em Brasília, verificaram, para a comunidade do cerrado, que a floração das espécies ocorreu na estação seca e a frutificação distribuída pelo ano inteiro.

Machado, Barros & Sampaio (1997) e Griz & Machado (2001) estudaram a fenologia de espécies arbóreas na Caatinga. O ecossistema marcadamente sazonal revelou uma grande dependência das fenofases em relação à precipitação. A floração deu-se no início da estação chuvosa, junto com o brotamento das folhas. A queda foliar ocorreu durante a estação seca e a frutificação dividiu-se entre a estação seca (espécie de frutos anemocóricos) e a estação chuvosa (espécies com frutos zoocóricos).

Em estudo realizado em Floresta de Planície Litorânea no Estado de São Paulo, Talora & Morellato (2000) propuseram uma mudança significativa na sazonalidade das fenofases acompanhando a sazonalidade climática: climas sazonais originam florações e frutificações marcadamente sazonais. O contrário ocorre em climas de sazonalidade menos pronunciada. A fenofase que possui maior resposta às mudanças climáticas é a mudança foliar. Floração e frutificação dependem muito de fatores bióticos além dos fatores climáticos.

Estudo completo sobre a fenologia de uma comunidade vegetal na região Sudeste do Brasil pode ser encontrado em Morellato (1991). A autora observou queda de folhas ocorrendo na estação seca (provavelmente devido ao estresse hídrico), brotação na transição entre a estação seca e úmida e floração no início da estação úmida. As espécies localizadas na beira da mata apresentaram floração constante ao longo do ano, e as espécies do sub-dossel floresceram no começo da estação úmida. A frutificação ocorreu no final da estação seca. As espécies do sub-dossel frutificaram na estação úmida e as espécies da beira da mata apresentaram novamente a frutificação constante ao longo do ano. O comportamento das espécies está ligado ao tipo de dispersão, sendo que a zoocoria foi comum em espécies do sub-dossel e a anemocoria comum aos estratos superiores. Espécies zoocóricas frutificaram ao longo de todo ano, o que corrobora a hipótese da competição por recursos de dispersão, favorecendo a alimentação da fauna.

O estudo de Morellato (1992) é um dos poucos trabalhos que analisam conjuntamente a fenologia e a ciclagem de nutrientes. Nas florestas mesófilas e de altitude da Serra do Japi, no Sudeste do Brasil,

existe uma relação direta entre a fenologia da comunidade e a ciclagem de nutrientes: Na época de maior deposição de serapilheira, verificou-se a dispersão de frutos anemocóricos, enquanto na época em que existe a maior quantidade de nutrientes no solo, ocorreu a brotação, floração e frutificação (principalmente frutos arilados). São muitas as hipóteses usadas para explicar a perda sazonal de folhas. As mais aceitas envolvem a combinação de variáveis climáticas como, por exemplo, a presença de déficit hídrico acentuado, sendo que as várias espécies dos diferentes estratos da floresta respondem de diferentes formas ao estresse hídrico (Morellato & Leitão-Filho, 1992; Eamus, 1999).

Em trabalho sobre a geomorfologia Cárstica na região de Lagoa Santa, MG, Kohler (1997) observou a fenologia de três diferentes comunidades vegetais: Mata Semi-decídua, Mata Decídua e vegetação presente em afloramentos rochosos. Os principais eventos reprodutivos e vegetativos estão relacionados com a transição entre a estação seca e a estação chuvosa, durante os meses de setembro e outubro, com exceção do brotamento e da floração nos afloramentos. A primeira ocorrendo um pouco antes dos demais locais e a segunda distribuindo-se irregularmente ao longo do ano. A queda de folhas nas matas foi maior entre março e setembro e, nos afloramentos ocorreu entre maio e setembro (estação seca), quando os ventos são mais fortes. Já os estratos, diferem quanto à caducidade e floração. A caducidade foliar é maior no estrato superior das matas, diminuindo progressivamente nos estratos inferiores. As espécies do dossel floriram na estação chuvosa e as espécies do sub-dossel floresceram na estação seca. De um modo geral a floração foi sazonal e curta. A maturação de frutos ocorreu na época seca e a curva de dispersão de

sementes é muito influenciada pelas espécies anemocóricas do estrato superior.

O trabalho realizado por Longhi (1984) é talvez o único estudo fenológico envolvendo espécies arbóreas realizado no município de Santa Maria–RS. Foram acompanhadas 18 espécies, durante três anos. De modo geral, as espécies apresentaram floração vinculada ao fotoperíodo e, conseqüentemente, à temperatura. O pico de floração aconteceu na estação quente e a queda de folhas foi maior na estação fria. A maioria das espécies estudadas é caducifólia, porém, o período em que as espécies ficam sem folhas é muito curto. A produção de frutos é tipicamente outonal.

2.3 Significado evolutivo da fenologia

Segundo Kohler (1997), são muitos os fatores que influem na fenologia das florestas: fatores endógenos (tipo de fruto, poder germinativo, fatores genéticos), fatores exógenos (clima de um modo geral, solos e interações com outros organismos vivos). No trabalho de Morellato (1991), temos o uso da terminologia fatores próximos (clima, solo, etc) e fatores finais (interações bióticas).

O significado evolutivo da fenologia depende tanto dos fatores próximos como finais.

Revisando o significado evolutivo da fenologia, Pires *apud* Pires-O'Brien & O'Brien (1995 a, b) destacou que o gasto energético na reprodução é um dos parâmetros utilizados para classificar as espécies da Floresta Tropical em oportunistas (R) e equilíbrio (K). A teoria da seleção R e K foi proposta por Mc Arthur-Wilson e, posteriormente,

revista por Pianka (Opler *et al.* 1980). A base desta teoria está amparada nos gastos reprodutivos, os quais são bem conhecidos em espécies animais cujas espécies evoluíram de proles numerosas para proles singulares e de baixas para altas taxas de sobrevivência.

Nos vegetais, espécies equilíbrio possuiriam florações curtas (Opler *et al.*, 1980), seriam dióicas na sua grande maioria (Stebbins, 1977; Richards, 1996), possuiriam frutos pesados e produzidos em pequena quantidade, com grandes conteúdos de lipídios e atrativos aos animais. Em contrapartida, espécies oportunistas possuiriam padrões de floração do tipo *big bang* (Gentry, 1974), irregulares ao longo dos anos (Newstrom *et al.*, 1994) produzindo grandes quantidades de flores, frutos e sementes pequenas e leves, geralmente dispersas pelo vento a distâncias maiores que no caso anterior. Começam a reproduzir-se mais cedo que as espécies equilíbrio. Ninguém sabe ao certo qual das duas estratégias leva ao sucesso, já que, muitas vezes, espécies oportunistas (R) conseguem “fugir” de catástrofes naturais, como, por exemplo, erupções vulcânicas e mudanças climáticas, enquanto espécies K dependem de uma série de fatores para obter sucesso em situações como a descrita anteriormente. Espécies K, por sua vez, têm maior resistência a certas mudanças, resistindo a elas, de forma que não precisam recolonizar novos nichos em virtude de certas mudanças de menor impacto ecológico (Pires *apud* Pires-O’Brien & O’Brien, 1995 a, b). Maiores detalhes sobre a teoria da seleção R e K pode ser encontrados em Opler *et al.* (1980).

Embora ainda que não totalmente provado, diz-se que em ambientes estáveis, as espécies florestais competiriam por recursos como, por exemplo, polinizadores e dispersores, sendo que as espécies perdedoras deste jogo seriam mais facilmente extintas (teoria da

exclusão competitiva). Ainda, após o sucesso da frutificação, as sementes passariam por uma prova de sobrevivência, na qual somente as sementes enterradas e esquecidas longe dos predadores em ambiente de baixa competição poderiam vingar (teoria da fuga das diásporas proposta por Janzen e Connell *apud* Pires-O'Brien & O'Brien 1995a). Muitas sugestões são propostas para solucionar o problema, como florações em massa (Sakai *et al.*, 1999), na qual o excesso de flores e frutos possibilitaria a sobrevivência de muitas diásporas e possível deslocamento das fenofases em espécies do mesmo gênero (Davies & Ashton, 1999). A teoria da fuga e a teoria da exclusão competitiva têm obtido provas a favor (Gentry, 1974; Webb, 1997) e contra (Pires *apud* Pires-O'Brien & O'Brien, 1995 a, b; Madeira, 2000) dentre muitos outros.

Segundo Kochmer & Handel (1986) e Smith-Ramírez, Armesto & Figueroa (1998), a posição filogenética das espécies vegetais influi significativamente na floração.

Autores como Feisinger *apud* Smith-Ramírez, Armesto & Figueroa (1998) consideraram muito importante a influência biótica tanto na floração como frutificação das espécies vegetais. A sazonalidade da floração poderia ser explicada pela hipótese da facilitação, na qual espécies da mesma família apresentariam polinizadores semelhantes, atraindo-os numa mesma época do ano. Já autores como Schmeske *apud* Smith-Ramírez, Armesto & Figueroa (1998) defenderam a hipótese da competição por polinizadores, na qual a fenologia das espécies apresentaria uma segregação temporal, que visaria minimizar a competição pelo serviço dos polinizadores.

Morellato (1996) mostrou que para espécies do gênero *Trichilia*, há muitas outras características morfológicas e ecológicas que influem

na competição por polinizadores. Na realidade, a competição quase não ocorre entre as espécies deste gênero, em razão das grandes diferenças no tipo de flor e/ou estrato ocupado na floresta.

Morellato *et al.* (1990), estudando as estratégias fenológicas de espécies arbóreas em Floresta de altitude na Serra do Japi, em São Paulo, relataram fenofases variando pouco em relação aos anos de observação e obedecendo aos regimes de chuva, temperatura (floração) e vento (queda foliar). O evento floração foi o que melhor agrupou as espécies, obedecendo também à sazonalidade dos dispersores de pólen. Segundo os autores, as espécies podem frutificar logo após a floração, em estações diferentes e/ou simultaneamente à floração.

Costa, Pereira & Andrade (1992), estudando espécies florestais na Mata Atlântica, no Rio de Janeiro, constataram uma brotação e perda de folhas regular ao longo do ano.

Desta forma, a fenologia mostra-se como uma ferramenta para detectar o comportamento das espécies em relação às pressões seletivas e reflete as adaptações destas às pressões nas fases mais críticas para a perpetuação da espécie. De forma análoga, os comportamentos e padrões de floração, frutificação e dispersão também podem ser explicados por meio destas teorias.

Desta forma, percebe-se adaptações diversas de acordo com a localização das florestas e a conseqüente incidência dos fatores acima mencionados. Em resumo, florestas localizadas em locais com maior sazonalidade climática respondem primeiramente aos fatores exógenos (é bom lembrar que existem exceções, como, por exemplo, em Morellato & Moraes, 2000) e florestas com menor sazonalidade tendem a apresentar a fenologia mais direcionada aos fatores

endógenos e apresentar maior dependência das interações com os organismos vivos. É interessante notar ainda que, em locais montanhosos, algumas fenofases são sazonais (ex.: floração e queda foliar), ocorrendo o oposto em regiões planas (Morellato *et al.*, 2000). Neste caso, a água disponível no solo parece ser um fator muito importante.

Em muitos estudos fenológicos de comunidades florestais, a floração é geralmente sazonal e a frutificação possui um maior espectro de padrões, revelando interações mais complexas com os fatores anteriormente citados (Morellato *et al.* 2000; Engel, 2001; Hilty, 1980; Bullock & Solis-Magallanes, 1990; Murali & Sukumar, 1994; Sun *et al.*, 1996; Chapman *et al.*, 1999).

As florestas do Morro do Cerrito e Morro Tabor estão sob influência de um clima sazonal em relação à temperatura e não-sazonal em relação à precipitação. Acredita-se que esta situação poderá apresentar novidades em relação às suas interações com os fatores acima mencionados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado no Município de Santa Maria (53°47' de longitude W e 29°43' de latitude S), localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1).

Os trabalhos concentraram-se em dois morros (Morro do Cerrito, com 246 m de altitude e, Morro Tabor, com 244 m), os quais possuem sua superfície recoberta pela Floresta Estacional Decidual da Fralda da Serra Geral (Rambo, 1956; Hueck, 1972).

Santa Maria possui solos do tipo Podzólico vermelho-amarelo, Latossolo vermelho-escuro distrófico e Brunizem hidromórfico, sendo que os locais de estudo possuem afloramentos rochosos, solos litólitos distróficos de matriz basáltica e inclinação acentuada (Lemos *et al.*, 1973).

Maiores detalhes sobre as características do solo no Morro do Cerrito podem ser encontradas em Alberti *et al.* (2000a).

O Morro do Cerrito pertence à congregação religiosa dos Irmãos Maristas, soma, aproximadamente, 20ha de área e apresentou intervenção humana a cerca de 90 anos atrás, estando atualmente em estado de sucessão secundária adiantado, tendendo para o equilíbrio ecológico. (Figura 2).

O Morro Tabor pertence à Sociedade Tabor e está no princípio da sucessão secundária, tendo sofrido intervenções antrópicas mais recentes (cerca de 50 anos).

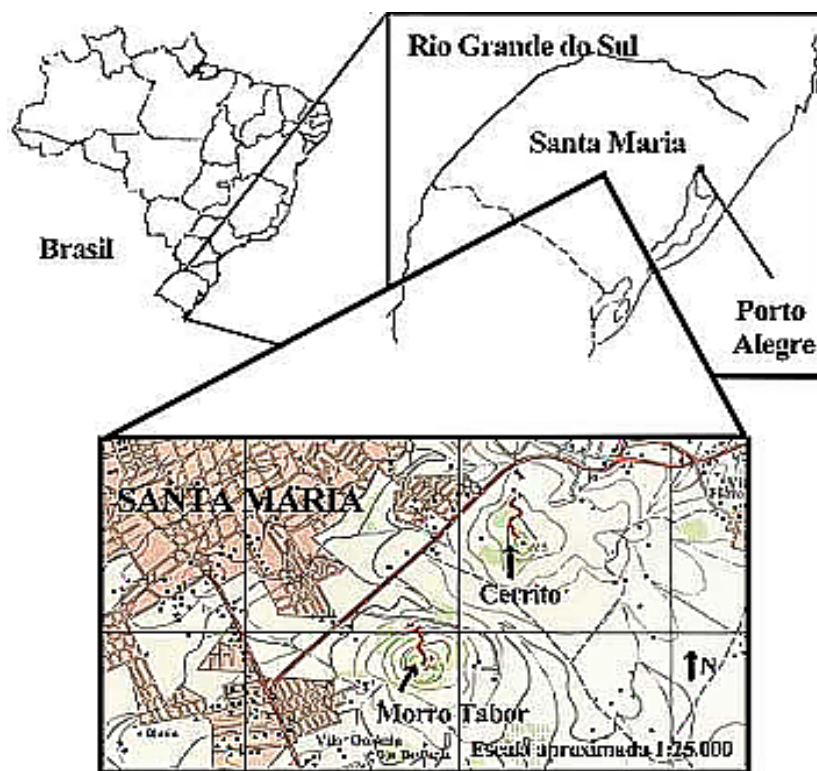


FIGURA 1 – Mapa mostrando as duas áreas de estudo: Morro do Cerrito e Morro Tabor, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Pode-se ver ainda as trilhas.

Fonte: Adaptado da Carta Santa Maria SE – Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações. Diretoria do Serviço Geográfico.

3.2 Clima

O local de estudos pertence a uma região de clima subtropical do tipo Cfa na classificação climática de Köppen. A temperatura média anual oscila em torno de $19,2^{\circ}\text{C}$, com uma amplitude média mensal variável de $14,1$ a $24,8^{\circ}\text{C}$, atingindo valores excepcionais médios de $9,3^{\circ}\text{C}$, em julho, e $26,8^{\circ}\text{C}$, em março. A precipitação anual está em

torno de 1.600 mm, baseado em dados do período de 1912 a 1942, segundo Moreno (1961).



FIGURA 2 – Aspecto do Morro do Cerrito em 28 de julho de 2001.

A variação temporal do clima em Santa Maria pode ser visualizada nas figuras 3, 4 e 5. A primeira mostra a variação dos dados nos últimos dez anos, seguindo a metodologia de Walter & Lieth *apud* Richards (1996), a segunda utiliza médias móveis das variáveis climáticas para dez anos e a terceira mostra os dados climáticos referentes ao período de estudo.

A inclusão de três gráficos de clima visa a posterior comparação das fenofases com diferentes períodos climáticos, buscando explicar se a comunidade responde a mudanças climáticas curtas ou longas. Na Figura 4, estão duas variáveis novas: velocidade do vento e evaporação, as quais podem influenciar na fenologia de determinados grupos (ex.: frutificação dos indivíduos anemocóricos).

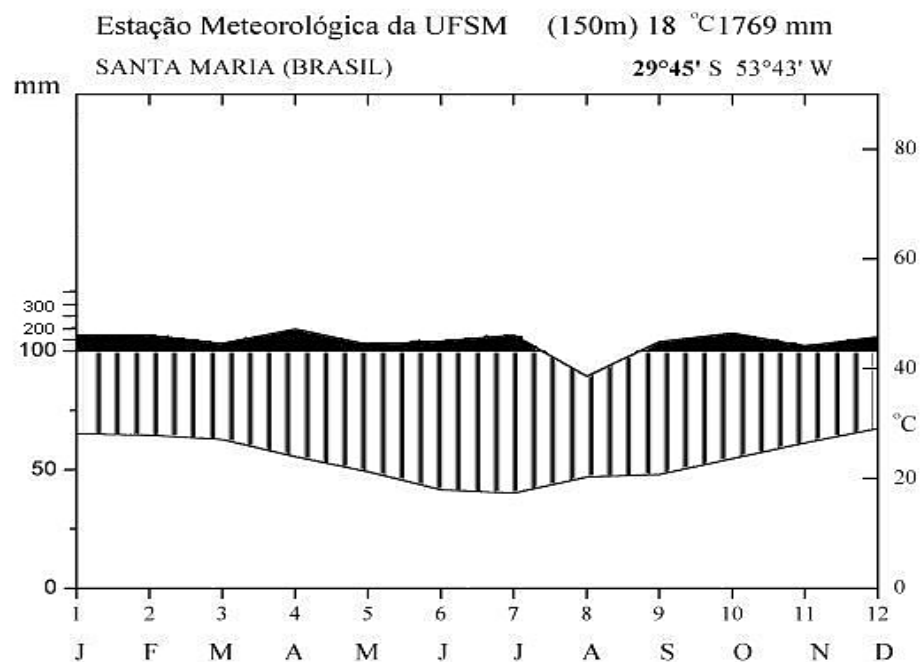


FIGURA 3 – Variação dos principais componentes climáticos em Santa Maria (média dos anos 1990 a 2000, segundo Walter & Lieth *apud* Richards, 1996).

Fonte dos dados: Estação meteorológica do Campus da UFSM.

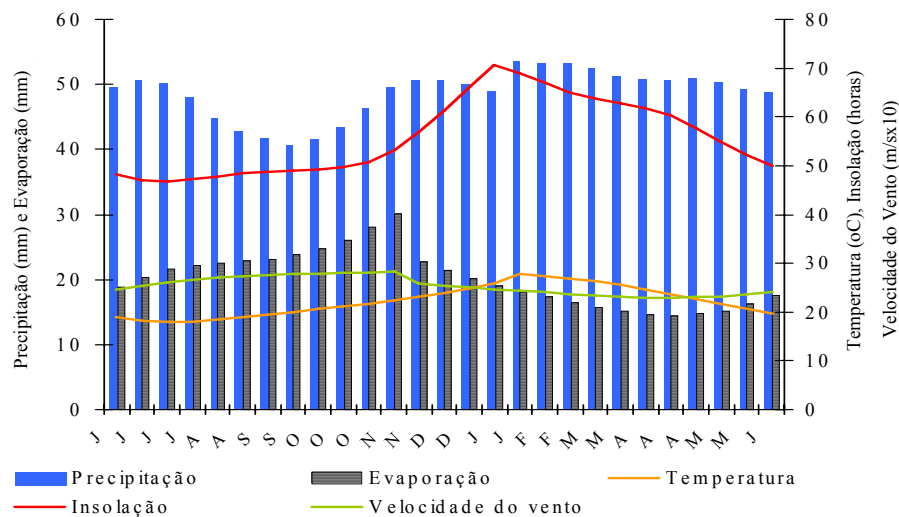


FIGURA 4 – Variáveis climáticas (média dos anos 1990 a 2000) para a cidade de Santa Maria, RS.

Fonte dos dados: Estação meteorológica do Campus da UFSM.

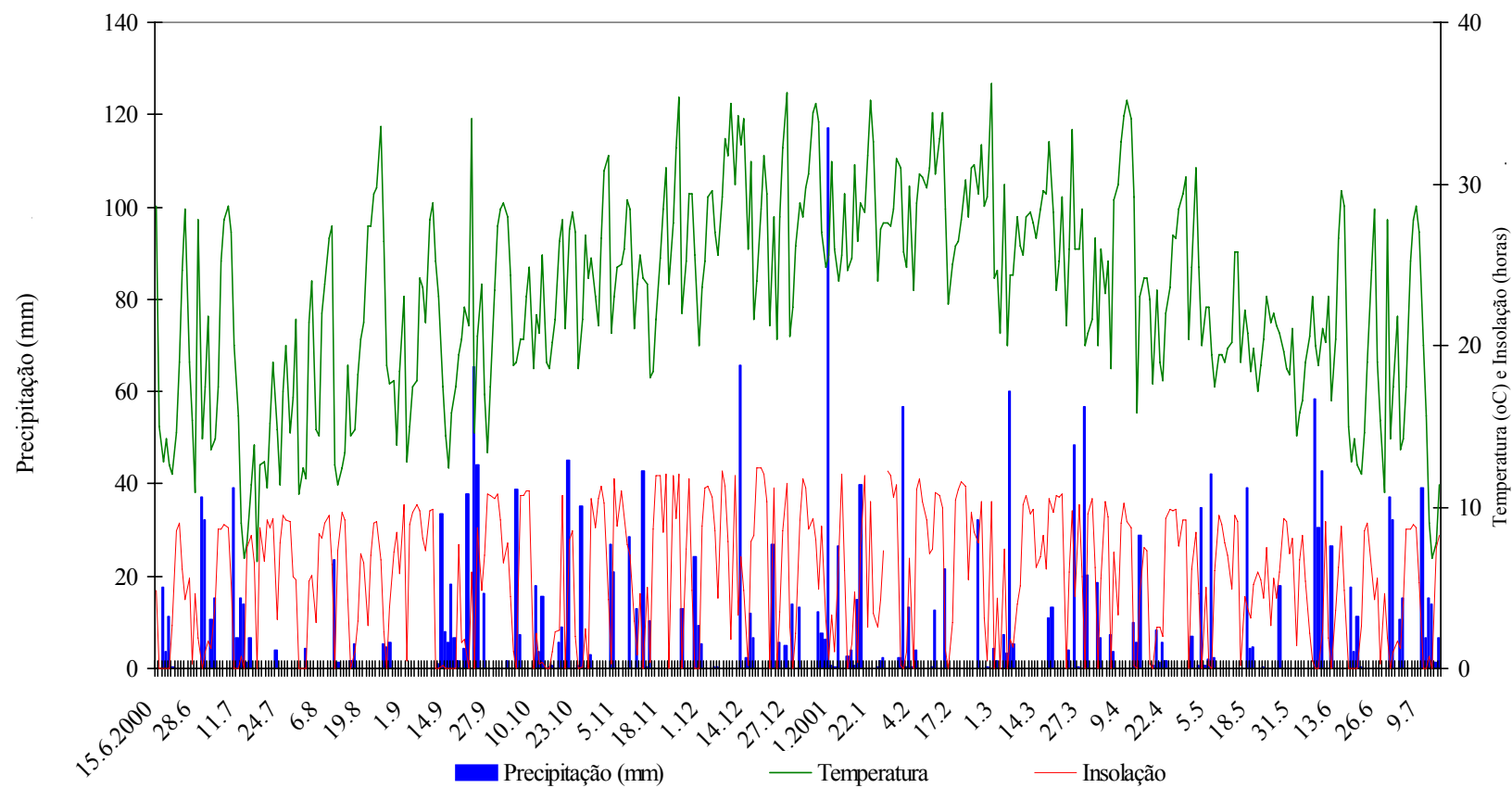


FIGURA 5 – Variação dos principais componentes climáticos em Santa Maria-RS entre junho de 2000 e julho de 2001.

Fonte dos dados: Estação meteorológica do Campus da UFSM.

3.3 Vegetação

A vegetação nos locais estudados pertence a Floresta Estacional Decidual da Fralda da Serra Geral (FEDFSG). As espécies mais abundantes no Morro do Cerrito são: *Trichilia clausenii* (pau-de-ervilha) e *Cupania vernalis* (camboatá-vermelho), enquanto a espécie de maior dominância é *Apuleia leiocarpa* (grápia). No Morro Tabor, as espécies de maior valor de importância são: *Myrocarpus frondosus*, *Cupania vernalis*, *Ocotea puberula* e *Casearia silvestris* (Araujo *et al.*, 2000). Maiores detalhes sobre a composição florística e fitossociológica, bem como informações adicionais a respeito da FEDFSG podem ser obtidas em Rambo (1956), Longhi (1993), Dias *et al.* (1996) e Alberti *et al.* (2000b).

3.4 Amostragem

Na trilha existente no Morro do Cerrito, amostrou-se todas as árvores com DAP maior que dez cm. Para o Morro Tabor, amostrou-se somente árvores maiores que 30 cm de DAP. Foram incluídas todas as árvores que satisfizeram a condição anterior e que se encontravam, em ambos os lados da trilha, a uma distância menor que cinco metros em relação ao centro desta (Figura 6).

Optou-se pelo método de observação em trilhas, pois este facilita a visualização das copas, dando maior precisão às observações se comparado a transectos e/ou parcelas no interior da floresta e ganha-se tempo, em razão de dispensar os deslocamentos entre as unidades

experimentais (Morellato, 1991). Embora as trilhas sejam sinuosas, a área amostral pode ser obtida multiplicando-se o comprimento da trilha por suas dimensões laterais. Para o Morro do Cerrito, foi igual a 4.946,06 m² (aproximadamente 0,5 ha). No Morro Tabor, a área amostral foi semelhante. A fenologia dos dois morros pode ser comparada selecionando-se somente as árvores maiores que 30 cm de DAP em ambos os locais. Essa seleção corresponde a todos os indivíduos do Morro Tabor (n = 74) e cerca de 20% dos indivíduos (n = 68) no Morro do Cerrito.

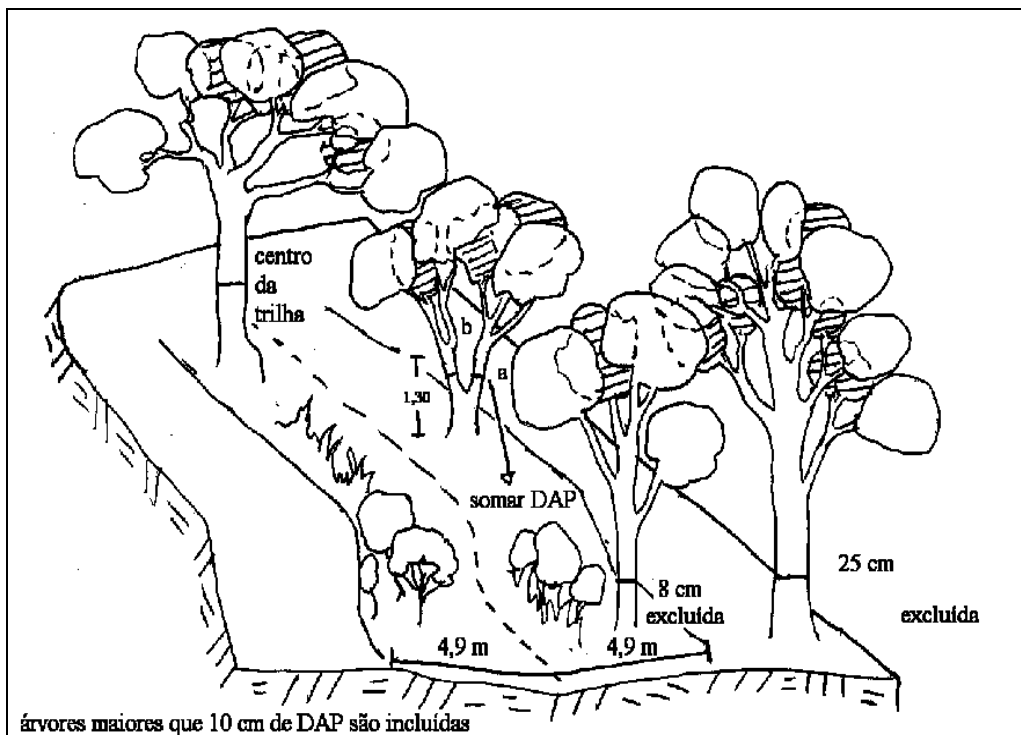


FIGURA 6 – Uso de trilha para amostrar uma comunidade vegetal. As árvores localizadas em ambos os lados da trilha, a menos de 5 m do centro desta e com DAP superior a dez cm (Cerrito) e 30 cm (Tabor), foram incluídas no estudo. Árvores com bifurcação abaixo de 1,3 m foram consideradas como uma única unidade, somando-se os dois diâmetros.

Comparar os dois locais é interessante, pois a composição florística e o estágio sucessional são diferentes, contribuindo, assim, para o entendimento da evolução das fenofases estudadas. Optou-se por amostrar somente indivíduos maiores que 30 cm de DAP, visando minimizar a inclusão de indivíduos não reprodutivos.

3.5 Parâmetros levantados

Os dados fenológicos dos indivíduos amostrados foram anotados em ficha própria, somando nove códigos qualitativos (adaptação de Lima Junior & Alencar, 1992) e cinco códigos quantitativos (Tabela 1), os quais são adaptações dos códigos propostos por Fournier (1974).

O gênero *Ficus* foi tratado de um modo especial na qualificação e quantificação das fenofases reprodutivas em razão da dificuldade de reconhecimento do exato estágio reprodutivo das infrutescências. Desta forma, foi considerada a produção de sicônios e a sua quantificação está vinculada a fenofase frutos.

A fase de mudança foliar é de difícil observação e quantificação (Morellato, 1991). Devido a isto, considerou-se como aparecimento de folhas novas quando folhas de cor mais clara e ou avermelhadas (caso da família Myrtaceae, por exemplo) apareciam.

Considerou-se que a árvore possui folhas velhas, quando a sua cor passa para o verde escuro e está desfolhada, quando se encontra com facilidade as suas folhas perto da copa da matriz e/ou quando as

folhas caem com facilidade devido à ação do vento e, ainda, quando na copa não se vêem folhas.

Desta forma, quantifica-se a percentagem da copa que apresenta cada evento em cada data, quantificando a passagem do (s) evento (s) e a intensidade da copa atingida pelo (s) evento(s).

TABELA 1 – Avaliação qualitativa e quantitativa das fenofases (adaptação de Fournier, 1974)

Código	Qualitativo
1	presença de botões florais
2	presença de flores desenvolvidas (em antese)
3	sem flores
4	presença de frutos novos
5	presença de frutos maduros
6	sem frutos
7	sem folhas
8	presença de folhas novas
9	presença de folhas velhas
Código	Quantificação (em percentagem)
0	ausência do evento
1	evento aparecendo em 1-33% da copa
2	evento aparecendo em 34-66% da copa
3	evento aparecendo em 67-99% da copa
4	evento aparecendo em 100% da copa

Assim, sabe-se qual a percentagem da copa estava com flores em antese e sem flores, numa determinada data e ainda quanto da copa apresentava os dois fenômenos.

As observações foram ajustadas de acordo com a precisão exigida (quinzenais), com a tolerância de apenas um dia, com o intuito de acompanhar todos os fenômenos fenológicos, inclusive os de curta duração (Fournier & Charpentier, 1975).

A observação das copas foi feita com o auxílio de um binóculo TASCOTM dez x 25.

As árvores foram marcadas com tinta plástica de cor branca, remarcando-as quando necessário.

Foram confeccionadas exsicatas das espécies estudadas e o material botânico está incorporado ao herbário do Departamento de Ciências Florestais da UFSM (DCFL).

3.6 Método de análise

Visando a aprofundar a discussão dos resultados obtidos, os indivíduos foram classificados em diversos grupos: indivíduos pertencentes a espécies zoocóricas, anemocóricas e autocóricas; indivíduos pertencentes a espécies R e K; indivíduos pertencentes ao estrato superior, estrato médio superior, estrato médio inferior e estrato inferior; indivíduos emergentes, do dossel e sub-dossel; indivíduos pertencentes ao Morro do Cerrito e Morro Tabor.

Além dos grupos de indivíduos, criou-se três grupos de espécies (grupo geral de espécies, grupo de espécies anemocóricas e grupo de espécies autocóricas, para as duas principais fenofases: floração e frutificação).

Esses grupos resumem os eventos de todos os indivíduos de cada espécie, de forma que um único indivíduo de determinada espécie, apresentando frutos novos, implica no registro da fenofase para a espécie.

Desta forma, espécies com poucos e muitos indivíduos, respectivamente, possuem pesos iguais na representação de determinada fenofase na comunidade.

Embora existam grupos de espécies, optou-se por criar grupos de indivíduos, pois seu uso torna mais fiel a representação da comunidade, enfatizando as conseqüências da competição, densidade (Murali & Sukumar, 1994) e estratificação.

Usando-se o número de indivíduos em vez do número de espécies, ganha-se suficiência amostral nas análises estatísticas. Outra vantagem do uso dos grupos com indivíduos é o fato de poder-se visualizar qual grupo possui mais indivíduos, indicando o sucesso da característica do grupo. Aliado a isso, percebe-se que, geralmente, os gráficos obtidos com grupos de espécies seguem um padrão semelhante aos dos obtidos com grupos de indivíduos.

As síndromes de dispersão foram obtidas com auxílio de revisão bibliográfica, utilizando os conceitos e categorias propostos por Van Der Pijl, Howe & Westley e Fisher & Chapman e utilizados por Nascimento & Longhi (1996).

Espécies R (pioneiras) e K (clímax) foram definidas usando-se como referencial a presença das características citadas por Pires-O'Brien & O'Brien (1995b).

Fez-se uma matriz com as características mais relevantes para que uma espécie seja enquadrada em R e anotou-se a presença ou não desta característica para todas as espécies estudadas. Foram consideradas espécies que tendem a R aquelas espécies que possuísem 50% ou mais de características intrínsecas a R.

Contudo, segundo os mesmos autores, a classificação não é discreta, de modo que as espécies tendem a R ou K, havendo espécies que possuem 50% de atributos de uma espécie R e outros 50% característicos de uma espécie K. Para esta classificação, foram consultadas várias literaturas, de modo que a inclusão de todas as

características e etapas da classificação neste trabalho ficaria demasiadamente maçante. Maiores detalhes sobre as características analisadas podem ser estudadas em Pires-O'Brien & O'Brien (1995b).

A classificação de indivíduos, referentes a sua posição vertical na comunidade foi obtida visualizando-se a posição da copa de cada árvore em relação as suas vizinhas, enquadrando-as em cada grupo: emergente, dossel e sub-dossel. Foram considerados indivíduos emergentes, aqueles indivíduos que possuem a copa nitidamente destacada do dossel, recebendo luz direta sobre a maioria de sua superfície, vinda das mais variadas direções (Plano Silvicultural da Uganda *apud* Alencar *et al.*, 1979).

Indivíduos do dossel, por sua vez, foram caracterizados por possuir suas copas abaixo do estrato emergente, recebendo luz indireta (lateral) e ocasionalmente direta, porém com intensidade menor que o estrato emergente. Indivíduos do sub-dossel foram caracterizados por receber raramente a luz lateral ou recebendo pequenas quantidades de luz e ficando sempre abaixo dos estratos anteriores.

Nas estratificações feitas com distribuição de frequência em altura para a Floresta Estacional Decidual da Fralda da Serra Geral (Longhi, 1993), geralmente aparecem três estratos, de forma que as árvores foram classificadas com o auxílio desta premissa.

Este método proporciona uma visão realista dos estratos, uma vez que as classificações baseadas nas distribuições de frequência em altura e DAP, muitas vezes, distorcem a posição de indivíduos, principalmente aqueles situados nos locais mais altos dos morros, onde os indivíduos crescem muito abaixo da média da população (Martins, 1991). As síndromes de dispersão de sementes em cada estrato também foram analisadas.

No Morro do Cerrito, confeccionou-se dois perfis da floresta (5 x 30m), seguindo as recomendações de Peixoto, da Rosa & Joles (1995), a fim de mostrar de forma resumida os principais aspectos da estrutura vertical.

3.7 Análises estatísticas dos dados fenológicos

Os dados fenológicos obtidos a campo foram digitados em um banco de dados (BD) próprio, utilizando o *software Microsoft Excel™* (Tabela 2). O BD, contendo informações codificadas de todos os indivíduos dentro de cada grupo, data e fenofase, originaram, uma grande matriz de dados brutos. A matriz foi, então, filtrada para cada grupo estudado, obtendo-se o número de indivíduos ou espécies apresentando uma fenofase em determinada data. Para algumas fenofases, como folhas velhas, em que quase todas as espécies estavam representadas em cada data, omitiu-se o número de espécies das séries temporais, devido ao fato de não acrescentarem muita informação. Para fins de comparação entre grupos, alguns dados foram convertidos em percentagem.

TABELA 2 – Exemplo teórico do banco de dados utilizado no presente estudo

Indiví- duo	Espé- cie	Lo- cal	Estra- to	Disper- são	R ou K	DAP	Feno- fase	Junho	Julho	...	Dezem- bro
1	1	1	3	1	1	88,2	1	0	1	...	0
1	1	1	3	1	1	88,2	2	0	0	...	0
1	1	1	3	1	1	88,2	3	4	3	...	4
1	1	1	3	1	1	88,2	4	0	0	...	0
1	1	1	3	1	1	88,2	5	0	0	...	0
1	1	1	3	1	1	88,2	6	4	4	...	4
1	1	1	3	1	1	88,2	7	0	2	...	0
1	1	1	3	1	1	88,2	8	0	0	...	0
1	1	1	3	1	1	88,2	9	4	2	...	4

Inicialmente, todas as variáveis analisadas foram testadas quanto a normalidade, usando o teste de Kolmogorov-Smirnov. A presença de sazonalidade nas séries temporais das fenofases foi testada usando-se o Índice de Morisita (I_{δ}), conforme Poole (1974) e Sakai *et al.* (1999):

$$I_{\delta} = \sum_{i=1}^N \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)} \times N,$$

em que:

- n_i = número de indivíduos na i -ésima amostra;
- n = número total de indivíduos em todas as amostras;
- N = número de amostras (datas de coleta).

Se I_{δ} for igual a 1, o padrão fenológico da fenofase é aleatório. Se $I_{\delta} > 1$, o padrão é agregado ou sazonal, e, se $I_{\delta} < 1$, o padrão é regular. A significância do I_{δ} pode ser testada usando-se a estatística F como segue:

$$F = \frac{I_{\delta}(n - 1) + N - n}{N - 1}$$

O valor de F calculado é comparado com o F tabelado com $N-1$ graus de liberdade no numerador e ∞ (infinito) no denominador. O coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman foi usado para verificar a influência das variáveis climáticas na evolução das fenofases (Murali & Sukumar, 1994). Para o cálculo, necessita-se de um número igual de par de dados nas duas variáveis a correlacionar

(27 pares). Assim sendo, foram usados os dados climáticos do período de estudo e dados médios de dez anos (1990 a 2000). No primeiro caso, para cada data fenológica, calculou-se a média de 14 dias para temperatura, insolação e precipitação. Para o segundo caso, os dados climáticos com 36 coletas anuais foram transformados em 27 coletas, usando-se, para isto, a decomposição sazonal aditiva, com médias móveis (Makridakis, Wheelwright & McGee, 1983).

Com exceção do Índice de Morisita e das filtragens, todas as demais análises foram feitas usando-se o pacote *Statistica 6.0*™. Os resultados são apresentados de acordo com a análise estatística utilizada, procurando-se sempre verificar se existe concordância entre as ferramentas utilizadas, se os agrupamentos criados são úteis ao estudo e mostrar algumas interações que advêm da observação conjunta destes itens.

Uma segunda organização dos resultados introduz primeiramente as fenofases reprodutivas e, posteriormente, a mudança foliar.

O texto segue a seqüência em que os grupos são apresentados nas tabelas, existindo uma ordem em que a comunidade como um todo é o primeiro grupo a ser mencionado, seguindo-se os grupos originados das síndromes de dispersão de sementes, o grupo resultante da classificação visual de estratificação e posteriormente os grupos dos locais de estudo e grupos ecológicos (seleção R ou K).

Tenta-se, assim, minimizar o embaraço causado pelo grande número de variáveis, grupos e fenofases, direcionando o leitor a uma análise dos resultados em que a repetição de itens na seqüência do texto cria um padrão que facilite a memorização e torne clara a leitura e interpretação dos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características gerais das comunidades estudadas

Na amostragem realizada para as árvores, foram encontrados 407 indivíduos, distribuídos em 57 espécies, 48 gêneros e 30 famílias botânicas. As famílias mais representativas foram: Myrtaceae (6 spp.), Lauraceae (5 spp.) e Moraceae (4 spp.). *Eugenia* é o gênero com maior número de espécies (4 spp.).

A composição florística nos dois locais estudados é condizente com os resultados obtidos por Tabarelli, Machado & Longhi (1992), Schmidt *et al.* (1993) e Nascimento & Longhi (1996).

As famílias mais representativas nas áreas estudadas são também as mais largamente distribuídas em toda a região Sul (Machado & Longhi, 1990; Bearzi *et al.*, 1992; Vaccaro *et al.*, 1992) e Sudeste (Tabarelli & Mantovani, 1999), exceção feita a Meliaceae.

Comparando-se as florestas do presente estudo com as florestas da região Sudeste do Brasil, que apresentam uma riqueza em torno de 200 espécies maiores de dez cm de DAP por ha (Tabarelli & Mantovani, 1999), vê-se que a estudada é detentora de baixa diversidade, com apenas 57 espécies por ha. Este número também está muito próximo dos obtidos nos trabalhos anteriormente citados para o Rio Grande do Sul.

Das 57 espécies arbóreas conhecidas, até o momento, para o Morro do Cerrito (Longhi, 1993), 37 (64,9%) estão representadas neste estudo. Além destas, são registradas 17 novas ocorrências para o local citado. No Morro Tabor, a amostragem contemplou 19 (35%)

das 54 espécies encontradas por Araujo *et al.* (2000). Três novas ocorrências foram registradas em relação ao estudo anterior.

A grande maioria (73,68%) das espécies estudadas possui síndrome de dispersão zoocórica. Foram encontradas apenas 11 espécies anemocóricas (19,3%) e quatro espécies autocóricas (7%).

Assim como a composição florística, as síndromes de dispersão seguem semelhante proporção às obtidas em outros estudos, como: Silva & Longhi (1989), Machado & Longhi (1990), Bearzi, Poltronieri & Longhi (1992), Tabarelli, Machado & Longhi (1992), Vaccaro, Hess & Longhi (1992), Morellato & Leitão-Filho (1992), Longhi (1993), Nascimento & Longhi (1996), Batalha, Aragaki & Mantovani (1998), Alberti *et al.* (2000), Talora & Morellato (2000), Morellato *et al.* (2000)

Mais recentemente, Nascimento, Silva & Longhi (2001), em estudo conduzido em Candelária, Rio Grande do Sul, encontraram cerca de 60-70% das espécies com síndromes de dispersão zoocóricas, 15-20% anemocóricas e 5-10% autocóricas.

Curiosamente, o trabalho realizado por Engel (2001), no Estado do Espírito Santo, constitui exceção aos padrões observados.

É muito interessante a constatação de que, no Morro Tabor, existe uma grande proporção de espécies anemocóricas (Figura 7), o que confirma a informação de (Nascimento *et al.*, 2001), quando constatarem uma maior quantidade de espécies anemocóricas e/ou autocóricas em florestas secundárias iniciais, quando comparadas a florestas secundárias tardias.

Griz & Machado (2001), Hilty (1980) e Ibarra-Manríquez, Sánchez-Garfias & González-García (1991) mostraram que o número

de indivíduos anemocóricos aumenta com a sazonalidade climática da região estudada.

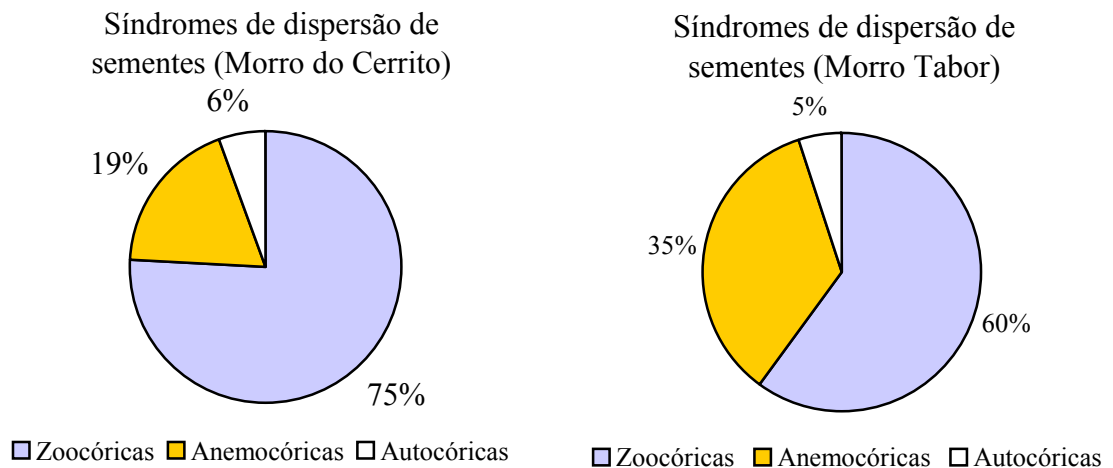


FIGURA 7 – Síndromes de dispersão de sementes no Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria–RS.

O Morro Tabor recupera-se de intervenções recentes (cerca de 50 anos) enquanto o Morro do Cerrito já está em processo mais adiantado de recuperação (cerca de 90 anos).

Desta forma, o maior número de espécies anemocóricas e com atributos de seleção R, no Morro Tabor, confirma a presença de características vinculadas à teoria da exclusão competitiva (Pires-O'Brien & O'Brien, 1995 a,b;) com adaptações das espécies à recolonização (Morro Tabor) e a tendência ao equilíbrio (Morro do Cerrito).

Na Tabela 3, estão relacionadas todas as espécies amostradas para a observação fenológica nas duas áreas estudadas, com seus

respectivos nomes científicos, *voucher*, nomes vulgares, famílias e número de indivíduos (n).

Trichilia clausenii, *Cupania vernalis*, *Chrysophyllum marginatum*, *Myrcianthes pungens*, *Gymnanthes concolor*, *Aiouea saligna*, *Nectandra megapotamica*, *Casearia sylvestris* e *Enterolobium contortisiliquum* foram as espécies mais abundantes nos dois locais estudados. Somam em conjunto mais de 50% dos indivíduos.

O Morro do Cerrito possui 37 espécies exclusivas, e o Morro Tabor, somente três. Existem 17 espécies que são comuns aos dois locais estudados. As duas primeiras espécies representam 23,6% dos indivíduos amostrados. É notável a semelhança entre este valor e os obtidos por Longhi (1993) para o Morro do Cerrito (20,1%).

No Morro Tabor, *Enterolobium contortisiliquum*, *Nectandra megapotamica*, *Cupania vernalis*, *Patagonula americana*, *Helietta apiculata*, *Ocotea puberula*, *Nectandra lanceolata* e *Luehea divaricata* foram as espécies mais abundantes. Representam mais de 70% dos indivíduos amostrados e, com exceção da primeira espécie citada, assemelha-se aos resultados obtidos por Araujo *et al.* (2000).

Na Tabela 4, encontram-se classificações de ordem ecológica (seleção natural síndromes de dispersão de diásporas) para as espécies estudadas, *voucher*, bem como a época de floração e frutificação relatada na literatura.

De um modo geral, as épocas de floração e frutificação, encontradas na literatura, condizem com os resultados obtidos. Os dados destas tabelas foram obtidos nos trabalhos realizados por Klein & Reitz (1988), Lorenzi (1992), Vaccaro & Longhi (1995),

Nascimento & Longhi, (1996) e Nascimento (2000), entre outros mencionados na revisão bibliográfica.

TABELA 3 – Família botânica, nome científico, *voucher* (V), nome comum, e número de indivíduos amostrados (n) das espécies no Morro do Cerrito (C) e Morro Tabor (T) em Santa Maria – RS

Família Botânica	Nome científico	V	Nome comum	n		
				C	T	Tt
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		Jerivá	2	0	2
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera		Cambará	0	1	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo		Ipê-rocho	1	0	1
Bombacaceae	<i>Chorisia crispiflora</i> H.B.K.		Paineira	7	0	7
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		Louro	3	3	6
Celastraceae	<i>Patagonula americana</i> L.	4274	Guajuvira	6	5	11
	<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	4288	Cancorosa	3	0	3
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.		Maria-preta	4	0	4
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng	4265	Laranjeira-do-mato	17	0	17
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	4285	Tanheiro	3	0	3
	<i>Manihot flabellifolia</i> Pohl	4287	Mandiocão	2	0	2
Flacourtiaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	4276	Guaçatunga-branca	5	0	5
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4267	Carvalinho	13	0	13
Icacinaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard		Cocão	1	0	1
Lauraceae	<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	4253, 4254	Canela-vermelha	15	0	15
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees et Mart. ex Nees	4286	Canela-amarela	2	4	6
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	4264	Canela-preta	7	8	15
	<i>Ocotea puberula</i> (A. Rich.) Nees		Canela-guaicá	0	4	4
	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	4283	Canela-ferrugem	1	0	1
Leguminosae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) J.F. Macbre.		Grápia	9	0	9

Continua...

TABELA 3 – Continuação

Família Botânica	Nome científico	V	Nome comum	n		
				C	T	Tt
Leguminosae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong		Timbaúva	0	12	12
	<i>Inga marginata</i> Willd.	4259, 4260	Ingazeiro	2	0	2
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allem.	4271	Cabriúva	7	3	10
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan		Angico- vermelho	1	2	3
	<i>Senna multijuga</i> (L.C. Rich.) Irwin et Bar		Chuva-de- ouro	1	0	1
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	4263	Canjerana	3	1	4
	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	4252	Catiguá- verdadei- ro	10	0	10
	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	4291	Pau-de- ervilha	73	0	73
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq) Miq.		Figueira- do-mato	3	2	5
	<i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq.		Mata-pau	2	0	2
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.		Tajuva	2	2	4
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, et al.	4255	Cincho	8	0	8
Myrsinaceae	<i>Myrsine loefgrenii</i> (Mez) legui	4278	Capororo- ca	2	0	2
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.		Cerejeira- do-mato	4	0	4
	<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	4282	Batinga	2	0	2
	<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand.	4281	Batinga	10	0	10
	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	4280	Guamirin	2	0	2
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) Legrand.	4275	Guabijú	17	0	17
	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	4279	Guapuriti	2	0	2
Nictaginaceae	<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	4272, 4277	Pisonia	6	0	6
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	4257, 4258	Umbu	1	0	1
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.		Uva do japão	2	0	2
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	4266	Pesseguei- ro-do- mato	6	3	9
	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St Hil. et Tul.) Mart.	4250, 4251, 4269	Pau-sabão	1	0	1
Rubiaceae	<i>Chomelia obtusa</i> Cham. Et Schtdl.	4270	Viuvinha	1	0	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.		Mamica- de-cadela	1	0	1

Continua...

TABELA 3 – Conclusão

Família Botânica	Nome científico	V	Nome comum	n		
				C	T	Tt
Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	4262, 4284	Canela-de-veado	3	5	8
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St. Hil. <i>et al.</i>) Radlk.	4256	Chal-chal	3	0	3
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	4290	Camboatá-vermelho	18	5	23
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	4289	Camboatá-branco	4	2	6
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	4273	Aguai-da-serra	8	3	11
	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk. D.	4249	Aguai-vermelho	15	3	18
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Room. et Schult.) T.D Penn.	4261	Sombra-de-touro	2	2	4
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.	4268	Leproseiro	2	0	2
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. et Zucc.		Açoita-cavalo	2	4	6
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.		Urtigão-do-mato	4	0	4
Verbenaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng) Moldenke		Tarumã	1	0	1
Σ				333	74	407

- N = Número de indivíduos;
- T = Morro Tabor;
- C = Morro do Cerrito;
- Tt = Total geral.

A disposição das síndromes de dispersão, nos estratos da comunidade, reflete a competição dos indivíduos por luz. Indivíduos anemocóricos geralmente estão em maior número no estrato emergente, enquanto indivíduos zoocóricos preferem os demais estratos (Silva & Longhi, 1989; Machado & Longhi, 1990; Bearzi *et al.* 1992; Tabarelli *et al.*, 1992; Vaccaro *et al.*, 1992; Longhi, 1993 e Nascimento & Longhi, 1996).

Padrões semelhantes foram encontrados por Morellato & Leitão-Filho (1992) na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo; Schmidt *et al.* (1993), em Formigueiro, Rio Grande do Sul; Kohler (1997) em Lagoa

Santa, Minas Gerais e Talora & Morellato (2000) em Ubatuba, São Paulo.

TABELA 4 – Família botânica, nome científico, seleção natural (S), síndromes de dispersão de diásporas (D), épocas de floração (Fl.) e frutificação (Fr) (encontradas na literatura) das espécies do Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria-RS

Família Botânica	Nome científico	S	D	Fl.	Fr.
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	K	Z	9-3	2-8
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	R	Ane.	10-11	12-2
Bignoniaceae	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	R	Ane.	6-8	8-11; 9
Bombacaceae	<i>Chorisia crispiflora</i> H.B.K.	R	Ane.	12-4	8-9
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	R	Ane.	4-7	7-9
	<i>Patagonula americana</i> L.	R	Ane.	9-11	11-12
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	K	Z	1-12	6-8; 3-4
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	K	Z	9-11	1-12
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng	K	Aut.	7-8; 1-5	9-10; 4-6
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	K	Z	10-11; 12-4	12-1; 8-1; 5-6
	<i>Manihot flabellifolia</i> Pohl	R	Aut.	11	2-4
Flacourtiaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	R	Z	10-12	10
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	R	Z	7-3; 10	9-10
Icacinaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	K	Z	s.i.	s.i.
Lauraceae	<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	K	Z	9-1	2-4
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees et Mart. ex Nees	K	Z	9-12	1-3
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	K	Z	4-5; 8-12	2-4
	<i>Ocotea puberula</i> (A. Rich.) Nees	K	Z	7-8	11-12
	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	K	Z	s.i.	s.i.
Leguminosae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) J.F. Macbre.	K	Aut.	Primavera	12-2
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	R	Aut.	9-11	6-7
	<i>Inga marginata</i> Willd.	R	Z	10; 12; 9	2-4
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allem.	R	Ane.	9-10	1-2
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	R	Ane.	11-1	6-7
	<i>Senna multijuga</i> (L.C. Rich.) Irwin et Bar	R	Ane.	s.i.	s.i.

Continua.

TABELA 4 - Conclusão

Família Botânica	Nome científico	S	D	Fl.	Fr.
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	K	Z	9-11	7
	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	K	Z	1-5	8-12
	<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	K	Z	8-11	2-5; 10-3
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq) Miq.	R	Z	Ano todo	Ano todo
	<i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq.	K	Z	Ano todo	Ano todo
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	R	Z	9-10	1-2
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, et al.	K	Z	7-9	11-12
Myrsinaceae	<i>Myrsine loefgrenii</i> (Mez) legui	R	Z	12-1; 6-7	3-4; 10-11
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	K	Z	9-11	11-12
	<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	K	Z	s.i.	s.i.
	<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand.	K	Z	s.i.	s.i.
	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	K	Z	8-1	9-12
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) Legrand.	K	Z	10-12	1
	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	K	Z	10-11	12
Nictaginaceae	<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	R	Ane.	7-10	8-11
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	R	Z	9-11	1-2
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	K	Z	Verão	Verão
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	K	Z	12-2	1-8
	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St Hil. et Tul.) Mart.	R	Z	s.i.i	s.i.
Rubiaceae	<i>Chomelia obtusa</i> Cham. Et Schtdl.	K	Z	s.i.	s.i.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	R	Z	6-7	9-10
	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	R	Ane.	11-12	3-5
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St. Hil. et al.) Radlk.	K	Z	7-11	10-11
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	K	Z	2-9	10-12
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	K	Z	10-12	12-1
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	K	Z	12-1; 1-12	4-9; 3-4
	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk. D.	K	Z	1-4	7-10
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Room. et Schult.) T.D Penn.	R	Z	10-11	1-2
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.	K	Z	s.i.	s.i.
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. et Zucc.	R	Ane.	12-2	5-6; 11-12
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	R	Z	s.i	s.i
Verbenaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng) Moldenke	K	Z	10-12	1-3

- K = Seleção do tipo K (espécies climax);
- R = Seleção do tipo R (espécies pioneiras);
- Z = Espécies com síndrome de dispersão de sementes zoocóricas;
- An. = Espécies com síndrome de dispersão de sementes anemocóricas;
- Aut. = Espécies com síndrome de dispersão de sementes autocóricas;
- Floração e Frutificação 1-12 = Meses do ano, verão, primavera, etc;
- Si = Sem informação na literatura.

As duas comunidades estudadas possuem diferenças interessantes na sua composição florística, na síndrome de dispersão de diásporas de suas espécies componentes em relação aos estratos da floresta e com relação ao número de indivíduos com seleção R e K (Figuras 7 a 13). É interessante comentar que o estrato superior do Morro Tabor não possui a mesma proporção de síndromes de dispersão de diásporas encontrada no Morro do Cerrito, indicando que existe uma transição a ser efetuada na representatividade de síndromes de dispersão em cada estrato. Em última análise, esta transição reflete a busca pelo equilíbrio.

A Figura 8 apresenta a percentagem de indivíduos para cada síndrome de dispersão de sementes em cada estrato estudado. A maioria dos indivíduos anemocóricos e autocóricos estão localizados no estrato emergente. Os indivíduos zoocóricos aparecem em maior quantidade no sub-dossel. Quando se analisa o estrato emergente, fica evidente a presença da competição entre os grupos. É este estrato que possui a melhor distribuição entre os três grupos de síndromes de dispersão de sementes.

A Figura 9 apresenta a percentagem de indivíduos das diferentes síndromes de dispersão para a classificação visual da estratificação, para o Morro do Cerrito.

Na Figura 10, são apresentadas as síndromes de dispersão de sementes nos diferentes estratos da floresta para os indivíduos do Morro Tabor, em Santa Maria, RS.

No Morro Tabor, não apareceram indivíduos no sub-dossel, devido ao fato deste estrato incluir somente árvores menores de 19,14 cm de DAP, ficando excluídas as árvores com porte maior, uma vez que para o estudo fenológico do referido local, amostrou-se somente

árvores maiores que 30 cm de DAP. O Morro Tabor possui muitos indivíduos anemocóricos, posicionados no dossel.

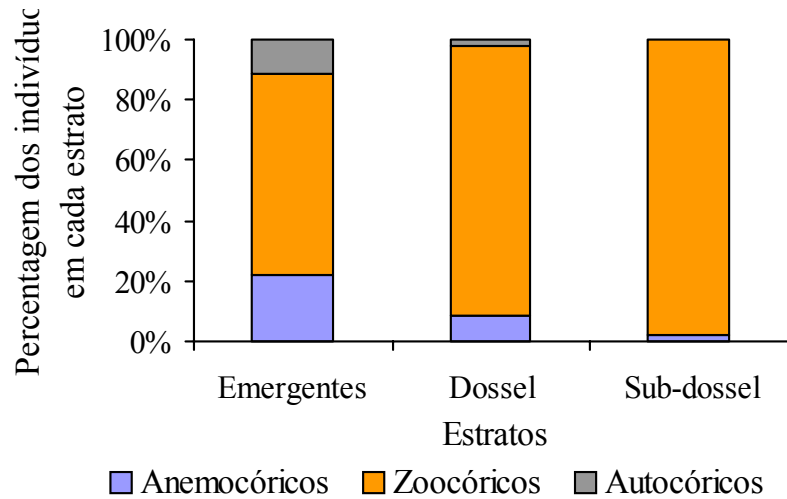


FIGURA 8 – Proporção das diferentes síndromes de dispersão de sementes em cada estrato, para as duas comunidades arbóreas estudadas, em Santa Maria, RS.

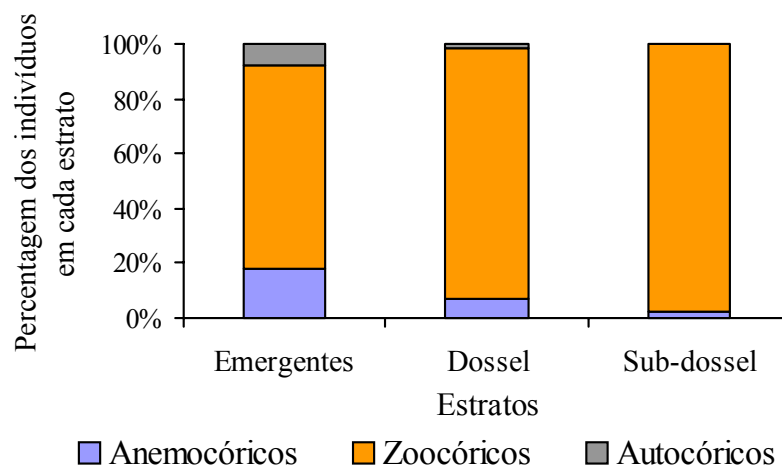


FIGURA 9 – Proporção das diferentes síndromes de dispersão de sementes em cada estrato da floresta, para os indivíduos do Morro do Cerrito, em Santa Maria, RS.

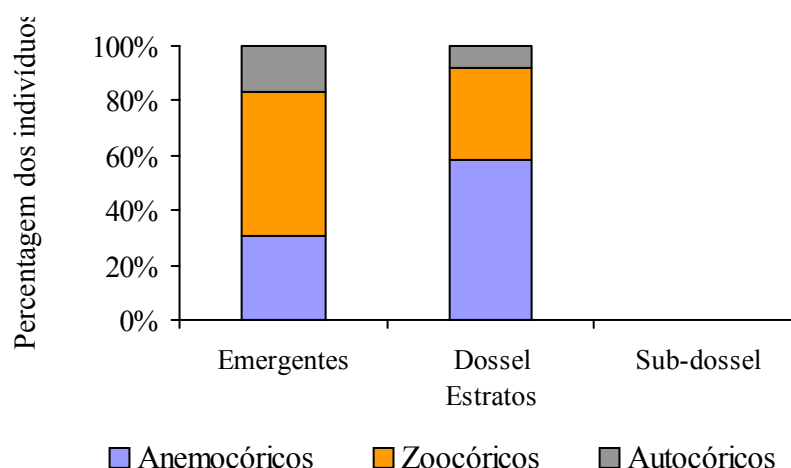


FIGURA 10 – Proporção das diferentes síndromes de dispersão de sementes para cada estrato da floresta, para os indivíduos do Morro Tabor, em Santa Maria – RS.

Na amostragem realizada, Figura 11, foram encontradas 33 espécies K (32 no Morro do Cerrito e 9 no Morro Tabor) e 24 espécies R (22 no Morro do Cerrito e 11 no Morro Tabor).

Analisando as duas comunidades como um todo, para a distribuição de frequência do DAP das árvores (Figura 12), verifica-se que as classes maiores que 55,76 cm de DAP apresentaram 23 indivíduos (5,65%), aumentando cada vez mais este número à medida que se retrocede às classes de menor DAP.

Assim, a floresta adquire a típica distribuição de frequência em forma de J invertido, onde as classes de menor DAP apresentam alto número de indivíduos, ocorrendo o contrário com as classes de maior DAP.

A estratificação da comunidade coincide, em parte, com os estudos realizados no Rio Grande do Sul (Vaccaro & Longhi, 1995;

Nascimento, 2000), na Amazônia (Alencar, Almeida & Fernandes, 1979) e ainda no México (Prado *et al.*, 1982).

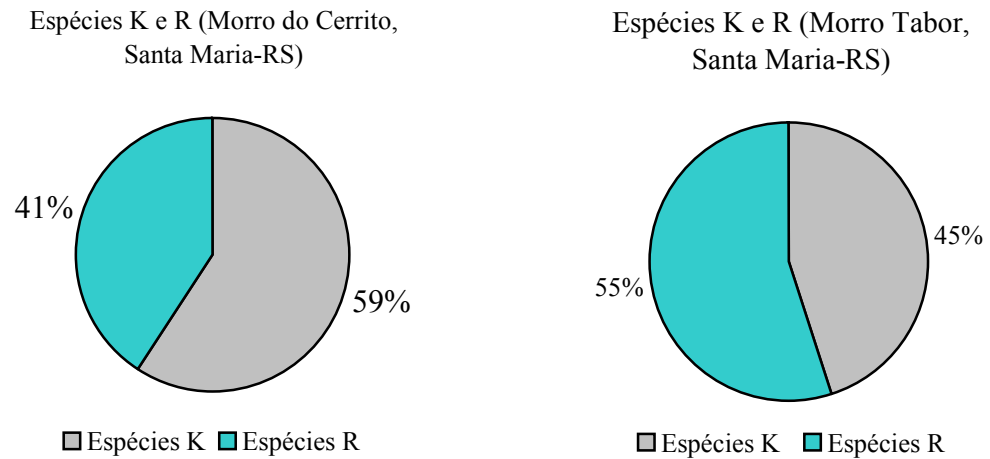


FIGURA 11 – Grupos de espécies K e R, no Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria–RS.

Aparecem poucos indivíduos emergentes e muitos indivíduos nos demais estratos. O estrato inferior da última referência citada apresenta poucos indivíduos, discordando assim do presente estudo.

Na realidade, a estratificação obtida depende muito do DAP estipulado para a inclusão dos indivíduos. Se for incluído indivíduos maiores que 2,5 cm, a tendência é aparecer a curva em forma de J invertido, mas se for incluído indivíduos maiores que 30 cm de DAP, está-se amostrando somente os estratos superiores.

A classificação visual da posição vertical dos indivíduos produziu resultado semelhante, uma vez que as árvores dominantes e co-

dominantes foram aglutinadas em uma mesma classe (emergentes), (Figura 13).

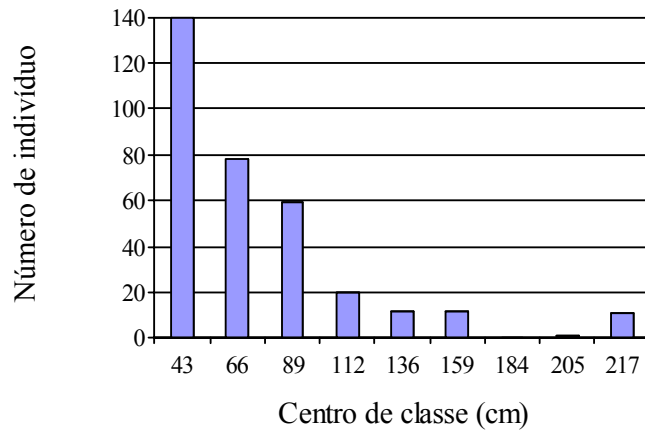


FIGURA 12 – Distribuição de freqüência em DAP (cm) (Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria-RS).

A simplificação foi feita visando minimizar os problemas causados por um número muito pequeno de indivíduos nas classes extremas da distribuição de freqüência, como proposto por Durlo (2001).

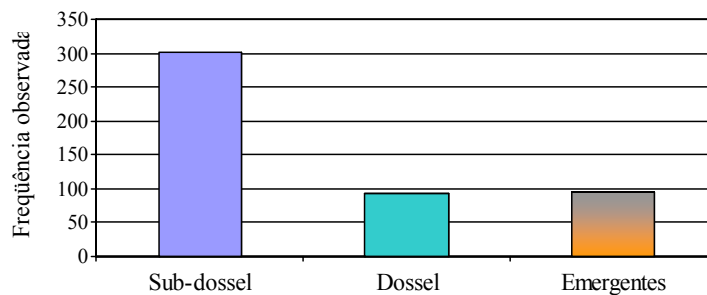


FIGURA 13 – Número de indivíduos nas diferentes classes de posição vertical usando como método a visualização da copa das árvores (Morro do Cerrito e Morro Tabor, Santa Maria-RS).

Os dois perfis realizados no Morro do Cerrito (Figuras 14 e 15) mostram aspectos gerais da comunidade estudada, indicando as espécies mais frequentes e as linhas gerais de estratificação vertical. O estrato superior é geralmente formado por espécies R, como *Enterolobium contortisiliquum* e *Apuleia leiocarpa*. Nos estratos médios, são muito frequentes *Trichilia clausenii* e *Cupania vernalis*. No estrato inferior, estão presentes *Gymnanthes concolor* e *Sorocea bonplandii*.

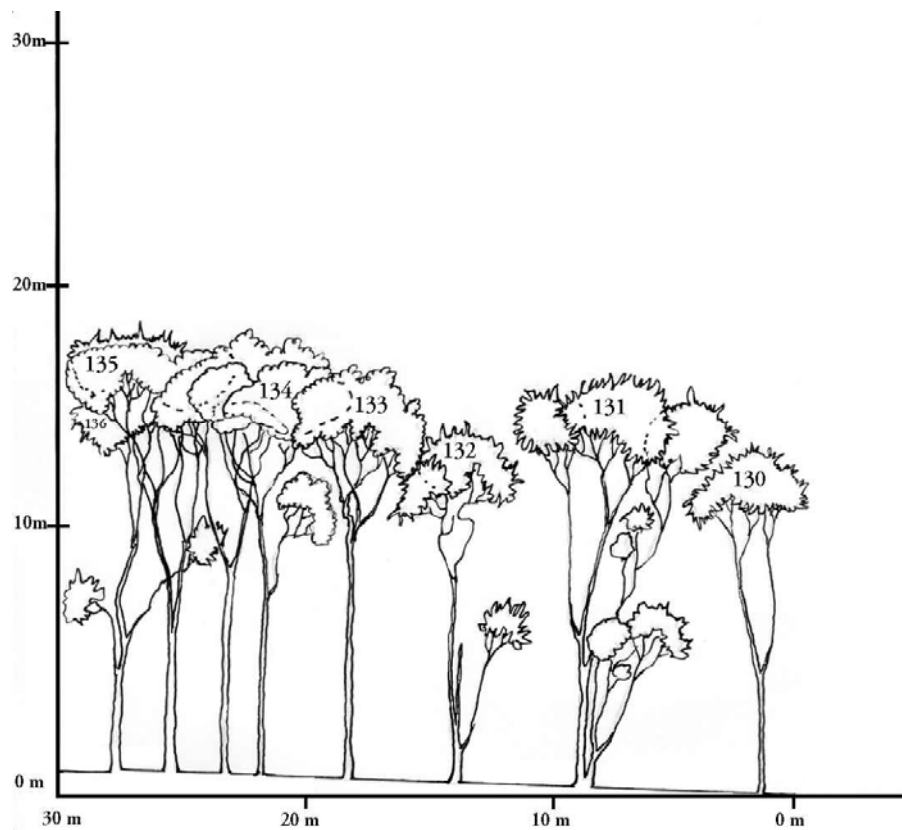


FIGURA 14 – Perfil de um trecho de 30 m, mostrando as principais espécies que ocorrem no Morro do Cerrito: número 130 a 132 – *Trichilia clausenii*, 133 a 136 – *Cupania vernalis*.



FIGURA 15 – Perfil de um trecho de 30 m mostrando as principais espécies que ocorrem no Morro do Cerrito: número 35 – *Chrysophyllum gonocarpum*; 36 – *Trichilia clausenii*; 37 e 40 – *Myrcianthes punjens*; 38, 39 e 42 – *Apuleia leiocarpa*; 41 – *Eugenia rostrifolia*; 43 – *Gymnanthes concolor*.

4.2 Fenologia

A fenologia de cada espécie, em particular, pode ser visualizada na Tabela 5. Esta é uma informação valiosa, tanto para a Silvicultura como para a Ecologia.

TABELA 5 – Fenofases reprodutivas nas espécies estudadas no Morro do Cerrito e Morro Tabor (junho de 2000 a junho de 2001)

Família	Floração e Frutificação	
Espécie	Ano de 2000	Ano de 2001
	j j j j a a s s o o o n n d d j j f f m m a a a m m j j	
Arecaceae <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		
Asteraceae <i>Gochmatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera		
Bignoniaceae <i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo		
Bombacaceae <i>Chorisia crispiflora</i> H.B.K.		
Boraginaceae <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		
<i>Patagonula americana</i> L.		

Continua...

TABELA 5 – Continuação...

Família	Floração e Frutificação																											
	Ano de 2000												Ano de 2001															
Espécie	j	j	j	j	a	a	s	s	o	o	o	n	n	d	d	j	j	f	f	m	m	a	a	a	m	m	j	j
Celastraceae <i>Maytenus aquifolia</i> Mart.																												
Ebenaceae <i>Diospyros inconstans</i> Jacq.																												
Euphorbiaceae <i>Gymnanthes concolor</i> Spreng																												
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.																												
<i>Manihot flabellifolia</i> Pohl																												
Flacourtiaceae <i>Banara tomentosa</i> Clos																												

Continua...

TABELA 5 – Continuação...

Família	Floração e Frutificação																										
	Ano de 2000												Ano de 2001														
Espécie	j	j	j	j	a	a	s	s	o	o	n	n	d	d	j	j	f	f	m	m	a	a	a	m	m	j	j
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.																											
Icacinaceae																											
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard																											
Lauraceae																											
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.																											
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees et Mart. ex Nees																											
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez																											
<i>Ocotea puberula</i> (A. Rich.) Nees																											

Continua...

TABELA 5 – Continuação...

Família	Floração e Frutificação																											
	Ano de 2000												Ano de 2001															
Espécie	j	j	j	j	a	a	s	s	o	o	o	n	n	d	d	j	j	f	f	m	m	a	a	a	m	m	j	j
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil																												
Leguminosae																												
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) J.F. Macbre.																												
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong																												
<i>Inga marginata</i> Willd.																												
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allem.																												
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.)Brenan																												
<i>Senna multijuga</i> (L.C. Rich.) Irwin et Bar																												

Continua...

TABELA 5 – Continuação...

Família	Floração e Frutificação																										
	Ano de 2000						Ano de 2001																				
Espécie	j	j	j	j	a	a	s	s	o	o	n	n	d	d	j	j	f	f	m	m	a	a	a	m	m	j	j
Meliaceae																											
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.																											
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.																											
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.																											
Moraceae																											
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq) Miq.																											
<i>Ficus organensis</i> (Miq.) Miq.																											
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.																											
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, et al.																											

Continua...

TABELA 5 – Continuação...

Família	Floração e Frutificação																											
	Ano de 2000						Ano de 2001																					
Espécie	j	j	j	j	a	a	s	s	o	o	n	n	d	d	j	j	f	f	m	m	a	a	a	m	m	j	j	
Myrsinaceae <i>Myrsine loefgrenii</i> (Mez) legui																												
Myrtaceae <i>Eugenia involucrata</i> DC.																												
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand																												
<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand.																												
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.																												
<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) Legrand.																												
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman																												

Continua...

TABELA 5 – Continuação...

Família	Floração e Frutificação																											
	Ano de 2000						Ano de 2001																					
Espécie	j	j	j	j	a	a	s	s	o	o	n	n	d	d	j	j	f	f	m	m	a	a	a	m	m	j	j	
Nictaginaceae <i>Pisonia ambigua</i> Heimerl																												
Phytolaccaceae <i>Phytolacca dioica</i> L.																												
Rhamnaceae <i>Hovenia dulcis</i> Thunb.																												
Rosaceae <i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.																												
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St Hil. et Tul.) Mart.																												
Rubiaceae <i>Chomelia obtusa</i> Cham. Et Schtdl.																												

Continua...

TABELA 5 – Continuação...





Família	Floração e Frutificação																										
	Ano de 2000						Ano de 2001																				
Espécie	j	j	j	j	a	a	s	s	o	o	n	n	d	d	j	j	f	f	m	m	a	a	a	m	m	j	j
Rutaceae																											
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.																											
<i>Helietta apiculata</i> Benth.																											
Sapindaceae																											
<i>Allophylus edulis</i> (A. St. Hil. et al.) Radlk.																											
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.																											
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.																											
Sapotaceae																											
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.																											

Continua...

TABELA 5 – Continuação...

Família	Floração e Frutificação																											
	Ano de 2000												Ano de 2001															
Espécie	j	j	j	j	a	a	s	s	o	o	o	n	n	d	d	j	j	f	f	m	m	a	a	a	m	m	j	j
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk. D.																												
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Room. et Schult.) T.D Penn.																												
Styracaceae <i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.																												
Tiliaceae <i>Luehea divaricata</i> Mart. et Zucc.																												
Urticaceae <i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.																												
Verbenaceae <i>Vitex megapotamica</i> (Spreng) Moldenke																												

Abaixo, tem-se a legenda explicativa dos eventos fenológicos da relativos a Tabela 5.

Legenda	
Botões florais	
Flores em antese	
Frutos novos	
Frutos adultos	

4.2.1 Sazonalidade das fenofases

Na análise da sazonalidade, realizada por meio do Índice de Morisita (Tabela 6), omitiu-se todos os resultados da fenofase flores em antese, em razão desta não diferir da fenofase botões florais quanto ao padrão ou significância estatística para todos os grupos estudados.

A fenofase frutos adultos difere em significância e padrão da fenofase frutos novos para alguns grupos. Desta forma, serão citados os valores quando necessário.

Em relação às folhas, a diferença é notável, por isso as três fenofases estão presentes na Tabela 6.

Pela interpretação do Índice de Morisita, verifica-se a presença de sazonalidade nas principais fenofases analisadas, excetuando-se as fenofases folhas adultas e frutos novos.

Na primeira exceção, somente indivíduos pertencentes a espécies com seleção R, indivíduos anemocóricos e autocóricos apresentaram padrão agregado com valores significativos no Teste F.

Na segunda fenofase, três grupos de indivíduos apresentaram padrão diferente do aleatório e um grupo de espécies apresentou padrão regular, porém sem significância estatística.

TABELA 6 – Índice de Morisita para as principais variáveis fenológicas e respectivos grupos de indivíduos e espécies estudadas no Morro do Cerrito e no Morro Tabor, Santa Maria, RS

Fenofase	Grupo	I _g		Fc**		Padrão	
		Espécies	Indivíduos	Espécies	Indivíduos		
Botões florais	Geral	1,47	1,89	6,26	37,71	Agregado	
	Anemocóricas	2,14	2,14	4,73	4,73	Agregado	
	Zoocóricas		1,80		29,38	Agregado	
	Autocóricas	1,78	5,16	1,48	9,64	Agregado	
	Emergentes		1,64		7,58	Agregado	
	Dossel		1,50		6,68	Agregado	
	Sub-dossel		2,36		27,16	Agregado	
	Morro do Cerrito com DAP maior que 30 cm		1,49		4,64	Agregado	
	Morro Tabor com DAP maior que 30 cm			1,75		8,05	Agregado
	Seleção R			2,46		12,16	Agregado
	Seleção K			1,79		27,13	Agregado
Frutos Novos	Geral	1,11	1,17	2,46	7,80	Agregado	
	Anemocóricas	1,42	1,82	1,47	3,94	Agregado	
	Zoocóricas		1,19		7,72	Agregado	
	Autocóricas	0,34	0,34	0,69	0,69	Regular/Aleatório	
	Emergentes		1,11		2,49	Agregado	
	Dossel		1,05		1,57	Aleatório	
	Sub-dossel		1,56		9,25	Agregado	
	Morro do Cerrito com DAP maior que 30 cm		1,09		1,98	Agregado	
	Morro Tabor com DAP maior que 30 cm			1,10		1,89	Agregado
	Seleção R			1,19		2,73	Agregado
	Seleção K			1,20		7,23	Agregado
Folhas Novas	Geral		1,92		152,57	Agregado	
	Anemocóricas		1,82		21,72	Agregado	
	Zoocóricas		1,8		117,55	Agregado	
	Autocóricas		2,11		12,54	Agregado	
	Emergentes		1,78		33,85	Agregado	
	Dossel		1,7		32,15	Agregado	
	Sub-dossel		2,02		85,46	Agregado	
	Morro do Cerrito com DAP maior que 30 cm		1,79		25,32	Agregado	
	Morro Tabor com DAP maior que 30 cm			1,61		21,92	Agregado
	Seleção R			1,86		44,60	Agregado
	Seleção K			1,92		107,42	Agregado

Continua...

TABELA 6– Conclusão.

Fenofase	Grupo	I_{δ}		Fc**		Padrão	
		Espécies	Indiví- duos	Espécies	Indiví- duos		
Folhas Adultas	Geral		1,00		2,71	Aleatório	
	Anemocóricas		1,08		4,88	Agregado	
	Zoocóricas		0,99		0,29	Aleatório	
	Autocóricas		1,44		6,64	Agregado	
	Emergentes		1,03		3,40	Aleatório	
	Dossel		1,00		1,25	Aleatório	
	Sub-dossel		0,99		0,19	Aleatório	
	Morro do Cerrito com DAP maior que 30 cm		0,99		0,78	Aleatório	
	Morro Tabor com DAP maior que 30 cm		1,02		2,77	Aleatório	
	Seleção R		1,07		7,54	Agregado	
	Seleção K		0,99		0,17	Aleatório	
	Sem Folhas	Geral		2,25		15,04	Agregado
		Anemocóricas		1,83		21,72	Agregado
Zoocóricas			2,80		5,76	Agregado	
Autocóricas			2,29		7,09	Agregado	
Emergentes			2,42		9,54	Agregado	
Dossel			2,42		4,88	Agregado	
Sub-dossel			1,25		1,62	Agregado	
Morro do Cerrito com DAP maior que 30 cm			1,93		2,71	Agregado	
Morro Tabor com DAP maior que 30 cm			1,99		6,29	Agregado	
Seleção R			2,21		12,62	Agregado	
Seleção K			2,20		2,88	Agregado	

– Valores em negrito indicam significância do índice de Morisita, para um nível de erro de 5% utilizando o teste F;

– I_{δ} = índice de Morisita;

– Fc = valores calculados (Teste F);

– ** O valor de F tabelado para 26 graus de liberdade no numerador e ∞ graus de liberdade no denominador é igual a 1,69;

– Dispersão dos dados: – valores maiores que 1 = dispersão agregada (sazonal);

– valores iguais a 1 = dispersão aleatória (não-sazonal);

– valores menores que 1 = dispersão regular (não-sazonal).

4.2.1.1 Sazonalidade da Floração

O padrão agregado nas fenofases reprodutivas sugere a influência dos fatores climáticos na sua indução.

A sazonalidade da floração para o grupo geral de indivíduos pode ser visualizada na Figura 16.

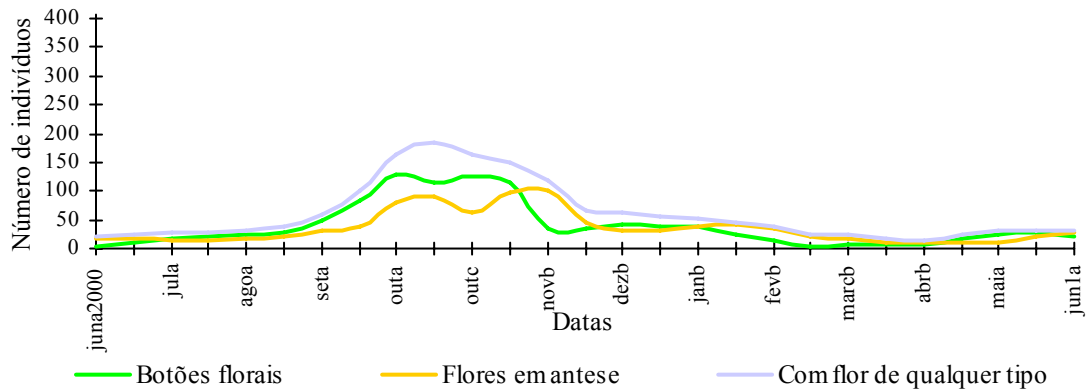


FIGURA 16 – Evolução da fenofase flores no grupo geral de indivíduos entre junho de 2000 e junho de 2001.

Assim como em Morellato (2000) e Engel (2001), a floração possui maior sazonalidade que a frutificação. Comparando-se os resultados do presente trabalho com estudos da fenologia de comunidades de árvores realizados na região Sudeste do Brasil (Morellato *et al.*, 1990; Morellato, 1991; Morellato & Leitão-Filho, 1992; Batalha *et al.*, 1997; Batalha, Aragaki & Mantovani, 1998; Kohler, 1997; Talora & Morellato, 2000; Morellato *et al.* 2000, Engel, 2001), vê-se que existe concordância no que diz respeito à sazonalidade da floração, que geralmente está vinculada (induzida) a (por) um aumento de temperatura e déficit hídrico, que ocorre entre junho e setembro. É importante esclarecer, no entanto, que o pico de floração ocorre após o déficit hídrico, com maior quantidade de água disponível no solo.

Padrão semelhante foi observado por Pires-O'Brien & O'Brien (1995a) para oito comunidades florestais no Pará; Bullock & Solis-Magallanes (1990), para uma comunidade de árvores em Floresta tropical decidual no México; Lampe *et al.* (1992), em comunidade vegetal semi-árida na Venezuela; Sun *et al.* (1996), para uma comunidade de árvores na Ruanda; Chapman *et al.* (1999), em estudo conduzido na Uganda; Mikich & Silva (2001), estudando espécies zocóricas no estado do Paraná; Costa, Pereira & Andrade (1992), para algumas espécies da Mata Atlântica no Rio de Janeiro; Eibl *et al.* (1995), para espécies florestais da Selva Misionera na Argentina; Prause & Angeloni (2000), para algumas espécies do Chaco Argentino; SOARES (2001), para algumas espécies da Floresta Estacional em Pelotas, RS; e Longhi (1984), estudando espécies ornamentais e florestais em Santa Maria, RS. Florações sazonais foram observadas inclusive por Hilty (1980), na Floresta Pré-Montana da costa do Pacífico na Colômbia, onde não há qualquer indício de estresse hídrico e a temperatura anual possui variação de apenas 2°C .

Newstrom *et al.*, (1991) estudaram 254 árvores individuais de 173 espécies em La Selva, Costa Rica, das quais 7%, independentemente de seu porte, apresentaram padrão contínuo de floração, 55% apresentaram padrão subanual, 29% foram anuais e 9% supra-anuais. Este resultado indica uma menor sazonalidade em ambientes úmidos.

A sazonalidade da fenofase floração foi igualmente constatada em nível de espécie por Ramalho & Marangon (1989), Pinheiro *et al.* (1990), Lima Junior & Alencar (1992), Umaña & Alencar (1991), Antunes & Ribeiro (1996); Marangon & Ramalho (1995) e Charão (2000), no Rio Grande do Sul, estudando a fenologia de *Acacia mearnsii*.

A floração geralmente coincide com a estação seca em florestas tropicais e subtropicais (Fournier, 1976 em Floresta Montana Úmida na Costa Rica; Richards, 1996; Wong & Ventocilla, 1997, para florestas no Panamá; Davies & Ashton, 1999; Wright *et al.*, 1999; Justiniano & Fredericksen, 2000). O oposto foi reportado por Sakai *et al.* (1999) no Sudeste Asiático.

Floração juntamente com brotamento foliar foram observadas por Kohler (1997) e Felfili *et al.* (1999), no Brasil. Kohler (1997) encontrou 42,8% das espécies florindo ao mesmo tempo em que emitiam folhas novas. Lieberman & Lieberman (1984), Bullock & Solis-Magallanes (1990) e Murali & Sukumar (1994) também observaram o mesmo fenômeno em outras partes do mundo.

A floração, ocorrendo concomitantemente com emissão foliar, contradiz o argumento da importância da abertura de dossel na floração e está vinculada a interações complicadas (Richards, 1996).

Para Borchert (1983), a explicação para o fenômeno da floração não pode ser dada levando em consideração somente as interações bióticas. Deve-se ver a floração como um evento dependente do desenvolvimento geral da árvore, determinado por fatores climáticos, edáficos, fisiográficos e bióticos. Segundo o autor, a floração, em certas espécies está vinculada a arquitetura da árvore, bem como às adaptações internas da mesma em relação às estações do ano, que determinam a época de algumas fenofases. Por exemplo, em *Tabebuia rosea* (Bertol.) D.C., a floração ocorre logo após a perda das folhas, ainda na estação seca. A emissão de folhas novas ocorre junto ao aparecimento de frutos novos, na estação chuvosa. A estratégia fenológica de cada espécie estudada também determina a melhor época para uma dada fenofase. Em *Erythrina poeppigiana* O.F. Cook,

algumas árvores grandes perdem as folhas na parte superior da copa, que floresce retendo algumas folhas na parte inferior desta (Borchert, 1983).

Janzen *apud* Pires-O'Brien & O'Brien (1995) e Owens (1995) enumeraram uma série de fatores que contribuíram para que as árvores florescessem em períodos secos, dentre os quais destaca-se a falta de chuva, que previne a derrubada das flores e a diluição do néctar e a baixa umidade relativa do ar, que facilita a secagem das vagens e reduz a atividade dos fungos. Como fator negativo, destaca-se a falta de água no solo, que faz as flores murcharem. Esta falta não parece influenciar as florações, uma vez que o déficit hídrico, no local, acontece de forma muito tímida, concentrando-se em agosto, quando ainda há poucas flores.

Segundo Owens (1995), quanto mais longo o ciclo reprodutivo, maior a chance de fatores adversos comprometerem o estabelecimento da futura plântula. Adicionalmente, menciona-se a influência dos polinizadores (Morellato, 1991; Morellato, 1996; Gouveia & Felfili, 1998; Gentry, 1974; Richards, 1996) que exercem pressão para que a floração aconteça na estação seca, quando suas populações são maiores. Adicionalmente, as árvores possuem padrões fenológicos muito distintos, dependentes do seu sistema reprodutivo (monóicas, dióicas, etc.) (Morellato, 1996; Richards, 1997).

Contrariamente, Kochmer & Handel (1986), em estudo usando dados fenológicos extensos, com grandes períodos de observação e englobando muitas espécies ocorrentes no Japão e Estados Unidos, apontaram a posição filogenética e a forma de vida como sendo ambos fatores importantes na floração, superando a influência da competição por polinizadores.

Embora o padrão geral da comunidade indique que o clima é muito importante na expressão da sazonalidade da floração, quando se observam os gráficos de floração e frutificação de espécies dentro das famílias e gêneros, encontram-se deslocamentos que visam ao florescimento em épocas diferentes, vindo ao encontro da teoria da competição por polinizadores. De qualquer forma, os estudos atuais têm se dividido entre estas hipóteses. Por exemplo, Morellato (1991) encontrou diferenças na fenologia das formas de vida (lianas, arbustos e árvores) em floresta sob a influência da sazonalidade climática. Já Pires-O'Brien & O'Brien (1995b), encontraram baixo grau de simpatria entre indivíduos que teoricamente deveriam competir por recursos.

Florações sazonais massivas têm sido apontadas como uma estratégia que visa evitar a posterior predação de frutos e sementes (Webb, 1997; Sakai *et al.* 1999). No estudo do segundo autor, realizado em Gunung Palung, na Indonésia, verificou-se grande sobrevivência da regeneração originada da floração massiva. É importante mencionar que florações sazonais podem ocorrer anualmente e em intervalos maiores que um ano, como no caso dos autores citados.

Morellato (1992) demonstrou que a floração depende também da ciclagem de nutrientes. A floração ocorre oportunamente quando os elementos liberados pela serapilheira estão disponíveis e as folhas novas estão novamente contribuindo para altas taxas de fotossíntese. Os estudos de ciclagem de nutrientes, realizados em Santa Maria (Cunha *at al.*, 1993 e Brun *et al.*, 1999), corroboram a dependência que existe entre floração e ciclagem de nutrientes. Por exemplo, em Brun, Schumacher & Vaccaro (1999), em estudo conduzido em Santa Tereza, próximo de Bento Gonçalves – RS, verificaram que cerca de 50% da

serapilheira já está decomposta após sete meses decorridos dos picos de deposição (novembro), liberando nutrientes que estão disponíveis para a mudança foliar e atividades reprodutivas dos anos seguintes. Para que 95% da serapilheira esteja decomposta, são necessários dez a 12 meses. Em Santa Maria, contudo, a deposição ocorre antes que em Santa Tereza, de modo que 50% dos nutrientes liberados em agosto (seguindo a lógica de raciocínio para a região de Santa Maria) estarão disponíveis em março do ano seguinte. Quando 95% da serapilheira estiver decomposta, estar-se-á em agosto novamente, de modo que, juntamente com os fatores ambientais, haverá grande disponibilidade de nutrientes para o ciclo reprodutivo e vegetativo.

Ainda em relação à perda de folhas, muitas espécies possuem a estratégia de florescer enquanto a copa está desprovida de folhas, o que facilita a visualização das flores pelos polinizadores (Morellato *et al.*, 1990). Em Santa Maria, isto ocorre durante a estação seca (observado no dia 27 de maio de 2001 em *Zanthoxylum fagara* – indivíduo localizado fora da trilha utilizada na amostragem).

A ausência de sazonalidade na floração em algumas espécies pode ser explicada pelas diferenças nas características do sistema reprodutivo de cada espécie, como por exemplo no caso de *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcara (Sigrist & Sazima, 2002).

Dentro dos valores do I_{δ} , para os diferentes grupos e fenofases, percebe-se graus de sazonalidade diferenciados. Na fenofase botões florais, considerando a comunidade como um todo, o padrão é agregado. Dentro dos grupos, para esta mesma fenofase, a sazonalidade é ainda maior em indivíduos autocóricos (Figura 17), espécies anemocóricas (Figura 18) e indivíduos pertencentes a espécies R (Figura 19).

Esse resultado contradiz a afirmação de Opler *et al.* (1980) de que espécies R possuem menor sazonalidade na floração em comparação às espécies K (Figura 20). Segundo o autor, florações longas e irregulares trariam vantagem para as espécies R (que produzem muitas flores) e desvantagem para as espécies K (que produzem poucas flores).

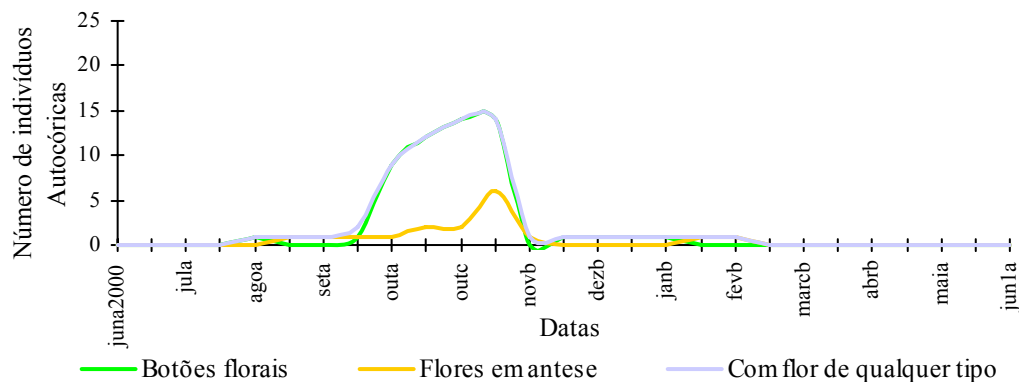


FIGURA 17 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos autocóricas entre junho de 2000 e junho de 2001.

Analisando os resultados, obteve-se sazonalidade nos dois grupos, R e K. Como a afirmação do autor aplica-se primeiramente a Florestas Tropicais, pode-se aceitar a discrepância, uma vez que a floresta estudada está em uma latitude distante do Equador. Muitas espécies R analisadas possuem floração supra-anuais.

As espécies K geralmente possuem interações complicadas com polinizadores, os quais possuem flutuações populacionais muitas vezes sazonais, em função das quais, supõe-se que a floração está vinculada. Já as espécies R, muitas vezes possuem polinização anemocórica, independente dos vetores animais (Newstrom *et al.*, 1994).

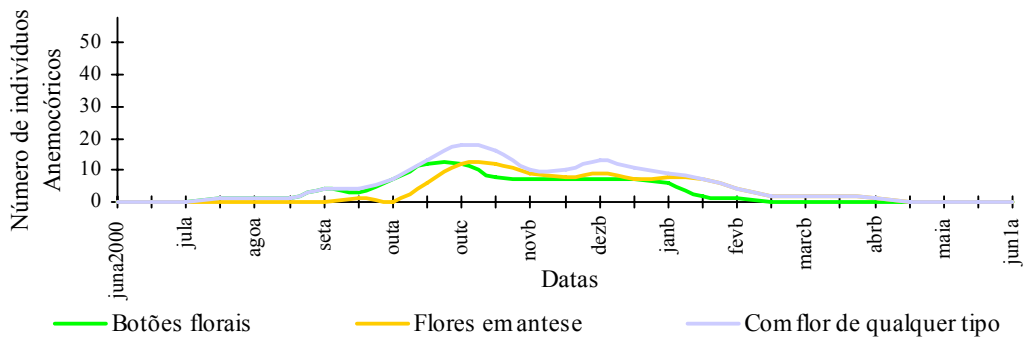


FIGURA 18 – Evolução da fenofase flores no grupo de espécies anemocóricas entre junho de 2000 e junho de 2001.

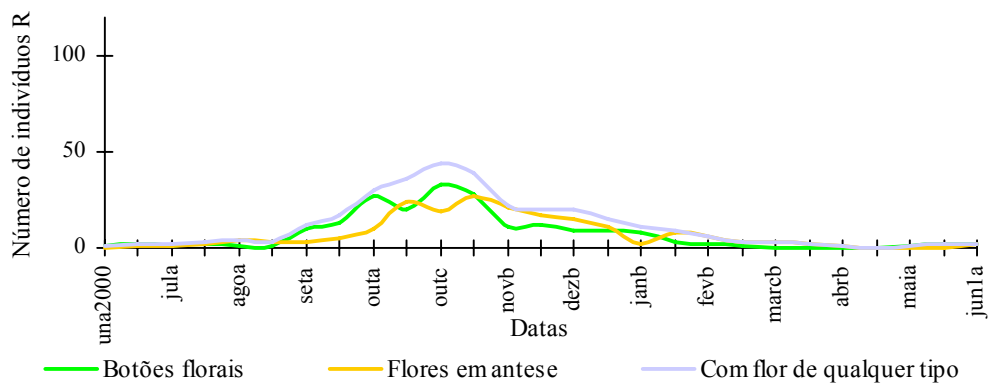


FIGURA 19 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes à espécies com seleção do tipo R entre junho de 2000 e junho de 2001.

Comparando-se as duas comunidades, a sazonalidade é um pouco maior no Morro Tabor (Figura 21) que no Morro do Cerrito (Figura 22).

A análise de estratos da floresta mostra o estrato emergente (Figura 23) e o sub-dossel (Figura 24) com maior sazonalidade na floração, em relação ao dossel (Figura 25).

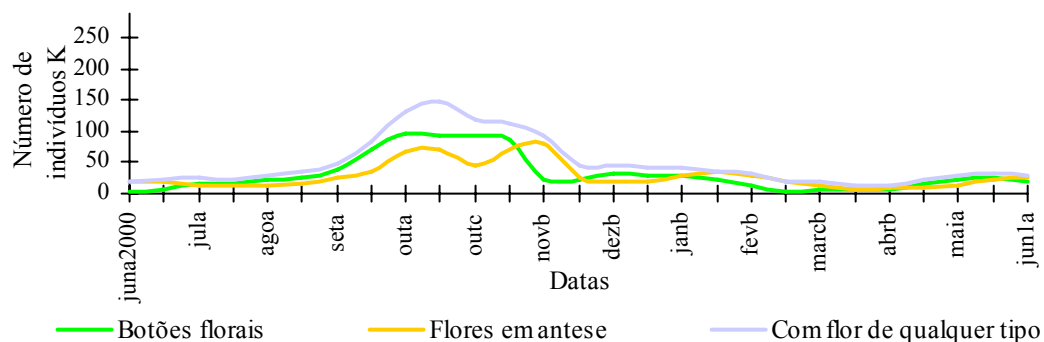


FIGURA 20 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes à espécie com seleção do tipo K entre junho de 2000 e junho de 2001.

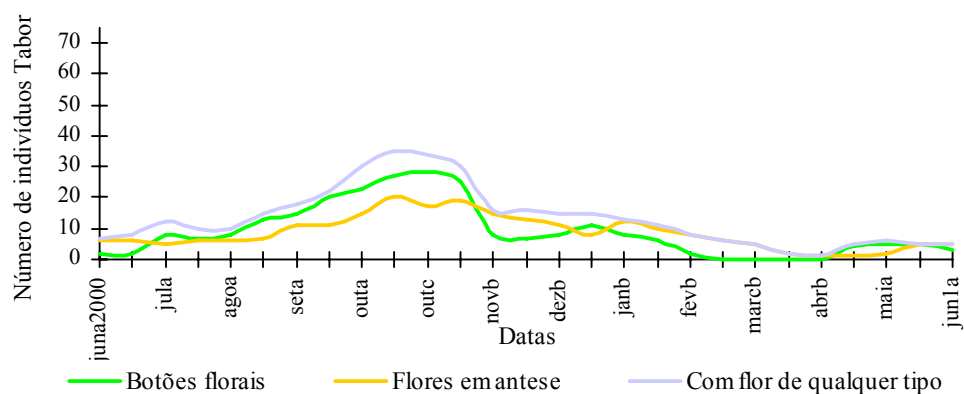


FIGURA 21 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro Tabor (com DAP maior que 30cm), entre junho de 2000 e junho de 2001.

Os diferentes graus de sazonalidade da floração entre estratos concordam com Lampe *et al.* (1992) e concordam em parte com Morellato *et al.* (1990), Morellato (1991), Sakai *et al.* (1999) e Justiniano & Fredericksen (2000).

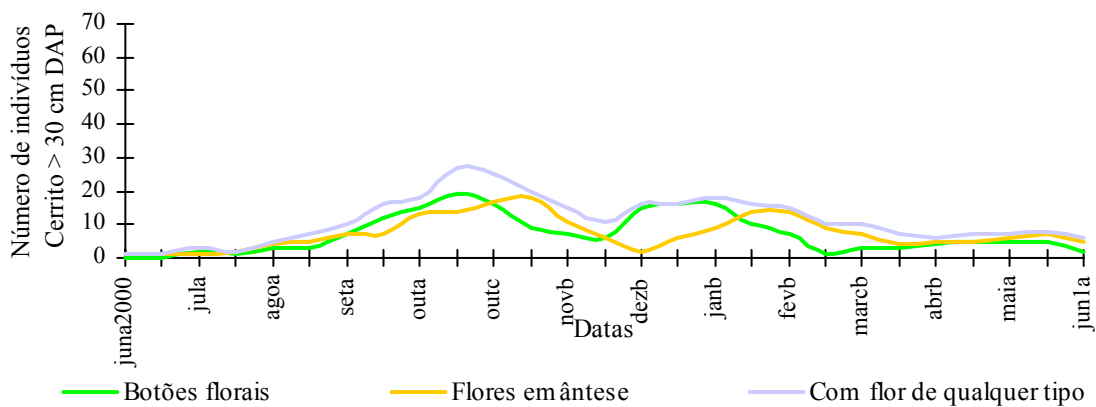


FIGURA 22 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro do Cerrito (com DAP maior que 30cm), entre junho de 2000 e junho de 2001.

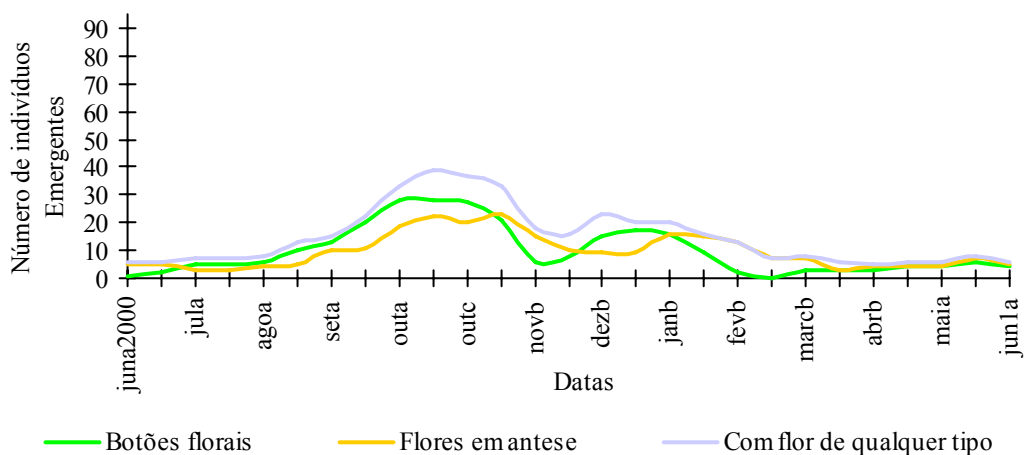


FIGURA 23 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao estrato emergente, entre junho de 2000 e junho de 2001.

O sub-dossel apresentou grande sazonalidade, discordando dos resultados dos autores anteriores bem como de Richards (1996). Os indivíduos emergentes floresceram dentro do que se pode esperar em termos de sazonalidade.

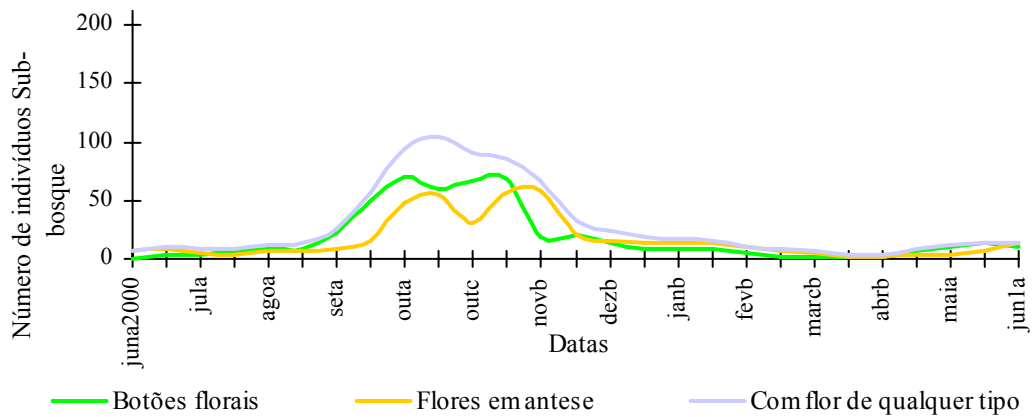


FIGURA 24 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao sub-dossel, entre junho de 2000 e junho de 2001.

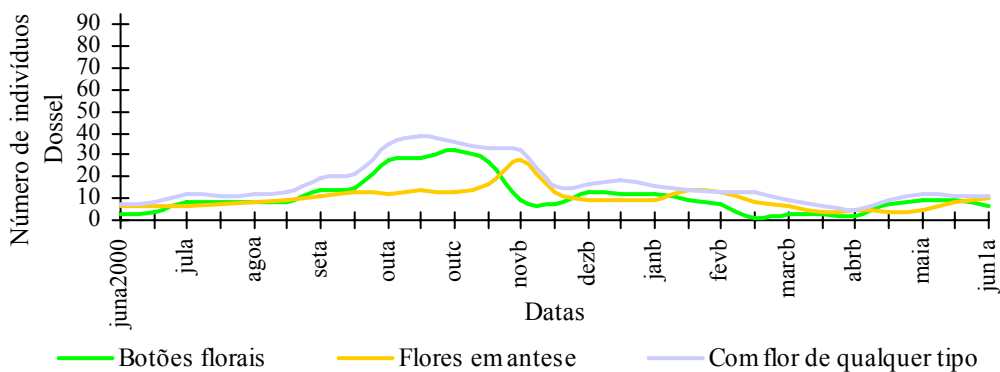


FIGURA 25 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos pertencentes ao dossel, entre junho de 2000 e junho de 2001.

A abertura do dossel pode proporcionar as condições necessárias à floração no sub-dossel, devido ao fato de que muitas espécies do estrato superior estavam com poucas folhas nos dias que antecederam a floração nos estratos inferiores (Owens, 1995). O sub-dossel pode apresentar menor sazonalidade na floração em relação ao dossel, como observado por Wong & Ventocilla (1997) e Sakai *et al.* (1999) em florestas superúmidas de Sarawak, e Justiniano & Fredericksen (2000)

em florestas secas na Bolívia, desde que haja estabilidade no ambiente, a qual pode ser traduzida por umidade, condições constantes de luz, etc.

Nascimento (2000) verificou que em Floresta Ombrófila Densa, no Rio Grande do Sul, a abertura do dossel está em torno de 11%, valor este muito superior aos obtidos por Holdridge *apud* Nascimento (2000) para a Floresta Tropical Densa. Esta abertura do dossel, aliada à duração do comprimento do dia, devem interferir positivamente na sazonalidade da floração do sub-dossel, não havendo necessidade de deslocamento da floração.

Kohler (1997), em seu estudo de formações de Cerrado em Minas Gerais, observou correlação positiva significativa entre a queda de folhas e a floração.

Existe também a possibilidade de que rigores climáticos, como: secas, baixas temperaturas e geadas exerçam uma pressão muito forte na floração de modo que o deslocamento da fenofase em determinados grupos, torne-se inviável. (Lampe *et al.*, 1992; Chuine & Beaubien, 2001).

Momose *apud* Sakai *et al.* (1999) defendeu a hipótese de que a produtividade e a mortalidade das árvores tropicais depende do seu tamanho. Este ajuste implica em que árvores grandes (pertencentes aos estratos superiores) possuem baixa mortalidade e, desta forma, não necessitam florações longas. Florescem sazonalmente na busca de polinizadores. As espécies dos estratos inferiores possuem alta mortalidade e, por isso, florescem mais regularmente, pois não podem esperar longos períodos entre uma floração e outra. As florações longas e regulares possuem o intuito de atrair polinizadores especializados. Este é um exemplo das interações complicadas que ocorrem nas

florestas localizadas em sítios onde ocorrem climas mais estáveis. Este não parece ser o caso da floresta estudada, onde a sazonalidade é marcante.

4.2.1.2 Sazonalidade da frutificação

A frutificação possui diferenças nos padrões e significância entre as fenofases frutos adultos e frutos novos, para os diferentes grupos. A frutificação da comunidade é sazonal ($I_{\delta} = 1,17$, com $p < 0,05$), começa logo após o término da floração e prolonga-se por vários meses (Figura 26).

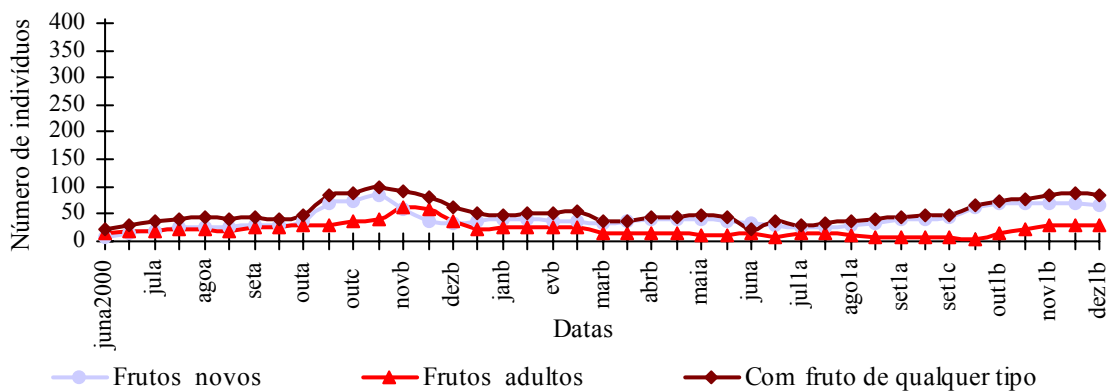


FIGURA 26 – Evolução da fenofase frutos no grupo geral de indivíduos, entre junho de 2000 e dezembro de 2001.

Os resultados do presente estudo concordam com Eibl *et al.* (1995), que observou a maior concentração de espécies frutificando na estação chuvosa.

White (1994), Sun *et al.* (1996) e Patel (1997) encontraram resultados semelhantes em Floresta Tropical no Gabão, em Floresta Decidual na Índia e numa Floresta Pré-montana na Ruanda, respectivamente.

Já Gouveia & Felfili (1998), em estudo realizado no Distrito Federal, e Morellato *et al.* (2000), estudando a Mata Atlântica em São Paulo, encontraram resultados diferentes aos dos autores citados.

No Brasil, a sazonalidade na frutificação foi reportada por Morellato (1991), Machado, Barros & Sampaio (1997), Griz & Machado (2001) e Engel (2001). Ibarra-Manríquez, Sánchez-Garfias & González-García (1991), White (1994), Sun *et al.* (1996) comprovaram a sazonalidade da frutificação em países da América e de outros continentes, respectivamente.

A presença de frutos novos em indivíduos anemocóricos (Figura 27) possui maior grau de sazonalidade em relação às outras síndromes de dispersão. Espécies e indivíduos autocóricos apresentaram padrões regular e aleatório, respectivamente, sendo conveniente salientar a falta de significância estatística deste caso.

O padrão regular de frutificação do grupo de indivíduos autocóricos evidencia estratégias de frutificação longa, com mecanismos obscuros e de difícil interpretação (Figura 28).

Também o número limitado de espécies e indivíduos desse grupo não permite maiores conclusões, podendo-se cair no erro de interpretações equivocadas.

Em resumo, o grupo de indivíduos autocóricos seguiu o ritmo de frutificação de *Enterolobium contortisiliquum* (Figura 29). Aprofundando um pouco a análise desta espécie, percebe-se que ela possui frutificação longa e frutos pretos, os quais amadurecem na

estação seca e fria, quando a copa está desprovida de folhagem, absorvendo grandes quantidades de luz.

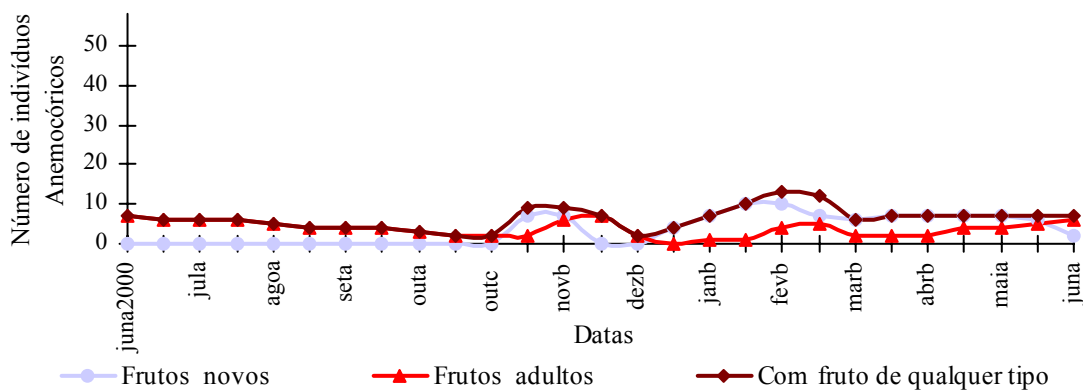


FIGURA 27 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos anemocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.

Esses fatores combinados são ideais para que os frutos sejam dispersos com sucesso. Para frutos adultos, domina o padrão agregado, com exceção de indivíduos anemocóricos (Figura 27). Somente indivíduos zoocóricos apresentam concordância entre os padrões nas duas fenofases, apresentando frutificação sazonal em ambos (Figura 30).

Indivíduos com síndrome de dispersão zoocórica, apresentando frutificação sazonal, foram reportados por Hilty (1980), White (1994) e Chapman *et al.* (1999) para determinados grupos ecológicos e por Murali & Sukumar (1994) na Índia. A sazonalidade na frutificação dos indivíduos zoocóricos geralmente acompanha o regime de chuvas (Morellato *et al.*, 1990, Morellato & Leitão-Filho, 1992), o que indica

que esta relação se faz necessária na maturação e futuro estabelecimento das plântulas do grupo em questão (White, 1994; Wong & Ventocilla, 1997).

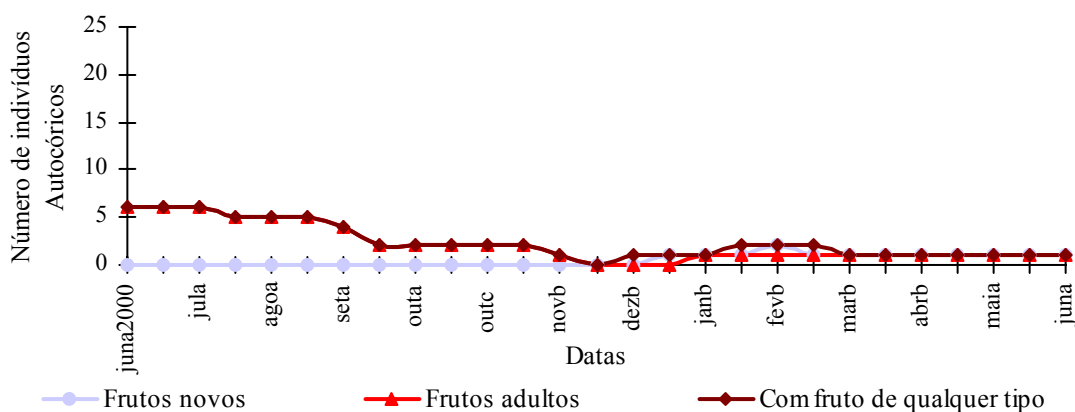


FIGURA 28 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos autocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001, em Santa Maria – RS.

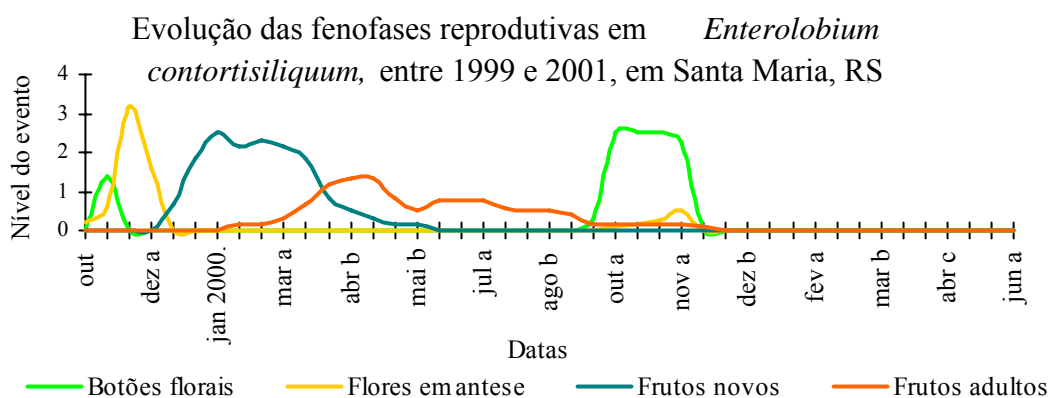


FIGURA 29 – Evolução das fenofases reprodutivas em *Enterolobium contortisiliquum*, entre outubro de 1999 e junho de 2001, em Santa Maria – RS.

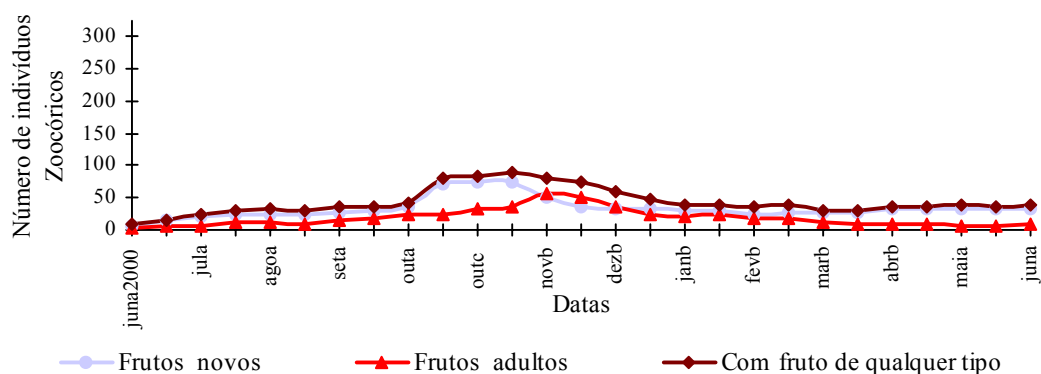


FIGURA 30 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos zoocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.

É notável, contudo, que os coeficientes de correlação entre frutos e precipitação foram, na sua totalidade, não-significativos.

Uma outra possível resposta para explicar o período de maturação dos frutos zoocóricos na “estação chuvosa” seria a interação entre as aves dispersoras de sementes e espécies arbóreas zoocóricas (Piratelli, 1999; Malizia, 2001; Jenkins *apud* Hilty, 1980). Nesta interação, alguns grupos de espécies da floresta poderiam apresentar frutificação sazonal, enquanto outros apresentariam frutificação distribuída de forma uniforme ao longo do ano (Piratelli, 1999).

A frutificação sazonal visaria à fuga da predação de sementes (Janzen e Connell *apud* Pires, 1995; Gentry, 1974; Webb, 1997) e estaria relacionada à época de procriação das aves (Kannan & James, 1999), enquanto a frutificação uniforme ao longo do ano, visaria atrair os dispersores (Morellato & Leitão-Filho, 1992; Hilty, 1980). Neste sistema, sempre haveria uma quantidade mínima de frutos para satisfazer os animais frugívoros (Kannan & James, 1999). No presente

estudo, o papel de fornecedor de frutos em períodos de maior escassez é desempenhado por espécies dos gêneros *Ficus*, *Chrysophyllum*, *Nectandra* e *Aiouea*.

Os outros grupos apresentam padrões diferenciados entre frutos novos e frutos adultos, evidenciando diferentes estratégias ou respostas fenológicas no aparecimento e maturação destes (Morellato *et al.*, 1990).

Como ocorreu com a floração, o grupo de indivíduos do sub-dossel (Figura 31) apresentou maior sazonalidade na produção de frutos novos, quando comparados aos demais estratos. Os demais grupos possuem valores muito próximos, em relação à fenofase estudada.

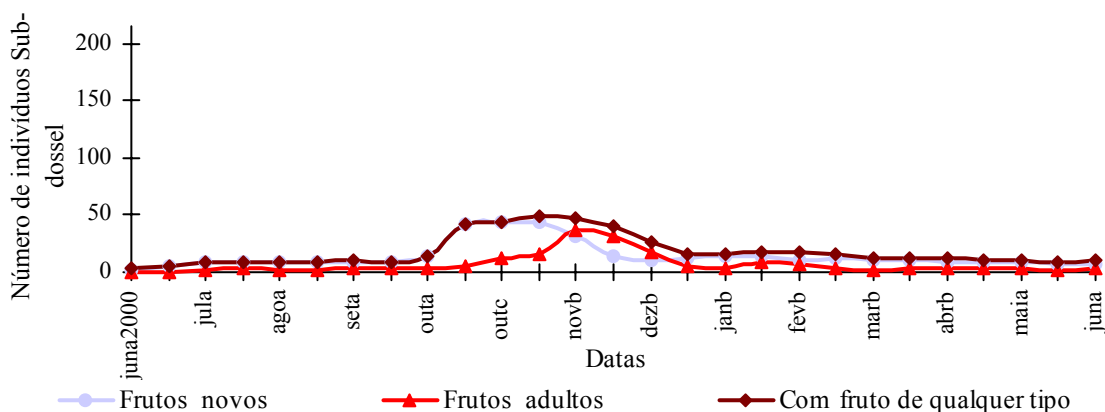


FIGURA 31 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes ao sub-dossel, entre junho de 2000 e junho de 2001.

Hilty (1980) encontrou diferenças na sazonalidade para os diferentes estratos da Floresta Pré-montana Colombiana, localizada na Costa do Oceano Pacífico. Ao contrário do presente estudo, a maior

sazonalidade estava presente no estrato superior da floresta. Chapman *et al.* (1999) encontraram diferenças na sazonalidade entre os estratos emergente e médio em seu estudo na Uganda.

Tanto Hilty (1980) como Chapman *et al.* (1999) concordaram (com reservas) que a densidade e composição florística das espécies constituintes dos estratos interfere na sazonalidade apresentada na frutificação. Espécies raras possuem frutificação sazonal, ocorrendo o contrário em espécies freqüentes. No presente estudo, espécies freqüentes como *Gymnanthes concolor* possuem frutificação sazonal, causando grande influência no padrão no estrato a que pertence.

A disponibilidade de nutrientes e a atividade fotossintética pode estar influenciando na frutificação de determinados grupos de indivíduos da floresta. Em 17 de setembro de 2000, aconteceu um pico na produção de flores e frutos de arbustos, o qual antecede a floração dos indivíduos do sub-dossel e coincide com o começo do brotamento e o final da deposição de serapilheira na floresta. Esses fatores combinados, convergem para um período ótimo ao florescimento e frutificação. Muitos insetos polinizadores também foram observados logo antes deste pico reprodutivo.

Outro fator que influi positivamente na melhor locação de recursos para as fenofases reprodutivas é o fato de que a floresta estudada fica poucos dias desprovida de folhas. Em algumas espécies, na semana seguinte à queda foliar, as copas já estavam novamente verdejantes, fato observado em *Ficus luschnathiana* e *Apuleia leiocarpa*, que ficaram desprovidas da maioria das folhas por somente 15 dias.

Comparando os dois morros estudados, não observou-se discordância nos padrões de frutificação entre eles (padrão agregado, tanto para frutos novos como para frutos adultos) (Figura 32) e (Figura

33). Assim como na floração; na frutificação, o Morro Tabor também possui maior sazonalidade.

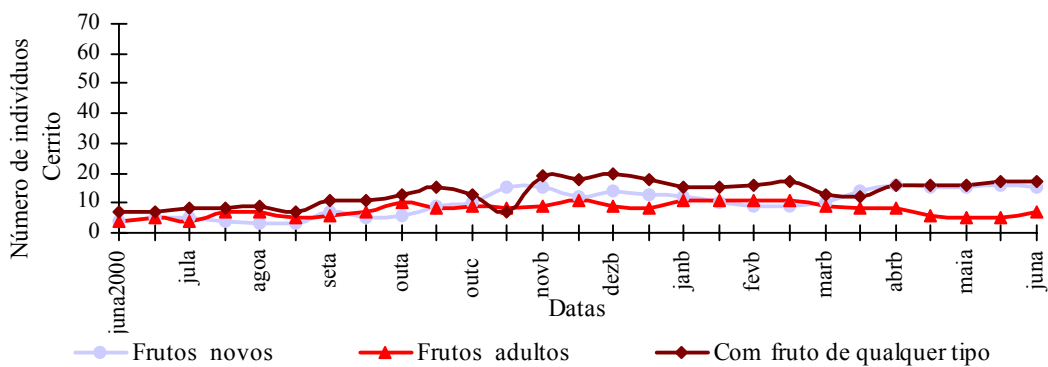


FIGURA 32 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro do Cerrito (maiores que 30 cm de DAP), entre junho de 2000 e junho de 2001.

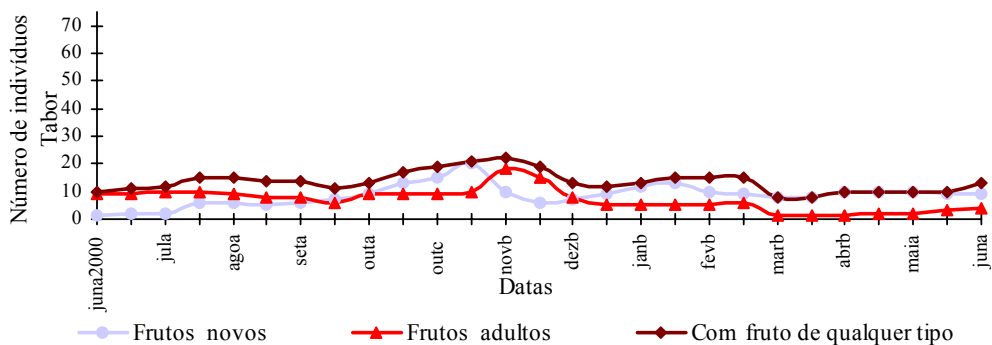


FIGURA 33 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro Tabor (maiores que 30 cm de DAP), entre junho de 2000 e junho de 2001.

Contrariando os resultados de floração, os indivíduos pertencentes às espécies R (Figura 34) possuem padrão aleatório para frutos adultos

e padrão agregado para frutos novos. Indivíduos pertencentes a espécie K (Figura 35) possuem padrão fortemente agregado na frutificação, indicando que os fatores que influem na floração são um tanto diferentes dos fatores que controlam a frutificação. A entrada de luz e umidade necessárias para o amadurecimento dos frutos parece estar influenciando neste caso específico.

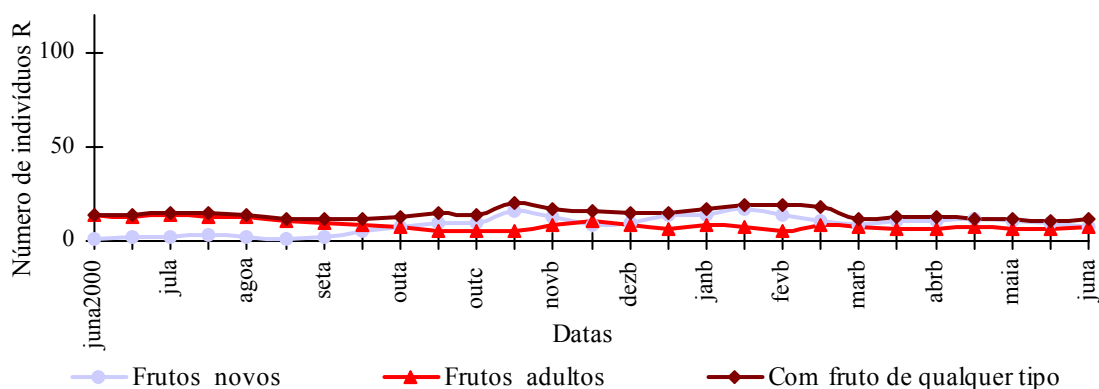


FIGURA 34 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes a espécie com seleção do tipo R.

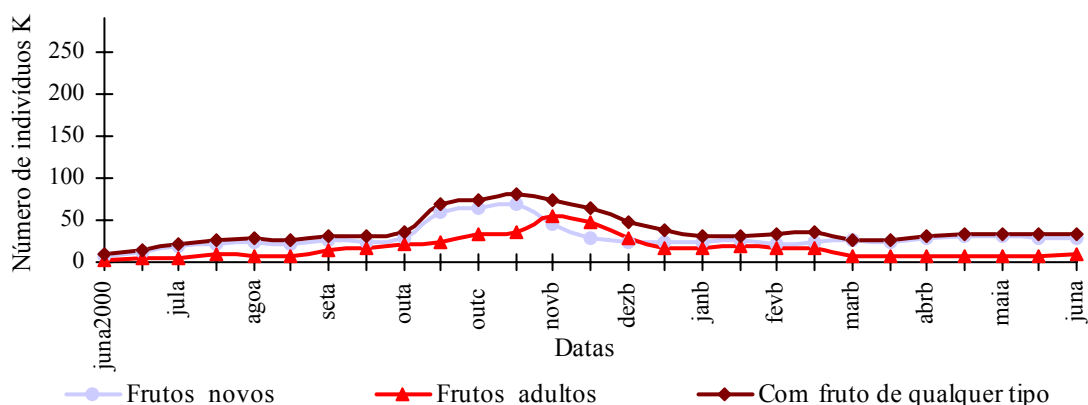


FIGURA 35 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes a espécie com seleção do tipo K.

4.2.1.3 Sazonalidade na mudança foliar

Salvo as exceções (folhas adultas dos grupos de indivíduos anemocóricos e autocóricos), surgiram dois padrões distintos para a produção de folhas novas e a presença de folhas velhas: agregado (sazonal) e aleatório (não-sazonal).

De um modo geral, a emissão de folhas novas ocorreu simultaneamente à floração, com o advento das chuvas, possuindo forte sazonalidade (Figura 36).

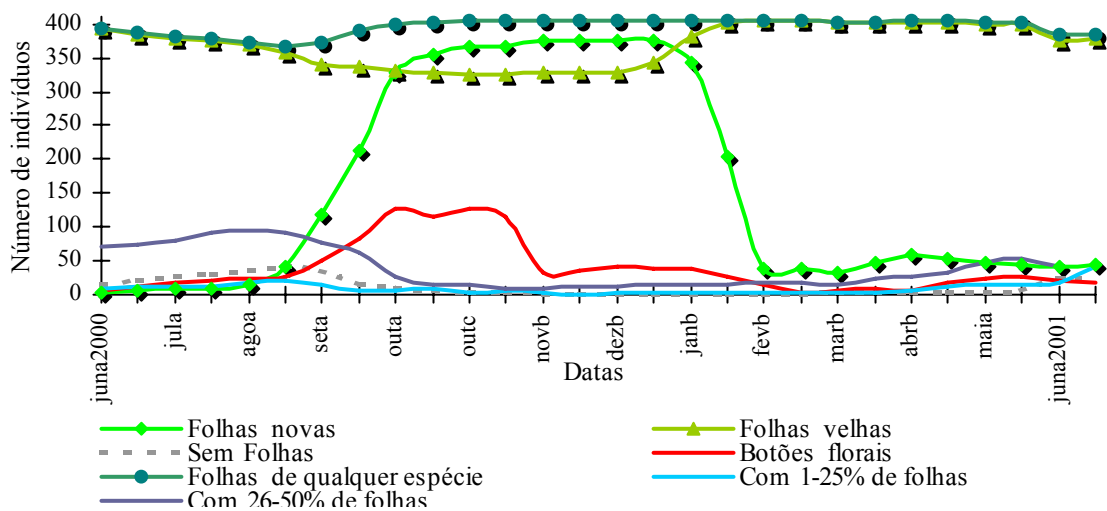


FIGURA 36 – Evolução da fenofase foliar no grupo de indivíduos geral, entre junho de 2000 e junho de 2001.

Resultados semelhantes foram obtidos por Morellato (1991), Machado, Barros & Sampaio (1997), Kohler (1997), Felfili *et al.* (1999), Morellato *et al.* (2000) e Engel (2001) no Brasil; por Bullock & Solis-Magallanes (1990), no México e Eibl *et al.* (1995) na Argentina. Garg & Vyas (1975), Murali & Sukumar (1994) e Sun *et al.* (1996)

reportaram emissão foliar diferente, com dois picos, um na estação seca (ver também Patel, 1997) e outro na estação chuvosa.

Concentrar a emissão foliar pode ser uma estratégia que vise evitar à predação de brotos, no sentido análogo a predação de frutos (Van Schaik *apud* Talora & Morellato, 2000; Lieberman & Lieberman, 1984).

Observa-se que houve maior sazonalidade da mudança foliar em relação às fenofases reprodutivas. Isso também foi comprovado por Engel (2001) em Floresta tropical no Espírito Santo.

O padrão aleatório na fenofase folhas adultas é, de certa forma, previsível, uma vez que esta fenofase é geralmente estável e torna-se sazonal à medida que se parte para o estudo de ecossistemas situados sob influência de clima sazonal, como, por exemplo, o Cerrado (Felfili *et al.*, 1999). Entretanto, para esta mesma fenofase, em indivíduos de espécies anemocóricas e autocóricas, houve sazonalidade na presença de folhas adultas, o que, em última análise, reflete a perda de folhas já que, para fins de cálculo, o número de indivíduos com folhas depende diretamente do número de indivíduos sem folhas. De fato, o I_8 para indivíduos anemocóricos (1,83 com $F_c = 4,11$) e autocóricos (2,28 com $F_c = 7,08$), para a fenofase sem folhas, é alto em módulo e significativo.

Constatou-se também que a emissão de folhas novas é mais sazonal do que a queda de folhas velhas. Resultado semelhante foi obtido por Machado, Barros & Sampaio (1997) na Caatinga Brasileira e Bullock & Solis-Magallanes (1990) no México. A maior sazonalidade no brotamento pode ser traduzida como uma maior relação entre esta fenofase e o clima, quando comparada à queda foliar.

Desta forma, a fenologia da mudança foliar está no limiar entre a hipótese de Borchert e a hipótese de Van Chaik.

A primeira se aplica às espécies tropicais que possuem a emissão de folhas seguida de floração (ex.: *Cedrela*, *Cordia* e *Tabebuia*), a qual ocorre nos meristemas apicais.

O comportamento da mudança foliar varia em relação aos locais onde a floresta está situada: caducidade foliar sazonal em montanhas contra ausência de sazonalidade na caducidade de florestas localizadas em regiões litorâneas (Morellato *et al.* 2000).

Na fenofase folhas novas, os indivíduos autocóricos (Figura 37) possuem maior sazonalidade que indivíduos zoocóricos (Figura 38) e anemocóricos (Figura 39).

Para folhas velhas, nos indivíduos anemocóricos e autocóricos, o padrão e intensidade do valor de I_8 permaneceram os mesmos, indicando uma maior dinâmica na mudança foliar dessas espécies em relação às espécies zoocóricas, que mostraram padrão aleatório.

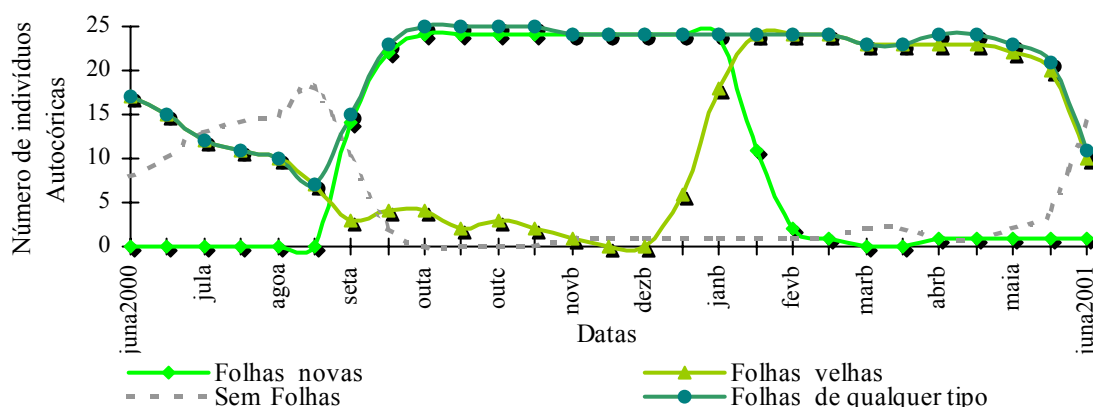


FIGURA 37 – Evolução da fenofase foliar no grupo de indivíduos autocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.

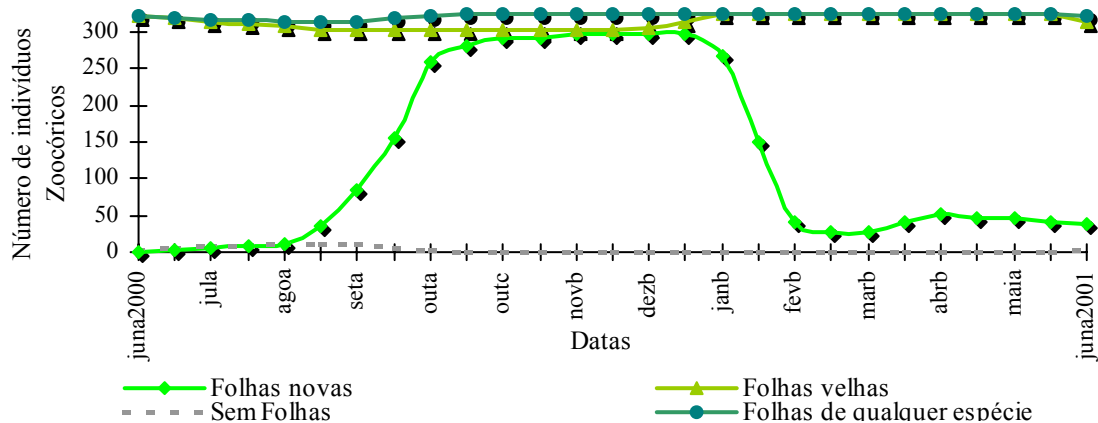


FIGURA 38 – Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos zoocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.

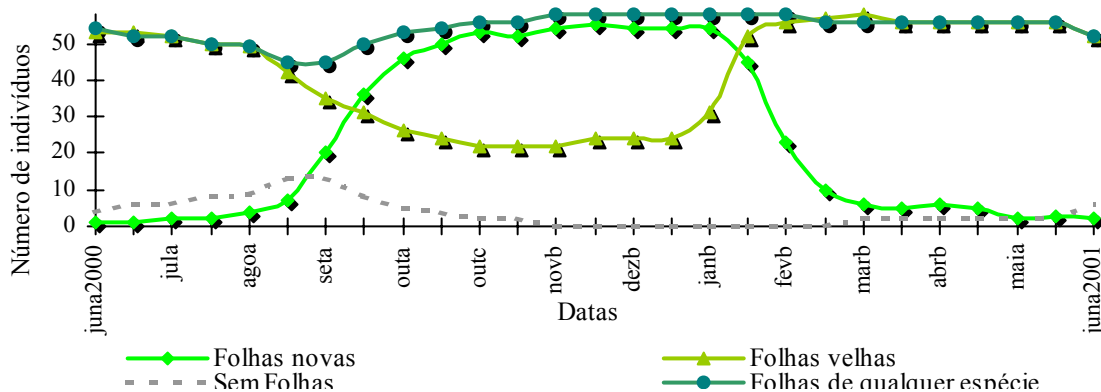


FIGURA 39 – Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos anemocóricos, entre Junho de 2000 e Junho de 2001.

Na produção de folhas novas, os indivíduos do sub-dossel (Figura 40) apresentaram maior superioridade em sazonalidade, quando comparados a outros estratos. A presença de folhas adultas nos mesmos grupos, ao longo do ano, possui distribuição aleatória (não-sazonal).

Espécies R e K somente diferem quanto ao padrão, não havendo maiores diferenças nas intensidades, tanto para folhas novas quanto para folhas velhas.

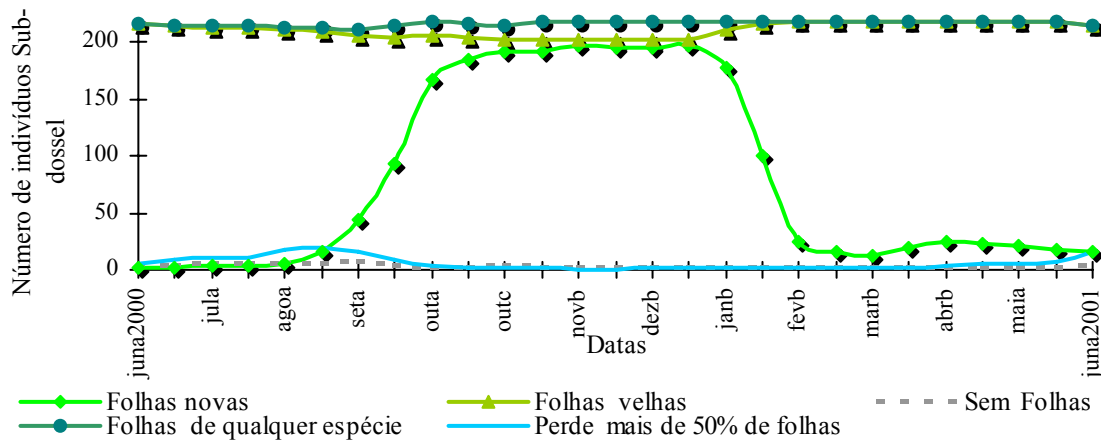


FIGURA 40 – Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos pertencentes ao sub-dossel, entre junho de 2000 e junho de 2001.

Estes resultados sugerem que a produção de folhas novas e a presença de folhas adultas diferiram mais em relação à síndrome de dispersão de sementes do que qualquer outro grupo analisado. De fato, há concordância entre a dispersão de sementes anemocórica e a condição de presença ou ausência de folhas na copa.

As duas fenofases diferem muito em relação ao padrão temporal, sendo que a fenofase folhas adultas é de difícil enquadramento nos padrões propostos, ocorrendo exatamente o oposto em relação à fenofase folhas novas.

A perda de folhas é marcadamente sazonal e antecede a floração (Figuras 36 e 41). É significativa (Teste F) para todos os grupos, com

exceção do sub-dossel. A perda de folhas ocorre no final da estação fria, quando existem poucos indivíduos com flores e frutos em desenvolvimento.



FIGURA 41 – Aspecto da caducidade foliar no Morro Tabor, em 27 de julho de 2001. Os indivíduos com as copas completamente sem folhas são, na sua maioria, pertencentes à espécie *Enterolobium contortisiliquum*.

A perda de folhas sazonal vinculada à estação seca é muito difundida na literatura tanto no Brasil (Morellato *et al.*, 1990; Morellato, 1991; Morellato, 1992; Pires-O'Brien & O'Brien (1995a); Kohler, 1997; Batalha *et al.*, 1997; Machado *et al.* 1997; Felfili *et al.* 1999; Martins & Rodrigues, 1999; Engel, 2001) como na Argentina (Prause & Angeloni, 2000, para algumas espécies do Chaco Argentino) e em outros países do mundo (Sun *et al.* 1996, para Floresta Tropical Montana em Ruanda; Richards, 1996; Eamus, 1999; Justiniano &

Fredericksen, 2000, para florestas secas na Bolívia; Newton *et al.*, 1998, para *Cedrela odorata*, na Costa Rica). Em Misiones, Argentina, observou-se que a queda foliar ocorre em maio, um pouco antes que na área estudada em Santa Maria, RS (Eibl *et al.*, 1995).

Figueiredo-Filho *et al.* (2000), estudando uma Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná, encontraram maior deposição de serapilheira na primavera e Gouveia & Felfili (1998), na vegetação de Cerrado no Brasil Central, não encontrou sazonalidade na caducidade foliar.

A queda foliar geralmente está vinculada à deficiência hídrica e, em outros casos mais raros, ao menor comprimento do dia (Morellato, 1992; Alvin *apud* Morellato, 1992; Bullock & Solis-Magallanes, 1990; Murali & Sukumar, 1994; Richards, 1996; Kohler, 1997).

Kohler (1997) questionou ainda, um fator pouco mencionado na literatura e que possui relação com a caducidade foliar: a profundidade do solo. Em locais onde a profundidade do solo é pequena, não há muita água disponível para a emissão e manutenção de brotos foliares durante o ano todo, de modo que as espécies evoluíram sua fenologia a fim de suportar o estresse hídrico. Como os dois locais estudados são Morros, com afloramentos rochosos e solos bem rasos (Alberti *et al.*, 2000), a fenofase folhas pode estar sendo influenciada não só pelo clima, mas também pela fragilidade do solo. Isso também foi comprovado por Bullock & Solis-Magallanes (1990).

Todos os grupos analisados quanto à emissão de folhas são sazonais. Os resultados de emissão foliar e floração sugerem, que de um modo geral, a comunidade inteira possui uma estratégia vinculada à produção de flores e folhas na mesma estação do ano, havendo uma

pequena lacuna de tempo, a fim de maximizar o aproveitamento dos recursos na fase reprodutiva (Kohler, 1997; Patel, 1997).

Lieberman & Lieberman (1984) apresentaram motivos para que as principais fenofases, tanto reprodutivas como vegetativas, fossem sazonais. Segundo os autores, quanto mais breve a emissão foliar, menor a chance desta ser destruída por insetos folívoros. Algumas espécies possuem um nível mais alto de especialização e somente eliminam as folhas velhas após ter começado um brotamento promissor, impulsionado por fortes chuvas.

É muito interessante como a teoria de Mc Arthur-Wilson, referente aos gastos reprodutivos, possui uma versão análoga nos modelos inicialmente propostos por McKey e Feeny *apud* Lieberman & Lieberman (1984), para explicar a fuga da predação das folhas novas através de emissões sazonais de brotos foliares. Neste último, quanto mais sazonal a emissão de brotos, menor a predação destes por insetos.

No modelo Mc Arthur-Wilson, as frutificações sazonais de frutos carnosos são sinônimo de economia e eficiência. Desta forma, a estratégia que parece ser mais viável é tornar os eventos sazonais, de modo que a predação se torne reduzida e as condições de dispersão, polinização e crescimento tornem-se possíveis ao menor custo e risco.

As dúvidas, contudo, só serão tiradas com estudos que abordem a predação de folhas e/ou frutos para cada espécie.

4.2.2 Correlações com as variáveis climáticas

Na Tabela 7, visualiza-se dentro de cada grupo, a correlação das fenofases estudadas com as principais variáveis climáticas. A

correlação de Spearman foi escolhida, uma vez que o Teste de Kolmogorov-Smirnov detectou distribuições diferente da Distribuição Normal Padrão, para várias fenofases.

A correlação entre temperatura e insolação é significativa ($r = 0,54$, $P < 0,003$), evidenciando a existência de colinearidade entre as duas variáveis, de forma que a omissão de uma dessas variáveis poderia ser realizada (Hair Jr *et al.* 1998). Para os diversos grupos, existem muitas correlações que se repetem em relação às duas variáveis. Devido à ausência de normalidade nos dados, não é possível testar se os coeficientes de correlação diferem entre si para diferentes fenofases e variáveis climáticas. Se o fosse, certamente haveria muitos casos nos quais tanto a temperatura como a insolação resultariam em correlações que não diferem estatisticamente entre si, para as mesmas fenofases, o mesmo ocorrendo em relação a correlações entre as variáveis climáticas diferentes e botões florais comparando-se com flores em antese. A variável precipitação, no período de estudo, não se correlacionou com nenhuma das fenofases estudadas. Embora a precipitação tenha $I_{\delta} = 1,19$ com $F_c = 2,16$ e $P < 0,05$, indicando padrão agregado (sazonal), Santa Maria não possui um regime de chuvas sazonal, fato que fica claro ao se analisar dados que englobem períodos maiores de tempo (Figura 3), em que $I_{\delta} (\text{precipitação dez anos}) = 0,99$ (padrão aleatório, não-sazonal) com $F_c = 0,44$ e $P > 0,05$). Na realidade, existem pequenos períodos nos quais a precipitação é maior e outros com falta de chuva, sendo que, em agosto, ocorre o único indício da possível existência de um pequeno déficit hídrico. Por outro lado, temperatura e a insolação apresentam valores de r significativo dentro de diversos grupos. Curiosamente, a temperatura apresentou padrão aleatório (não-

sazonal) ($I_8 = 0,98$ com $F_c = 0,73$) e insolação padrão regular ($I_8 = 0,89$ com $F_c = 0,40$), porém, sem significância estatística que comprove estes padrões. Quando se correlaciona as fenofases com as variáveis climáticas (média de dez anos), surge a influência da precipitação em todas as fenofases.

Existe correlação significativa para as variáveis temperatura e insolação, quando comparadas às séries do período de estudo com os dados de dez anos (r período de estudo x dez anos var. temp. = 0,92, com $P = 1 \times 10^{-11}$ e r período de estudo x dez anos var. insol. = 0,47, com $P = 0,01$) o que não ocorre com a precipitação (r período de estudo x dez anos var. precip. = 0,07, com $P = 0,71$). No contexto apresentado, a insolação e a temperatura continuam influenciando nas fenofases, contudo, de forma mais discreta.

4.2.2.1 *Floração: correlação com as variáveis climáticas no período de estudo*

Com relação à fenofase botões florais, a comunidade, na sua totalidade, respondeu de forma positiva em relação à temperatura e insolação, com valor não significativo de r para o Teste t (Tabela 7).

A fenofase flores, em antese, correlacionou-se mais com a temperatura do que a fenofase botões florais, apresentando valores significativos no referido teste. Assim como no presente estudo, Ruiz & Alencar (1999), em estudo fenológico de *Chrysobalanaceae*, realizado na Amazônia, encontraram correlação positiva significativa da temperatura e insolação, com a fenofase flores, e correlação negativa entre esta e a precipitação. Talora & Morellato (2000), Morellato *et al.* (2000) e Engel (2001) encontraram semelhante

correlação, exceção feita à precipitação para Talora & Morellato (2000) e insolação e precipitação em Engel (2001). Gouveia & Felfili (1998), estudando espécies arbóreas de Cerrado, encontraram correlação negativa significativa entre floração e precipitação.

Muitas vezes, uma floração e/ou frutificação pode estar correlacionada a eventos climáticos passados, como evidenciado em Ferraz *et al.* (1999) e Murali & Sukumar (1994), respectivamente. Neste caso, o déficit hídrico do mês anterior ou a melhor condição de polinização (ex.: ventos fortes, para espécies de polinização anemófila, reportado por Murali & Sukumar (1994)) são os responsáveis pela floração no mês corrente, de forma que nem sempre a correlação de Spearman (realizada com os dados do mesmo mês para diferentes fenofases e variáveis climáticas) evidencia o fator indutor da fenofase.

TABELA 7 – Correlação de Spearman, para a fenofase flores, dentro de cada grupo estudado

		Correlação de Spearman (r)						
Fenofase	Grupo	Var. climática	Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)		
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.
Botões florais	Geral	T	0,11	0,57	0,57	-0,02	-0,08	0,93
Flores em antese			0,43	2,39	0,02	0,26	1,37	0,18
Flores total			0,24	1,24	0,23	0,07	0,37	0,72
Botões florais		P	-0,05	-0,29	0,77	-0,57	-3,44	0,00
Flores em antese			0,09	0,45	0,65	-0,18	-0,93	0,36
Flores total			-0,02	-0,10	0,91	-0,45	-2,52	0,02
Botões florais	I	0,28	1,46	0,16	-0,02	-0,12	0,90	
Flores em antese		0,33	1,78	0,09	0,19	0,95	0,35	
Flores total		0,33	1,79	0,09	0,03	0,14	0,89	
Botões florais	Indivíduos anemocóricos	T	0,39	2,15	0,04	0,20	1,04	0,31
Flores em antese			0,79	6,44	0,00	0,71	5,00	0,00
Flores total			0,65	4,33	0,00	0,52	3,01	0,01
Botões florais		P	9×10^{-5}	0,004	1,00	-0,34	-1,84	0,08
Flores em antese			0,24	1,25	0,22	0,33	1,77	0,09
Flores total			0,10	0,53	0,60	-0,06	-0,32	0,75
Botões florais		I	0,37	2,02	0,05	0,15	0,78	0,44
Flores em antese			0,45	2,52	0,02	0,65	4,33	0,00
Flores total			0,48	2,78	0,01	0,45	2,52	0,02

Continua

TABELA 7- Continuação

Fenofase	Grupo	Var. climática	Correlação de Spearman (r)						
			Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)			
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.	
Botões florais	Indivíduos zoocóricos	T	0,08	0,44	0,66	-0,02	-0,09	0,93	
Flores em antese			0,34	1,81	0,08	0,18	0,92	0,37	
Flores total			0,21	1,08	0,29	0,05	0,25	0,80	
Botões florais		P	-0,07	-0,39	0,70	-0,56	-3,40	0,00	
Flores em antese			0,11	0,60	0,55	-0,24	-1,21	0,24	
Flores total			-0,01	-0,08	0,94	-0,47	-2,63	0,01	
Botões florais		I	0,27	1,41	0,17	-0,02	-0,10	0,92	
Flores em antese			0,27	1,40	0,17	0,10	0,51	0,62	
Flores total			0,30	1,59	0,12	0,01	0,06	0,95	
Botões florais	Indivíduos autocóricos	T	0,22	1,15	0,26	0,11	0,57	0,58	
Flores em antese			0,13	0,68	0,50	0,01	0,07	0,94	
Flores total			0,31	1,66	0,11	0,15	0,78	0,45	
Botões florais		P	0,19	0,99	0,33	-0,40	-2,20	0,04	
Flores em antese			-0,03	-0,17	0,87	-0,35	-1,85	0,08	
Flores total			0,02	0,11	0,91	-0,41	-2,23	0,04	
Botões florais		I	0,16	0,81	0,42	0,07	0,36	0,72	
Flores em antese			0,14	0,75	0,46	-0,10	-0,53	0,60	
Flores total			0,29	1,54	0,14	0,07	0,35	0,73	
Botões florais		Indivíduos emergentes	T	0,13	0,68	0,50	0,00	0,02	0,98
Flores em antese				0,50	2,95	0,01	0,40	2,20	0,04
Flores total				0,38	2,06	0,05	0,24	1,26	0,22
Botões florais	P		-0,02	-0,10	0,92	-0,55	-3,32	0,00	
Flores em antese			0,08	0,40	0,69	-0,09	-0,43	0,67	
Flores total			0,01	0,05	0,96	-0,33	-1,76	0,09	
Botões florais	I		0,23	1,19	0,24	-0,01	-0,03	0,98	
Flores em antese			0,37	2,00	0,06	0,31	1,61	0,12	
Flores total			0,40	2,21	0,04	0,18	0,93	0,36	
Botões florais	Indivíduos do dossel	T	0,007	0,03	0,97	-0,05	-0,23	0,82	
Flores em antese			0,37	2,04	0,05	0,19	0,99	0,33	
Flores total			0,29	1,53	0,14	0,16	0,83	0,41	
Botões florais		P	-0,09	-0,48	0,64	-0,53	-3,09	0,00	
Flores em antese			0,04	0,23	0,82	-0,24	-1,22	0,24	
Flores total			0,003	0,01	0,99	-0,38	-2,07	0,05	
Botões florais		I	0,23	1,23	0,23	-0,06	-0,29	0,77	
Flores em antese			0,29	1,53	0,14	0,12	0,61	0,55	
Flores total			0,31	1,68	0,10	0,10	0,51	0,62	
Botões florais	Indivíduos do sub-dossel	T	0,02	0,10	0,92	-0,09	-0,47	0,65	
Flores em antese			0,37	2,02	0,05	0,18	0,94	0,36	
Flores total			0,18	0,94	0,36	0,03	0,15	0,89	
Botões florais		P	-0,10	-0,52	0,61	-0,58	-3,57	0,00	
Flores em antese			0,20	1,07	0,29	-0,24	-1,22	0,24	
Flores total			0,02	0,13	0,90	-0,47	-2,68	0,01	
Botões florais		I	0,24	1,27	0,22	-0,10	-0,50	0,62	
Flores em antese			0,25	1,30	0,20	0,12	0,61	0,55	
Flores total			0,26	1,37	0,18	0,00	-0,01	0,99	

Continua

TABELA 7- Conclusão

Fenofase	Grupo	Var. climática	Correlação de Spearman (r)					
			Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)		
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.
Botões florais	Indivíduos do Morro do Cerrito com DAP maior que 30 cm	T	0,49	2,88	0,01	0,47	2,65	0,01
Flores em antese			0,49	2,81	0,01	0,51	2,93	0,01
Flores total			0,60	3,79	0,00	0,56	3,40	0,00
Botões florais		P	0,04	0,20	0,84	-0,15	-0,76	0,46
Flores em antese			-0,08	-0,42	0,68	0,07	0,33	0,74
Flores total			0,09	0,49	0,62	-0,06	-0,28	0,78
Botões florais		I	0,40	2,23	0,03	0,45	2,49	0,02
Flores em antese			0,42	2,33	0,03	0,40	2,17	0,04
Flores total			0,44	2,48	0,02	0,50	2,86	0,01
Botões florais		Indivíduos do Morro Tabor com DAP maior que 30 cm	T	-0,06	-0,34	0,73	-0,23	-1,18
Flores em antese			0,34	1,83	0,08	0,15	0,74	0,47
Flores total			0,11	0,57	0,57	-0,10	-0,48	0,64
Botões florais	P		-0,04	-0,24	0,81	-0,66	-4,45	0,00
Flores em antese			0,04	0,20	0,84	-0,30	-1,57	0,13
Flores total			0,04	0,23	0,82	-0,52	-3,03	0,01
Botões florais	I		0,10	0,51	0,61	-0,26	-1,32	0,20
Flores em antese			0,31	1,64	0,11	0,05	0,27	0,79
Flores total			0,19	0,97	0,34	-0,17	-0,85	0,40
Botões florais	Indivíduos com seleção R		T	0,19	0,99	0,33	0,04	0,19
Flores em antese			0,52	3,09	0,00	0,32	1,72	0,10
Flores total			0,40	2,23	0,03	0,23	1,20	0,24
Botões florais		P	0,09	0,45	0,65	-0,42	-2,33	0,03
Flores em antese			0,09	0,49	0,62	-0,20	-1,02	0,32
Flores total			0,01	0,05	0,95	-0,31	-1,64	0,11
Botões florais		I	0,25	1,31	0,20	-0,01	-0,04	0,97
Flores em antese			0,41	2,27	0,03	0,25	1,31	0,20
Flores total			0,44	2,51	0,02	0,16	0,79	0,44
Botões florais		Indivíduos com seleção k	T	0,07	0,36	0,72	-0,02	-0,11
Flores em antese			0,31	1,65	0,11	0,18	0,93	0,36
Flores total			0,21	1,11	0,27	0,07	0,33	0,75
Botões florais	P		-0,09	-0,46	0,65	-0,58	-3,55	0,00
Flores em antese			0,11	0,55	0,58	-0,21	-1,05	0,30
Flores total			-0,02	-0,11	0,91	-0,45	-2,52	0,02
Botões florais	I		0,24	1,25	0,22	-0,02	-0,12	0,91
Flores em antese			0,24	1,27	0,21	0,09	0,47	0,64
Flores total			0,31	1,63	0,12	0,02	0,12	0,90

– Valores em negrito indicam significância do coeficiente r de Spearman, para um nível de erro mínimo de 5% utilizando o Teste t de Student;

– Tc = valores calculados (Teste t);

– ** = O valor de t tabelado para 25 graus de liberdade no numerador e ∞ graus de liberdade no denominador;

– Prob. = Probabilidade de erro;

– T= temperatura;

– P= precipitação;

– I = insolação.

A teoria mais aceita, atualmente, é de que, em climas sazonais, a precipitação possui maior influência na floração, quando comparada a sítios com clima menos sazonal, no qual a insolação e o comprimento do dia e até mesmo pequenas variações na temperatura possuem papel mais importante na indução da referida fenofase (Morellato *et al.*, 2000; Hilty, 1980; Richards, 1996; Yasuda *et al.*, 1999).

Com relação aos grupos gerados pelas síndromes de dispersão de sementes, no grupo das espécies anemocóricas, foi marcante a correlação significativa da floração com temperatura e insolação. As espécies zoocóricas (Figura 42) e autocóricas, por sua vez, não correlacionaram com qualquer variável climática (exceção à correlação entre flores em antese e temperatura, para espécies zoocóricas).

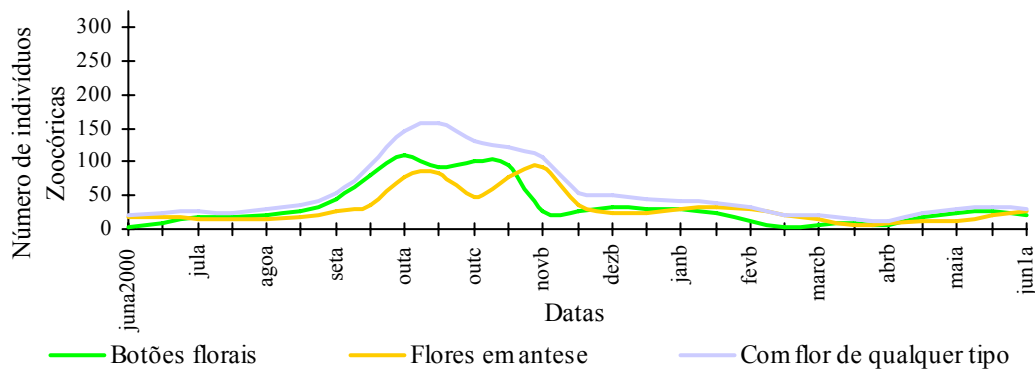


FIGURA 42 – Evolução da fenofase flores no grupo de indivíduos zoocóricos, entre junho de 2000 e junho de 2001.

Os indivíduos emergentes correlacionaram positivamente com temperatura e insolação, ficando os indivíduos dos demais estratos com

correlações significativas, mas em menor frequência que o estrato citado. É interessante mencionar que, dentro desses grupos, as fenofases flores em antese e flores total foram responsáveis pela correlação, enquanto a fenofase botões florais não demonstrou correlação significativa com as variáveis climáticas. Esta tendência confirmou-se em muitos outros grupos. Ao contrário do esperado, a fenofase floração está mais correlacionada às variáveis climáticas no Morro do Cerrito que no Morro Tabor. Indivíduos pertencentes a espécies com seleção R possuem floração fortemente correlacionada à temperatura e insolação, ocorrendo exatamente o contrário em relação aos indivíduos de espécies com seleção K, nos quais não ocorreu nenhuma correlação significativa entre a fenofase floração e as variáveis climáticas. Novamente, corrobora-se o resultado obtido com o Índice de Morisita.

4.2.2.2 Floração: correlações com as variáveis climáticas no período de dez anos

No que diz respeito à análise dos dados com médias de dez anos, verifica-se que a fenofase flores em antese continua ser a mais influenciada pelas variáveis climáticas.

O resultado indica que a floração seja induzida por um padrão climático longo no caso da precipitação, o qual caracteriza-se por possuir uma pequena diminuição na precipitação no mês de agosto e também pode ser acionada pelo simultâneo aumento da temperatura, Figura 43.

A correlação com a precipitação é, na maioria dos casos, negativa e, quando positiva, nunca com significância estatística. Resultados semelhantes, com relação à precipitação, foram obtidos por Engel (2001).

Não houve grandes mudanças nas correlações entre o período de estudo e dez anos, para os grupos estudados, salvo a maior influência da precipitação.

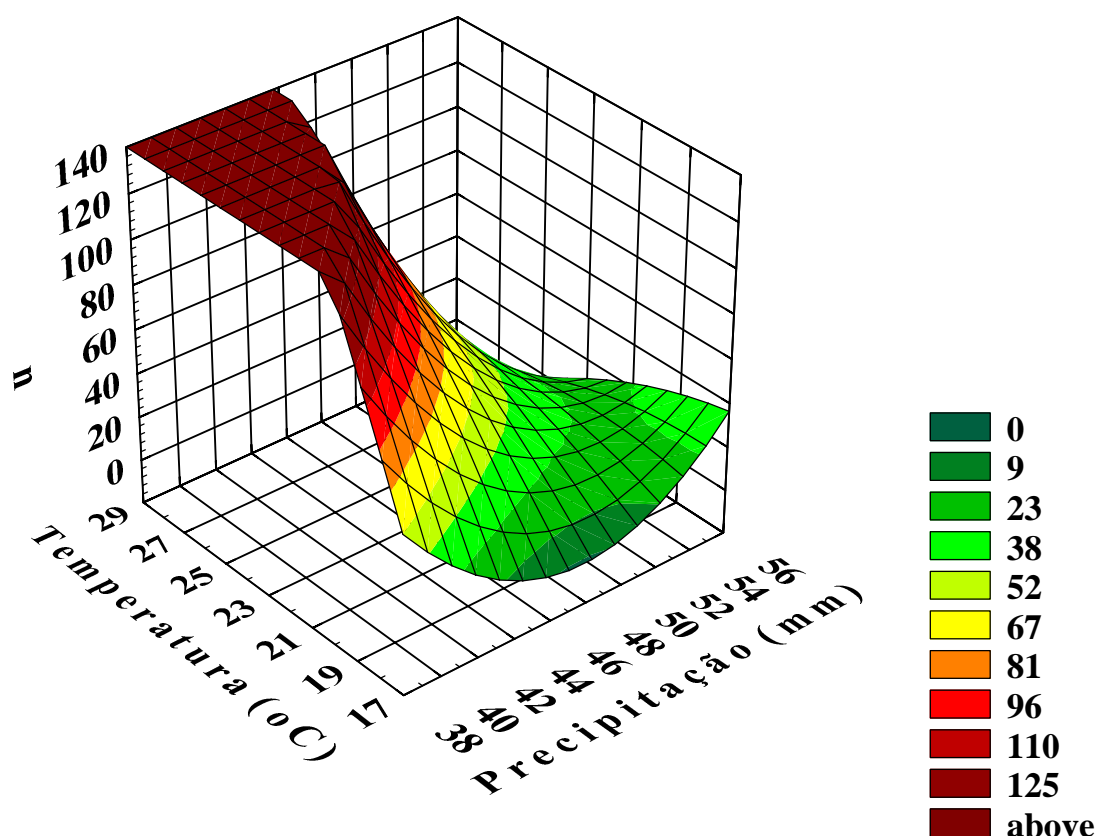


FIGURA 43 – Valores médios das variáveis temperatura e precipitação e respectivos valores do número de indivíduos (n) com botões florais (grupo geral), entre junho de 2000 e junho de 2001.

Curran *et al.* (1999) e Wright *et al.* (1999) comprovaram a suspeita de que fenômenos como o El Niño possuem influência na fenologia de comunidades florestais. No estudo de Sakai *et al.* (1999), uma pequena queda na temperatura pode induzir eventos reprodutivos de forma que ainda não há um consenso sobre o impacto do El Niño.

4.2.2.3 *Frutificação: correlação com as variáveis climáticas no período de estudo*

Ao contrário da floração, ou mais especificamente na fenofase botões florais, a frutificação da comunidade em geral correlacionou-se efetivamente com temperatura e insolação (Tabela 8). Resultado semelhante foi obtido por White (1994) no Gabão.

Morellato *et al.* (2000) encontraram correlações negativas entre a frutificação e o comprimento do dia, temperatura e precipitação, em estudo conduzido na Mata Atlântica, no Estado de São Paulo.

A insolação e a temperatura possuem maior participação na frutificação, quando comparadas à precipitação.

A Figura 44 mostra, contudo, que a produção de frutos atinge o máximo quando ocorrem combinações de temperaturas médias de 23°C e precipitação média de 45 mm, as quais estão em plena ascensão no mês de outubro.

Dentro do grupo dos indivíduos anemocóricos e autocóricos, a fenofase frutos novos possui r positivo e a fenofase frutos adultos r negativo para a variável temperatura, sugerindo diferentes influências da temperatura em frutos novos e adultos.

TABELA 8 – Correlação de Spearman, para a fenofase frutos, dentro de cada grupo estudado

		Correlação de Spearman (r)						
Fenofase	Grupo	Var. climática	Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)		
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.
Frutos novos	Geral	T	0,54	3,24	0,00	0,60	3,72	0,00
Frutos adultos			0,44	2,44	0,02	0,25	1,27	0,21
Frutos total			0,59	3,62	0,00	0,55	3,29	0,00
Frutos novos		P	0,02	0,12	0,91	0,28	1,47	0,15
Frutos adultos			0,06	0,31	0,76	-0,10	-0,52	0,61
Frutos total			-0,09	-0,44	0,66	0,11	0,55	0,59
Frutos novos		I	0,30	1,60	0,12	0,57	3,43	0,00
Frutos adultos			0,37	2,00	0,06	0,15	0,77	0,45
Frutos total			0,45	2,52	0,02	0,50	2,90	0,01
Frutos novos	Indivíduos anemocóricos	T	0,50	2,91	0,01	0,70	4,92	0,00
Frutos adultos			-0,53	-3,13	0,00	-0,61	-3,90	0,00
Frutos total			0,30	1,54	0,14	0,40	2,20	0,04
Frutos novos		P	-0,03	-0,13	0,90	0,76	5,94	0,00
Frutos adultos			-0,06	-0,32	0,75	-0,14	-0,71	0,48
Frutos total			0,04	0,18	0,86	0,73	5,37	0,00
Frutos novos		I	0,22	1,11	0,28	0,69	4,79	0,00
Frutos adultos			-0,28	-1,44	0,16	-0,60	-3,76	0,00
Frutos total			0,04	0,22	0,83	0,38	2,06	0,05
Frutos novos	Indivíduos zoocóricos	T	0,37	2,01	0,06	0,33	1,72	0,10
Frutos adultos			0,67	4,46	0,00	0,53	3,14	0,00
Frutos total			0,57	3,49	0,00	0,51	2,98	0,01
Frutos novos		P	0,07	0,33	0,75	-0,10	-0,50	0,62
Frutos adultos			0,03	0,14	0,89	0,02	0,08	0,94
Frutos total			0,08	0,40	0,69	0,01	0,04	0,97
Frutos novos		I	0,31	1,64	0,11	0,33	1,77	0,09
Frutos adultos			0,55	3,27	0,00	0,47	2,67	0,01
Frutos total			0,37	1,98	0,06	0,49	2,83	0,01
Frutos novos	Indivíduos autocóricos	T	0,39	2,13	0,04	0,63	4,04	0,00
Frutos adultos			-0,75	-5,61	0,00	-0,81	-6,96	0,00
Frutos total			-0,59	-3,63	0,00	-0,65	-4,24	0,00
Frutos novos		P	0,02	0,08	0,94	0,64	4,13	0,00
Frutos adultos			-0,08	-0,41	0,69	-0,48	-2,75	0,01
Frutos total			-0,07	-0,33	0,75	-0,38	-2,02	0,05
Frutos novos		I	0,10	0,49	0,63	0,67	4,56	0,00
Frutos adultos			-0,45	-2,51	0,02	-0,89	-9,84	0,00
Frutos total			-0,41	-2,25	0,03	-0,73	-5,30	0,00
Frutos novos	Indivíduos emergentes	T	0,50	2,86	0,01	0,68	4,60	0,00
Frutos adultos			0,02	0,08	0,94	-0,09	-0,44	0,66
Frutos total			0,31	1,66	0,11	0,42	2,34	0,03
Frutos novos		P	-0,12	-0,60	0,56	0,55	3,32	0,00
Frutos adultos			-0,11	-0,57	0,57	-0,15	-0,74	0,47
Frutos total			-0,18	-0,92	0,36	0,22	1,10	0,28
Frutos novos		I	0,32	1,71	0,10	0,68	4,67	0,00
Frutos adultos			0,11	0,55	0,59	-0,20	-1,04	0,31
Frutos total			0,13	0,64	0,53	0,42	2,33	0,03

Continua

TABELA 8- Continuação

		Correlação de Spearman (r)								
Fenofase	Grupo	Var. climática	Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)				
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.		
Frutos novos	Indivíduos do dossel	T	-0,05	-0,23	0,82	-0,01	-0,06	0,95		
Frutos adultos			0,18	0,89	0,38	-0,02	-0,08	0,94		
Frutos total			0,19	0,97	0,34	0,08	0,42	0,68		
Frutos novos	P	P	-0,03	-0,15	0,88	-0,40	-2,15	0,04		
Frutos adultos			0,11	0,54	0,59	-0,37	-2,02	0,05		
Frutos total			0,00	0,02	0,99	-0,42	-2,31	0,03		
Frutos novos	I	I	0,05	0,24	0,81	0,02	0,10	0,92		
Frutos adultos			0,15	0,77	0,45	-0,06	-0,32	0,75		
Frutos total			0,22	1,12	0,27	0,11	0,54	0,60		
Frutos novos	Indivíduos do sub-dossel	T	0,68	4,67	0,00	0,59	3,66	0,00		
Frutos adultos			0,68	4,69	0,00	0,59	3,62	0,00		
Frutos total			0,78	6,20	0,00	0,70	4,96	0,00		
Frutos novos			P	P	0,09	0,45	0,66	0,17	0,89	0,38
Frutos adultos					0,07	0,35	0,73	0,09	0,45	0,66
Frutos total					0,09	0,47	0,64	0,28	1,48	0,15
Frutos novos			I	I	0,54	3,20	0,00	0,49	2,80	0,01
Frutos adultos					0,50	2,87	0,01	0,55	3,28	0,00
Frutos total					0,52	3,05	0,01	0,65	4,26	0,00
Frutos novos			Indivíduos do Morro do Cerrito com DAP maior que 30 cm	T	0,39	2,12	0,04	0,50	2,90	0,01
Frutos adultos	0,83	7,33			0,00	0,81	6,80	0,00		
Frutos total	0,55	3,28			0,00	0,61	3,85	0,00		
Frutos novos	P	P			0,06	0,32	0,75	0,39	2,14	0,04
Frutos adultos					-0,02	-0,11	0,91	0,43	2,38	0,03
Frutos total					-0,02	-0,11	0,92	0,33	1,74	0,09
Frutos novos	I	I			0,21	1,05	0,30	0,59	3,62	0,00
Frutos adultos					0,63	4,01	0,00	0,72	5,16	0,00
Frutos total					0,36	1,90	0,07	0,69	4,78	0,00
Frutos novos	Indivíduos do Morro Tabor com DAP maior que 30 cm	T			0,48	2,70	0,01	0,59	3,69	0,00
Frutos adultos			-0,19	-0,96	0,34	-0,43	-2,40	0,02		
Frutos total			0,25	1,29	0,21	0,07	0,33	0,74		
Frutos novos			P	P	0,00	0,01	0,99	0,30	1,55	0,13
Frutos adultos					-0,02	-0,11	0,92	-0,36	-1,92	0,07
Frutos total					-0,16	-0,83	0,42	-0,14	-0,69	0,49
Frutos novos			I	I	0,25	1,27	0,22	0,55	3,27	0,00
Frutos adultos					0,017	0,083	0,934	-0,50	-2,87	0,01
Frutos total					0,239	1,23	0,23	-0,02	-0,08	0,94
Frutos novos			Indivíduos com seleção R	T	0,69	4,79	0,00	0,83	7,36	0,00
Frutos adultos	-0,38	-2,07			0,05	-0,51	-2,93	0,01		
Frutos total	0,50	2,92			0,01	0,43	2,39	0,02		
Frutos novos	P	P			0,09	0,46	0,65	0,61	3,88	0,00
Frutos adultos					-0,09	-0,47	0,64	-0,10	-0,50	0,62
Frutos total					0,15	0,75	0,46	0,43	2,35	0,03
Frutos novos	I	I			0,342	1,821	0,081	0,82	7,21	0,00
Frutos adultos					-0,17	-0,86	0,399	-0,50	-2,90	0,01
Frutos total					0,186	0,945	0,354	0,35	1,89	0,07

Continua

TABELA 8- Conclusão

Fenofase	Grupo	Var. climática	Correlação de Spearman (r)					
			Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)		
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.
Frutos novos	Indivíduos com seleção k	T	0,21	1,05	0,30	0,22	1,14	0,27
Frutos adultos			0,62	3,92	0,00	0,48	2,75	0,01
Frutos total			0,45	2,51	0,02	0,39	2,10	0,05
Frutos novos		P	-0,05	-0,24	0,81	-0,06	-0,28	0,78
Frutos adultos			0,04	0,22	0,83	-0,03	-0,16	0,88
Frutos total			0,01	0,04	0,97	-0,09	-0,47	0,64
Frutos novos		I	0,235	1,211	0,237	0,21	1,09	0,29
Frutos adultos			0,508	2,946	0,007	0,43	2,35	0,03
Frutos total			0,308	1,621	0,118	0,39	2,12	0,04

- Valores em negrito indicam significância do coeficiente r de Spearman, para um nível de erro mínimo de 5% utilizando o Teste t de Student;
- Tc = valores calculados (Teste t);
- ** = O valor de t tabelado para 25 graus de liberdade no numerador e ∞ graus de liberdade no denominador;
- Prob. = Probabilidade de erro;
- T= temperatura;
- P= precipitação;
- I = insolação.

Em indivíduos zoocóricos (Figura 45), os frutos adultos e a produção total de frutos correlacionam-se positivamente com a temperatura e insolação. Frutos carnosos necessitam temperatura altas e abundante insolação. Já frutos anemocóricos, precisam de ventos fortes.

Os indivíduos emergentes possuem produção de frutos novos correlacionada com o aumento da temperatura.

Indivíduos do sub-dossel correlacionaram-se positivamente com temperatura e insolação tanto para frutos novos, adultos e para a produção total de frutos. Indivíduos pertencentes ao Morro do Cerrito possuíam frutos novos e adultos fortemente correlacionados com temperatura e insolação. No Morro Tabor, somente os frutos novos correlacionaram-se positivamente com temperatura.

As outras correlações foram negativas, mas sem significância estatística.

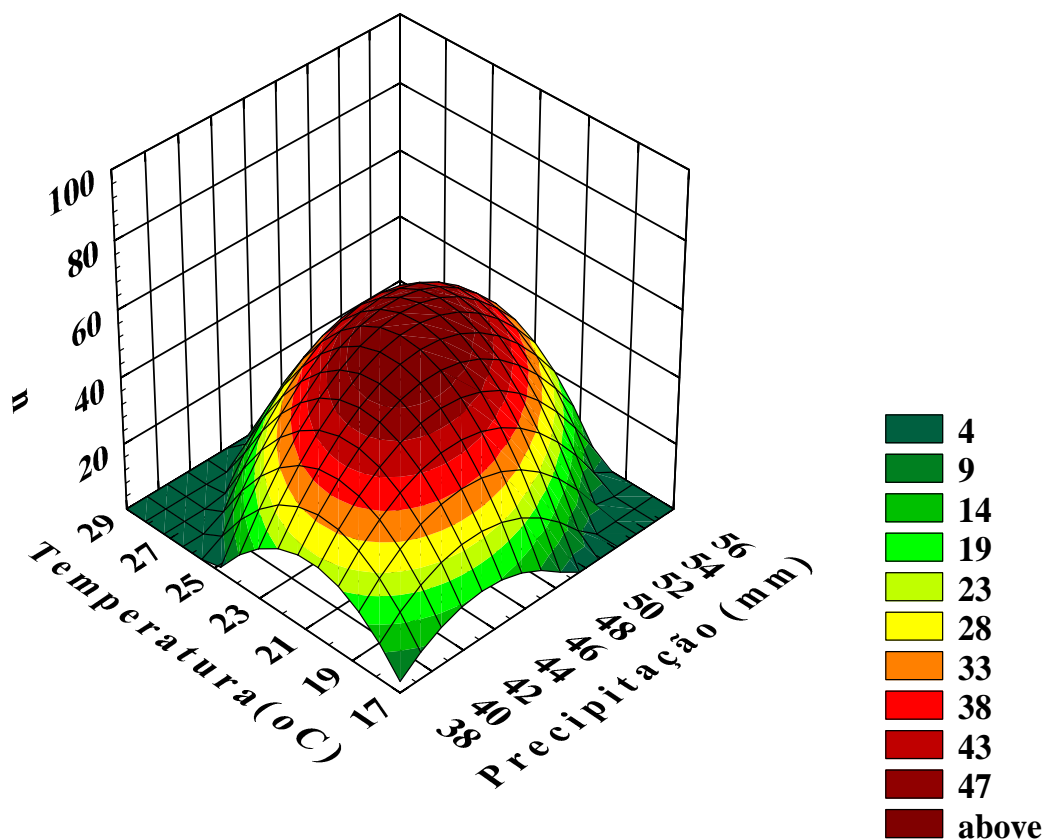


FIGURA 44 – Valores médios das variáveis temperatura e precipitação e respectivo número de indivíduos (n) com frutos novos (grupo geral), entre junho de 2000 e junho de 2001.

Indivíduos com seleção R e K seguiram, na frutificação, as tendências apresentadas na floração, com maior interferência do clima em indivíduos de espécies R que em indivíduos de espécies K. A interferência do grupo de indivíduos anemocóricos é evidente no

aparecimento de correlações negativas em grupos como indivíduos pertencentes ao Morro Tabor e indivíduos pertencentes a espécies de seleção R, que são constituídas por grande maioria de indivíduos anemocóricos e autocóricos, de modo que surgiram correlações semelhantes entre diferentes grupos, devendo-se procurar qual o grupo que comanda estas tendências, a fim de se evitar interpretações errôneas.

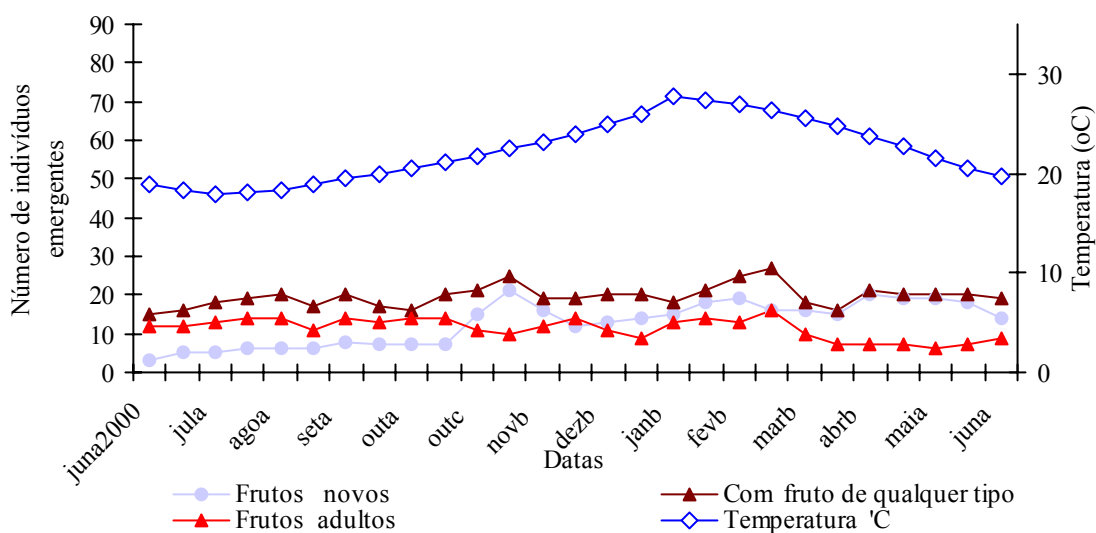


FIGURA 45 – Evolução da fenofase frutos no grupo de indivíduos pertencentes ao estrato emergente, entre junho de 2000 e junho de 2001. Na linha azul vazada, pode-se visualizar a evolução da variável temperatura, para o mesmo período.

4.2.2.4 *Frutificação: correlações com as variáveis climáticas no período de dez anos*

Analisando a resposta da frutificação em relação à média climática do período de dez anos, percebe-se mudanças significativas nos grupos

de indivíduos anemocóricos e autocóricos, os quais possuem correlação significativa com todas as variáveis climáticas.

É interessante salientar que o sinal da correlação continua o mesmo para as duas séries temporais (período de estudo e dez anos), quando se estuda frutos novos e adultos, de forma que o aparecimento de frutos novos está vinculado ao aumento da temperatura e o amadurecimento dos frutos está vinculado a baixas temperaturas e acontece no pequeno espaço de tempo em que há menor precipitação.

Nas florestas tropicais, geralmente os frutos anemocóricos dispersam suas sementes durante a estação seca, quando existem ventos fortes e o dossel da floresta está desprovido das folhas (Morellato *et al.*, 1990; Morellato & Leitão-Filho, 1992; Richards, 1996; Chapman *et al.*, 1999).

No presente estudo, os indivíduos anemocóricos apresentaram três picos de dispersão de sementes (Figura 27): um durante o mês de novembro, outro durante o mês de fevereiro e um último em junho. Este terceiro pico está mais adequado com o argumento de Richards (1996) e Talora & Morellato (2000), pois ocorreu quando cerca de 20% dos indivíduos anemocóricos estava completamente sem folhas e a velocidade do vento apresentava valores sensivelmente maiores que a média.

A dispersão de sementes anemocóricas durante a estação seca foi reportada por Morellato *et al.* (1990); Morellato (1991); Morellato & Leitão-Filho (1992); Kohler (1997); Engel (2001) e Griz & Machado (2001), no Brasil, Ibarra-Manríquez, Sánchez-Garfias & González-García (1991), no México, Eibl *et al.* (1995) na Argentina, Murali & Sukumar (1994), na Índia e, Wong & Ventocilla (1997) na Costa Rica.

Correlação positiva entre frutificação e insolação foi obtida em Engel (2001), porém a autora encontrou maior número de indivíduos (principalmente anemocóricos) frutificando durante a estação seca.

O grupo de indivíduos zoocóricos confirmou o resultado da correlação do período de estudo, sendo que a fenofase frutificação continua influenciada pela temperatura e insolação e não é influenciada pela precipitação. Embora haja um número pequeno de indivíduos com frutos na breve estação seca, não há correlação significativa com a precipitação, sugerindo que não há limitação de recurso hídrico que venha deslocar a fenofase buscando uma estação mais favorável.

O maior número de espécies zoocóricas dispersando sementes se dá em novembro. A dispersão, neste mês, beneficia as plântulas que irão nascer, já que os meses que seguem possuem médias altas de precipitação, temperatura e insolação, favorecendo o crescimento inicial das futuras plantas (Foster *apud* Ferraz *et al.*, 1999). Eibl *et al.* (1995) obtiveram resultado semelhante, estudando espécies florestais na Argentina.

A dispersão de sementes, segundo Morellato & Leitão-Filho (1992), depende muito das condições propícias para as futuras plântulas. É interessante notar que, em ecossistemas com limitações hídricas (como a Caatinga, no Brasil; florestas secas, na Índia, e florestas na África, por exemplo) a frutificação dos indivíduos zoocóricos é sazonal, correspondendo à estação das chuvas (Batalha *et al.* 1997; Machado *et al.* 1997; Griz & Machado, 2001; Murali & Sukumar, 1994; White, 1994, Sun *et al.* 1996, respectivamente).

Quando não há limitação hídrica, a frutificação pode ocorrer em meses relativamente mais secos, como constatado por Morellato *et al.* (2000) e Mikich & Silva (2001) no Paraná.

A insolação contribui também no amadurecimento dos frutos carnosos, de modo que em White (1994) esta variável possuiu maior influência que a precipitação. De fato, espécies como *Chrysophyllum marginatum*, apresentam seus frutos concentrados em áreas da copa onde a luz é mais intensa (observação pessoal do autor, em 29 de outubro de 2000).

Na estratificação visual, confirmou-se a influência da temperatura e insolação na frutificação. A precipitação influi menos nos indivíduos do sub-dossel que nos estratos acima. Dentre os locais estudados, o Morro do Cerrito possui frutificação vinculada ao aumento de precipitação, ocorrendo o contrário com o Morro Tabor, embora as correlações não tenham sido significativas.

Nos estudos fenológicos, realizados no Brasil e em outros países do mundo (ex.: Morellato *et al.*, 2000 e White, 1994, respectivamente), a frutificação, muitas vezes, parece estar (ver Morellato & Leitão-Filho, 1992, onde é apresentada uma realidade diferente) mais vinculada ao clima do que aos locais de estudo e composição florística destes.

A diferença é ainda menor quando os locais são muitos próximos. Contudo, locais próximos com regimes climáticos (e.g. chuvas) diferentes, tendem a diferir significativamente na fenologia (Lampe *et al.*, 1992 e Sun *et al.*, 1996). Na realidade, há um gradiente de fatores que influenciam as fenofases, mas o que ainda precisa ser esclarecido é o grau real de importância de cada fator neste gradiente (Ferraz *et al.*, 1999).

Indivíduos R e K apresentam resultados semelhantes daqueles com dados climáticos do período de estudo, diminuindo-se a influência

de temperatura e insolação e surgindo a presença de correlação com precipitação.

4.2.2.5 *Mudança foliar: correlação com as variáveis climáticas no período de estudo*

Corroborando os resultados obtidos com o Índice de Morisita, a fenofase folhas adultas não se correlacionou com qualquer variável climática, e as fenofases folhas novas e sem folhas apresentaram correlação significativa com temperatura e insolação, evidenciando o seu caráter sazonal (Tabela 9). Para todos os grupos analisados, a temperatura e a insolação foram as variáveis climáticas indutoras da produção de folhas, sendo que a temperatura mostrou as correlações mais fortes. É interessante notar que estes resultados não concordam com Engel (2001), exceção feita à insolação, que, naquele estudo, possuía correlação positiva com a emissão de folhas novas. Tanto em locais montanhosos como no litoral, Morellato *et al.* (2000) verificaram semelhante correlação entre o comprimento do dia (passível de comparação com a variável insolação do presente estudo) e a emissão de folhas novas. Muitos estudos fenológicos conduzidos no Cerrado (Batalha, Aragaki & Mantovani, 1998; Felfili *et al.* 1999) e Caatinga (Machado, Barros & Sampaio, 1997) apresentaram resultados semelhantes, com maior participação da variável precipitação, sugerindo que, nestes locais, existe um certo adiantamento no brotamento, visando alocar recursos para a fenofases reprodutivas.

De um modo geral, em climas com menor sazonalidade, verifica-se tanto a queda foliar como o brotamento na estação chuvosa (Morellato *et al.* 2000).

Interessante também é a diferença entre locais próximos com diferentes regimes de chuvas, como, por exemplo, em Garg & Vyas (1975) e, mais recentemente, Murali & Sukumar (1994).

Neste último, o sítio de maior precipitação anual apresentou emissão de folhas novas na estação seca, enquanto no sítio mais seco, a emissão só aconteceu concomitantemente às chuvas. Espécies produzindo folhas em épocas de menor precipitação foram raras (ex.: *Aiouea saligna*, *Ocotea puberula*, *Nectandra lanceolata* e *Inga uruguensis*).

Em relação à produção de folhas, indivíduos pertencentes a espécies anemocóricas possuem correlações mais fortes que os outros grupos de dispersão de sementes. Na estratificação visual, houve maior correlação com a temperatura nos indivíduos do estrato emergente (Figura 46), decaindo-se a significância nos outros estratos.

No Morro Tabor, a abertura do dossel geralmente é maior e todas as suas características de sucessão e composição de espécies são corroboradas na maior sazonalidade e correlação com o clima.

TABELA 9 – Correlação de Spearman, para a fenofase folhas, dentro de cada grupo estudado

Fenofase	Grupo	Correlação de Spearman (r)						
		Var. climática	Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)		
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.
Folhas novas	Geral	T	0,60	3,77	0,00	0,49	2,83	0,01
Folhas adultas			0,02	0,10	0,92	0,27	1,39	0,18
Folhas total			0,86	8,34	0,00	0,90	10,30	0,00
Sem folhas	P		-0,9	-8,3	0,0	-0,90	-10,30	0,00
Folhas novas			0,1	0,6	0,6	-0,09	-0,45	0,65
Folhas adultas			-0,1	-0,3	0,8	0,63	4,09	0,00
Folhas total			0,2	0,9	0,4	0,66	4,44	0,00
Sem folhas	I		-0,2	-0,9	0,4	-0,66	-4,44	0,00
Folhas novas			0,4	2,3	0,0	0,50	2,92	0,01
Folhas adultas			-0,1	-0,6	0,5	0,26	1,37	0,18
Folhas total			0,5	2,5	0,0	0,88	9,43	0,00
Sem folhas			-0,5	-2,5	0,0	-0,88	-9,43	0,00

Continua

TABELA 9- Continuação

Correlação de Spearman (r)								
Fenofase	Grupo	Var. climática	Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)		
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.
Folhas novas	Indivíduos anemocóricos	T	0,8	5,8	0,0	0,62	3,96	0,00
Folhas adultas			-0,2	-1,0	0,4	0,06	0,29	0,78
Folhas total			0,8	7,3	0,0	0,86	8,56	0,00
Sem folhas		P	-0,8	-7,4	0,0	-0,89	-9,54	0,00
Folhas novas			0,1	0,3	0,8	0,04	0,21	0,84
Folhas adultas			-0,1	-0,5	0,6	0,47	2,64	0,01
Folhas total		I	0,1	0,6	0,5	0,69	4,78	0,00
Sem folhas			-0,1	-0,6	0,5	-0,72	-5,16	0,00
Folhas novas			0,5	3,2	0,0	0,58	3,53	0,00
Folhas adultas		I	-0,2	-1,0	0,3	0,07	0,36	0,72
Folhas total			0,5	3,1	0,0	0,88	9,17	0,00
Sem folhas			-0,5	-2,7	0,0	-0,89	-9,73	0,00
Folhas novas		Indivíduos zoocóricos	T	0,6	4,0	0,0	0,53	3,11
Folhas adultas	0,1			0,6	0,6	0,37	1,99	0,06
Folhas total	0,7			5,2	0,0	0,85	7,92	0,00
Sem folhas	P		-0,7	-5,2	0,0	-0,85	-7,92	0,00
Folhas novas			0,1	0,6	0,6	-0,06	-0,28	0,78
Folhas adultas			0,0	-0,3	0,8	0,75	5,60	0,00
Folhas total	I		0,1	0,6	0,5	0,73	5,27	0,00
Sem folhas			-0,1	-0,6	0,5	-0,73	-5,27	0,00
Folhas novas			0,4	2,4	0,0	0,54	3,17	0,00
Folhas adultas	I		0,0	-0,1	0,9	0,42	2,29	0,03
Folhas total			0,4	2,1	0,1	0,87	8,68	0,00
Sem folhas			-0,4	-2,1	0,1	-0,87	-8,68	0,00
Folhas novas	Indivíduos autocóricos		T	0,6	3,3	0,0	0,47	2,68
Folhas adultas		0,0		0,1	0,9	0,28	1,49	0,15
Folhas total		0,6		4,1	0,0	0,64	4,14	0,00
Sem folhas		P	-0,6	-4,1	0,0	-0,64	-4,14	0,00
Folhas novas			0,1	0,6	0,6	-0,09	-0,46	0,65
Folhas adultas			-0,1	-0,3	0,8	0,63	4,02	0,00
Folhas total		I	0,2	1,0	0,3	0,22	1,14	0,26
Sem folhas			-0,2	-1,0	0,3	-0,22	-1,14	0,26
Folhas novas			0,4	2,1	0,0	0,45	2,52	0,02
Folhas adultas		I	-0,1	-0,5	0,6	0,27	1,40	0,18
Folhas total			0,3	1,9	0,1	0,56	3,37	0,00
Sem folhas			-0,3	-1,9	0,1	-0,56	-3,37	0,00
Folhas novas		Indivíduos emergentes	T	0,7	4,4	0,0	0,56	3,35
Folhas adultas	-0,1			-0,4	0,7	0,16	0,83	0,42
Folhas total	0,8			7,8	0,0	0,88	9,14	0,00
Sem folhas	P		-0,8	-7,8	0,0	-0,88	-9,14	0,00
Folhas novas			0,1	0,3	0,8	-0,04	-0,18	0,86
Folhas adultas			0,0	0,0	1,0	0,59	3,68	0,00
Folhas total	I		0,2	0,9	0,4	0,58	3,61	0,00
Sem folhas			-0,2	-0,9	0,4	-0,58	-3,61	0,00
Folhas novas			0,5	2,8	0,0	0,56	3,37	0,00
Folhas adultas	I		-0,2	-0,8	0,4	0,16	0,79	0,44
Folhas total			0,4	2,5	0,0	0,85	8,13	0,00
Sem folhas			-0,4	-2,5	0,0	-0,85	-8,13	0,00

Continua

TABELA 9- Continuação

Correlação de Spearman (r)									
Fenofase	Grupo	Var. climática	Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)			
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.	
Folhas novas	Indivíduos do dossel	T	0,7	4,5	0,0	0,57	3,43	0,00	
Folhas adultas			0,0	-0,1	0,9	0,20	1,00	0,32	
Folhas total			0,8	7,2	0,0	0,89	9,68	0,00	
Sem folhas		P	-0,8	-7,2	0,0	-0,89	-9,68	0,00	
Folhas novas			0,1	0,5	0,6	0,00	0,00	1,00	
Folhas adultas			0,0	0,0	1,0	0,61	3,84	0,00	
Folhas total		I	0,2	1,0	0,3	0,76	5,84	0,00	
Sem folhas			-0,2	-1,0	0,3	-0,76	-5,84	0,00	
Folhas novas			0,5	2,6	0,0	0,53	3,11	0,00	
Folhas adultas		Indivíduos do sub-dossel	T	-0,2	-1,0	0,3	0,22	1,13	0,27
Folhas total				0,4	2,2	0,0	0,88	9,12	0,00
Sem folhas				-0,4	-2,2	0,0	-0,88	-9,12	0,00
Folhas novas	P		0,7	4,4	0,0	0,56	3,40	0,00	
Folhas adultas			-0,2	-1,0	0,3	0,08	0,39	0,70	
Folhas total			0,7	4,7	0,0	0,81	6,88	0,00	
Sem folhas	I		-0,7	-4,7	0,0	-0,81	-6,88	0,00	
Folhas novas			0,1	0,5	0,6	-0,01	-0,07	0,95	
Folhas adultas			-0,1	-0,6	0,6	0,47	2,70	0,01	
Folhas total	P		0,1	0,4	0,7	0,64	4,17	0,00	
Sem folhas			-0,1	-0,4	0,7	-0,64	-4,17	0,00	
Folhas novas			0,5	2,7	0,0	0,56	3,36	0,00	
Folhas adultas	Indivíduos do Morro do Cerrito com DAP maior que 30 cm	T	-0,2	-1,0	0,3	0,08	0,41	0,69	
Folhas total			0,4	2,4	0,0	0,82	7,13	0,00	
Sem folhas			-0,4	-2,4	0,0	-0,82	-7,13	0,00	
Folhas novas		P	0,6	3,9	0,0	0,51	2,98	0,01	
Folhas adultas			-0,1	-0,4	0,7	0,11	0,56	0,58	
Folhas total			0,7	4,4	0,0	0,64	4,19	0,00	
Sem folhas		I	-0,7	-4,4	0,0	-0,64	-4,19	0,00	
Folhas novas			0,1	0,3	0,8	-0,08	-0,38	0,70	
Folhas adultas			0,0	0,0	1,0	0,58	3,59	0,00	
Folhas total		P	0,3	1,4	0,2	0,26	1,34	0,19	
Sem folhas			-0,3	-1,4	0,2	-0,26	-1,34	0,19	
Folhas novas			0,5	2,6	0,0	0,52	3,01	0,01	
Folhas adultas	Indivíduos do Morro Tabor com DAP maior que 30 cm	T	-0,2	-1,0	0,3	0,11	0,53	0,60	
Folhas total			0,3	1,6	0,1	0,59	3,66	0,00	
Sem folhas			-0,3	-1,6	0,1	-0,59	-3,66	0,00	
Folhas novas		P	0,7	4,7	0,0	0,56	3,34	0,00	
Folhas adultas			-0,1	-0,3	0,8	0,21	1,06	0,30	
Folhas total			0,8	6,2	0,0	0,89	9,60	0,00	
Sem folhas		I	-0,8	-6,2	0,0	-0,89	-9,60	0,00	
Folhas novas			0,2	0,8	0,5	-0,05	-0,24	0,81	
Folhas adultas			-0,1	-0,5	0,7	0,60	3,73	0,00	
Folhas total		P	0,2	0,9	0,4	0,73	5,33	0,00	
Sem folhas			-0,2	-0,9	0,4	-0,73	-5,33	0,00	
Folhas novas			0,4	2,5	0,0	0,55	3,26	0,00	
Folhas adultas	Indivíduos do Morro Tabor com DAP maior que 30 cm	T	-0,1	-0,7	0,5	0,22	1,12	0,27	
Folhas total			0,4	2,3	0,0	0,88	9,25	0,00	
Sem folhas			-0,4	-2,3	0,0	-0,88	-9,25	0,00	
Folhas novas		P	0,7	4,7	0,0	0,56	3,34	0,00	
Folhas adultas			-0,1	-0,3	0,8	0,21	1,06	0,30	
Folhas total			0,8	6,2	0,0	0,89	9,60	0,00	
Sem folhas		I	-0,8	-6,2	0,0	-0,89	-9,60	0,00	
Folhas novas			0,2	0,8	0,5	-0,05	-0,24	0,81	
Folhas adultas			-0,1	-0,5	0,7	0,60	3,73	0,00	
Folhas total		P	0,2	0,9	0,4	0,73	5,33	0,00	
Sem folhas			-0,2	-0,9	0,4	-0,73	-5,33	0,00	
Folhas novas			0,4	2,5	0,0	0,55	3,26	0,00	
Folhas adultas	Indivíduos do Morro Tabor com DAP maior que 30 cm	T	-0,1	-0,7	0,5	0,22	1,12	0,27	
Folhas total			0,4	2,3	0,0	0,88	9,25	0,00	
Sem folhas			-0,4	-2,3	0,0	-0,88	-9,25	0,00	
Folhas novas		P	0,7	4,7	0,0	0,56	3,34	0,00	
Folhas adultas			-0,1	-0,3	0,8	0,21	1,06	0,30	
Folhas total			0,8	6,2	0,0	0,89	9,60	0,00	
Sem folhas		I	-0,8	-6,2	0,0	-0,89	-9,60	0,00	
Folhas novas			0,2	0,8	0,5	-0,05	-0,24	0,81	
Folhas adultas			-0,1	-0,5	0,7	0,60	3,73	0,00	
Folhas total		P	0,2	0,9	0,4	0,73	5,33	0,00	
Sem folhas			-0,2	-0,9	0,4	-0,73	-5,33	0,00	
Folhas novas			0,4	2,5	0,0	0,55	3,26	0,00	
Folhas adultas	Indivíduos do Morro Tabor com DAP maior que 30 cm	T	-0,1	-0,7	0,5	0,22	1,12	0,27	
Folhas total			0,4	2,3	0,0	0,88	9,25	0,00	
Sem folhas			-0,4	-2,3	0,0	-0,88	-9,25	0,00	
Folhas novas		P	0,7	4,7	0,0	0,56	3,34	0,00	
Folhas adultas			-0,1	-0,3	0,8	0,21	1,06	0,30	
Folhas total			0,8	6,2	0,0	0,89	9,60	0,00	
Sem folhas		I	-0,8	-6,2	0,0	-0,89	-9,60	0,00	
Folhas novas			0,2	0,8	0,5	-0,05	-0,24	0,81	
Folhas adultas			-0,1	-0,5	0,7	0,60	3,73	0,00	
Folhas total		P	0,2	0,9	0,4	0,73	5,33	0,00	
Sem folhas			-0,2	-0,9	0,4	-0,73	-5,33	0,00	
Folhas novas			0,4	2,5	0,0	0,55	3,26	0,00	
Folhas adultas	Indivíduos do Morro Tabor com DAP maior que 30 cm	T	-0,1	-0,7	0,5	0,22	1,12	0,27	
Folhas total			0,4	2,3	0,0	0,88	9,25	0,00	
Sem folhas			-0,4	-2,3	0,0	-0,88	-9,25	0,00	
Folhas novas		P	0,7	4,7	0,0	0,56	3,34	0,00	
Folhas adultas			-0,1	-0,3	0,8	0,21	1,06	0,30	
Folhas total			0,8	6,2	0,0	0,89	9,60	0,00	
Sem folhas		I	-0,8	-6,2	0,0	-0,89	-9,60	0,00	
Folhas novas			0,2	0,8	0,5	-0,05	-0,24	0,81	
Folhas adultas			-0,1	-0,5	0,7	0,60	3,73	0,00	
Folhas total		P	0,2	0,9	0,4	0,73	5,33	0,00	
Sem folhas			-0,2	-0,9	0,4	-0,73	-5,33	0,00	
Folhas novas			0,4	2,5	0,0	0,55	3,26	0,00	
Folhas adultas	Indivíduos do Morro Tabor com DAP maior que 30 cm	T	-0,1	-0,7	0,5	0,22	1,12	0,27	
Folhas total			0,4	2,3	0,0	0,88	9,25	0,00	
Sem folhas			-0,4	-2,3	0,0	-0,88	-9,25	0,00	
Folhas novas		P	0,7	4,7	0,0	0,56	3,34	0,00	
Folhas adultas			-0,1	-0,3	0,8	0,21	1,06	0,30	
Folhas total			0,8	6,2	0,0	0,89	9,60	0,00	
Sem folhas		I	-0,8	-6,2	0,0	-0,89	-9,60	0,00	
Folhas novas			0,2	0,8	0,5	-0,05	-0,24	0,81	
Folhas adultas			-0,1	-0,5	0,7	0,60	3,73	0,00	
Folhas total		P	0,2	0,9	0,4	0,73	5,33	0,00	
Sem folhas			-0,2	-0,9	0,4	-0,73	-5,33	0,00	
Folhas novas			0,4	2,5	0,0	0,55	3,26	0,00	

Continua

TABELA 9- Conclusão

		Correlação de Spearman (r)						
Fenofase	Grupo	Var. climática	Média do período de estudo (2000-2001)			Média de dez anos de observação climática (1990-2000)		
			r	Tc**	Prob.	R	Tc**	Prob.
Folhas novas	Indivíduos com seleção R	T	0,7	4,8	0,0	0,58	3,58	0,00
Folhas adultas			0,0	-0,1	0,9	0,24	1,26	0,22
Folhas total			0,9	9,2	0,0	0,91	10,76	0,00
Sem folhas	P	P	-0,9	-9,2	0,0	-0,91	-10,76	0,00
Folhas novas			0,0	0,0	1,0	0,01	0,05	0,96
Folhas adultas			-0,1	-0,5	0,6	0,58	3,57	0,00
Folhas total	I	I	0,2	1,0	0,3	0,65	4,33	0,00
Sem folhas			-0,2	-1,0	0,3	-0,65	-4,33	0,00
Folhas novas			0,5	3,1	0,0	0,55	3,27	0,00
Folhas adultas	Indivíduos com seleção k	T	-0,1	-0,6	0,6	0,22	1,14	0,26
Folhas total			0,5	2,8	0,0	0,88	9,37	0,00
Sem folhas			-0,5	-2,8	0,0	-0,88	-9,37	0,00
Folhas novas	Indivíduos com seleção k	T	0,6	3,9	0,0	0,52	3,03	0,01
Folhas adultas			0,0	-0,2	0,9	0,20	1,04	0,31
Folhas total			0,7	4,6	0,0	0,80	6,69	0,00
Sem folhas	P	P	-0,7	-4,6	0,0	-0,80	-6,69	0,00
Folhas novas			0,1	0,6	0,5	-0,06	-0,32	0,75
Folhas adultas			-0,1	-0,4	0,7	0,57	3,50	0,00
Folhas total	I	I	0,1	0,4	0,7	0,64	4,20	0,00
Sem folhas			-0,1	-0,4	0,7	-0,64	-4,20	0,00
Folhas novas			0,4	2,4	0,0	0,53	3,11	0,00
Folhas adultas	Indivíduos com seleção k	T	-0,1	-0,6	0,5	0,22	1,14	0,26
Folhas total			0,3	1,7	0,1	0,83	7,40	0,00
Sem folhas			-0,3	-1,7	0,1	-0,83	-7,40	0,00

– Valores em negrito indicam significância do coeficiente r de Spearman, para um nível de erro mínimo de 5% utilizando o Teste t de Student;

– Tc = valores calculados (Teste t);

– ** = O valor de t tabelado para 25 graus de liberdade no numerador e ∞ graus de liberdade no denominador;

– Prob. = Probabilidade de erro;

– T= temperatura;

– P= precipitação;

– I = insolação.

Indivíduos do Morro do Cerrito (Figura 47) apresentaram menor correlação com a temperatura que os indivíduos do Morro Tabor (Figura 48).

Indivíduos com seleção R apresentam maiores correlações que indivíduos de seleção K, evidenciando uma maior dependência de fatores abióticos neste grupo.

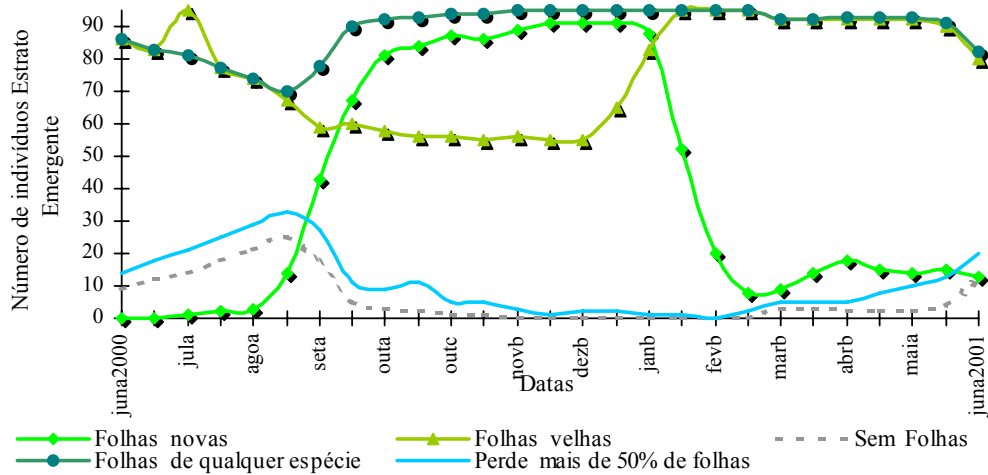


FIGURA 46 – Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos pertencentes ao estrato emergente, entre junho de 2000 e junho de 2001.

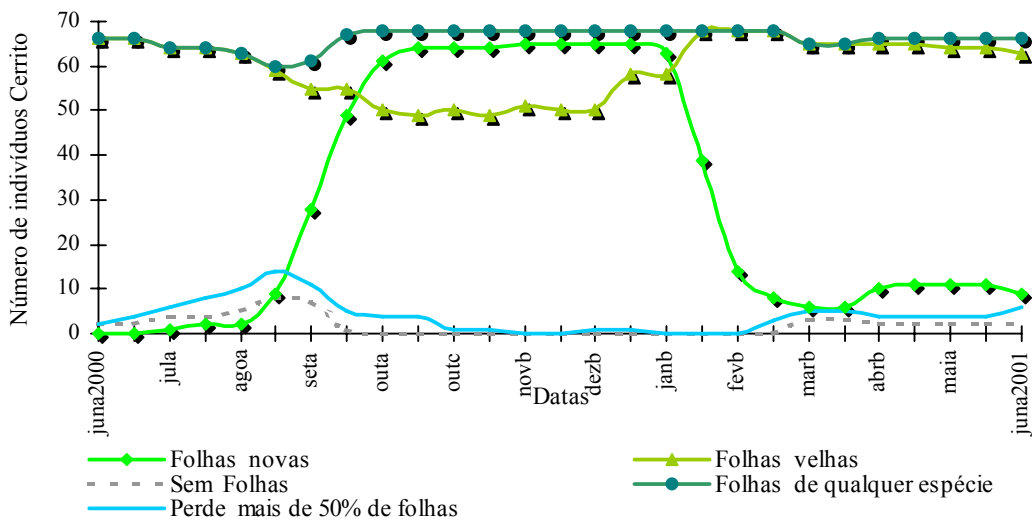


FIGURA 47 – Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro do Cerrito (maiores que 30 cm de DAP), entre junho de 2000 e junho de 2001.

O maior coeficiente de correlação ($r = 0,9$, $T_c = 9,2$ com $P < 2 \times 10^{-10}$) ocorreu para a fenofase folhas total, em indivíduos R. A interferência de indivíduos anemocóricos, citada para a produção de frutos, aparece novamente na fenofase folhas.

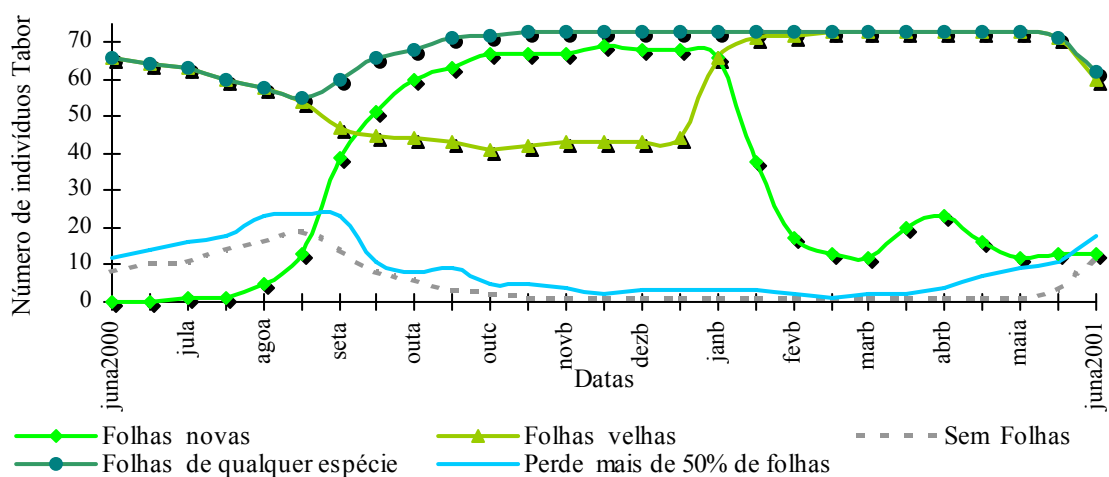


FIGURA 48 – Evolução da fenofase folhas no grupo de indivíduos pertencentes ao Morro Tabor (maiores que 30 cm de DAP), entre junho de 2000 e junho de 2001.

Quanto à queda de folhas, surgiram inúmeros coeficientes r negativos, sendo que a variável precipitação novamente não se correlacionou com nenhuma fenofase e/ou grupo. A queda foliar é inversamente proporcional à temperatura e insolação, ocorrendo nos meses frios do inverno, atingindo seu auge no mês de agosto, quando ocorre uma pequena diminuição na quantidade de chuva precipitada (Figura 3).

Em Campinas, São Paulo, Martins & Rodrigues (1999) encontraram correlação positiva entre a produção de serapilheira e temperatura e insolação e correlação negativa em relação à precipitação e umidade relativa do ar (significativa) e a queda de folhas. A queda de folhas foi observada em maior quantidade nos meses de agosto a outubro, estando diretamente relacionada à dominância de espécies pioneiras.

A exemplo do presente estudo, Morellato *et al.* (2000), em florestas localizadas no litoral do estado de São Paulo, obtiveram semelhantes coeficientes de correlação entre temperatura (negativo) e a queda de folhas. A precipitação também foi correlacionada negativamente à perda de folhas, para ambos os tipos florestais (Floresta de Planície e Montanhas- Floresta Atlântica típica) o que não aconteceu no presente estudo, pelo menos com os dados climáticos do período de estudo.

Brun, Schumacher & Vaccaro (1999) acompanharam três fases sucessionais (capoeirão, floresta secundária e floresta primária) em Floresta Estacional Decidual no município de Santa Tereza, RS, e encontraram a maior produção de serapilheira nos meses imediatamente anteriores ao verão. Os testes de correlação revelaram maior correlação (positiva) entre temperatura e queda foliar que queda foliar versus precipitação a qual possui uma correlação negativa na subserre capoeirão. Cunha *et al.* (1993) estudando outra Floresta Estacional em Santa Maria, encontraram correlações inversas para o mesmo fenômeno.

Contudo, os dados iniciais (período de 1995 a 1997) de Brun *et al.* (2001), também conduzido em Santa Tereza, apresentaram resultados mais parecidos com os observados em Santa Maria. O estudo mais longo indica que existem dois picos de produção de serapilheira, um em setembro e outro em janeiro. Em Brun *et al.* (2001), a correlação entre a perda de folhas e a precipitação foi negativa.

Desta forma, Brun, Schumacher & Vaccaro (1999) sugeriram que a queda foliar pode estar associada à combinação das variáveis estudadas e/ou a algum fator não estudado, como por exemplo, os ventos, que, em Santa Maria, atingem a sua maior velocidade média

entre os meses de setembro e fevereiro. Martins & Rodrigues (1999) encontraram correlação positiva (significativa) entre a produção de serapilheira e velocidade do vento, fortificando a hipótese de Brun, Schumacher & Vaccaro (1999). Comparando os estudos realizados no Rio Grande do Sul, há certa discordância entre os três estudos citados: Cunha *et al.* (1993), Brun, Schumacher & Vaccaro (1999) e Brun *et al.* (2001). É interessante lembrar que os trabalhos de Brun, Schumacher & Vaccaro (1999) e Brun *et al.* (2001) foram realizados a cerca de 400 Km de Santa Maria, usando coletores de serapilheira, o que cria um gradiente temporal entre os dados coletados pelos autores e os dados do presente estudo, os quais consistem em observação visual.

As diferenças nas estações da queda foliar podem advir da variabilidade existentes na exposição, abundância de espécies, etc. (Telmo *et al.*, 2001) e no fato de a coleta ser realizada com pequenas áreas no caso dos coletores de serapilheira (Zhang & Wang, 1995). Quanto às correlações, estas podem ter sido calculadas para dados no período do estudo, que são muito variáveis e como este próprio estudo revela, nem sempre mostram os padrões de longa duração.

Quando se aglutinam todos os resultados anteriores com os resultados do presente estudo, percebe-se que o sinal predominante das correlações entre a precipitação em relação à caducidade foliar é negativo.

Segundo Eamus (1999), existem florestas que estão localizadas em áreas favoráveis à caducidade foliar e, mesmo assim, a maioria de suas espécies é perenifólia. Segundo o autor, as espécies localizadas em ambientes com estação seca marcante possuem duas estratégias básicas em relação à fenofase folhas: perenifólia e caducidade foliar. As espécies que pertencem ao primeiro grupo possuem folhas mais

resistentes, que apresentam uma taxa constante de fotossíntese, inclusive nos meses secos. As espécies caducifólias escapam das épocas secas, perdendo as folhas para, posteriormente (estação chuvosa), possuir um maior aproveitamento na fotossíntese. Em resumo, é a lei básica do custo benéfico que rege a caducidade foliar.

Em Santa Maria, o período de menor precipitação média anual é bem suave e acompanhado de baixas taxas de insolação solar e frio semelhante às florestas situadas em zonas temperadas. Ocorre em meses de inverno, não sendo suficiente para ocasionar o déficit hídrico (Buriol *et al.*, 1980). Desta forma, espera-se que, para muitas espécies, não é vantajoso produzir folhas no inverno, apenas mantê-las. As espécies pertencentes à região de estudo se dividem entre perder folhas (poucas espécies) no inverno e manter folhas neste período (muitas espécies), de acordo com o ganho em termos de alocação de recursos para cada espécie. Estudos que quantificassem os gastos na manutenção e produção das folhas, bem como o aproveitamento na fixação de carbono iriam esclarecer qual a melhor estratégia. Manter as folhas parece ser mais viável, devido o período de baixas precipitações ser menos severo que nas savanas da África e Oceania.

Nestas florestas, as árvores enfrentam a falta de água com raízes profundas, bem como outros artifícios adaptativos. Garg & Vyas (1975) defenderam a hipótese de que a grande produção de serapilheira era proporcional às pequenas latitudes.

Na caducidade foliar, foi confirmado o padrão sazonal da perda de folhas, obtido com o Índice de Morisita, salvo raras exceções. Dentro dos grupos, a fenofase sem folhas espelha os resultados da fenofase folhas novas, confirmando muitos resultados obtidos, salvo a maior

correlação entre perda de folhas no sub-dossel com a temperatura, marcadamente maior neste estrato (Tabela 9).

Como ocorreu com o Índice de Morisita, as correlações são semelhantes em muitos grupos, sendo que ocorrem diferenças sensíveis entre alguns grupos. A floresta segue um padrão geral, como é possível visualizar nos gráficos de produção de folhas, indicando que as variáveis climáticas exercem pressões muito fortes nesta fenofase, ficando muito pouca margem para outros fatores bióticos, genéticos ou ecológicos.

A quantidade total de folhas está claramente influenciada pela fenofase folhas novas, de modo que a análise da primeira fenofase mencionada não se faz necessária e prudente.

4.2.2.6 *Mudança foliar: correlação com as variáveis climáticas no período de dez anos*

Assim como nas fenofases anteriores, para os dados climáticos de dez anos, a mudança foliar apresenta novidades na correlação com a precipitação. É interessante observar que a emissão de folhas novas não possui qualquer significância estatística, quando correlacionada com a precipitação.

Resultado semelhante foi reportado por Talora & Morellato (2000) e Engel (2001). Desta informação, conclui-se que a emissão de folhas em florestas que possuem precipitações abundantes ou sob influência de climas fracamente sazonais (Morellato *et al.* 2000) não é limitada pelo estresse hídrico e/ou que outros fatores climáticos, como a insolação, pode ser mais importantes na manifestação da fenofase. O

contrário é esperado para floresta sob climas sazonais (Felfili *et al.*, 1999; Lieberman & Lieberman, 1984; Reich, 1995; Richards, 1996).

Em relação às demais variáveis climáticas, os resultados são muito semelhantes aos obtidos com dados climáticos do período de estudo. A fenofase folhas adultas, embora possua correlação com algumas variáveis climáticas, é de difícil explicação, em razão desta ser muito regular ao longo do ano.

A perda de folhas obedece a um padrão rígido, com raras exceções, sendo favorecida pelo decréscimo de insolação, temperatura e precipitação. Acontece em agosto e meados de setembro, de modo que as principais mudanças, na grande maioria dos eventos fenológicos, concentram-se neste período.

No que diz respeito à queda de folhas relacionada ao clima, Kohler (1997) e Prause & Angeloni (2000), em estudo realizado na Argentina, e Engel (2001) observaram comportamento semelhante ao do presente estudo.

Todos os demais grupos seguem o mesmo padrão de perdas de folhas da comunidade, com maior significância estatística em relação aos resultados obtidos com média climática de dois anos.

A mudança foliar pode ser visualizada na Figura 49. Na parte superior, vê-se o aspecto da vegetação do Morro Tabor, em 28-07-2001, e na parte inferior, o mesmo local, em 24-08-2001. Em menos de um mês ocorreu uma transformação significativa tanto na produção de folhas como flores.

Um aspecto interessante da mudança foliar foi revelado usando a análise de agrupamento (Figura 50). Esta técnica identificou dois grandes grupos quanto à emissão de folhas novas e perda de folhas velhas: o grupo 1, de espécies que perdem muitas folhas, composto

basicamente por espécies R, e o grupo 2, composto por espécies que perdem poucas folhas velhas, composto por algumas espécies R e muitas espécies K.



FIGURA 49 – Aspectos do Morro Tabor em duas diferentes datas: 28-07-2001 e 24-08-2001. A foto não sofreu nenhum tipo de tratamento de realce de coloração.

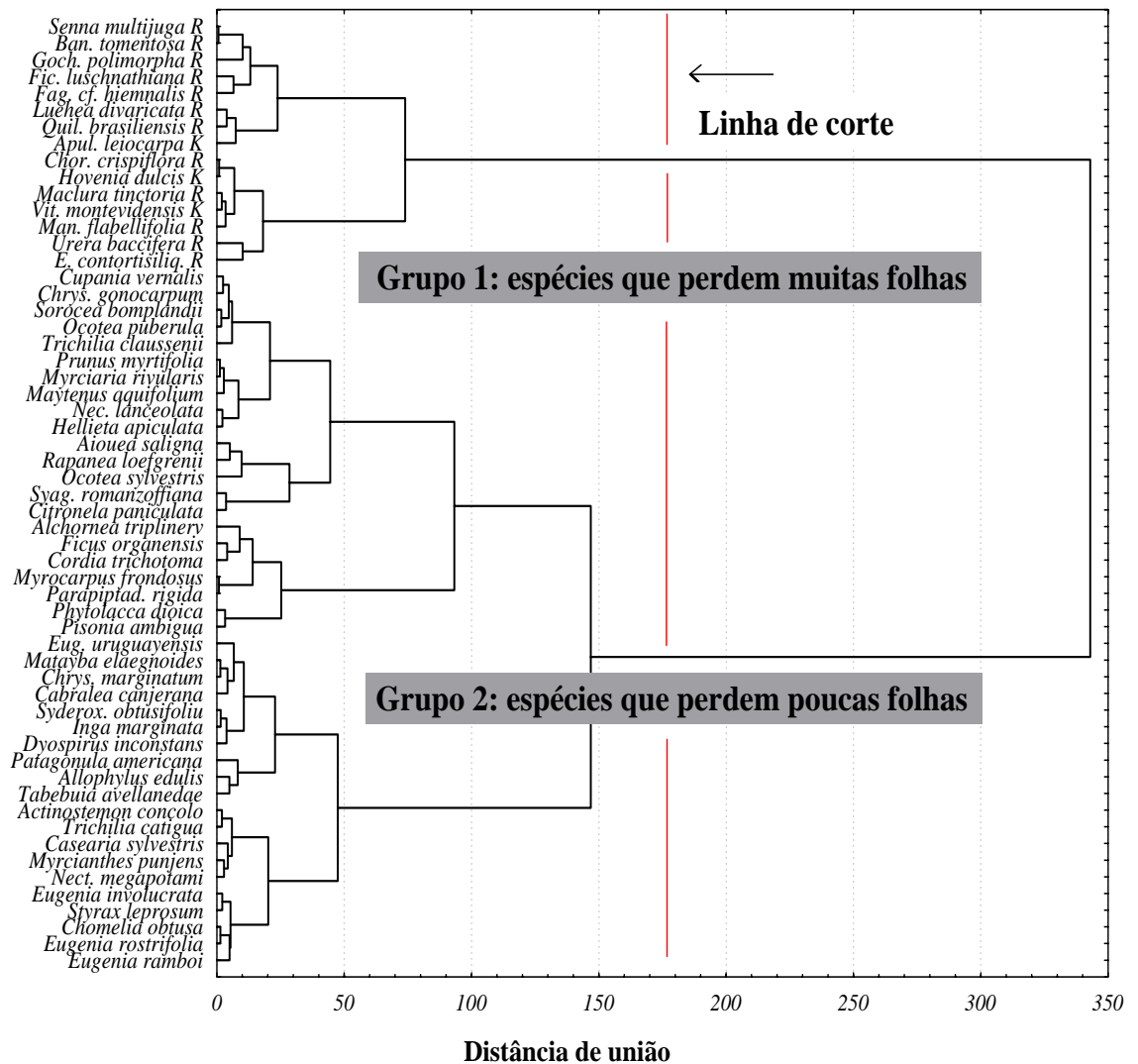


FIGURA 50 – Dendrograma de agrupamento para as fenofases folhas novas e sem folhas, para as 57 espécies estudadas. Esse gráfico foi gerado usando o método de agrupamento de Ward com distâncias Euclidianas.

5 CONCLUSÕES

Todos os resultados obtidos neste estudo apontam para uma grande inter-dependência entre as variáveis climáticas e a fenologia das duas comunidades arbóreas estudadas. A sazonalidade demonstrada pela grande maioria das fenofases dentro dos grupos estudados confirma ainda mais os resultados obtidos. Os resultados não fugiram do esperado pelo que é atualmente postulado na literatura atual sobre a fenologia de florestas situadas sob climas moderadamente sazonais, seja qual for a variável climática.

Os resultados evidenciaram que a fenologia das árvores está vinculada ao clima, pois, assim como muitos organismos vivos, as árvores se adaptam e evoluem conforme os recursos bióticos e abióticos disponíveis.

Embora os dois morros estudados possuam composição florística diferenciada, com somente 30% das espécies ocorrendo em ambos os morros, a maioria das fenofases apresentou semelhança entre os mesmos, evidenciando que a composição florística não possui grande interferência no comportamento das fenofases.

A frutificação continua sendo a fenofase mais complexa, única que demonstra possuir interações mais complicadas que a simples correlação com variáveis climáticas.

Foi com reservas que se comentou as relações planta-animal que interferem na fenologia, levando sempre em consideração que as comunidades arbóreas estudadas constituem fragmentos florestais.

As fenofases folhas novas e sem folhas apresentaram maior semelhança de resultados obtidos com o Índice de Morisita e

Coeficiente de Correlação de Spearman. A floração e frutificação apresentaram certas diferenças de resultados, que confirmam deslocamentos temporais maiores, evidenciando estratégias complexas.

Desta forma, muitas informações faltam para que se complete o entendimento da fenologia da Floresta Estacional Decidual da Fralda da Serra Geral.

A futura análise e continuação das coletas se faz imprescindível para o entendimento de tão frágil ecossistema e poderá ser um forte indicador ambiental de como as mudanças no clima poderão afetar a atividade reprodutiva tanto de árvores como de animais e conseqüentemente, o futuro dos ecossistemas florestais nativos como afirmaram Wright *et al.* (1999) que demonstraram como alterações climáticas conhecidas e periódicas, como o El Niño, podem causar fome aos animais da floresta.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTI, L.F.; SCHUMACHER, M. V, BARICHELO, L.R., VOGEL, H.L.M., D'AVILA, M., CANTARELI, E.B. Análise de solo e serapilheira em Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Maria, RS. In: Congresso Florestal Estadual, 8., 2000, Nova Prata: **Anais...** Nova Prata: [s.n.], 2000a. (CD)

ALBERTI, L.F.; HIRT, J.A.N; MACHADO-JUNIOR, D.B.F.; STECKEL, M.; TOMBINI, C.S. Aspectos florísticos e síndromes de dispersão das espécies arbóreas do Morro de Santo Antônio, Santa Maria-RS. **Ciencia & Natura**, Santa Maria, n.22, p. 145-160. 2000b.

ALENCAR, J. da C.; ALMEIDA, R.A; FERNANDES, N.P. Fenologia de espécies florestais em Floresta Tropical Úmida de Terra Firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9 n. 1, p. 163-198, 1979.

ANTUNES, N.B.; RIBEIRO, J.F. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em Mata de Galeria do distrito federal. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO - Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e Fibras nos Cerrados, 7., 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/ CPAC, 1996. p. 190 – 194.

ARAUJO, M.M.; LONGHI, S.J.; KELLING, M.B.; BORSOI, G.A.; HOPPE, J.M.; MÜLLER, I. Padrões de distribuição espacial de espécies florestais em fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria-RS, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO

SOBRE MANEJO FLORESTAL, 1., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: PPGEF, 2000. p. 245 – 360.

ARMSTRONG, J.E.; IRVINE, A.K. Floral biology of *Myristica insipida* (Myristicaceae), a distinctive beetle pollination syndrome. **American Journal of Botany**, v. 76, n. 1, p. 86-94, 1989a.

ARMSTRONG, J.E.; IRVINE, A.K. Flowering, Sex ratios, pollen-ovule ratios, fruit set, and reproductive effort of a dioecious tree, *Myristica insipida* (Myristicaceae), in two different rain forest communities. **American Journal of Botany**, v. 76, n. 1, p. 74-85, 1989b.

AVALOS, G. Seasonal changes in liana cover in the upper canopy of a neotropical dry forest. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 186-192, 1999.

BARROS, M.A.G. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonia* RICH (Malpighiaceae). **Rev. Brasil. Biol.**, v. 52, n.2, p. 343-353, 1992.

BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Acta Bot. Bras.**, v. 11, n. 1, p. 61-79, 1998.

BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the

herbaceous and woody floras. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 60, n.1, p. 129-145, 2000.

BEARZI, R. C.; POLTRONIERI, V. C.; LONGHI, S. J. Estrutura fitossociológica do Morro das Três Marias em Santa Maria, RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. p.376-394.

BLEHER, B. **Seed Dispersal and Frugivory: Ecological Consequences for Tree Populations and Bird Communities**. Aachen (Alemanha): 2000. 115 p. Tese (Doktors der Naturwissenschaften) - Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der Rheinisch - Westfälischen Technischen Hochschule.

BORCHERT, R. Phenology and control of flowering in tropical trees. **Biotropica**, v. 15, n. 2, p. 81-89, 1983.

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; VACCARO, S. Produção de serapilheira e devolução de nutrientes em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no município de Santa Tereza, RS. In. SIMPOSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 1999, Piracicaba: Esalq-USP , 1999, p. 348 –365

BRUN, E.J.; SCHUMACHER, M.V.; VACCARO, S.; LONGHI, S.J.; KÖNIG, F.G.; VARGAS, C.O. Decomposição da serapilheira produzida em três fases sucessionais de Floresta Estacional Decidual no RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM

ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 2001. (CD ROM).

BULLOCK, S.H.; SOLIS-MAGALLHANES, J.A. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. **Biotropica**, v. 22, n. 1, p. 22-35, 1990.

CARVALHO, J.O.P. de Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na floresta nacional de Tapajós. Belém: EMBRAPA, . p. 1980.

CHAPMAN, C.A. ; CHAPMAN, L.J.; KEVIN HUNT, R.W.; GEBO, D.; GARDNER, L. Estimators of fruit abundance of tropical trees. **Biotropica**, v. 24, n. 4, p. 527-531, 1992.

CHAPMAN, C.A.; WRANGHAM, R.W.; CHAPMAN, L.J.; KENNARD, D.K.; ZANNE A.E. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, p. 189-211, 1999.

CHARÃO, L.S. **Efeito da polinização por abelhas *Apis melífera* L. na produção de sementes de *Acacia mearnsii* De Wild.** Santa Maria: 2000. 97p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria.

CHUINE, I.; BEAUBIEN, G. Phenology is a major determinat of tree species range. **Ecology Letters**, n. 4, p. 500-510, 2001.

CRESTANA, C de S. M.; BATISTA, E. A.; MARIANO, G.M.; KAGEYAMA, P.Y. Fenologia da frutificação de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ciliar do rio Moji Guaçú, SP. **Revista do IPEF**, n. 45, p.31-34, 1992.

CRUTZEN, P.J.; RAMANHATHAN, V. The ascent of atmospheric sciences. **Science Magazine**, v. 290, p. 99-304, 2000.

CUMMING, S.G.; BURTON, P.J. Phenology-mediated effects of climatic-change on some simulated Columbia Forests. **Climatic Change**, v. 34, n. 2, p. 213-222, 1996.

CUNHA, G. C. da; GRENDENE, L. A.; DURLO, M. A. BRESSAN, D. A. Dinâmica nutricional em Floresta Estacional Decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993.

CURRAN, L.M.; CANIAGO, I.; PAOLI, G.D.; ASTIANTI, D.; KUSNETI, M.; LEIGHTON, M.; NIRARITA, C.E.; HAERUMAN, H. Impact of El Niño and logging on canopy tree recruitment in Borneo. **Science Magazine**, v. 286, n. 5447, p. 2184-2188.

COSTA, M.L. da; PEREIRA, T.S.; ANDRADE, A.C.S. de Fenologia de algumas espécies da mata Atlântica, Reserva Ecológica de Macaé de Cima da Serra (Estudo preliminar). In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1992. **Anais...** Campos do Jordão : [s.n.], 1992. p. 226-232

CUMMING, S.G.; BURTON, P.J. Phenology-mediated Effects of Climatic Change on Some Simulated British Columbia Forests. **Climatic Change**, v. 34, n. 2, p. 213–222, 1996.

DALPONTE, J.C.; LIMA, E. de S. Disponibilidade de frutos e a dieta de *Lycalopex vetulus* (Carnivora-Canidae) em um cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Rev. Brasil. Bot.**, v. 22, n. 2 (suplemento), p. 325-332, 1999.

DAVIES, S.J.; ASHTON, P.S. Phenology and fecundity in 11 sympatric pioneer species of *Macaranga* (Euphorbiaceae) in Borneo. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 12, p. 1786-1795, 1999.

DIAS, C.A.; MELLO, S. C.; CASTAMAN, D.; ALVAREZ FILHO, A.; LONGHI, S.J.; DOROW, T.S. do C.; DELLA ZZANA, J.G.; VACCARO, S. Estudo florístico e fitossociológico do município de Santa Maria, RS. I etapa: Depressão Central - Morros Testemunha. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL - O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CEPEF, 1996. p. 97-118.

DURLO, M.A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 141-149, 2001.

EAMUS, D. Ecophysiological traits of deciduous and evergreen woody species in the seasonally dry tropics **Tree**, v. 14, n. 1, p. 11 -16, 1999.

EIBL, B.I.; SILVA, F.; BOBADILLA, E.; OTTENWELLER, G. Fenologia de espécies forestales nativas de la selva misionera -primera parte. **Yvyrareta**, n. 6, p. 81-91, 1995

EISINGER, S. M., GRESSLER, E. Fenologia de espécies lenhosas do Jardim Botânico da UFSM. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 52, 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: [s.n.], 2001. p.167

ENGEL, V.L.; **Estudo fenológico de espécies arbóreas de uma Floresta Tropical em Linhares, ES.** Campinas: 2001. 136p. Tese (Doutorado em Ecologia)- Universidade Estadual de Campinas.

FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C. da.; DIAS, B.J.; REZENDE, A.V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* fazenda água limpa no Distrito Federal, Brasil. **Rev. Bras. Bot.**, v. 22, n. 1, p. -, 1999.

FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Rev. Bras. Bot.**, v. 59, n. 2, p. 405-412, 1999.

FIGUEIREDO-FILHO, A.; MORAES, G.F.; WISNIEWSKI, C. Deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista no município de São João do Triunfo-PR. Curitiba: UFPR/Comitê de Pesquisa do Setor de Ciências Agrárias, 2000. p.206.

FOURNIER, L.A.O. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

FOURNIER, L.A.O. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. **Turrialba**, v. 26, n. 1, p. 54-59, 1976.

FOURNIER, L.A.O. CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de las árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n. 1, p. 45-48, 1975.

FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 62, p. 881-919, 1974.

GARG, R.K.; VYAS, R.N. Litter production in deciduous forest near Udaipur (South Rajasthan), India. In: Golley & Medina (Ed.). **Tropical ecological systems** - Ecological studies. New York: Springer-Verlag, 1975. p. 1312-135.

GENTRY, A.H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, n.6, p. 64-69, 1974.

GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the Northeast Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, p. 303-321, 2001.

GOUVEIA, G.P.; FELFILI, J.M. Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria no Brasil central. **Rev. Árvore**, v. 4, n. 22, p. 443-450, 1998.

HAIR Jr, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAN, R.L.; BLACK, W.C. **Multivariate data analysis**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998. 730p.

BURIOL, G. A., ESTEFANEL, V., SACCOL, A. V., HELDWEIN, A. B., SCHNEIDER, F. M. Disponibilidade hídricas do solo possíveis de ocorrerem no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**. Santa Maria: CCR - UFSM, v.10, n.SUPLEMENTO, p.1 - 141, 1980.

HEMINGWAY, C.A.; OVERDORFF, D. J.; Sampling effects on food availability: phenological method, sample size, and species composition. **Biotropica**, v. 3, n. 2, p. 354-364, 1999.

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

HUECK, K. **As florestas da América do Sul**. São Paulo: Polígono, 1972. 466 p.

IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; SÁNCHEZ-GARFIAS, B.; GONZÁLEZ-GARCIA, L. Fenologia de lianas y arboles anemocoros en una selva calido-humeda de México. **Biotropica**, v. 23, n. 3, p. 242-254, 1991.

JUSTINIANO, M.J.; FREDERICKSEN, T.S Phenology of tree species in Bolivian dry forests. **Biotropica**, v. 2, n. 32, p. 276-281, 2000.

KANNAN, R.; JAMES, D.A. Fruiting phenology and the conservation of the great pied hornbill (*Buceros bicornis*) in the Western Ghats of Southern India. **Biotropica**, v. 1, n. 31, p. 167-177, 1999.

KLEIN, M.; REITZ, R. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Itajaí: Sellowia, 1988.

KOCHMER, J.P.; HANDEL, S.N. Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. **Ecological Monographs**, v. 56, n. 4, p. 303-325, 1986.

KOHLER, H.C. **Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa/MG**. São Paulo: 1997. 176p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de São Paulo.

KOLLMANN, J. Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale? **Perspectives in plant ecology, evolution and systematics**, v. 3/1, p. 29-51, 1999.

LAMPE, M.G. de; BERGERON, Y.; McNEIL, R.; LEDUC, A. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of northeastern Venezuela. **Biotropica**, v. 24, n. 1, p. 64-76, 1992.

LEMOS, R.C.; AZOLIN, M.D.; ABRAO, P.R.; SANTOS, M.C.L. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura- Departamento Nacional de Pesquisas Agro-pecuárias Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

LEPSCH-CUNHA, N.; KAGEYAMA, P.Y.; Estrutura genética e fenologia de espécies raras de *Couratari spp.* na Amazônia Central. 1996. 147p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1996.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. The causes and consequences of synchronous flushing in a dry tropical forest. **Biotropica**, v. 16, n. 3, p. 64-76, 1984.

LIETH, H. (Ed.). **Phenology and seasonality modeling** - Ecological studies. Berlin: Springer Verlag, 1974. 345 p. v. 8

LIMA-JUNIOR, M. de J.V.; ALENCAR, J. da C. Fenologia de duas espécies do gênero *Coryophora* da família *Lecythydaceae* na reserva florestal Ducke, Manaus - AM. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, Manaus, 1992. **Anais...** Manaus: [s.n.], p. 233-240, 1992.

LONGHI, S.J. Fenologia de algumas espécies florestais e ornamentais. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 14, n 3-4, p. 231-240, 1984.

LONGHI, S. J. Aspectos fitossociológicos comparativo da vegetação arbórea de quatro morros de Santa Maria, RS. Santa Maria: 1993. 179 p. Tese (Professor Titular) - Universidade Federal de Santa Maria.

LONGHI, S.J.; ARAUJO, M.M.; KELLING, M.B.; HOPPE, J.M.; MÜLLER, I.; GEEDRE, A.B. Aspectos Fitossociológicos de Fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria - RS. **Ciência Florestal** (no prelo)

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

MACHADO, P, F. dos S.; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos e fitossociológicos do "Morro do Elefante", Santa Maria, RS. **Rev. Centro de Ciências Rurais**, v.20, n.3-4, p.261-280, 1990.

MACHADO, I.C.S.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Phenology of caatinga species at serra talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, n. 1, p. 57-68, 1997.

MADEIRA, J.A. **Fenologia e defesas contra predadores de sementes em espécies congênicas simpátricas (chamaecrista, Leguminosae)**. Belo Horizonte: 2000. ? p. Tese (Doutorado em Ecologia). ICB- Universidade Federal de Minas Gerais.

MAKRIDAKIS, S., WHEELWRIGHT, S.C., MC GEE, V.E. **Forecasting: Methods and Applications.** Londres: J.Wiley e Sons, 1983.

MALIZIA, L.R. **Seasonal fluctuations of birds, fruits, and flowers in a subtropical forest of Argentina.** Disponível na Internet via WWW.URL: [http://www.cooper.org/103 1/103 labs6.pdf](http://www.cooper.org/103%201/103%20labs6.pdf), Acesso em dez de março de 2001.

MARANGON, L.C.; RAMALHO, R da S. Características fenológicas de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Kuntze. (Lecythidaceae) em Viçosa - Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 19, n. 1, p. 127-134, 1995.

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma Floresta Mesófila. Campinas:** Editora. da Unicamp, 1991. 216p.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R.; Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Rev. Bras. Bot.**, v. 22, n. 3, p. 405-412, 1999.

MIKICH, S.B.; SILVA, S.M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no Centro-Oeste do Paraná. **Acta Bot. Bras.**, v. 15, n. 1, p. 89-113, 2001.

MOMOSE, K.; YUMOTO, T.; NAGAMITSU, M.K.; NAGAMASU, H.; SAKAI, S.; HARRISON, R.D.; ITIOKA, T.; HAMID, A.A.; INOUE, T. Pollination biology in a lowland dipterocarp forest in

Sarawak, Malaysia. I. Characteristics of the plant-pollinator community in a lowland dipterocarp forest. **American Journal of Botany**, v. 85, n.10, p. 1477-1501, 1998.

MORAES, P.; MORELLATO, L.P.C. **Light as a factor affecting the fruit phenology of atlantic forest myrtaceae of Brazil: Climatic and phylogenetic constraints.** Disponível na Internet via WWW.URL: <<http://www.forst.iuni-muenchen.de/ext/lst/meteo/positive/booklet.pdf>>, 2000.

MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F.; RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em Floresta de Altitude na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 50, n. 1, p. 149-162, 1990.

MORELLATO, L.P.C. **Fenologia, razão sexual e distribuição espacial em espécies dióicas de *Trichilia* (Meliaceae).** Rio Claro: 1996. 69p. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista.

MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.; ROMERA, E.C.; ZIPPARRO, V.B. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

MORELLATO, L.P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no Sudeste do Brasil.** Campinas: 1991. 176p. Tese (Doutorado em Biologia)- Universidade Estadual de Campinas.

MORELLATO, L.P.C. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. p. 98-112. In: MORELLATO (Org.) **História natural da Serra do Japi - Ecologia e Preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil.** Campinas: Ed. da UNICAMP/FAPESP, 1992. 322p.

MORELLATO, L.P.C. LEITÃO-FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. p. 112-140. In: MORELLATO (Org.) **História natural da Serra do Japi - Ecologia e Preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil.** Campinas: Ed. da UNICAMP/FAPESP, 1992. 322p.

MORELLATO, L.P.C. MORAES, P. Light as a factor affecting the fruit phenology of Atlantic Rain Forest trees: a case study of *Cryptocarpa moschata*. In: MENZEL, A. **Progress in Phenology Monitoring, Data Analysis and Global Changes Impacts.** Freising: Disponível em: [http:// www.forst.uni-muenchen.de/ ext/ 1st/ meteo/ positive/ booklet.pdf](http://www.forst.uni-muenchen.de/ext/1st/meteo/positive/booklet.pdf). Acesso em 14 out. 2000.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da agricultura- Diretoria de terras e colonização, 1961. 42 p.
MURALI, K.S.; SUKUMAR, R. Reproductive phenology of a tropical dry Forest in Mudumalai, Southern India. **Journal of Ecology**, v. 82, p. 759-767, 1994.

NASCIMENTO, A. R. T. **Análise estrutural e padrões de distribuição espacial de uma Floresta Ombrófila Mista.** Santa

Maria: 2000. 90p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J. Diversidade florística e frequência de síndromes de dispersão em um fragmento florestal, no município de Candelária- RS. In: FOREST'96, 1996, Belo Horizonte. **Anais ...**, Belo Horizonte: BIOSFERA, 1996. p. 200-202.

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; SILVA, L.C. da Estudo comparativo da diversidade arbóreo-arbustiva e das síndromes de dispersão de sementes em dois fragmentos florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001. p. 401-413.

NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p.141-159, 1994.

NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. A Survey of long-term flowering patterns in tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. In: C. Edelin (Ed.). *L'arbre. Biologie et developpement*, pp. 345-366. **Naturalia Montpeliensia**, No hors série. Montpellier. 1991.

NEWTON, A.C.; CORNELIUS, J.P.; MESÉN, J.F.; COREA, E.A.; WATT, A.D. Variation in attack by the mahogany shoot borer, *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae), in relation to host growth and phenology. **Bulletin of Entomological Research**, n. 88, p.

319-326, 1998.

OPLER, PA.; BAKER, H.G.; FRANKIE, G.W. Plant reproductive characteristics during secondary succession in neotropical lowland forest ecosystems. **Biotropica**, v. 22, n. 3, p. 41-46, 1980.

OWENS, J.N. Constraints to seed production: temperate and tropical forest trees. **Tree physiology**, n. 15, p. 477-484, 1995.

PATEL, A. Phenological patterns of ficus in relation to other forest trees in Southern India. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 5, p. 681- 695, 1997.

PEIXOTO, A.L.; DA ROSA, M.M.T.; JOLLES, L.C.M. Diagramas de perfil e de cobertura de um trecho da floresta de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Acta Bot. Bras.**, v. 9, n. 2, p. 177-193, 1995.

PINHEIRO, A. L.; MARANGON, L.C.; PAIVA, G.L.R.M. Características fenológicas do cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em Viçosa, Minas Gerais. **Bol. Pes. Flor.**, v. 21, p. 21-26, 1990.

PIRATELLI, A.J. Comunidades de aves de sub-dossel na região Leste de Mato Grosso do Sul. Campinas: 1999. 176p. Tese (Doutorado em Biologia) - Instituto de Biologia- UEC), Universidade Estadual de Campinas.

PIRES- O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. Fenologia florestal. In: PIRES- O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. (org.) **Ecologia e Modelamento de Florestas Tropicais**. Belém: FCAP, 1995a. 400p.

PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C.M. b Aspectos evolutivos da fenologia reprodutiva das árvores tropicais. Belém: FCAP, 1995b 25 p. (Serviço de Documentação e Informação)

POOLE, R.W. **An introduction to quantitative ecology**. Tóquio: Mc Graw-Hill, 1974. 532p.

PRADO, J.M.R.; RUEDA, M.D.; RUEDA, S. del A.; FERNÁNDEZ, E. Analisis estructural de un area de vegetacion secundaria en Uxpanapa, Veracruz. **Biotica**, v. 7, n. 1, p. 7-29, 1982.

PRAUSE, J. ANGELONI, P. Fenologia de espécies forestales nativas: abscisión de hojas. **Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000**. Universidad Nacional del Nordeste. Disponível em: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_058.pdf>. Acesso em 26. Fev. 2002.

RAMALHO, R da S.; MARANGON, L.C.; Características fenológicas de *Melanoxylun brauna* Schott., em Viçosa - Minas Gerais. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 13, n2, p. 203-209, 1989.

RAMBO, R. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Livraria Selbach, 1956. 456 p.

REICH, P.B. Phenology of tropical forests: patterns, causes, and consequences. **Canadian Journal of Botany**, n. 73, p. 164-174, 1995.

REIS, A.; SEDREZ DOS REIS, M.; FERREIRA DE SALLES, M.; FANTINI, A.C.; Área de distribuição e aspectos fenológicos de *Mandevilla velutina* (Mart.) Woodson (Apocinaceae) no Brasil. **Insula**, Florianópolis, n. 19, p. 123-138. 1989.

RICHARDS, A.J. **Plant breeding systems**. 2 ed. New York: Chapman & Hall. 1997. 529p.

RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 575 p.

RUIZ, J.E.A.; ALENCAR, J. da C. Interpretação fenológica de cinco espécies de chrysobalanaceae na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 29, n. 2, p. 223-242, 1999.

SAKAI, S.; MOMOSE, K.; TAKAKAZU, Y.; NAGAMITSU, T.; NAGAMASU, H.; HAMID, A. A.; NAKASHIZUKA, T. Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 10, p. 1414-1436, 1999.

SIGRIST, M.R.; SAZIMA, M. *Ruellia brevifolia* (Pohl)Ezcurra (Acanthaceae):fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução. **Rev. Brasil. Bot.**,V.25, n.1, p.35-42, 2002.

SCHMIDT, M.V.C.; MARCHIORI, J.N.C.; NASCIMENTO, A.R.T.; ALVAREZ FILHO, A. Relações histórico-florísticas, fitossociologia e aspectos ecológicos do Alecrim (*Holocalyx balansae* Mich.) em floresta primária na região de Formigueiro-RS. **Ciência e Natura**, v. 15, p. 161-183, 1993.

SILVA, L. C. da; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos e fitossociológicos do Morro do Link, em Santa Maria, Rio Grande do Sul. In: SEMANA DO AMBIENTE, 3., 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura-Universidade de São Paulo, 1989. p.177-207.

SMITH, C.M.; BRONSTEIN, J.L. Site variation in reproductive synchrony in three neotropical figs. **Journal of Biogeography**, v. 23, n. 4, p. 477-486, 1996

SMITH-RAMÍREZ, C.; ARMESTO, J.J.; FIGUEROA, J. Flowering, fruiting and seed germination in Chilean rain forest myrtaceae: ecological and phylogenetic constraints. **Plant Ecology**, n. 136, p. 119-131, 1998.

SOARES, L.R. **Fenologia de oito espécies arbóreas no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, RS.** 2001. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pelotas, 2001

STEBBINS, G.L. **Flowering plants: Evolution above the species level**. Cambridge: The Becknap Press of Harvard University Press, 1977. 397p.

SUN, C.; KAPLIN, B.A.; KRISTENSEN, K.A.; MUNYALIGOGA, V.; MVUKIYUMWAMI, J.; KAJONDO, K.K.; MOERMOND, T.C. Tree phenology in a tropical montane Forest in Rwanda. **Biotropica**, v. 28, n. 4b, p. 668-681, 1996.

TABARELLI, M.; MACHADO, P. F. dos S.; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos de um trecho da mata ciliar do rio Ibicuí, nos municípios de Alegrete e São Francisco de Assis, RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. p.416-428.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo. **Rev. Brasil. Bot.**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 1999.

TALORA, D.C.; MORELLATO, P. C.; Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Rev. Brasil. Bot.**, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.

TELMO, C.S.; REIS, G.G.; REIS, M.G.; LOUSADA, C.; HIGUCHI, P. Acúmulo de manta orgânica em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Paula Cândido, MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 2001. (CD ROM).

THOMSON JD, HERRE EA, HAMRICK JL, STONE JL, Genetic mosaics in strangler fig trees - implications for tropical conservation. **Science**, n. 254, p. 1214-1216, 1991

THOMSON, J.D.; DENTACOSTA, S.; ESCOBARPARAMO, P; NASON, J.D. Within-crown flowering synchrony in strangler figs, and its relationship to allofusion. **Biotropica**, v. 3, n 29, p.291-297, 1997.

UMAÑA, C.L.A.; ALENCAR, J. da C.; Comportamento fenológico da sucupira-preta (*Diploptropis purpurea* (Rich.) Amsh. var coriacea Amsh.), na reserva florestal Ducke. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 23, n. 1, p. 199-211, 1993.

VACCARO, S.; HESS, A. F.; LONGHI, S. J. Estudo da composição florística e estrutura da vegetação arbórea da sede do município de Santa Tereza - RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7, 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. p.395-415.

VACCARO, S.; LONGHI, S.J. Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da floresta do alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 5, n 1, p.33-53, 1995

WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. In: The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval, 2000. Disponível em: <<http://biodiversity.uno.edu/delta/>>. Acesso em 17 set. 2001.

WEBB, C.O. **Seedling ecology and tree diversity in a Bornean rain forest**. New Hampshire. 1997. 214p. Tese (Ph.D. em Biologia). Dartmouth College, Hanover. Estados Unidos.

WHITE, L.J.T Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé reserve, Gabon. **Tropical Ecology**, v. 10, p. 289-312, 1994.

WINDSOR, D.M.; MORRISON, D.W.; ESTRIBI, M.A.; LEON, B. de Phenology of fruit and leaf production by 'strangler' figs on Barro Colorado Island, Panamá. **Experientia**, n. 45, p. 647- 653, 1989.

WONG, M.; VENTOCILLA, J. **Un día en la Isla de Barro Colorado, Panamá - Guía para el Sendero Natural**. Smithsonian Tropical Research Institute, 1997. 135 p.

WRIGHT, S.J.; CARRASCO, C.; CALDERÓN, O.; PATON, S. The El Niño Southern Oscillation, variable fruit production, and famine in a tropical forest. **Ecology**, v. 80, n. 5, p. 1632-1647, 1999.

YASUDA, M.; MATSUMOTO, J.; OSADA, N.; ICHIKAWA, S.; KACHI, N.; TANI, N.; OKUDA, T.; FURUKAWA, A.; NIK, A. R.; MANOKARAN, N. The mechanism of general flowering in Dipterocarpaceae in the Malay Peninsula. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, p. 437-449, 1999.

ZHANG, S.; WANG, L. Comparison of three fruit census methods in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, n. 11, p. 281- 294, 1995.