HERLY CARLOS TEIXEIRA DIAS

# FENOLOGIA DE QUATRO ESPÉCIES ARBÓREAS E VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA MONTANA EM LAVRAS, MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

PROF. ARY TEIXEIRA DE OLIVEIRA-FILHO

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

HERLY CARLOS TEIXEIRA DIAS

# FENOLOGIA DE QUATRO ESPÉCIES ARBÓREAS E VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA MONTANA EM LAVRAS, MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

PROF. ARY TEIXEIRA DE OLIVEIRA-FILHO

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

**FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA BIBIOTECA CENTRAL DA UFLA**

Dias, Herly Carlos Teixeira
Fenologia de quatro espécies arbóreas e variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG / Herly Carlos Teixeira Dias. -- Lavras : UFLA, 1995.
50 p. : il.

Orientador: Ary Teixeira de Oliveira-Filho.
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1.Floresta nativa - Espécie - Fenologia - Lavras, MG. 2. Serapilheira. 3. Floresta semidecídua. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.9

HERLY CARLOS TEIXEIRA DIAS



# FENOLOGIA DE QUATRO ESPÉCIES ARBÓREAS E VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA MONTANA EM LAVRAS, MG

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

Aprovado em 02 de agosto de 1995

Prof. Antônio Carlos da Silva Zanzini

Prof. Dr. Douglas Antônio de Carvalho

Prof. Dr. Ary Teixeira de Oliveira-Filho
(Orientador)

**Aos meus pais Alceu (*in memoriam*) e Maria Aparecida, ao meu filho João Carlos Yuji e, com carinho, à minha esposa Aurora**

**Dedico este trabalho**

## AGRADECIMENTOS

À Deus por todas às oportunidades

À Universidade Federal de Lavras, em especial aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal.

Ao Professor Ary Teixeira de Oliveira-Filho, pela orientação dedicada, amizade certa e um exemplo de ser humano.

Ao Professor José Roberto Scolforo, pela co-orientação e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos Professores Antônio Carlos da Silva Zanzini e Douglas Antônio de Carvalho, pelo grande auxiílio em dignificar este trabalho.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

Aos funcionários do DCF Chica, Clair, Claré, Fatima, Lilian e Dilceia, pela amizade e contribuição.

À APG - Associação de Pós-Graduação que facilitou o viver do pós-graduando.

Aos estudantes de Engenharia Florestal Marcelo Figueira, Valter, Juninho e aos mestrandos, Renatinha e Marco Aurélio, pela participação no trabalho.

Aos professores Nelsom Ventorim e Sebastião da Silva Rosado, coordenadores do curso de Mestrado.

Aos amigos Marcelo, Adriana e Moara pela prestatividade e amizade.

À todos os amigos que compartilharam o período de estudos e auxíliaram a superar as dificultdades do cotidiano e que permitiram também momentos agradaveis de trabalho.

Aos meus sogros Katsuhei e Ruriko e meu cunhado Jorge, e familiares pelo carinho e lembrança.

Aos meus irmãos e respectivos conjuges Irlene e Danilo, Hernani e Basti, Elenara e Antônio e todos os sobrinhos que sempre me proporcionaram o calor de uma verdadeira familia.

À minha esposa e a meu filho que com paciência toleraram os maus momentos e permitiram grandes momentos em nossas vidas.

## SUMÁRIO

página

LISTA DE TABELAS ..... vi

LISTA DE FIGURAS ..... vii

RESUMO ..... x

SUMMARY ..... xii

**CAPÍTULO 1:INTRODUÇÃO GERAL** ..... 1

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 3

**CAPÍTULO 2:FENOLOGIA DE QUATRO ESPÉCIES ARBÓREAS DE UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA MONTANA EM LAVRAS, MG.** ..... 4

2.1 INTRODUÇÃO ..... 4

2.2 MATERIAL E MÉTODOS ..... 5

2.2.1 Descrição da área de estudos ..... 5

2.2.2 Escolha das espécies ..... 5

2.2.3 Descrição das espécies ..... 8

2.2.4 Registro dos dados ..... 10

2.2.5 Clima e dados meteorológicos do período de estudos ..... 10

2.3 RESULTADOS ..... 11

2.3.1 Balanços hídricos ..... 11

2.3.2 Fenologia de *Amaioua guianensis* ..... 11

2.3.3 Fenologia de *Copaifera langsdorffii* ..... 14

2.3.4 Fenologia de *Miconia pepericarpa* ..... 16

2.3.5 Fenologia de *Xylopia brasiliensis* ..... 18

2.4 DISCUSSÃO ..... 18

2.4.1 Padrões reprodutivos ..... 18

2.4.2 Padrões de crescimento ..... 23

2.5 CONCLUSÕES ..... 25

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 27

**CAPÍTULO 3: VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA MONTANA EM LAVRAS, MG.** ..... 31
3.1 INTRODUÇÃO ..... 31
3.2 MATERIAL E MÉTODOS ..... 32
3.2.1 A área de estudo ..... 32
3.2.2 As espécies ..... 32
3.2.3 Metodologia ..... 32
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 33
3.3.1 Variação temporal da produção de serapilheira ..... 33
3.3.1.1 Produção total de serapilheira ..... 33
3.3.1.2 Produção total de serapilheira por fração ..... 36
3.3.1.3 Produção total e por fração de serapilheira de *Xylopia brasiliensis.* ..... 39
3.3.1.4 Produção total e por fração de serapilheira de *Copaifera langsdorffii* ..... 41
3.3.1.5 Variação na produção total de serapilheira entre 1992 e 1993 ..... 41
3.3.2 Variação espacial da produção de serapilheira ..... 44
3.3.2.1 Variação na produção de serapilheira por parcela ..... 44
3.3.2.2 Correlação entre produção de serapilheira, área basal e número de árvores ..... 46
3.4 CONCLUSÕES ..... 48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 49

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1.** Produção mensal e anual de serapilheira nos anos de 1992 e 1993 em uma área de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. Os valores são de média ± desvio padrão para 36 coletores de 0,25 $m^2$. Os resultados das comparações das médias pelo teste de T pareados são dados nas duas últimas colunas..... 43

**TABELA 2.** Produção de serapilheira total e pelas espécies *Xylopia brasiliensis* e *Copaifera langsdorffii* em nove parcelas de 20 $m^2$ de floresta semidecidua montana em Lavras, MG. Os valores são de média ± desvio padrão calculados a partir do total acumulado em quatro coletores por parcela ao longo dos 30 meses do estudo..... 45

**TABELA 3.** ANAVAS para a produção média de serapilheira total e pelas espécies *Xylopia brasiliensis* e *Copaifera langsdorffii* em nove parcelas de 20 $m^2$ de floresta semidecidua montana em Lavras, MG. Médias calculadas a partir de totais acumulados em quatro coletores por parcela ao longo de 30 meses do estudo. .....45

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 1.** Situação da Reserva Florestal da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, no interior do campus universitário..... 6

**FIGURA 2.** Localização do Hectare de Estudo na malha de parcelas permanentes da Reserva Florestal da Universidade Federal de Lavras e das nove parcelas do Hectare nas quais foram alocados coletores de 0,5 x 0,5 m. A parcela ampliada mostra a situação dos coletores..... 7

**FIGURA 3.** Balanços hídricos, estimados pelo método de Thornwaite-Mather a partir de registros da Estação Climatológica Principal de Lavras (21°13'40"S, 44°57'50"W, 918 m de altitude). Capacidade de armazenamento de água no solo = 300 mm. (A) Balanço hídrico normal para o período de 1965 a 1990. (B) Balanço hídrico quinzenal para o período de agosto de 1991 a março de 1994.....12

**FIGURA 4.** Fenofases de 27 árvores de *Amaioua guianensis* expressa como percentagem de indivíduos por característica fenológica registrada quinzenalmente no período de setembro de 1991 a março de 1994 em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/ enfolhamento. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.....13

**FIGURA 5.** Fenofases de 40 árvores de *Copaifera langsdorffii* expressa como percentagem de indivíduos por característica fenológica registrada quinzenalmente no período de setembro de 1991 a março de 1994 em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/ enfolhamento. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.....15

**FIGURA 6.** Fenofases de 12 árvores de *Miconia pepericarpa* expressa como percentagem de indivíduos por característica fenológica registrada quinzenalmente no período de setembro de 1991 a março de 1994 em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/ enfolhamento. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.....17

**FIGURA 7.** Fenofases de 29 árvores de *Xylopia brasiliensis* expressa como percentagem de indivíduos por característica fenológica registrada quinzenalmente no período de setembro de 1991 a março de 1994 em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/ enfolhamento. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.....19

**FIGURA 8.** Produção quinzenal de serapilheira total no período de outubro de 1991 a março de 1994 em uma área de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG. Dados obtidos de 36 coletores de 0,25 $m^2$: Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena. (A) Fração vegetal da serapilheira: as colunas representam a média aritmética e as linhas verticais representam o limite superior do desvio padrão. (B) Fração de origem animal: as colunas representam os totais obtidos nos coletores.....34

**FIGURA 9.** Produção quinzenal de quatro frações da serapilheira total no período de outubro de 1991 março de 1994 em uma área de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG. Dados de 36 coletores de 0,25 $m^2$: as colunas representam a média aritmética e as linhas verticais representam o limite superior do desvio padrão. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena. .....37

**FIGURA 10.** Produção quinzenal de três frações da serapilheira de *Xylopia brasiliensis* no período de outubro de 1991 março de 1994 em uma área de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG. Dados de 36 coletores de 0,25 $m^2$: as colunas representam a média aritmética e as linhas verticais representam o limite superior do desvio padrão. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.....40

**FIGURA 11.** Produção quinzenal de três frações da serapilheira de *Copaifera langsdorffii* no período de outubro de 1991 março de 1994 em uma área de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG. Dados de 36 coletores de 0,25 $m^2$: as colunas representam a média aritmética e as linhas verticais representam o limite superior do desvio padrão. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena. ..... 42

**FIGURA 12.** Produção de serapilheira em função do número de indivíduos e da área basal das (A) árvores totais, (B) árvores de *Xylopia brasiliensis* e (C) árvores de *Copaifera langsdorffii* em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. N = 9 parcelas de 20 x 20 m; dados de quatro coletores de 0,25 $m^2$ por parcela. ..... 47

# RESUMO

DIAS, HERLY C. T. **Fenologia de quatro espécies arbóreas e variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG.** Lavras, UFLA, 1995. 50 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)*

A presente dissertação teve como objetivo estudar a fenologia de quatro espécies árboreas —*Amaioua guianensis, Copaifera langsdorffii, Miconia pepericarpa* e *Xylopia brasiliensis*— bem como a variação temporal e espacial da produção de serapilheira total e serapilheira de duas espécies: *Copaifera langsdorffii* e *Xylopia brasiliensis*. Os estudos foram desenvolvidos em uma área de 1 ha composta de 25 parcelas de 20 x 20 m demarcada no interior da Reserva Florestal da Universidade Federal de Lavras. As espécies foram selecionadas entre as mais abundantes na Reserva, sendo alguns indivíduos selecionados para estudos fenológicos. Os indivíduos foram visitados quinzenalmente de setembro de 1991 a março de 1994, quando foram registradas as características fenológicas referentes a enfolhamento/desfolhamento, floração e frutificação. Para o estudo da produção de serapilheira foram utilizados 36 coletores de madeira (0,50 x 0,50 x 0,10 m) distribuídos sistematicamente, a distâncias de 10 m, nas 9 parcelas centrais do Hectare Amostral. As coletas do material depositado no interior dos coletores foram feitas quinzenalmente, de outubro de 1991 a março de 1994. O material foi seco a temperatura ambiente e triado nas seguintes frações: flores, propágulos, material lenhoso, folhas e material de origem animal. Em seguida, o material triado foi seco a 65°C por 50 h e pesado em balança analítica. Para auxiliar os estudos confeccionou-se o balanço hídrico com base nas normais climatológicas e o balanço hídrico seqüencial quinzenal entre 1991 e 1994, a partir de dados da Estação Climatológica Principal de Lavras. Sobre a fenologia de *Amaioua guiananesis* verificou-se floração no início da estação seca e frutificação no final da estação chuvosa, estendendo-se até o início da próxima estação chuvosa, havendo sincronismo entre os indivíduos. A reprodução desta espécie parece ser trienal ou irregular quanto a periodicidade. Seu crescimento foi contínuo. *Copaifera langsdorffii* apresentou uma tendência a ter um comportamento

---

* **Orientador: Ary Teixeira de Oliveira-Filho. Membros da banca: Douglas Antônio de Carvalho e Antônio Carlos da Silva Zanzini.**

trienal com relação à reprodução e a ser uma espécie caducifólia com perda parcial de folhas na estação seca. Já *Miconia pepericarpa* apresentou floração na estação chuvosa, com frutificação inicidiando-se no final desta estação e estendendo-se pela estação seca. Houve periodicidade dos eventos e sincronismo entre os indivíduos. O enfolhamento não apresentou nenhum padrão claro. Para *Xylopia brasiliensis* a floração tendeu a se iniciar após as primeiras chuvas, com um longo período de frutificação iniciando-se no final da estação chuvosa e estendendo-se pela estação seca. O enfolhamento foi constante, com uma maior proporção de indivíduos no início e fim da estação seca. Houve uma provável conecção entre a disponibilidade hídrica e as fenofases de algumas espécies. O déficit hídrico mais prolongado ocorrido em 1993 provavelmente é uma das causas das diferenças encontradas na floração de *Miconia pepericarpa* e na frutificação de *Xylopia brasiliensis* em relação aos demais anos. Com relação à produção de serapilheira total, a média no período estudado foi de 7,77 t/ha/ano, sendo de 5,33 t/ha/ano para a fração folhas, de 1,93 t/ha/ano para material lenhoso, 0,17 t/ha/ano para flores, e 0,33 t/ha/ano para propágulos. A produção média de resíduos de origem animal foi de 0,08 t/ha/ano. A serapilheira de *Xylopia brasiliensis* contribuiu com 8,11 % da serapilheira total e foi de 0,637 t/ha/ano. A serapilheira de *Copaifera langsdorffii* contribuiu com 3,43 % da serapilheira total e foi de 0,269 t/ha/ano. A produção de serapilheira total mostrou-se sazonal, com os maiores valores ocorrendo durante a estação chuvosa e os menores durante a estação seca. A queda de material de origem animal mostrou-se sazonal ocorrendo dois picos no ano, um na estação seca e outro na estação chuvosa. Entre as frações de material precipitado, folhas apresentou maior sazonalidade e periodicidade e material lenhoso apresentou grande aleatoriedade. A queda de flores de *Xylopia brasiliensis* ocorreu com maior intensidade nos meses de dezembro de 1991 e novembro de 1993; em 1992 a queda de flores foi baixa. A queda de propágulos ocorreu durante a maior parte do ano, sendo mais intensa no início da estação chuvosa. A queda de folhas desta espécie se deu durante todo o ano, com uma leve tendência a aumentar nos períodos de chuva. A queda de flores e propágulos de *Copaifera langsdorffii* foi negligível, provavelmente porque a espécie apresenta um padrão trienal de reprodução e o período dos estudos coincidiu com o lapso reprodutivo da espécie. A queda de folhas desta espécie se concentrou no período de seca do ano. Não houve diferença significativa na produção de serapilheira entre as parcelas amostrais. A produção de serapilheira se correlacionou significativa e positivamente com o número de indivíduos e com a área basal das árvores de *Copaifera langsdorffii* e com a área basal de *Xylopia brasiliensis*. Contudo, para todas as espécies em conjunto, não houve correlação significativa entre a área basal e o número de árvores com a serapilheira total, bem como para o número de inidivíduos e a serapilheira de *Xylopia brasiliensis*. Houve diferença significativa entre a produção de serapilheira total de 1992 —que foi de 6,69 ± 1,76 t/ha/ano— e 1993 —que foi de 7,92 ± 2,69 t/ha/ano— e entre os meses de janeiro, março, setembro e novembro dos dois anos, sempre ocorrendo maior produção de serapilheira em 1993.

## SUMMARY


**PHENOLOGY OF FOUR TREE SPECIES AND TEMPORAL AND SPATIAL VARIATION OF LITTERFALL IN AN AREA OF MONTANE SEMIDECIDUOUS FOREST IN LAVRAS, STATE OF MINAS GERAIS, BRAZIL.**

The purpose of the present dissertation was to study the phenology of four tree species —*Amaioua guianensis, Copaifera langsdorffii, Miconia pepericarpa* e *Xylopia brasiliensis*— as well as the temporal and spatial variation of litterfall for the whole community and for two particular tree species: *Copaifera langsdorffii* e *Xylopia brasiliensis*. The studies were carried out in a 1 ha plot divided into 25 20 x 20 m quadrats which were located within the Forest Reserve of the Federal University of Lavras. The four species were chosen among the most abundant in the Reserve, while a number of trees were randomly selected for each species for the phenological studies. These were visited fortnightly, from September 1991 to March 1994, when phenological records were made about the following features: leafing/defoliation, flowering and fruiting. The litterfall studies were carried out using 36 wooden litter traps (0,50 x 0,50 x 0,10 m) systematically distributed within the Study Hectare at distances of 10 m. Litter collection from the traps were made fortnightly from October 1991 to March 1994. The matterial was air-dryed, split into five fractions (flowers, propagules, stems, leaves e animal-origin), oven-dryed at 65°C for 50 h, and then weighed in analytical scale. The studies were helped by climatic diagrams obtained from both the climate normals and the fortnight records for the 1991-94 period, provided by the Lavras Principal Climatic Station. The flowering phase of *Amaioua guiananesis* started at the beginning of the dry season while fruiting started at the end of the rainy season, extending up to the beginning of the subsequent rainy season. Individuals are highly synchronous and the species' reproduction is apparently tri-annual or irregular. Growth was continuous throughout the period. *Copaifera langsdorffii* showed a tendency towards a tri-annual reproductive pattern and partial deciduousness, with most leaf-fall occurring during the dry season. *Miconia pepericarpa* flowered during the rainy season with the fruiting phase beginning at the end of this season and extending through the dry season. Events were highly periodic and synchronous among individuals. There was no clear leafing pattern. The flowering phase of *Xylopia brasiliensis* tended to start immediately after the first rains, with a long fruiting phase starting at the end of the rainy season and lasting for the whole dry season. Leafing

was constant with higher proportions at the beginning and the end of the dry season. There was a possible connection between water availability and some phenological phases. The period of water deficit was comparatively longer in 1993 and this was probably the reason for the differences in the fruiting patterns of *Xylopia brasiliensis* and flowering patterns of *Miconia pepericarpa* in that year. Total litterfall during the study period was 7.77 t/ha/year, with 5.33 t/ha/year for leaves, 1.93 t/ha/year for stems, 0.17 t/ha/year for flowers, and 0.33 t/ha/year for propagules. The average production of animal-origin matterial was 0.08 t/ha/year. *Xylopia brasiliensis* contributed 8.11 % to the total litterfall, corresponding to 0.637 t/ha/year, while *Copaifera langsdorffii* contributed 3.43 %, corresponding to 0.269 t/ha/year. Litterfall was very seasonal with higher rates occurring during the rainy season and the lower during the dry season. The production of animal-origin matterial was seasonal with two annual peaks, the first in the dry season and the second in the rainy season. Among all litter fractions, leaves showed the highest seasonality and periodicity while stems were highly random. Flower-fall of *Xylopia brasiliensis* occurred at higher rates during December 1991 and November 1993; in 1992 there were very low rates. Fruit-fall occurred during most of the year with higher rates at the beginning of the rainy season. Leaf-fall occurred throughout the year with a slight tendency of increasing during the rainy periods. Flower- and propagule-fall was negligible for *Copaifera langsdorffii* during the study period, probably because the species has a tri-annual reproductive pattern. Leaf-fall concentrated during the dry season. There was no difference in litterfall among the nine sample quadrats. Leaf-fall was significantly and posively correlated with the number of trees and tree basal area for *Copaifera langsdorffii* and only with basal area for *Xylopia brasiliensis*. However, there was no significant correlation between total litterfall and the number of trees and basal area for the whole community. There was a significant difference between the total litterfall in 1992 —which was 6.69 ± 1.76 t/ha/year— and 1993 —which was 7.92 ± 2.69 t/ha/year— and between the months of January, March, September and November of the two years, with always the higher rates occurring in 1993.

# CAPÍTULO 1
# INTRODUÇÃO GERAL

Grande parte das formações vegetais primitivas do Brasil sofreram deformações muito intensas nas últimas décadas e muitas destas deformações originaram o que hoje são conhecidas como florestas residuais. Segundo a FAO (1992), a área do território brasileiro, que é de 8.511.970 $Km^2$, tinha, em 1976, uma proporção de 62,05 % coberta com floresta natural e plantada, tendo esta cobertura decaído para 59,11 % em 1986, e ao que tudo indica, muito mais pela exploração indiscriminada das florestas naturais do que por florestas plantadas. As florestas residuais têm assumido um papel muito importante, seja por razões conservacionistas, ecológicas ou econômicas, bem como para a pesquisa, funcionando como laboratórios naturais que geram informações básicas que ajudam a conhecer o complexo sistema biológico. Os estudos ecológicos básicos dos ecossistemas florestais é que podem fornecer importantes subsídios para futuros estudos da ciência aplicada, como silvicultura de espécies nativas e manejo de florestas tropicais mistas. Segundo o Anuário ... (1992), a grande extensão territorial e as características de tropicalidade conferem ao Brasil uma extraordinária riqueza florística e, considerando esta vasta quantidade de espécies e sua distribuição nas diferentes fitocenoses do território nacional, estudos mais aprofundados de suas características poderão servir para uma avaliação mais precisa destes recursos e das perspectivas de sua utilização e manejo.

Entre os vários estudos que buscam o entendimento do comportamento não só dos indivíduos arbóreos, mas também de toda a comunidade dos sistemas florestais, estão os estudos fenológicos e sobre a produção de serapilheira. Dentre as várias definições de fenologia encontradas na literatura destaca-se a de Lieth (1974), que diz que fenologia é o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos, das causas de sua ocorrência em relação aos fatores bióticos e abióticos e das interrelações entre as fases caracterizadas por esses eventos, para uma ou mais espécies. De acordo com Fournier (1974), os registros fenológicos são importantes para a compreensão da dinâmica das comunidades florestais e como indicadores das respostas dos organismos às condições climáticas e edáficas de uma região. As observações fenológicas permitem prever a época de reprodução das árvores, seus ciclos de crescimento vegetativo e algumas outras características de grande ajuda para a

silvicultura e planejamento florestal, bem como para o aproveitamento racional da fauna e ainda, de uma certa forma, o conhecimento fenológico pode ajudar na planificação do turismo (Founier 1974).

A serapilheira, ou serrapilheira, ou ainda litter, como pode ser encontrada na literatura, é, segundo Oliveira e Peichl (1986), "uma das camadas da matéria orgânica do solo florestal a qual é mais ou menos decomposta, sendo formada por resíduos vegetais e animais. Esta matéria orgânica torna o solo poroso, fofo, solto, escuro, fresco e cheiroso, retém a umidade, forma galerias e enriquece o solo em nutrientes pela ação da microflora e fauna". A serapilheira, além de proteger o solo, constitui um complexo laboratório de transformação, no qual a matéria orgânica é decomposta e os nutrientes são recolocados à disposição do sistema radicular dos vegetais (Poggiani, 1989). Além disso, a matéria orgânica é fonte de micronutrientes, desempenha o importante papel de aumentar a solubilidade e transporte de micronutrientes catiônicos (Fe, Mn, Zn, Cu) até as raízes por meio de certos radicais orgânicos e ainda exerce o papel fundamental de aumentar a redução do ferro e manganês, o que leva ao aumento da disponibilidade destes micronutrientes em condições de anaerobiose (Guilherme, Vale e Guedes, 1993).

O estudo quantitativo e qualitativo da produção de serapilheira, a qual pode variar com a tipologia florestal, bem como de sua flutuação ao longo do tempo, é de fundamental importância para o entendimento da dinâmica do ecossistema e, desta forma, seu melhor planejamento, seja para conservação, preservação ou até mesmo sua utilização econômica, minimizando os prejuízos ambientais.

Diante disto, o objetivo geral desta dissertação é apresentar informações básicas sobre a fenologia de quatro espécies arbóreas e sobre as variações temporais e espaciais da produção de serapilheira em uma área de floresta semidecídua montana no município de Lavras, MG. Para melhor apresentação dos estudos realizados, esta dissertação foi dividida em três capítulos, sendo o primeiro esta introdução, o segundo referente à fenologia e o terceiro à produção de serapilheira. Cada um deles conterá os objetivos, metodologias e resultados específicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: FIBGE, 1992. V. 52

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Yearbook**: Production. Rome, 1992. V.46, 281p.

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

GUILERME, L.R.; VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do Solo**: Dinâmica e disponibilidade de nutriente. Lavras: ESAL/FAEPE. 1993. 171p.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: LIETH, H (ed.).**Phenology and seasonality modelling**. Berlin, Springer Verlag, 1974. p.3-19.

OLIVEIRA, L P. de.; PEICHL, B. Solos e conservação. In:__. **Manual do Técnico Florestal**: Apostilas do Colégio Florestal de Irati. INGRA S.A. Campo Largo: INGRA, 1986. V.1, p.351-418.

POGGIANI, F. Estrutura, funcionamento e classificação das florestas: implicações ecológicas das florestas plantadas. **Documentos florestais**, Piracicaba, n.3, p.1-14, set. 1989

# CAPÍTULO 2
# FENOLOGIA DE QUATRO ESPÉCIES ARBÓREAS DE UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA MONTANA EM LAVRAS, MG.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Estudos fenológicos dos ecossistemas florestais têm sido realizados em todo o mundo basicamente em dois níveis de abordagem: populações (espécies) ou comunidades. Eles podem ter também caráter qualitativo, onde são levantadas as épocas em que ocorrem as fenofases, ou quantitativo, onde as fenofases são também medidas em termos de intensidade do evento, (Fournier 1974). Fournier (1975) sugere o número de 10 indivíduos por espécie como forma de amostragem e a ordem de aparição na vegetação estudada como critério de escolha. Neste sentido a precipitação, temperatura mínima, fotoperiodismo e a intensidade de radiação solar do ambiente estariam articuladas com a floração, frutificação, e queda e brotamento de folhas. White (1994) encontrou na literatura três métodos gerais em que os levantamentos fenológicos tem sido feito: observação direta de partes da planta *in situ*, dando uma escala de valores para quantificar a produção; monitoramento do número de plantas nas fenofases; ou coleta de partes das plantas caídas sobre coletores.

As maiores preocupações dos estudos fenológicos realizados por vários pesquisadores da área, parecem ser a respeito dos fatores externos que funcionam como um sinal para os fatores endógenos das plantas que acionam as fenofases. A sazonalidade, o periodismo e o sincronismo também têm sido uma constante preocupação dos estudos fenológicos (Janzen, 1967). A predação por herbivoria, citada como provável agente de pressão evolutiva na ecologia de algumas espécies (Harper, 1968), a polinização e a dispersão de propágulos pela fauna (Mantovani e Martins, 1988) são também importantes fatores correlacionados com a fenologia.

O presente trabalho tem como objetivo específico estudar o padrão fenológico, reprodutivo e de crescimento através da floração, frutificação, queda de folha e reenfolhamento de quatro espécies arbóreas—*Amaioua guianensis, Copaifera langsdorffii, Miconia pepericarpa* e *Xylopia brasiliensis*— que ocorrem em um fragmento de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG, relacionando tais características com a disponibilidade hídrica do ambiente com base no balanço hídrico das normais climatológicas e no balanço hídrico sequencial do período estudado.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo é um fragmento florestal com 5,825 ha, localizado no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, o qual é também conhecido como "Matinha da UFLA" (Figura 1). O fragmento foi tombado como área de preservação permanente através da portaria número 212 de 01/06/92 que criou a Reserva Florestal da UFLA. A vegetação é classificada como Floresta Estacional Semidecídua Montana com dossel emergente (Fme), de acordo com o sistema de classificação da FIBGE (Veloso, Rangel Filho e Lima. 1991). Está localizada a 21° 14' 40"S, 44° 57' 50" W e a uma altitude de 925 m. Uma descrição detalhada da área e de sua vegetação é fornecida por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994)

O relevo no interior da mata é levemente ondulado com declividade variando ente 5 e 15%. A Reserva tem como confrontantes o Departamento de Zootecnia. pastagens, um povoamento de eucalipto e o viveiro de mudas do Departamento de Ciências Florestais. Apresenta como vantagens o fácil acesso do corpo de pesquisadores a seu interior e maiores garantias de proteção contra novas perturbações. A maior desvantagem, por outro lado, são as perturbações sofridas no passado e que deixaram seus inequívocos sinais nas manchas de gramíneas invasoras, como o capim-gordura (*Melinis minutiflora*), trilhas, picadas e trincheiras destinadas ao estudo do solo.

### 2.2.2 Escolha das espécies

Segundo Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994), em 1986 foram demarcadas 126 parcelas ermanentes de 20 x 20 m, recobrindo uma área de 5,04 ha no interior da mata. Todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito ( DAP) maior que 5 cm foram medidos e identificados em duas etapas. Na primeira delas, que se estendeu de março a julho de 1987, as árvores foram marcadas com placas de alumínio e tiveram seu DAP medido. Na segunda, de julho de 1987 a setembro de 1988, foi feita a coleta e identificação das espécies. Segundo os mesmos autores, o número de espécies encontradas foi de 136. As mais abundantes são *Copaifera langsdorffii, Ocotea odorifera, Amaioua guianensis, Casearia arborea, Tapirira obtusa, Myrcia rostrata, Sclerolobium rugosum, Miconia argyrophylla, Persea pyrifolia, Ocotea corymbosa, Xylopia brasiliensis* e *Miconia pepericarpa.*

Para o estudo fenológico utilizou-se uma área amostral de 25 parcelas totalizando 1 ha, conforme mostra a Figura 2. A alocação deste Hectare de Estudos no interior da floresta foi auxiliada por uma análise multivariada desenvolvida para todas as parcelas, a qual permitiu identificar uma área mais homogênea em termos de composição de espécies (Oliveira-Filho, Camisão-Neto e Volpato 1995). As espécies estudadas foram *Copaifera langsdorffii* Desf., com 40 indivíduos com

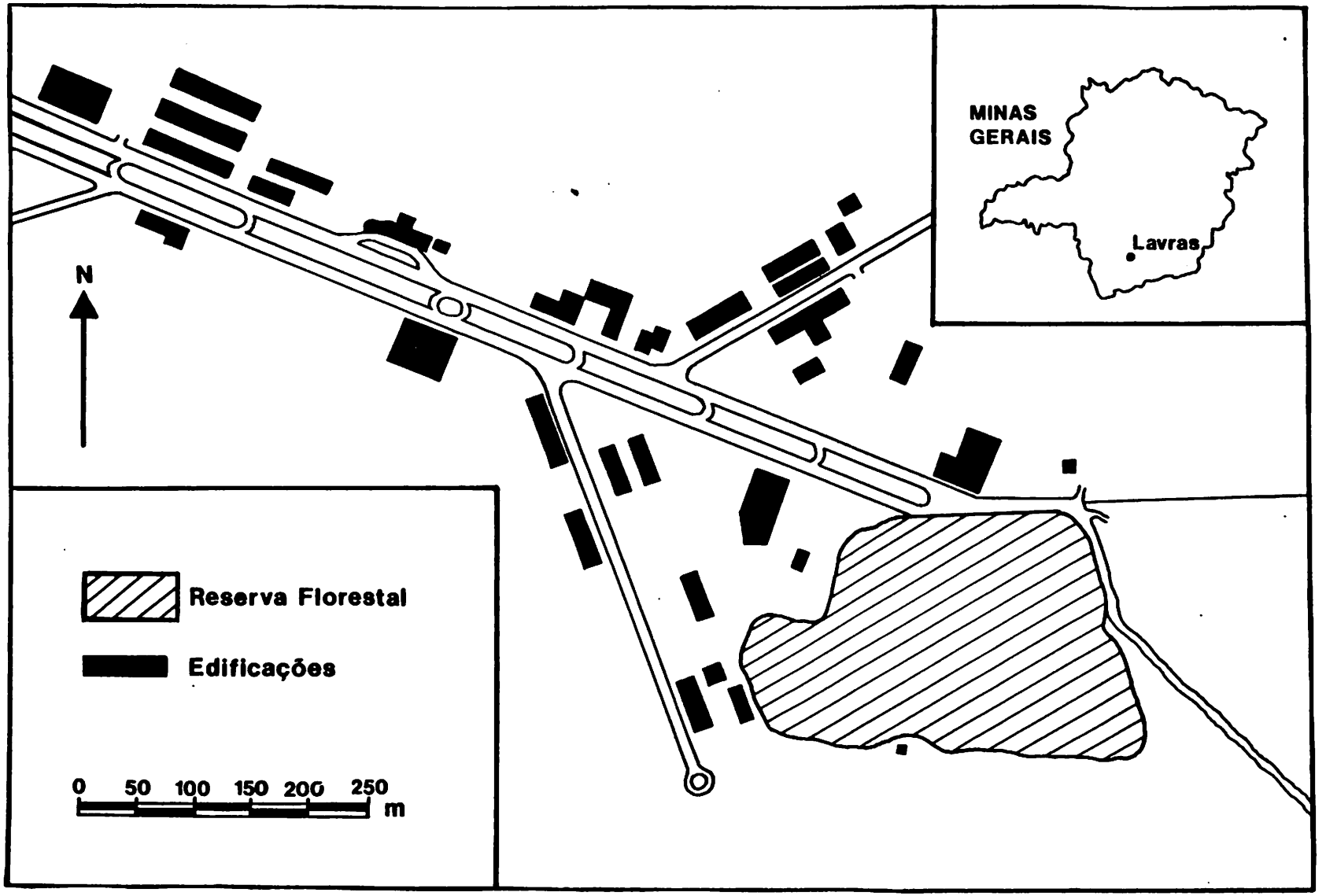


**FIGURA 1.** Mapa do campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, indicando a situação da Reserva Florestal.

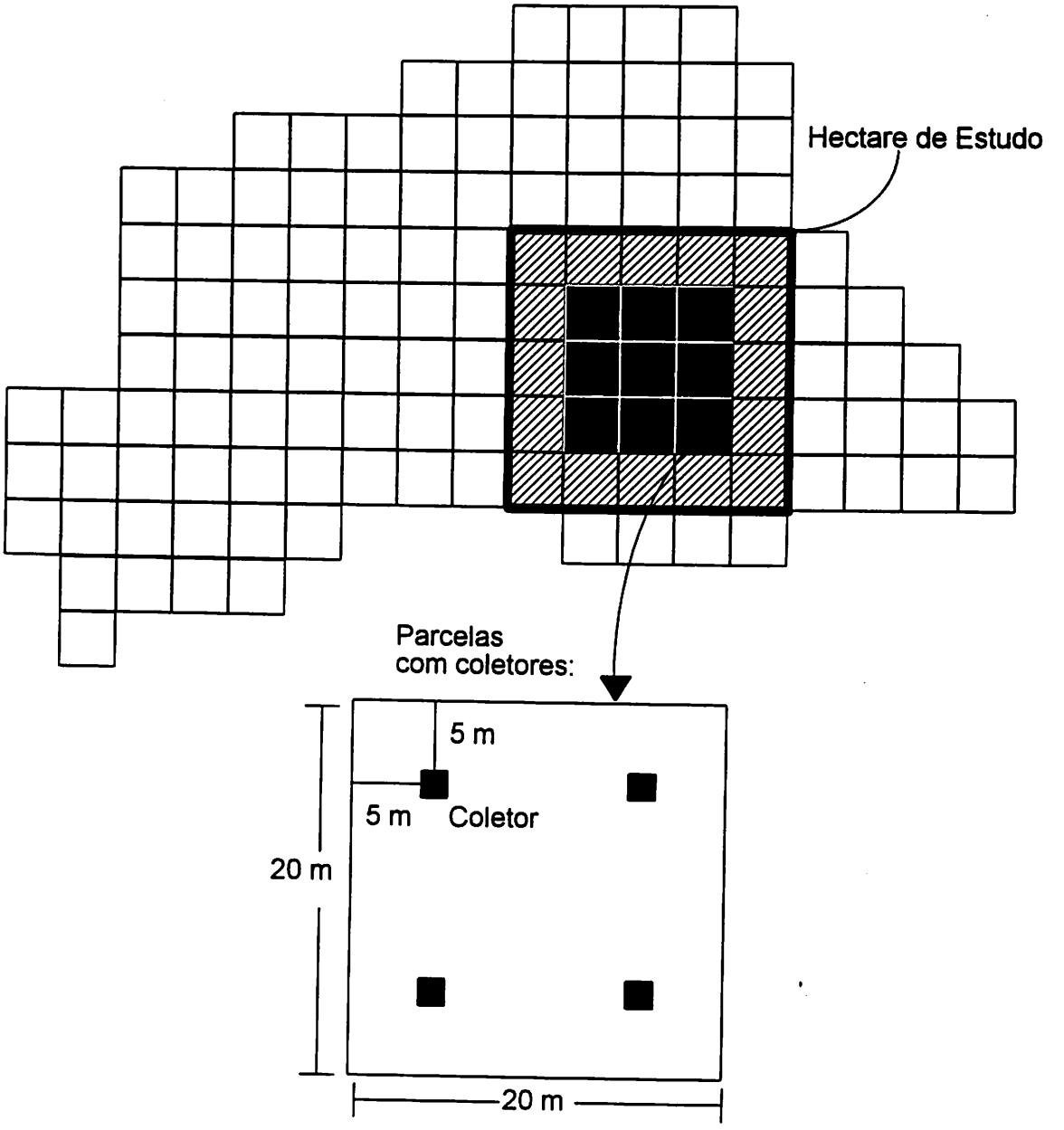


**FIGURA 2.** Localização do Hectare de Estudo na malha de parcelas permanentes da Reserva Florestal da Universidade Federal de Lavras e das nove parcelas do Hectare de Estudo nas quais foram alocados coletores de 0,5 x 0,5 m. A parcela ampliada mostra a situação dos coletores.

DAP > 5 cm amostrados no Hectare, *Xylopia brasiliensis* Sprengel, com 29 indivíduos, *Amaioua guianensis* Aublet, com 27 indivíduos, e *Miconia pepericarpa* DC., com 12 indivíduos. O critério utilizado para escolha das espécies foi a abundância de adultos, plântulas e jovens, para atender aos estudos populacionais conduzidos por Oliveira-Filho, Camisão-Neto e Volpato (1995). Para cada espécie, foram selecionados indivíduos distribuídos por diferentes classes de diâmetro para registro das fenofases. Para cada espécie, o número de indivíduos selecionados por classe diamétrica foi proporcional ao número de indivíduos presentes em cada classe. A demarcação dos indivíduos no campo foi feita com fitas plásticas coloridas.

2.2.3 Descrição das espécies

*Amaioua guianensis* Aublet (Rubiaceae), também conhecida vulgarmente como marmeleiro, marmelada-brava, coração-de-veado, coração-de-bugre, carvoeiro e pimentão, é descrita por Correa (1984) como uma árvore de até 12 m de altura "com (...) lâmina de 8-20 cm de comprimento, 2-10 cm de largura, oblonga, oblongo-lanceoladas, ápice acuminado, base atenuada, face superior glabra, (...) inflorescência masculina terminal pluriflora de 2,5-4,5 cm de comprimento; cálice tubuloso com seis lacínios linear-lanceolados (...); corola com 6 lacínios lanceolado-oblíquos subfalcados, (...) com estames sesseis, fixos pouco acima da base; (...) flor feminina com ovário de 7 mm de comprimento com cálice de 7-8 mm de comprimento, corola de 1-1,5 cm de comprimento (...) estilete de 5,5 mm de comprimento (...); baga subglobosa, amarela ou purpurea (...)". No Brasil, ocorre nos estados do Amazonas, Mato Grosso, Rio de Janeiro, Guanabara, Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás e Bahia (Correa 1984). É uma espécie tolerante à sombra, reproduzindo-se no sub-bosque das florestas semidecíduas das região de Lavras (Oliveira-Filho, Camisão-Neto e Volpato, 1995).

*Copaifera langsdorffii* Desf. (Caesalpiniceae) é assim descrita por Correa (1984): "Arvore frondosa, até 13 ms. de altura ou pouco mais (apenas 2 ms. quando vegeta no campo ou no cerrado, porém attingindo 50 ms. na Venezuela, segundo Pittier); casca vermelho-escuro com profundas fendas longitudinaes, também avermelhada interiormente; folhas pinnatifidas, compostas de foliolos 3-5 jugos, alternos ou opostos, ovados-lanceolados ou ellipticos, obtusos, até 5 cts. de comprimento e 3 cts. de largura, pellucido-punctuados, glabros; flores brancas, ás vezes lavadas de cor de rosa, reunidas em raminhos de 5-16 e estes dispostos em paniculas terminaes; fructo vagem drupacea, pedunculada, ovoide, contendo uma semente. - fornece madeira avermelhada, raramente amarellada, muito rajada ás vezes porosa e de tecido frouxo utilizada para construção naval, carroçaria, torno e marcenaria; peso especifico 0,751 a 0,766. (...) É arvore elegante, que seria recommendavel para a arborisação das ruas se o seu crescimento fosse mais rapido; assim mesmo mereceu ser ensaiada em Bello Horizonte. (...) Tanto a especie-typo como as variedades são consideradas padrão de terra de qualidade inferior, salvo quando vegetam na matta virgem. - Guyana até ao Paraná, Minas Geraes,

Goyaz e Matto Grosso. - Syn.: Balsamo, C. da varzea, no Amazonas: Cophaybeira de Minas, cupaúba, Cupiúva, Oleo de copahyba, O. vermelho, Pau de oleo, em Minas Geraes; Podot, no Piauhy e no Ceará". Segundo Lorenzi (1992), a espécie é "útil para plantio em áreas degradadas e de preservação permanente (..) é uma planta decídua ou semidecídua, heliófita, seletiva xerófita característica das formações de transição do cerrado para a floresta latifoliada semidecídua. Produz anualmente grande quantidade de sementes, amplamente disseminadas por pássaros que comem o arilo envolvente. Floresce durante os meses de dezembro-março. Os frutos amadurecem em agosto-setembro com a planta quase totalmente despida da folhagem". A espécie apresenta síndrome de polinização por abelhas (melitofilia) e de dispersão zoocórica, por pássaros em particular (Carvalho, 1994). Segundo Oliveira Filho e Ratter (1995), *Copaifera langsdorffii* ocorre em todo o espaço extra-amazônico brasileiro (exceto RS e SC), especialmente nas florestas semidecíduas do Sudeste, nas florestas de galeria e cerrados do Centro-oeste e nas matas de brejo do sertão nordestino.

*Miconia pepericarpa* DC. (Melastomataceae), comumente conhecida como guabiroba-de folha-larga, é um "Arbusto ramoso, até 2 m de altura, ramos cilíndrico-comprimidos e revestidos de tomento brancacento-aveludado, assim como pecíolos, as panículas e a página inferior das fôlhas, sendo estas opostas, oblongas, acuminadas, inteiras, triplinervadas, glabras na página superior, até 12 cm de comprimento e 3 cm de largura, flores brancas verticiladas dispostas em racimos simples, terminais, espiciformes; cálice aderente 5-dentado e corola de cinco pétalas e 10 estames quase iguais; ovário glabro, 5 locular, fruto baga globosa idêntica à pimenta do reino e contendo 2-3 sementes lisas e angulosas com hilo preto" (Correa, 1984). Na região de Lavras, encontram-se também árvores com até 5 m de altura, ocorrendo principalmente na borda das matas ou no sub-bosque, quando o dossel é mais aberto e permite maior penetração de luz, pois a espécie não tolera sombreamento (Oliveira-Filho, Camisão-Neto e Volpato, 1995).

*Xylopia brasiliensis* Spreng. (Annonaceae) é "Árvore, 10 metros de altura; folhas alternas, lanceoladas, inteiras, pilosas; flores amarelas, penduculadas; fruto oposto às folhas. - Frutos acres, carminativos, aromáticos e condimentares, sucedâneos da "pimenta da Índia". - Sin.: Embira; Embireira-Branca, Erva-doce, Imbuí, Pau-doce, Pau-de-Mastro, Pindaíba." (Correa, 1984). Também é comumente chamada de pindaíba, cortiça ou bindaíba. Segundo Lorenzi (1992), as árvores da espécie "tem de 10-30 m de altura, com tronco reto de 30-60 cm de diâmetro. Os ramos novos são cobertos por escamas finas de cor vermelha que soltam-se com facilidade. As folhas são aromáticas, de 6-8 cm de comprimento. Ocorre do sul da Bahia até o Rio Grande do Sul na floresta pluvial da encosta atlântica e nas florestas semidecíduas da Região Sudeste. Possui madeira moderadamente pesada (densidade 0,70g/cm$^3$) mole, grã direita, textura média e superfície lisa ao tato, com brilho pouco acentuado e de baixa durabilidade natural. A madeira é empregada internamente em construção civil, como tabuado, caibros, vigas e para confecção de mastros e caixotaria. A árvore é extremamente ornamental, principalmente pela sua folhagem delicada, semelhante à de uma conífera,

podendo ser empregada no paisagismo, principalmente na arborização urbana. Seus frutos são muito apreciados por pássaros; por essa razão e por apresentar rápido crescimento, é útil em recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. Ocorre principalmente e com bastante frequência ao longo das encostas enxutas, tanto da mata primária densa como nas formações abertas secundárias". Na região de Lavras floresce durante os meses de outubro-janeiro, a frutificação inicia-se no final do mês de março, prolongando-se até novembro (Andrade, Oliveira-Filho e Soares 1995).

2.2.4 Registro dos dados

Os indivíduos marcados no campo foram visitados quinzenalmente durante o período de setembro de 1991 a março de 1994. Nestas visitas foram registradas as fenofases que os indivíduos apresentavam através de observação cuidadosa da copa, quando possível de todos os ângulos e, quando necessário, com binóculos. Em alguns casos também examinou-se a serapilheira depositada sob a projeção da copa onde se observaram botões florais, frutos novos abortados, frutos verdes e frutos maduros, apenas para confirmação da fenofase atual

Foram registradas as seguintes categorias fenológicas adaptadas da metodologia usada por Alencar, Almeida e Fernandes (1979):

1 – Botões Florais: foi atribuída esta numeração aos indivíduos que se encontravam com presença de botões florais no momento da observação.

2 – Floração: indivíduos que apresentavam-se parcial ou totalmente com flores abertas.

3 – Frutos imaturos: indivíduos que apresentavam-se com fruto não maduro.

4 – Frutos maduros: indivíduos que apresentavam-se com frutos maduros presentes, caindo ou não.

5 – Desfolhamento: para indivíduos que apresentavam-se com copa reduzida ou totalmente desfolhada.

6 – Enfolhamento: indivíduos que apresentavam-se parcial ou totalmente com folhas novas, menores, tenras e com coloração mais clara ou avermelhada.

2.2.5 Clima e dados meteorológicos do período de estudos

O clima do município de Lavras é do tipo Cwb de Köppen (mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno). A precipitação anual média da região é de 1529 mm e a temperatura média é de 19,5°C (Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1994). Dados meteorológicos normais para chuva e temperatura no período de 1965 a 1990 fornecidos pelo setor de Bioclimatologia do Departamento de Biologia da UFLA foram empregados para calcular o balanço hídrico normal de Lavras. Para os cálculos do balanço hídrico do período em que foi desenvolvido o estudo, setembro de 1991 a março de 1994, foram utilizados dados fornecidos pela da Estação

Climatológica Principal de Lavras, localizada no campus da UFLA, a cerca de 1500 m de distância da área de estudos. Utilizou-se o método de Thornthwaite-Mather para os cálculos do balanço hídrico e Thornthwaite para os cálculos da evapotranspiração potencial, segundo Tubelis e Nascimento (1986). Foi utilizada a capacidade de campo de 300 mm, calculada por Tubelis e Nascimento (1986) para plantas latifoliadas nativas. Estes métodos, embora sejam de menor precisão e baseados unicamente em índices térmicos para o cálculo da evapotranspiração, são suficientes para o objetivo proposto, que é a interpretação das variações fenológicas.

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 Balanços hídricos

No balanço hídrico das normais climatológicas (Figura 3a) observam-se duas estações bem distintas: uma mais seca, que vai de abril a agosto, incluindo um período de déficit hídrico entre junho e agosto; e outra estação mais úmida, que vai de setembro a março, quando ocorre um período de reposição de água no solo, até meados de outubro, com excessos a partir de então.

No balanço hídrico para o período de estudos, entre agosto de 1991 e março de 1994 (Figura 3b), observa-se que os trabalhos iniciaram-se já numa estação seca, setembro de 1991. Um pico de excesso hídrico excepcionalmente alto ocorreu em janeiro de 1992 devido à alta precipitação ocorrida naquele mês (718 mm), o que provocou um considerável excesso hídrico. O período de seca daquele ano se estendeu de maio a agosto, sendo seguido por um período de comparativamente pouca chuva, de setembro de 1992 a fevereiro de 1993. O período de seca de 1993 iniciou-se mais cedo e prolongou-se além do normal, de março a outubro, caracterizando um período de seca mais pronunciado naquele ano, se comparado às normais climatológicas. A partir daí, as chuvas recomeçaram, terminando o período de reposição de água já em meados de janeiro de 1994, prolongando-se o excesso até março.

### 2.3.2 Fenologia de *Amaioua guianensis*

A figura 4 mostra as fenofases de *Amaioua guianensis* no período de estudos, divididas em três categorias: (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/enfolhamento. Observa-se pela Figura 4 A que a floração desta espécie se deu entre a segunda quinzena de outubro de 1991 e a primeira quinzena de janeiro de 1992. No momento em que 85% dos indivíduos observados

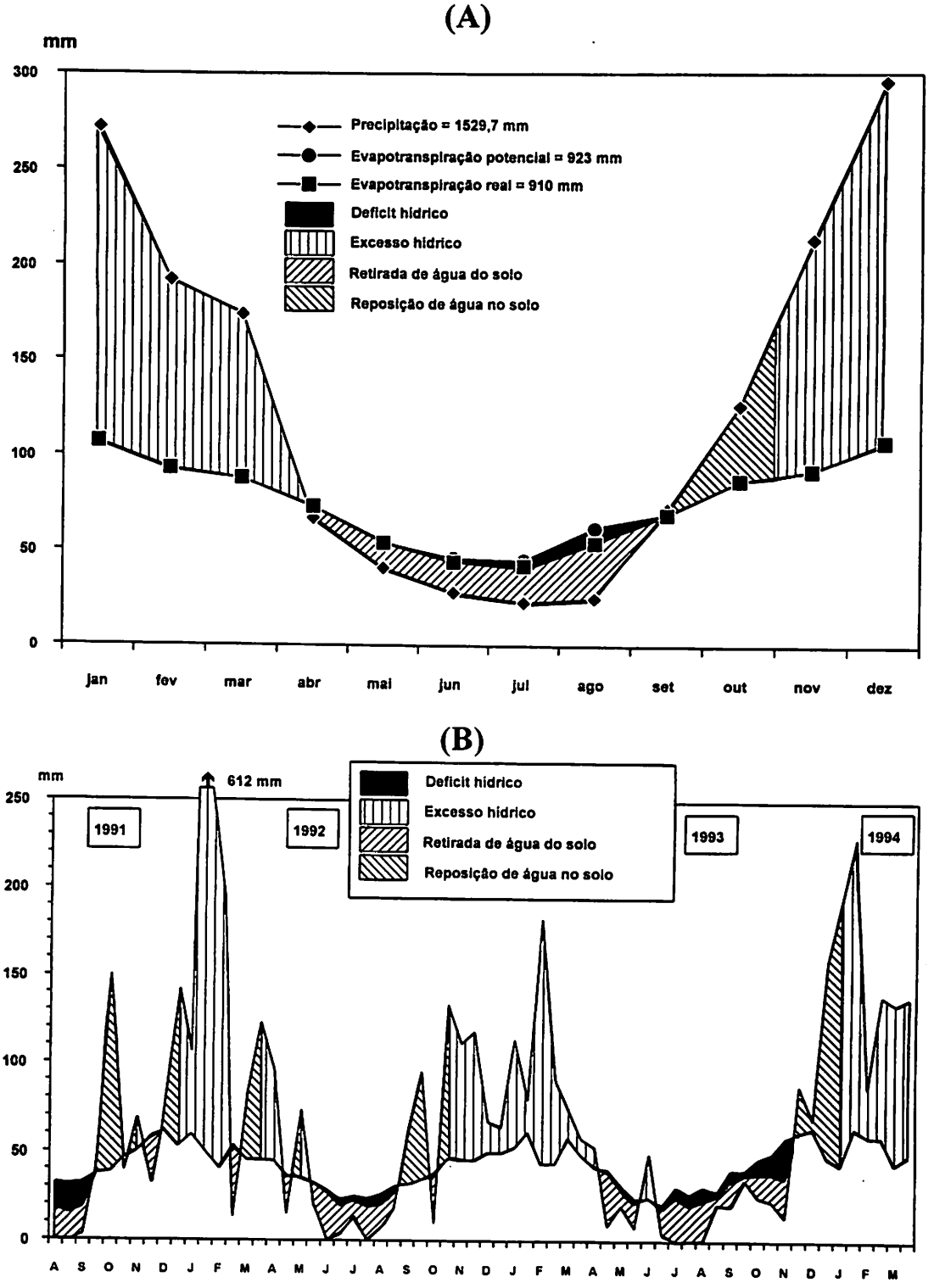


**FIGURA 3.** Balanços hídricos, estimados pelo método de Thornwaite-Mather, a partir de registros da Estação Climatológica Principal de Lavras (21°13'40''S, 44°57'50''W, 918m de altitude). Capacidade de armazenamento de água no solo = 300 mm. (A) Balanço hídrico normal para o período de 1965 a 1990. (B) Balanço hídrico quinzenal para o período de agosto de 1991 a março de 1994.

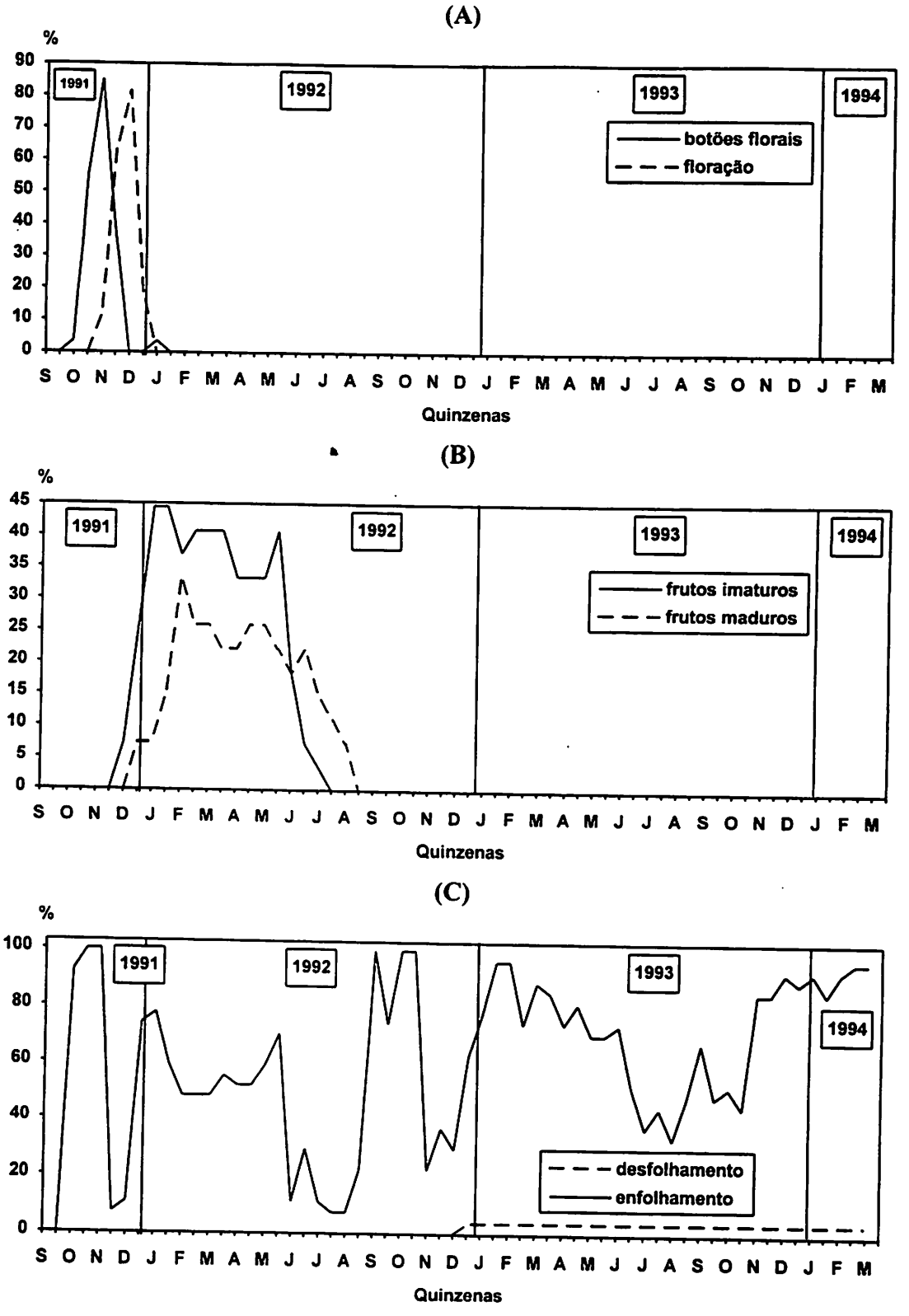


FIGURA 4.Fenofases de 27 árvores de *Amaioua guianensis* expressas como percentagem de indivíduos por característica fenológica registrada quinzenalmente no período de setembro de 1991 a março de 1994 em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/enfolhamento. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.

apresentaram-se com botões florais, na segunda quinzena de outubro, iniciava-se a aparição de indivíduos com floração adiantada, cerca de 10%. A proporção de indivíduos com floração adiantada foi aproximadamente a mesma da que apresentou botões florais.

A frutificação (Figura 4B) iniciou-se em novembro de 1991, com registro de frutos imaturos um mês após a aparição das primeiras árvores com floração adiantada. A frutificação prolongou-se até a primeira quinzena do mês de agosto. Indivíduos com frutos maduros se apresentaram já na primeira quinzena do mês de dezembro, ou seja 15 dias após a primeira observação de frutos imaturos e 30 dias após a aparição dos primeiros indivíduos com flores adiantadas. A maior proporção de indivíduos com frutos maduros se deu entre janeiro e julho de 1992, decaindo até a segunda quinzena de agosto, o que salienta que a fenofase frutificação é muito mais longa que a floração.

Menos de 50% da proporção de indivíduos que apresentaram floração apresentaram frutificação, o que pode ser esperado para uma espécie dióica, como é o caso de *Amaioua guianensis*. Entre frutos maduros e imaturos, houve uma ligeira queda nas proporções, muito embora o padrão de oscilação das duas categorias tenham sido altamente correspondentes.

As fenofases reprodutivas ocorridas entre 1991 e 1992 não se repetiram nos dois períodos posteriores (1992-1993 e 1993-1994). Observações informais realizadas após o período de estudos constataram novo período de floração/frutificação a partir de novembro de 1994.

O enfolhamento da espécie (Figura 4C) se deu com um padrão bem regular durante todo o período de estudo, observando-se fases longas com proporções elevadas de renovação foliar intercaladas com duas depressões ao longo do ano. As depressões no processo de enfolhamento foram observadas no início da estação chuvosa e durante a estação seca, períodos em que praticamente não ocorre crescimento da planta. Em 1993 estas fases se aproximaram e foram menos pronunciadas. A ocorrência de desfolhamento, ainda que irrelevante em 1993, deveu-se a um único indivíduo que estava, na verdade, em processo de senescência, o que indica que não há uma deciduidade aparente ou marcante para esta espécie.

### 2.3.2 Fenologia de *Copaifera langsdorffii*

A figura 5 mostra os resultados da fenologia de *Copaifera langsdorffii* expressos como porcentagem de indivíduos por característica fenológica. A floração desta espécie, no período de estudo, resumiu-se a apenas 2,5% dos indivíduos entre a segunda quinzena de dezembro de 1993 e a primeira de fevereiro de 1994. Não houve produção de flores ou frutos nas estações reprodutivas de 1991/1992 e 1992/1993, conforme pode ser observado nas figuras 5A e 5B e só foi observada frutificação na primeira quinzena de setembro de 1991, época que marca o início dos estudos, correspondentes aos frutos produzidos na estação reprodutiva de 1990/1991. Apesar de não ter sido

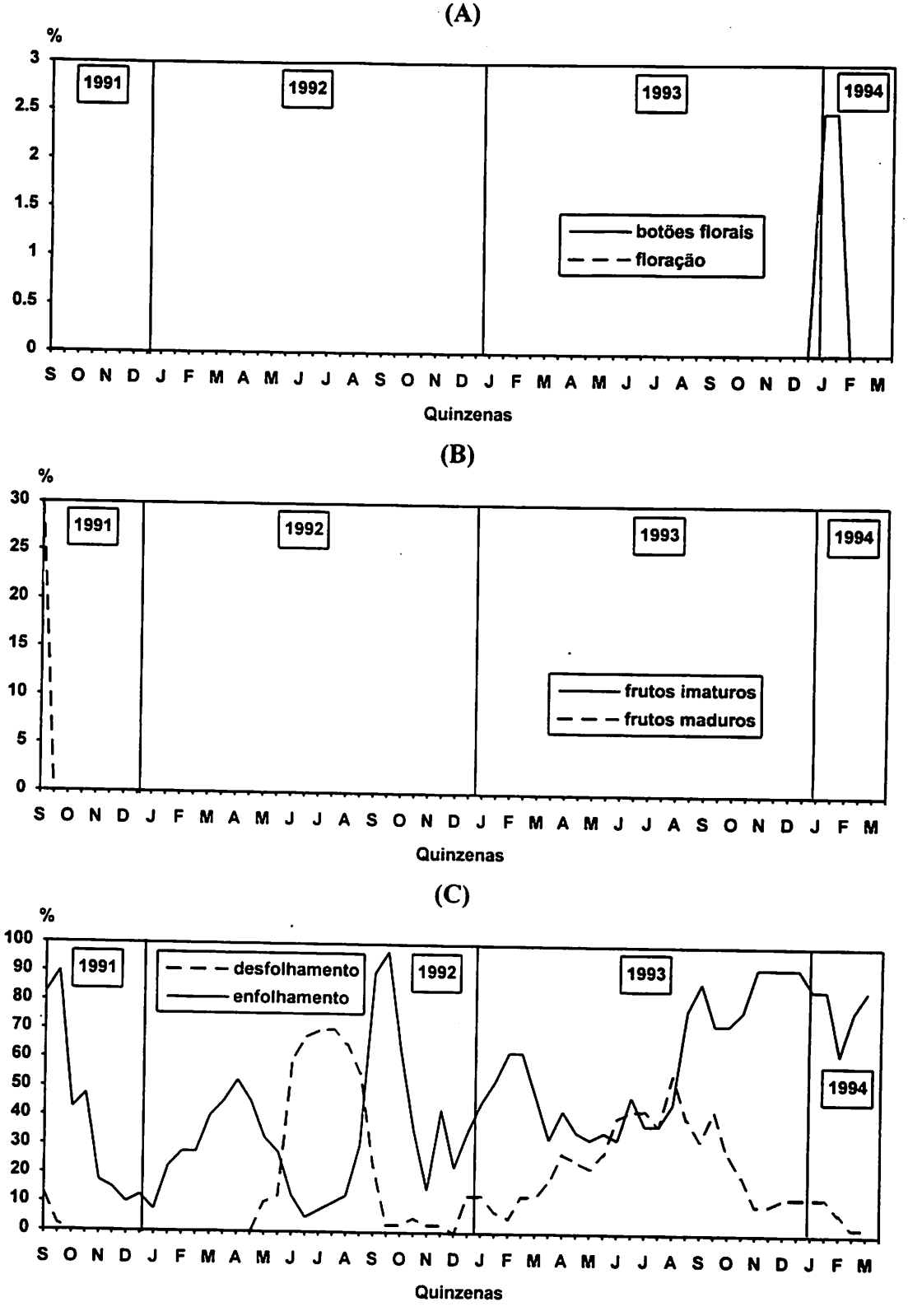


**FIGURA 5.** Fenofases de 40 árvores de *Copaifera langsdorffii* expressas como percentagem de indivíduos por característica fenológica registrada quinzenalmente no período de setembro de 1991 a março de 1994 em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/enfolhamento. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.

coberta por este estudo, a floração e frutificação da espécie foi intensa na estação reprodutiva de 1993/1994, o que atesta que o período de estudos caiu durante um intervalo de pouca atividade reprodutiva da espécie na região. A floração, iniciada em dezembro de 1993, teve um máximo entre março e abril de 1994; a frutificação se estendeu entre agosto e novembro de 1994.

De acordo com a Figura 5C o desfolhamento desta espécie se deu em maiores proporções nas estações secas do ano, junho a setembro, em 1992, e maio a setembro, em 1993. Os picos de proporções de indivíduos em fase de desfolhamento são cercados pelos de enfolhamento, que coincidem com a estação chuvosa. Em 1992, observam-se dois picos de enfolhamento nos períodos de fevereiro a maio e da segunda quinzena de agosto ao final de outubro. Em 1993 a tendência se repetiu, embora menos pronunciada.

### 2.3.3 Fenologia de *Miconia pepericarpa*

Os resultados da fenologia de *Miconia pepericarpa* são apresentados na Figura 6. Observa-se que a espécie apresentou todas as fases fenológicas e nos três anos subsequentes, 1992, 1993 e início de 1994. Pela Figura 6A nota-se que floração é caracterizada por iniciar-se entre a segunda quinzena de novembro e a primeira de dezembro. Contudo, em 1992 e 1994 o período de floração foi bem mais curto que em 1993. O processo de abertura dos botões florais é bastante rápido. Na segunda quinzena de dezembro de 1991, foram observados os primeiros indivíduos com botões florais e, quinze dias após, os primeiros indivíduos com floração adiantada. A rapidez com que a espécie vai de botões florais à plena floração é que explica a menor proporção de indivíduos em floração em relação às quantidades de botões em 1991/1992. O registro pontual das características fenológicas em um único dia na quinzena pode levar a perda de registro de fenômenos rápidos. Isto também explica porque em 1993 indivíduos em floração foram observados até agosto, contudo sem que se tenham flagrado botões florais no período. A floração se deu em quase todos os indivíduos observados.

A frutificação de *Miconia pepericarpa* deu-se do final de janeiro até o final de junho em 1992 e do final de janeiro ao início de outubro em 1993, como pode ser verificado na figura 6B. A maior duração do período de frutificação em 1993 em relação a 1992 foi coerente com as diferenças em duração nos períodos de floração. Um último pulso de indivíduos com presença de frutos imaturos inici

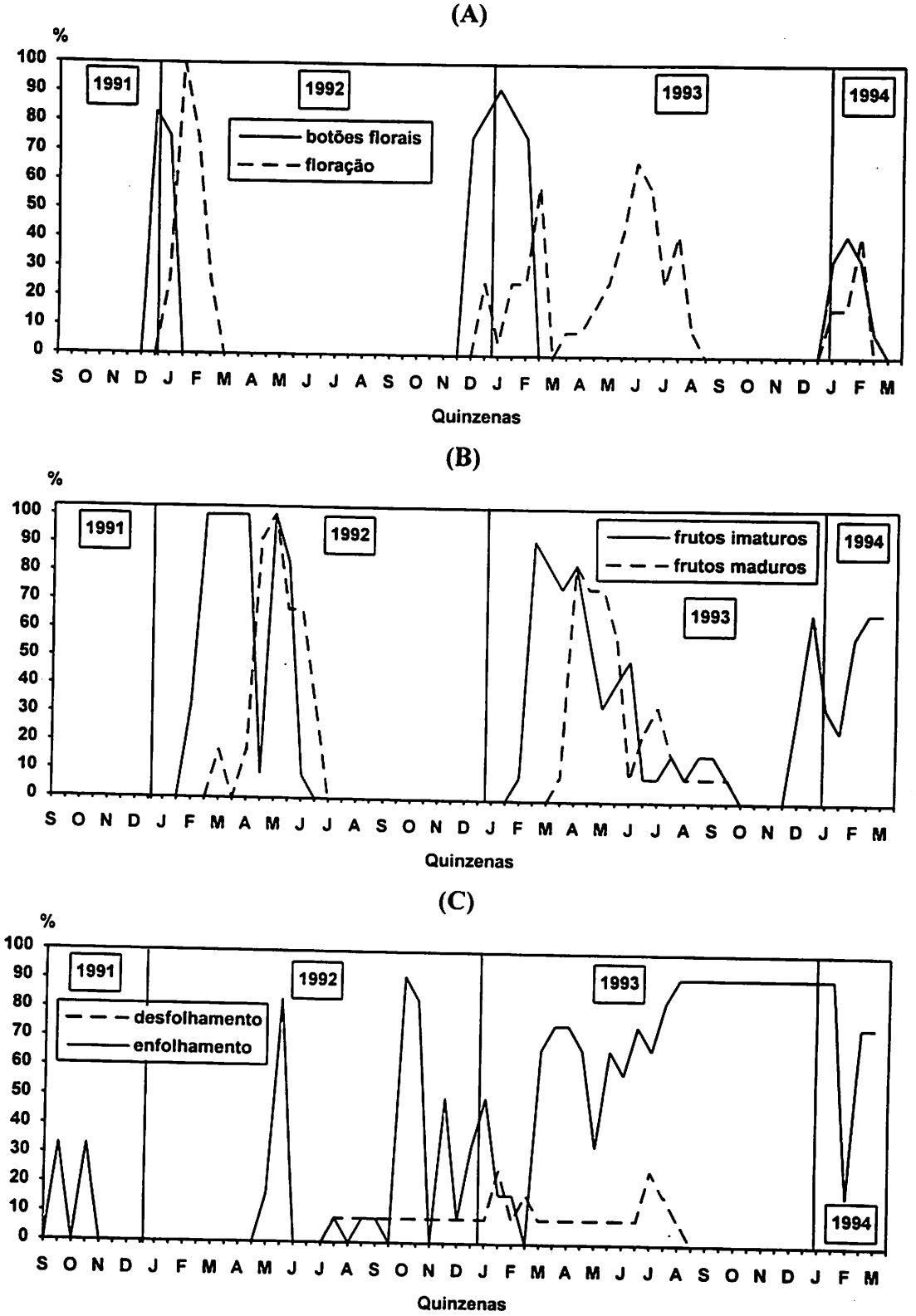


**FIGURA 6.** Fenofases de 12 árvores de *Miconia pepericarpa* expressas como percentagem de indivíduos por característica fenológica registrada quinzenalmente no período de setembro de 1991 a março de 1994 em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/enfolhamento. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.

Nenhum padrão claro de desfolhamento ou enfolhamento pôde ser verificado na Figura 6C. Parece ter havido dois períodos: o primeiro que vai até fevereiro de 1993 parece caracterizar-se por picos sucessivos de renovação foliar, ao passo que no segundo, que se segue, o processo parece que foi mais contínuo. É possível que a espécie apresente pulsos curtos de renovação foliar independentes da estação e que a fase contínua seja apenas fruto de distorções ocasionadas pela amostragem puntual.

### 2.3.4 Fenologia de *Xylopia brasiliensis*

A Figura 7 ilustra os resultados obtidos das observações fenológicas dos indivíduos de *Xylopia brasiliensis*. Pela figura 7A observa-se que a floração ocorre, de uma forma geral, entre setembro e março, sendo que a última temporada observada, outubro de 1993 a janeiro-fevereiro de 1994, apresentou uma menor proporção de indivíduos. O período de floração inicia-se geralmente um mês após o surgimento dos primeiros botões florais. Em 1993/1994 a floração foi proporcionalmente menor que nos outros dois anos.

A frutificação (Figura 7B) se dá de uma forma geral entre março e novembro, sendo que os últimos registros de frutificação iniciaram bem mais cedo, em 1993. A produção de frutos maduros foi inferior em 1993, em comparação com 1992. Os primeiros frutos imaturos são normalmente observados três meses após a primeira observação de floração, sendo que isto só não ocorreu na última temporada de frutificação.

O enfolhamento e desfolhamento da *Xylopia brasiliensis*, figura 7C, parece não seguir nenhum padrão sazonal, embora a curva de enfolhamento apresente algumas depressões durante a época seca do ano de 1992, e o início das chuvas naquele mesmo ano. Em 1993, porém, o comportamento foi diferenciado com a maioria dos indivíduos se reenfolhando o ano todo e, inclusive, apresentando alguns poucos indivíduos em desfolhamento total ou parcial.

## 2.4 DISCUSSÃO

### 2.4.1 Padrões reprodutivos

A exemplo do que encontrou Martins (1982) para a região de Santa Rita do Passa Quatro (SP), há uma grande variação entre o balanço hídrico das normais climatológicas e o balanço hídrico para um certo período de estudo, o que sugere que maiores cuidados devem ser tomados na utilização do balanço hídrico das normais para interpretação de fenômenos fenológicos. Os desvios meteorológicos mais acentuados no período estudado, foram a extraordinariamente alta precipitação

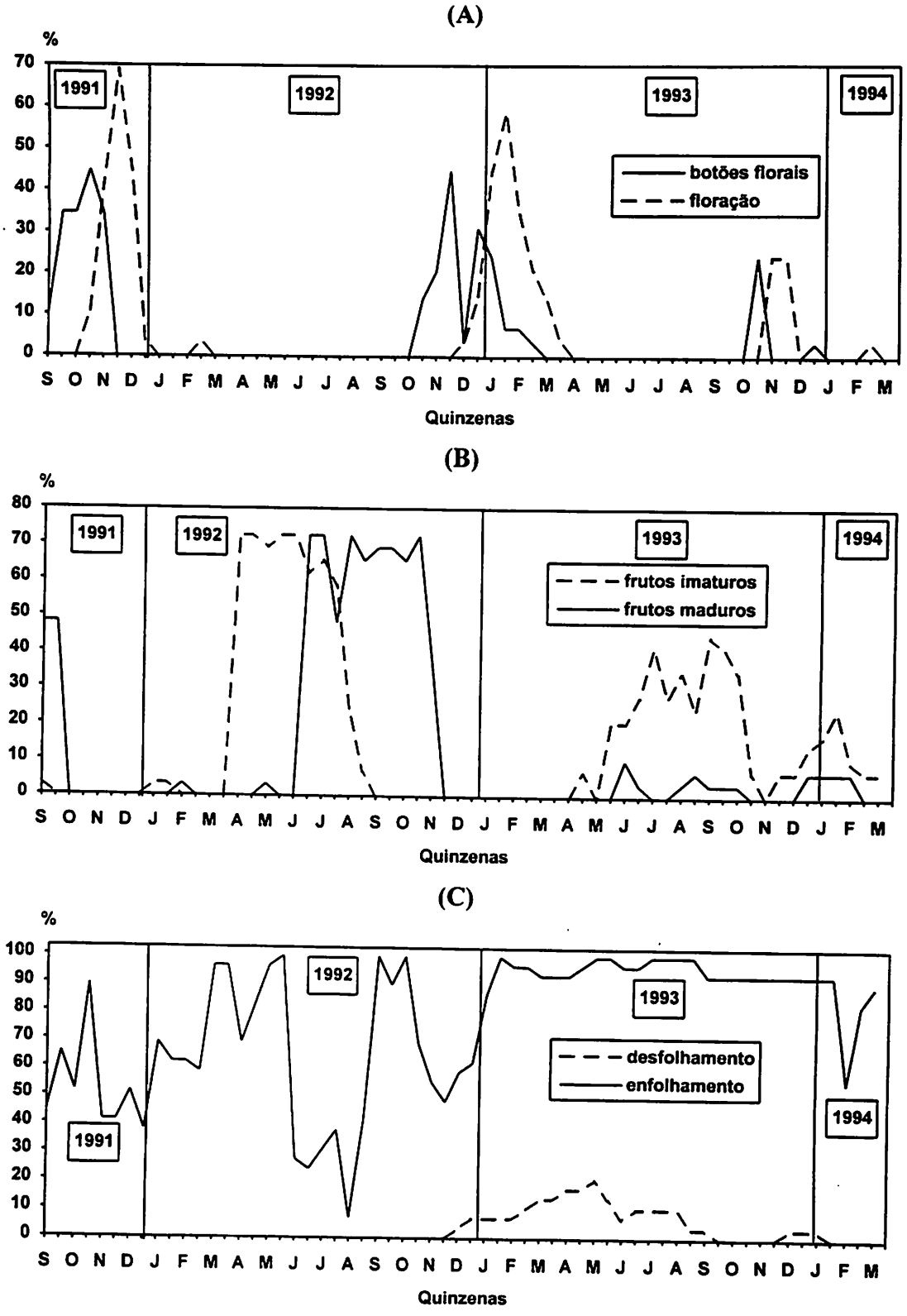


**FIGURA 7.** Fenofases de 29 árvores de *Xylopia brasiliensis* expressas como percentagem de indivíduos por característica fenológica registrada quinzenalmente no período de setembro de 1991 a março de 1994 em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. (A) floração, (B) frutificação e (C) desfolhamento/enfolhamento. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.

ocorrida em janeiro de 1992 e a maior duração do período de déficit hídrico em 1993, os quais podem ter influenciado de alguma maneira os padrões reprodutivos e de crescimento de algumas espécies. O período de floração mais curto em 1992 para *Miconia pepericarpa* e a menor proporção de indivíduos de *Xylopia brasiliensis* em floração e frutificação em 1993-1994, por exemplo, podem estar correlacionados, respectivamente, com o excesso de chuvas de janeiro de 1992 e a seca pronunciada de 1993.

Segundo Borchert (1983) o florescimento de espécies arbóreas tropicais que possuem inflorescências terminais —como é o caso de *Amaioua guianensis* e *Miconia pepericarpa*— ocorre em geral no período final da diferenciação celular da gema apical e depende de um sinal interno ou de uma mudança no ambiente. Já para o florescimento através de gemas laterais —que é o caso de *Xylopia brasiliensis* e *Copaifera langsdorffii*—, o autor afirma que este parece se dar após um período não definido de crescimento vegetativo; porém a duração e controle da indução de florescimento de gemas laterais não são conhecidos. Borchert (1983) diz ainda que, para muitas espécies tropicais, principalmente as que vivem sob clima sazonal, a floração é descontínua, sendo que a iniciação floral e a abertura das flores são separadas por um longo período. Para Reich e Borchert (1984), o florescimento pode ocorrer imediatamente após o crescimento sazonal das gemas ou, na maioria das árvores decíduas tropicais e temperadas, após o período de dormência do botão floral, quando as árvores estão desfolhadas. Os autores afirmam também que provavelmente a abertura de flores é relacionada com a perda de folhas e reidratação após um stress hídrico a qual é ocasionada por chuvas isoladas durante a estação seca ou pelo começo da estação chuvosa, muito embora a reidratação nem sempre induza a abertura de botões, para espécies de árvores tropicais.

Vários padrões fenológicos têm sido relatado na literatura. Janzen (1967) afirma que o pico de florescimento e frutificação das espécies arbóreas das florestas estacionais da América Central é o resultado da seleção para reprodução sexual na época mais oportuna do ano e que uma vantagem da floração e frutificação de certas espécies ocorrerem na época seca do ano é a otimização do uso de agentes polinizadores e dispersores, pois o menor número de espécies em floração e frutificação naquela estação diminui a competição entre elas. Corlett (1993), trabalhando numa região de Hong Kong que tem características tropicais a subtropicais, identificou dois padrões extremos: espécies que florescem no inverno, período de baixa precipitação, e frutificam no inverno seguinte e espécies que dão flor e desenvolvem os frutos num único verão. Alencar, Almeida e Fernandes (1979) encontraram numa floresta tropical úmida da Amazônia Central que algumas espécies floresceram e frutificaram a períodos regulares, outras de dois em dois anos, outras irregularmente e houve espécies que floresceram e frutificaram duas vezes no ano. Já Mantovani e Martins (1988) observaram num cerrado de Mogi Guaçu (SP) que algumas espécies emitiram flor antes da abcisão foliar, outras quando não havia folhas na planta e um grande número floriu na mesma época do brotamento. Corlett (1989) observou numa floresta úmida de Singapura que, após uma excepcional

seca ocorrida em fevereiro, mais de 150 espécies em 42 famílias floriram entre março e maio e frutificaram treze semanas depois. Janzen (1980) considera que muitos outros fatores poderiam selecionar para a sincronia ou assincronia na produção de flores, mas provavelmente os quatro principais são: a necessidade de polinização cruzada (sincronia em nível de população); a necessidade de florescer quando a maior parte dos polinizadores são ativos (sincronia a nível de comunidade), a necessidade de florescer e formar frutos na época em que se reduzem ao mínimo as interferências competitivas (sincronia em nível da comunidade com a estação seca) e a saciedade dos animais que se alimentam de sementes ou flores (sincronia em nível de estrato arbóreo, população e comunidade).

Devido a esta grande diversidade de padrões fenológicos entre as plantas de florestas tropicais a classificação dos mesmos é um grande desafio. Recentemente, Newstrom, Frankie e Baker (1994) propuseram um sistema classificatório baseado nos padrões de florescimento de plantas das florestas tropicais úmidas da Costa Rica. Os autores reuniram os padrões encontrados em apenas quatro categorias principais: (a) contínuo, quando o florescimento é interrompido apenas por períodos esporádicos e curtos; (b) sub-anual, quando há vários ciclos de florescimento imprevisíveis durante o ano; (c) anual, quando há um único episódio de florescimento durante o ano; e (d) supra-anual, quando o florescimento ocorre a intervalos maiores que um ano, sendo que estes podem ocorrer regularmente ou não.

A floração de *Amaioua guianensis* foi verificada após as primeiras chuvas ocorridas no final da estação seca de 1991, seguida da frutificação durante a estação chuvosa ou mesmo depois. A espécie não floresceu nos dois anos subsequentes, voltando a florir apenas em 1994, o que sugere que a mesma situa-se no grupo das supra-anuais, na classificação de Newstrom, Frankie e Baker (1994).

A tendência de florir no início da estação chuvosa parece ser bastante comum em regiões tropicais com clima sazonal, como observado na vegetação tropical semi-árida da Venezuela (Lampe et al. 1992), numa floresta decídua no México (Bullock e Solis-Magallanes, 1989); numa floresta pluvial tropical das Filipinas (Heidman, 1989), numa floresta ombrófila sub-montana de Santa Teresa (ES) (Jackson, 1978), numa floresta pluvial de Sumatra (Van Schaik, 1986), e numa floresta de altitude em Jundiaí (SP) (Morellato et al., 1989). A queda de folhas na estação seca nas florestas tropicais coincide com um primeiro pico de floração, de forma a permitir que a reprodução das árvores se complete, pois as reservas armazenadas, durante a queda das folhas seriam usadas na frutificação durante o período de chuvas (Janzen, 1980). Contudo é necessário cautela ao se relacionar fenofases reprodutivas com a estação chuvosa em florestas tropicais. Tutim e Fernandes (1993), por exemplo encontraram em florestas tropicais úmidas no Gabão uma correlação negativa consistente entre a frutificação e as temperaturas mínimas ocorridas na estação seca anterior às primeiras chuvas, e consideraram que este deve ser o principal fator ambiental relacionado com a

frutificação, ao invés da precipitação. Kinnaird (1992), por outro lado, verificou que a floração das espécies de uma floresta ribeirinha africana estava mais correlacionada com a seca causada pelo baixo nível do rio, enquanto que a frutificação mostrou-se mais influenciada pela competição por agentes dispersores. Há ainda padrões de floração desencadeados durante estações desfavoráveis. A floração de *Melanoxylon brauna*, em Viçosa (MG), por exemplo, ocorreu num período em que a precipitação e temperatura estavam em declínio, conforme verificaram Ramalho e Marangon (1989). Alencar, Ameida e Fernandes (1979), quando ao estudar a fenologia de 27 espécies na floresta tropical úmida da Amazônia Central, observaram que houve correlação entre o maior número de árvores iniciando a floração quando ocorreu menores valores de precipitação.

A floração e a frutificação para *Xylopia brasiliensis* ocorreu de forma periódica no período estudado, com botões florais, flores abertas, frutos imaturos e maduros em picos sequenciais. Embora o número de indivíduos em floração tenha sido crescente por duas quinzenas aproximadamente e a frutificação tenha ocorrido com flutuações desorganizadas, pode-se inferir que houve um sincronismo entre os indivíduos na fenologia reprodutiva da espécie. Portanto, de acordo com a classificação de Newstrom, Frankie e Baker (1994), a espécie é uma típica anual. A floração de *Xylopia brasiliensis* comportou-se de maneira semelhante à de *Amaioua guianensis* no referente à estação, ou seja, parece ser iniciada pelas primeiras chuvas. O fato de ter ocorrido uma proporção de indivíduos com botões florais e flores abertas semelhante em 1991/1992 e 1992/1993 e bem reduzida em 1993/1994, pode ter sido consequência do prolongado período de déficit hídrico de 1993, em comparação aos anos anteriores, o que provavelmente influenciou também a proporção de indivíduos em frutificação a qual foi bem inferior em 1993, em relação ao ano anterior.

A floração de *Miconia pepericarpa* apresentou-se, de uma forma geral, com pico máximo no meio da estação chuvosa do ano, e frutificação iniciando-se no final das chuvas, atingindo a maturação na estação seca. Morellato et. al (1989), reporta que na floresta mesófila de Jundiaí (SP), embora algumas espécies tenham sido diferentes, o pico de floração ocorreu na estação chuvosa para a maioria delas. Este resultado também foi encontrado por Dutra (1987) para algumas das 10 espécies estudadas no cerrado de Brasília. Embora *Miconia pepericarpa* tenha mostrado uma certa sazonalidade reprodutiva, o período de floração em 1993 foi de 8,5 meses enquanto nos anos tenha durado apenas 2,5 meses. A classificação da espécie no sistema de Newstrom, Frankie e Baker (1994) é difícil, uma vez que os registros de 1991/2 e 1993/4 sugerem padrão anual, ao passo que o de 1992/3 sugere padrão sub-anual. Os mesmos autores salientaram que o padrão sub-anual é o de mais difícil interpretação. O caso de *Miconia pepericarpa* é ainda mais complexo devido ao fato de que a floração mais longa de 1993 concidiu com um ano de deficit hídrico também mais prolongado. É razoável supor que condições de stress prolonguem a floração/frutificação da espécie, mas são necessários mais estudos para se fazerem inferências neste sentido.

O lapso na floração e frutificação de *Copaifera langsdorffii* e de *Amaioua guianensis* ocorrido durante o período de estudo, sugere uma certa tendência destas espécies em apresentar um padrão trienal de reprodução nas condições estudadas o que é confirmado por informações da equipe de coleta de sementes da UFLA*. Tais espécies seriam, portanto, típicas supra-anuais na classificação de Newstrom, Frankie e Baker (1994). Contudo, a melhor caracterização da extensão e periodicidade de seus intervalos reprodutivos necessitaria registros mais prolongados. Segundo Appanash (1985) a floresta de dipterocarpaceas do sudeste da Ásia apresenta um pulso de florescimento que às vezes pode ser separado por vários anos. Schulz (1960) observou nas florestas tropicais do Suriname que a frutificação bienal é uma característica da maioria das árvores das Lecythidaceae, Burseraceae e Leguminosae.

Segundo Janzen (1976), o significado adaptativo de uma determinada época de floração e produção de sementes pode estar relacionado com: (a) atividade de polinizadores e dispersores; (b) razões entre o desenvolvimento do fruto e das sementes; (c) comportamento de predadores de sementes; (d) opções por recursos dentro da planta e (e) exigências para germinação de sementes. O comportamento bienal de reprodução de algumas espécies deve estar correlacionado com uma menor velocidade no acúmulo dessas reservas ou como forma de evitar uma super-produção de plântulas ao redor da planta mãe, o que poderia acarretar um aumento na competição por nutrientes e água ou ainda aumentar a incidência maciça de predadores de sementes e outras pragas. É razoável supor que, no caso de *Copaifera langsdorffii* e *Amaioua guianensis*, a sincronicidade supra-anual se relacione tanto com o escape de herbívoros como com o acúmulo de reservas para reprodução durante o lapso.

### 2.4.2 Padrões de crescimento

Reich e Borchert (1984) citam três padrões de crescimento numa floresta tropical seca nas terras baixas de Costa Rica. Eles relatam que há árvores com brotação sincronizada entre indivíduos da população, árvores com brotação não sincrônica e árvores sempre verdes ou trocando folhas. Segundo Kramer e Kozlowski (1960), o crescimento é controlado por interações entre a hereditariedade e fatores ambientais operando dentro de condições e complexos processos internos. O enfolhamento reflete bem os ciclos de crescimento das árvores tropicais, já o desfolhamento segundo Janzen (1980), pode ocorrer devido a: (a) um aumento de sombra associado à competição dentro das e entre as copas; (b) prejuízo causados por herbívoros, vento ou queda de objetos; ou (c) seca com interrupções do período de crescimento.

O desfolhamento/enfolhamento de *Miconia pepericarpa* e *Xylopia brasiliensis* não teve uma sazonalidade distinta. O enfolhamento foi contínuo no período de estudos, sugerindo que ou os

---

* O. Mizael, comunicação pessoal 1994.

indivíduos são completamente assincrônicos com perda de folhas e emissão de folhas novas durante todo o tempo, ou existem grupos de indivíduos sincrônicos que se revezam assincronicamente na reposição foliar, de forma que sempre existam indivíduos nesta fenofase.

Segundo Porras (1991) a queda de folhas e crescimento de *Quercus* em Cartago, Costa Rica, ocorreu durante todo o ano, sendo que o desfolhamento se pronunciou mais durante a estação seca e o crescimento durante as chuvas. Em 1993 houve um certo número de indivíduos de *Xylopia brasiliensis* (chegando no máximo a 20%) que apresentaram desfolhamento parcial, o que aparentemente não pode ser correlacionado com stress hídrico, uma vez que o mesmo iniciou-se no período chuvoso, em dezembro de 1992, com o pico em maio de 1993. Desta forma, quando o período de déficit hídrico iniciou-se em abril de 1993 já havia ocorrido a fase de desfolhamento. Uma provável explicação para isto seria a relação desta fenofase com outros fatores ambientais, como encontrou Romero et al. (1987) para a fenologia de *Embotrium coccineun* na qual o incremento de área foliar e início e duração das diferentes fenofases se correlacionaram inversamente com a altitude e ao correspondente decréscimo de temperatura. É possível que o enfolhamento de *Xylopia brasiliensis* se correlacione, por exemplo, com a disponibilidade de água em camadas mais profundas do solo e, desta forma, o déficit hídrico prolongado de 1993 não teria afetado tais reservas hídricas.

Também a baixa proporção dos indivíduos de *Miconia pepericarpa* em desfolhamento no período de julho de 1992 a agosto de 1993 deve estar relacionada com algum distúrbio local como, por exemplo, a senescência, já que três indivíduos representam 25% do total amostrado. O enfolhamento não mostrou nenhum padrão característico, com alguns indivíduos com surtos de crescimento no início das chuvas de 1992 e, em 1993, uma crescente proporção de indivíduos durante todo ano, estabilizando-se no final, o que sugere uma leve tendência de enfolhamento no início ou final da seca ou ainda a relação com outros parâmetros ecológicos não detectados.

Já *Copaifera langsdorffii* apresentou um padrão de enfolhamento/enfolhamento claramente cíclico, com uma constante tendência a caducifolia ou semicaducifolia nas estações secas. Aide (1992) considera que a estação seca antes das primeiras chuvas é uma época de escape para a produção de folhas para *Hybanthus prunifolius*, pois, nesta época, ocorrem menores taxas de herbivoria. Para *Qualea grandifolia*, Paulilo e Felippe (1992) relatam que as folhas aparecem e crescem entre o final do período seco e início do período chuvoso, estando as folhas completas e prontas fotossinteticamente no período chuvoso. Borchert (1980), estudando a fenologia de *Erytrhyna poeppigiana* em São José da Costa Rica observou que, durante a estação seca, a senescência e consequentemente a queda de folhas foram aumentadas pelo déficit hídrico na árvore. Com a queda de folhas, o déficit hídrico foi aliviado e ocorreu emergência de brotos. O aumento do stress hídrico pode tornar secundário o sincronismo de certas fases do ritmo endógeno básico com mudanças sazonais climáticas. As consequências do stress hídrico, segundo Landsberg (1986),

podem variar em relação à duração do baixo potencial e a severidade do stress. Em suma, a mais comentada consequência é o fechamento dos estômatos (resultado do baixo turgor das células da folha), o que reduz a fotossíntese e assim reduz o crescimento e também a mudança das concentrações de reguladores de crescimento.

Mantovani e Martins (1988) observaram que a maioria das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu (SP), perdem as folhas nos meses em que há uma diminuição da pluviosidade, sem que ocorra deficiências hídricas. Entres as poucas espécies que permaneceram com folhas nesta época estava *Copaifera langsdorffii* porque, segundo os autores, a mesma possui glândulas nas folhas e esta estrutura poderá funcionar como mecanismo de defesa contra a herbivoria. Segundo os autores, a abcisão foliar e a morte dos ramos de brotamento das plantas anuais estão relacionadas com diminuição da temperatura, da disponibilidade de água no solo, do fotoperíodo e da umidade relativa do ar. Com o aumento da disponibilidade hídrica no solo, há uma diluição de compostos inibidores de crescimento nas plantas e a produção de certas substâncias que controlam o crescimento é inibida pelo comprimento do dia. Nascimento, Villela e Lacerda (1990) observaram que a sincronia de um rápido crescimento inicial das folhas de duas espécies do cerrado de Cuiabá (MT), *Vochysia rufa* e *Curatella americana*, após o término da estação seca parece ser uma estratégia contra a herbivoria, uma vez que, neste período, a incidência de herbívoros é menor.

## 2.5 CONCLUSÕES

- *Amaioua guianensis* apresentou floração no início da estação seca e frutificação do final da estação chuvosa até o final da estação seca, com sincronismo entre indivíduos. De acordo com o que foi observado a espécie tende a ser supra-anual com crescimento contínuo.
- *Copaifera langsdorffii* apresentou uma tendência a ter um comportamento supra-anual com relação à reprodução e a ser uma espécie caducifólia com perda parcial de folhas na estação seca.
- *Miconia pepericarpa* apresentou floração na estação chuvosa, com frutificação iniciando-se no final da mesma e estendendo-se pela estação seca. A reprodução da espécie varia entre anual e sub-anual. O enfolhamento não apresentou nenhum padrão claro.
- A floração de *Xylopia brasiliensis* tendeu a se iniciar após as primeiras chuvas, com um longo período de frutificação iniciando-se no final da estação chuvosa e estendendo-se pela estação seca. A espécie apresenta padrão anual de reprodução. O enfolhamento foi constante, com uma maiores proporções no início e fim da estação seca.

- Houve uma certa relação entre a disponibilidade hídrica e algumas fenofases, principalmente a floração e frutificação de *Xylopia brasiliensis* cujas proporções parecem ter sido influenciadas pelo déficit hídrico mais prolongado ocorrido em 1993.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


AIDE, T.M. Dry season leaf production: an escape from herbivory. **Biotropica**, Kansas, v.24, n.4, p.532-537, 1992.

ALENCAR, J. DA C.; ALMEIDA, R.A. DE; FERNANDES, N.P.. Fenologia de espécies florestais em florestas tropicais úmida de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v.9, n.1, p.163-197, mar. 1979.

ANDRADE, B.M.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; SOARES, A.R. Pollination and breeding system of *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae) in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, 1995. (no prelo)

APPANASH, S.. General flowering in the climax rain forests of South-east Asia. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, v.1, p.225-240, 1985.

BORCHERT, R.. Phenology and control of flowering in tropical trees. **Biotropica**, Kansas, v.15, n.2, jun. 1983.

BORCHERT, R.. Phenology and ecophysiology of Tropical Tress *Erythrina poepigiana* O. F. COOK. **Ecology**, New York, v.65, n.5, p.1065-1074, out. 1980.

BULLOCK, S.H.; SOLIS-MAGALLANES, J.A. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, Kansas, 1989.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1994. 640p.

CORLETT, R.T. Flora and reproductive phenology of the rain forest at Bukit Timah, Singapore. **Journal Tropical Ecology**, Aberdeen, 1989.

CORLETT, R.T.. Reprodutive phenology de Hong Kong shrubland. **Jornal of Tropical Ecology**, Aberdeen, v.9, p.501-510, 1993.

CORRÊA, M.P.. **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exoticas Cultivadas**. Brasília, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Ministério da Agricultura, 6 v., 1984.

DUTRA, R. de C.. Fenologia de dez espécies arbóreas nativas do cerrado de Brasília-DF. **Brasil Florestal**, Brasília, n.67, p.23-41, out./nov./dez. 1987.

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

FOURNIER, L.A.; 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**, Turrialba, v.25, n.1, 1975.

HARPER, J.L. The regulation of numbers and mas in plant populations. In: LEWONTIN, R.C.E.D. **Population Biology and Evolution**. Syracuse University Press, 1968. p. 139-158.

HEIDEMAN, P.D.. Temporal and spatial variation in the phenology of flowering and fruiting in a tropical rainforest. **Journal of Ecology**, New York, v.17, p.1059-1079, 1989.

JACKSON, J.F. Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brasilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, Kansas, v.10, n.1, mar. 1978.

JANZEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. Tradução de James Robert Coleman, revisão técnica de Antonio Lamberti. São Paulo: EPU, ed. da Universidade de São Paulo, 1980. 79p. (Temas de biologia, vol. 7).

JANZEN, D.H. Seedling patterns of tropical trees...In: LINSON, P.B. TOMM; ZIMERMANN (eds). **Tropical trees as living systems**. Cambridge: Univ. Press, 1976. p.88-128.

JANZEN, D.H.. Syncronization of sexual reprodution of trees within the dry seazon in Central America. **Evolution**, New York, v.21, p.620-637, 1967.

KINNAIRD, M.F.. Phenology of Flowering and Fruting of an Est African Riverine Forest Ecosystem. **Biotropica**, Kansas, v.24, n.2a, p.187-194, 1992.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of trees**. New York: Mcgraw-Hill Book Company, 1960. 642 p.

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

LANDSBERG, J.J. **Physiological ecology of forest production**. London: Academic press, 1986. 198p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa - SP: Ed. Plantarum, 1992. 368p..

MANTOVANI, W.; MARTINS, F.R.. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.11, n.1/2, p.101-112, dez. 1988.

MARTINS, F.R. O balanço hídrico seqüencial e o caráter semidecíduo da floresta do Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, v.43, n.170, p.353-391, 1982.

MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. DE F.; JOLY, C.A.. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.12, n.1/2, p.85-98, dez. 1989.

NASCIMENTO, M.T.; VILLELA, D.M.; LACERDA, L.D. DE. Foliar growth, longevity and herbivory in two "cerrado" species near Cuibá, MT, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.13, n.1, p.27-32, jul. 1990.

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

OLIVEIRA FILHO, A.T.; CAMISÃO-NETO, A. A.; VOLPATO, M. M. L. Structure and dispersion of four tree populations in an area of montane semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Biotropica**, Kansas, 1995. (no prelo)

OLIVEIRA FILHO, A.T.; RATTER, J.A. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v.53, n.2, 1995. (no prelo)

OLIVEIRA FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M.DE. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.17, n.2, p.167-182, dez. 1994.

PAULILO, M.T.S.; FELIPPE, G.M.. Crescimento de folhas de árvores de *Qualea grandiflora* Mart.. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.15, n.2, p.85-93, dez. 1992.

PORRAS, R.C.. Fenologia de *Quercus seenannii* Lieb. (Fagaceae) en Cartago, Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical**, Costa Rica, v.39, n.2, p.243-248, 1991.

RAMALHO, R.S.; MARANGON, L.C.. Características fenológicas de *Melanoxylon brauna* Schott., em Viçosa-Minas Gerais. **Revista Arvore**, Viçosa, v.13, n.2, p.203-209, 1989.

REICH, P.B.; BORCHERT, R.. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v.72, p.61-74, 1984.

ROMERO, M.M.; RIVERSOS, M.; COX, C.; ALBERDI, M.. Growth dynamics and phenology of *Enbothriun coccineum* forest at different altitudes. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.10, n.2, p.139-145, dez. 1987.

SCHULZ, J.P. **Ecological studies on the rain forest of northern Surinam. The vegetation of Surinam**. Amsterdam: North-Holland., 1960. V.2.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J.L. DO. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1986. 374p.

TUTIN, C.E.G.; FERNANDEZ, M.. Relationships between minimun termperature and fruit production in some tropical forest trees in Gabon. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, v.9, p.t. 2, p.241-248, maio 1993.

VAN SCHIK, C.P.. Phenological changes in a Sumatran rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, v.2, p.327-347, 1986.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1991. 123p.

WHITE, L.J.T.. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, v.10, parte 3, p.289-312, Aug. 1994.

# CAPÍTULO 3
# VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA MONTANA EM LAVRAS, MG.

## 3.1 INTRODUÇÃO

A serapilheira, um dos mais importantes componentes de um ecossistema florestal, compreende o material precipitado ao solo pelo biota, o que inclui principalmente folhas, ramos, frutos, raízes, galhos, flores, resíduos animais. Uma importante função do material restituído ao solo pelos vegetais e animais de um ambiente florestal é o restabelecimento das condições químicas e físicas do solo, o que vai permitir que os vegetais e animais se mantenham, desenvolvam e reproduzam, completando seus ciclos e dando continuidade à vida, o que pode representar bens e serviços para o homem. Entre os vários modos de transferência de nutrientes, a queda de serapilheira é o mais importante, principalmente para a ecologia florestal, no que diz respeito aos efeitos sobre o solo, manutenção da qualidade do sítio e da produtividade (Koehler, 1989). Segundo Salas (1987), os estudos da serapilheira incluem as seguintes partes: (a) quantidade de resíduos vegetais incorporados via serapilheira; (b) composição química; (c) processo de decomposição e mineralização da matéria orgânica; (d) liberação de gases (CO2) e bioelementos.

Estudos sobre a produção de serapilheira tem sido feitos por diversos autores em diferentes localidades geográficas na tentativa de identificar padrões correlacionados com variáveis ambientais e ecológicas. Porém, tais estudos tem-se deparado com um importante obstáculo, que é a comparabilidade de dados, assunto bastante discutido por Proctor (1988). No entanto, vários estudos tem encontrado padrões gerais da distribuição da queda de serapilheira no decorrer do tempo e no espaço físico das florestas correlacionados com a precipitação, temperatura, disponibilidade de luz e umidade no solo (Morellato-Fonzar 1987; Lam e Dudgeon, 1985; Thompson et al., 1992; Martínez-Yrízar e Sarukhan, 1990). A estrutura vertical e horizontal da vegetação e a composição e distribuição das espécies também podem ser importantes (Lowman, 1988).

O presente estudo teve como objetivo específico verificar a variação da produção de serapilheira no tempo e no espaço em uma área de floresta semidecídua montana em Lavras, Minas Gerais, ao longo de 29 meses —outubro de 1991 a março de 1994— de uma forma geral (serapilheira total) e em separado para duas espécies, *Xylopia brasiliensis* e *Copaifera langsdorffii*.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 A área de estudo

A área de estudo é descrita em detalhe no item 2.2.1. Das 25 parcelas utilizadas no estudo de fenologia (CAPÍTULO 2) apenas as nove parcelas centrais foram utilizadas para o estudo da produção de serapilheira (Figura 2).

### 3.2.2 As espécies

Os estudos da produção de serapilheira foram realizados sob dois aspectos: produção da serapilheira total e produção de serapilheira de duas espécies em particular: *Copaifera langsdorffii* e *Xylopia brasiliensis*. Estas espécies estão descritas no item 2.2.3.

### 3.2.3 Metodologia

Em cada canto das nove parcelas de 20 x 20 m e a 5 m de distância das bordas, foram instalados coletores de madeira de 0,5 x 0,5 m (Figura 2) com fundo de tela tipo sombrite 50%, e profundidade de 0,10 m. Os coletores foram sustentados por mourões tratados com 0,30 m de altura do piso florestal. Os 36 coletores receberam visitas quinzenais quando então efetuou-se a coleta do material depositado sobre a tela. O material foi acondicionado em sacos de plástico, etiquetados e conduzidos ao laboratório. No caso de galhos ou outros materiais que ultrapassavam as bordas dos coletores, os mesmos sofreram uma quebra de modo que só se recolheu o material disposto sobre a área telada.

Todo material recolhido foi seco à temperatura ambiente e posteriormente triado nas seguintes frações: flores, frutos abertos, frutos fechados, sementes e folhas, para as duas espécies selecionadas; e flores, propágulos, material lenhoso, folhas e resíduos de origem animal (incluindo fezes), para o material remanescente. Após a triagem, o material foi acondicionado em sacos de papel de 12,8 x 7,0 cm, etiquetados e levados em estufa com circulação de ar a 65°C por 50 horas, o que se mostrou suficiente para atingir o peso constante. Após esta secagem final, o material foi pesado em balança analítica.

A produção de serapilheira por quinzena durante o período de estudos foi analisada em diagramas contendo a representação da média aritmética mais o desvio padrão. A produção de serapilheira nos anos de 1992 e 1993 foi comparada mês a mês e para os totais anuais por meio de teste de T de Student para amostras pareadas. Foram também feitas comparações entre a produção de serapilheira entre as nove parcelas amostrais por meio de ANAVAS, tanto para a serapilheira total

como para as duas espécies selecionadas. Foi ainda aplicado um teste de correlação entre a produção de serapilheira total, e a área basal e número de indivíduos (árvores com DAP > 5 cm) utilizando-se o modelo linear. Tais análises foram feitas para a comunidade e serapilheira total bem como para as duas espécies selecionadas. Todos as análises foram feitas de acordo com Sokal e Rohlf (1981).

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.3.1 Variação temporal da produção de serapilheira

#### 3.3.1.1 Produção total de serapilheira

A produção estimada de serapilheira da área de estudo foi de 7,768 ± 2,388 t/ha/ano, um pouco menor à que foi encontrada para uma floresta semidecídua montana em Jundiaí (SP) que foi de 8,6 t/ha/ano (Morellato 1992), à produção da Floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro, que foi em média de 8,9 t/ha/ano (Oliveira e Lacerda 1993) e à produção de uma floresta semidecídua sub-montana em Anhembi (SP) que foi de 8,8 ± 0,992 t/ha/ano (Cesar, 1993). Embora as metodologias empregadas tenham diferido um pouco, pode-se inferir que a produção de serapilheira da Reserva Florestal da UFLA encontra-se no contexto de outras formações florestais da Região Sudeste do Brasil.

A distribuição da produção quinzenal de serapilheira, durante o período de estudo, está representada na Figura 8(A). Verificou-se de uma forma geral, uma maior produção de serapilheira entre setembro e fevereiro sendo que no período seco ela tende a diminuir. Este padrão foi bem contrário ao observado em estudos semelhantes conduzidos em florestas tropicais com regime sazonal de chuvas, como, por exemplo, o de Dantas e Philipson (1989), em Capitão Poço, Pará; o de Scott, Proctor e Thompson (1992), na Ilha de Maracá, Roraima; o de Boinskis (1989), na Costa Rica; e o de Songwe, Fasehun e Okali (1988), em Camarões, África, os quais encontraram maior produção de serapilheira durante os meses mais secos do ano. Em geral, para florestas tropicais estacionais, uma maior produção de serapilheira é esperada no final da estação seca, o que seria ocasionado pelo déficit hídrico desta estação (Cesar 1993; Scott, Proctor e Thompson, 1992). Contudo, a umidade pode influenciar a produção de serapilheira por meio não só da distribuição das chuvas, mas também por outros fatores locais, particularmente a topografia. Martínez-Yrízar e Sarukhan (1990), trabalhando em dois sítios de uma floresta decídua no México, encontraram uma produção de 6,58 ± 0,6 t/ha/ano, no sítio mais baixo, e 3,95 ± 0,16, para o mais alto, com as maiores produções também ocorrendo no período seco.

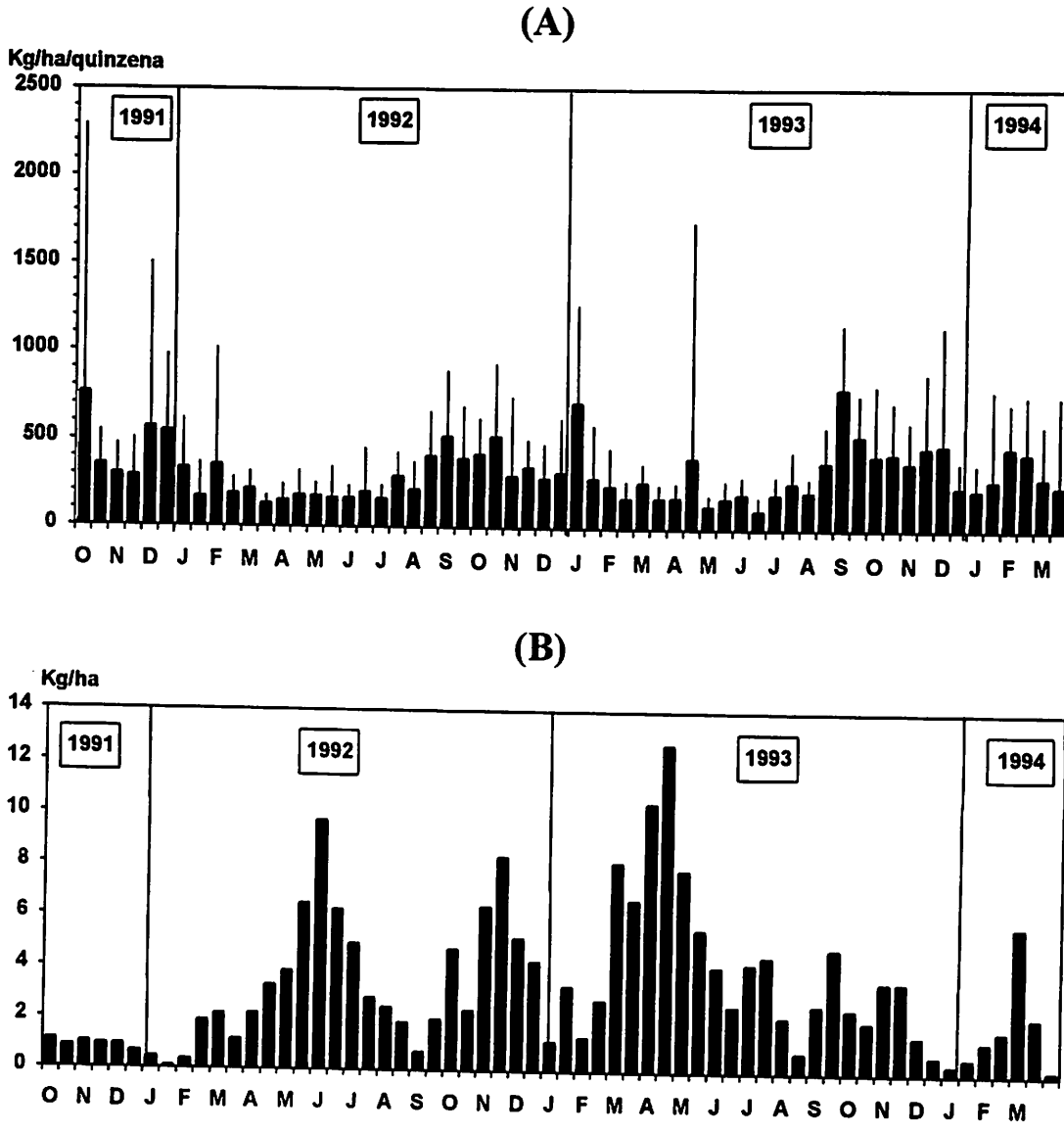


**FIGURA 8.** Produção quinzenal de serapilheira total no período de outubro de 1991 a março de 1994 em uma área de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG. Dados obtidos de 36 coletores de 0,25 $m^2$: Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena. (A) Fração vegetal da serapilheira: as colunas representam a média aritmética e as linhas verticais representam o limite superior do desvio padrão. (B) Fração de origem animal: as colunas representam os totais obtidos nos coletores.

No entanto, outros padrões de produção de serapilheira têm também sido encontrados para florestas tropicais estacionais. Burghouts, Campbell e Koderman (1994), por exemplo, encontraram em uma floresta da Malásia dois picos anuais de queda de serapilheira, um na estação seca e outro na estação chuvosa. Eles consideraram a umidade do solo como o fator mais determinante do referido padrão. Ao que parece, em alguns casos, a sazonalidade da produção de serapilheira pode estar positivamente correlacionada com a precipitação muito mais devido ao fator mecânico —impacto da chuva, vento, raios e outros— do que uma periodicidade fisiológica que determine a queda sazonal de folhas, que é a fração dominante da serapilheira total (Veneklaas, 1991). Desta forma, na área de estudo, a maior queda de serapilheira durante a estação chuvosa. pode estar associada ao período de renovação foliar mais intensa, com perda de folhas velhas à medida que os ramos crescem, bem como à maior queda de material lenhoso, intensificada pela ação das chuvas, ventos e raios. Uma melhor compreensão do processo exigiria estudos detalhados das espécies em particular, incluindo as lianas, uma vez que o padrão de renovação foliar parece variar muito entre elas (vide itens 2.4.2, 3.3.1.3 e 3.3.1.4).

A Figura 8(B) mostra a distribuição da fração resíduo de origem animal obtida dos coletores no período de estudo, para o qual foi observada uma média geral de 0.08 t/ha/ano. No ano de 1992 observam-se nitidamente dois picos de produção desta fração. A produção aumentou gradualmente até o pico seguinte, na primeira quinzena de junho, e decaiu até a primeira quinzena de setembro. Logo após inicia se uma nova escalada até a segunda quinzena de novembro, seguida de decréscimo até janeiro de 1993. Em 1993 o aumento na produção da fração animal vai até a segunda quinzena de abril onde atinge o pico máximo e posteriormente decresce até a segunda quinzena de agosto onde atinge o peso mínimo. De setembro de 1993 a janeiro de 1994 ocorre um novo ciclo porém com menores pesos e picos menos definidos. Desta forma, de uma maneira geral, parece ocorrer dois picos durante o ano na precipitação de material de origem animal, um entre o final da estação chuvosa e início da estação seca e outro após as primeiras chuvas.

Embora não se tenha descriminado a composição do material animal, observou-se que o mesmo era composto predominantemente de fezes, sendo estas acompanhadas, de longe, de restos de invertebrados, como exo-esqueletos e membros de artrópodes. Restos de vertebrados, como penas e pelos, perfizeram um montante negligível. Portanto, este material constitui-se, em sua maioria, de restos de insetos em atividade de herbivoria, conforme observaram também Martínez-Yrízar e Sarukhan (1990) numa floresta tropical decídua no México. Estes autores constataram também que os restos de invertebrados em seus levantamentos foram mais importantes na estação chuvosa, o que indica um aumento na atividade de insetos herbívoros no período. Lam e Dudgeon (1985) também verificaram que o nível de herbivoria cai sazonalmente com o aumento da queda de folhas. Delinger (1980) encontrou uma variação sazonal do pico de abundância de insetos de ano para ano na Malásia, sugerindo uma dependência das variáveis ambientais por parte dos insetos fitófagos e himenópteros

parasitas. O período de reenfolhamento das plantas é, em geral, o preferível para a herbivoria devido à maior disponibilidade de folhas tenras e, portanto, o final da seca e início das chuvas, que é a época de crescimento massivo de folhas novas nas florestas tropicais, pode ocasionar um aumento na atividade de herbivoria.(Lowman, 1992; Boinski, 1989). Desta maneira, na área de estudo, o pico de produção de material animal do início das chuvas coincide com uma tendência geral, mas o do período seco é um padrão incomum. Este último poderia estar relacionado com a maior mortalidade de insetos durante a estação menos favorável, enquanto o primeiro dependeria mais da maior herbivoria no verão. Como isto implicaria em maiores proporções de fezes no segundo caso, é possível que o pico de verão se apresente menos pronunciado que o de inverno devido à lavação das fezes dos coletores pelas chuvas. Contudo, isto só poderia ser confirmado se as duas frações (fezes e restos de artrópodes) tivessem sido discriminadas.

3.3.1.2 Produção total de serapilheira por fração

A Figura 9 representa distribuição da produção de serapilheira ao longo do período de estudos para cada fração triada (flores, propágulos, folhas e material lenhoso) estimada em Kg/ha/quinzena.

De uma forma geral, a queda de flores (0,17 t/ha/ano) apresenta valores mais baixos que as demais frações. A fração flores representa aproximadamente 2% da produção total de serapilheira pela floresta. Valores próximos foram encontrados por Morellato (1992) na floresta semidecídua montana de Jundiaí (SP), onde a queda de flores foi de 0,5 t/ha/ano, e por Cesar (1993) numa floresta semidecídua sub-montana de Anhembi (SP), onde foi de 1,37 % da serapilheira total. Na área de estudos, a floração tende a ser maior no final do ano, entre novembro de 1991 e janeiro de 1992, e segunda quinzena de novembro a dezembro de 1992 e da segunda quinzena de setembro a dezembro de 1993, portanto do final da estação seca ao início das chuvas. Jackson (1978) encontrou, em uma floresta ombrófila sub-montana em Santa Teresa (ES) um padrão de sazonalidade semelhante, com um maior número de espécies florindo do final da estação seca ao início da estação chuvosa, e afirma que este padrão é bem típico de florestas tropicais. Também Scott, Proctor e Thompson (1992), registraram na floresta de terra firme da ilha de Maracá (RR) um pico de flores e frutos no início da estação úmida. Segundo Cesar (1993), vários autores tem relatado um aumento significativo da floração a partir da transição entre estação seca e início da chuvosa para regiões tropicais e subtropicais. No entanto Smith-Ramírez e Armesto (1994), estudando os padrões de florescimento e frutificação de uma floresta temperada no Chile, relatam que a fenologia reprodutiva foi fortemente induzida pela sazonalidade climática, mas que outras variáveis ecológicas, como modo de polinização e dispersão, foram mais correlacionadas com o pico de florescimento e polinização.

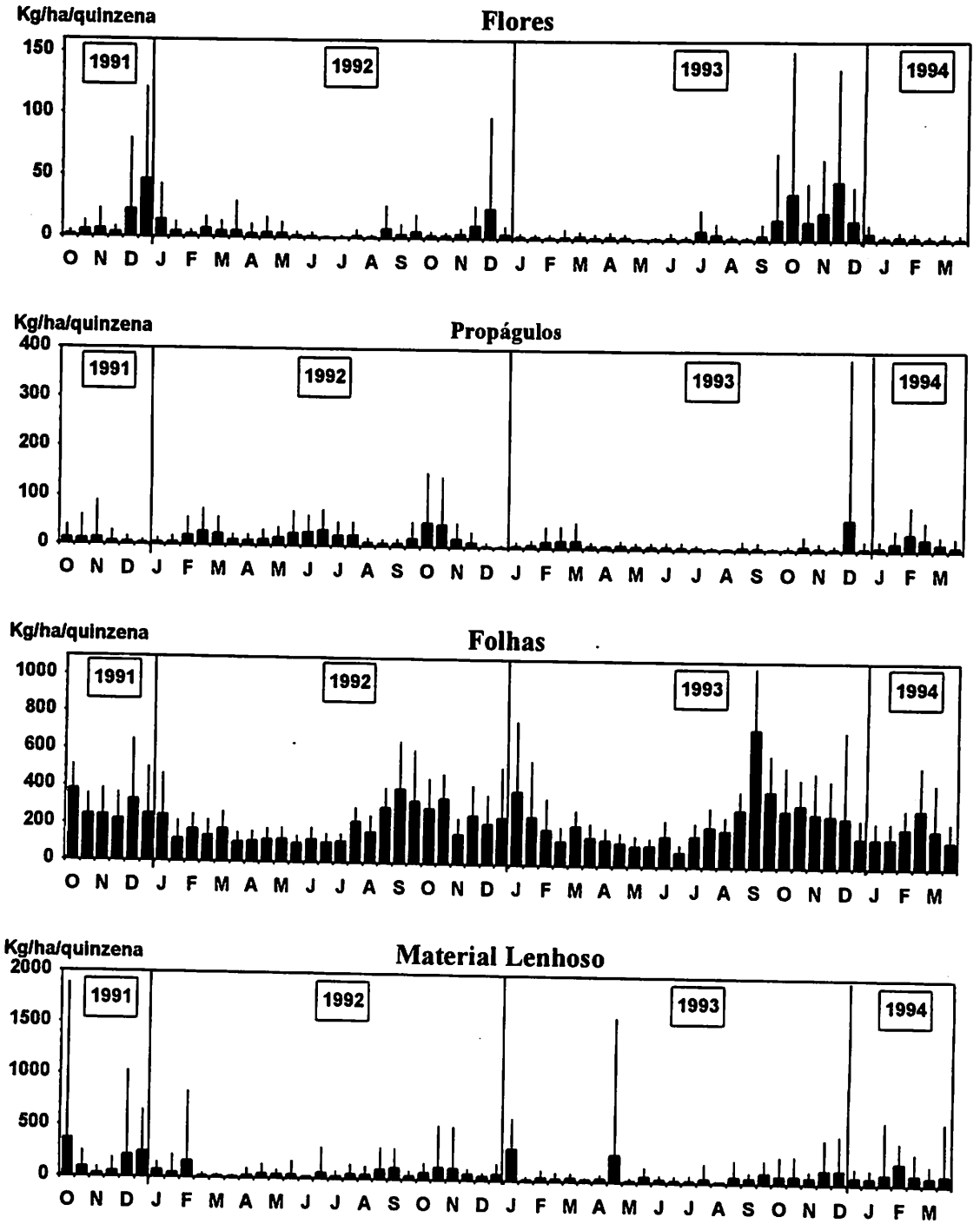


**FIGURA** Produção quinzenal de quatro frações da serapilheira total no período de outubro de 1991 março de 1994 em uma área de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG. Dados de 36 coletores de 0,25 m²: as colunas representam a média aritmética e as linhas verticais representam o limite superior do desvio padrão. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.

Contudo estes fatores não foram objeto do presente trabalho e, portanto, não são possíveis inferências neste sentido.

A fração propágulos, com uma produção de 0,33 t/ha/ano, é responsável por 4% da serapilheira total e aparece com picos sequenciais em relação aos de floração (Figura 9). Mais uma vez, estes valores são próximos aos encontrados para outras florestas do Sudeste do Brasil. A produção de frutos e sementes encontrada por Cesar (1993) em Anhembi (SP) foi de 0,55 t/ha/ano, correspondente a 6,21% da serapilheira total, enquanto Morellato (1992) encontrou uma produção de 0,4 t/ha/ano de frutos, correspondente a 4,65 % da serapilheira total. Um aumento na queda de propágulos parece ocorrer no início da estação chuvosa dos três anos, com alguma variação na posição dos picos. Em 1992 três picos podem ser observados, provavelmente como resultado da floração nos meses anteriores. Pode ser observado também que, em 1993, a produção de propágulos foi em geral mais baixa, provavelmente como resultado do déficit hídrico mais pronunciado naquele ano. Segundo White (1994), o padrão de queda de frutos na reserva de Lopé, no Gabão, depende do modo de dispersão da espécie, mas parece haver uma tendência de baixa produção na época seca com um ou mais picos na estação chuvosa.

A fração folhas, 5,33 t/ha/ano, representou aproximadamente 69 % da serapilheira total no presente estudo. Folhas são o principal componente da serapilheira total, em termos de quantidade, como pôde ser constatado por Morellato (1992), em uma floresta semidecídua montana, em Jundiaí (SP), onde representou 64% do total e por Cesar (1993) em uma floresta mesófila semidecídua em Anhembi (SP), onde esta fração representou aproximadamente 65 % da serapilheira total. Fora do Sudeste Brasil valores semelhantes também foram encontrados por Songwe e Okali (1988), na Reserva Florestal de Bakindu, Camarões, onde foi de 66%, e por Scott, Proctor e Thompson (1992), na Ilha de Maracá (RR) onde foi de 68%. A distribuição da queda de folhas na área de estudos apresenta uma sazonalidade bem mais marcada que outras frações, com dois picos ocorrendo durante o ano, um por volta de setembro, portanto no final da estação seca, e outro após o período de reposição de água no solo, entre dezembro e janeiro. Pogiani e Monteiro Junior (1990) observaram numa floresta semidecídua em Piracicaba (SP) que a maior queda de folhas ocorreu nas épocas secas de três anos consecutivos. Jackson (1978), ao contrário, observou uma queda de folhas máxima durante o período de alta precipitação e temperatura e mínima na estação seca, numa floresta ombrófila sub-montana em Santa Teresa (ES). Veneklaas (1991) encontrou 4,61 t/ha/ano para uma floresta tropical úmida a 2550 m de altitude e 2,82 t/ha/ano para outra a 3370 m na Colômbia e não observou uma sazonalidade pronunciada na produção de serapilheira pela floresta. A queda de folhas, na área de estudo, pode ter alcançado um primeiro pico no final da estação seca como resposta ao agravamento do stress hídrico, encontrando como alternativa a queda de folhas para reduzir a perda por transpiração. Já o segundo pico, no início das chuvas, coincide com a época de renovação foliar,

quando, provavelmente, há perdas de folhas velhas à medida que se produzem folhas novas na extremidade dos ramos em crescimento.

A fração material lenhoso da serapilheira, com 2,01 t/ha/ano, representou aproximadamente 25% da produção total. Esta fração aparece com o padrão mais confuso, apenas com uma ligeira tendência a aumentar nos meses em que ocorrem a maiores pluviosidade, possivelmente devido a ação mecânica das chuvas e vento sobre o dossel. A mesma tendência foi relatada por Lowman (1988) para uma floresta subtropical da Austrália. Segundo Lam e Dudgeon (1985) a produção de material lenhoso foi bastante contínua numa floresta mista de Hong Kong, sendo correlacionada com temperatura e stress hídrico, que podem ser importantes fatores influenciando a morte de galhos, o que, no entanto, requer um período de 2-4 meses para manifestar seus efeitos. Este fator também pode ter influenciado a queda de galhos no presente caso, pois a maioria dos picos ocorreram dentro do prazo de 2-4 meses após o final do período de déficit hídrico. Uma grande queda de material lenhoso ocorreu porém durante a segunda quinzena de abril de 1993, o que mostra um pouco de aleatoriedade no processo. Fatos como este podem estar ligados a tempestades excepcionais.

3.3.1.3 Produção total e por fração de serapilheira de *Xylopia brasiliensis*

A produção de serapilheira de *Xylopia brasiliensis* (0,637 t/ha/ano) corresponde a 8,11 % da produção total de serapilheira. Esta espécie possui uma densidade de 2,3 % na Reserva florestal e uma dominância em área basal de 4,11 % (Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1994), o que permite inferir que trata-se de uma espécie relativamente produtiva no contexto da comunidade em termos de serapilheira. A distribuição da produção de serapilheira pelas frações flores, propágulos (frutos abertos, fechados e sementes) e folhas ao longo do período de estudo está representada na Figura 10.

A queda de flores concentrou-se entre o final da estação seca e o início da estação chuvosa, tendo ocorrido entre outubro e janeiro de 1991, com um pico na primeira quinzena de dezembro, entre julho e outubro de 1992, com uma baixa produção em relação aos outros anos, e entre outubro e dezembro de 1993, quando atingiu um grande pico na segunda quinzena de dezembro. Com relação à fenologia desta espécie, apresentada no Capítulo 2, verifica-se que as florações de 1991 e 1993 ocorreram simultaneamente à queda de flores na serapilheira. No entanto, entre julho e setembro de 1992 foi registrada a queda de um pequeno número de flores desta espécie apesar de não terem sido registrados indivíduos em fase de floração no trabalho de fenologia. O inverso pode ser observado de dezembro de 1992 a abril de 1993 onde foram registrados indivíduos em floração e, no entanto, não houve precipitação deste material sobre os coletores. Tais observações servem como exemplo de como métodos de trabalho diferenciados podem conduzir a resultados diferentes e enganosos. Uma possível explicação, ainda que totalmente especulativa, seria uma intensa destruição das flores pelos

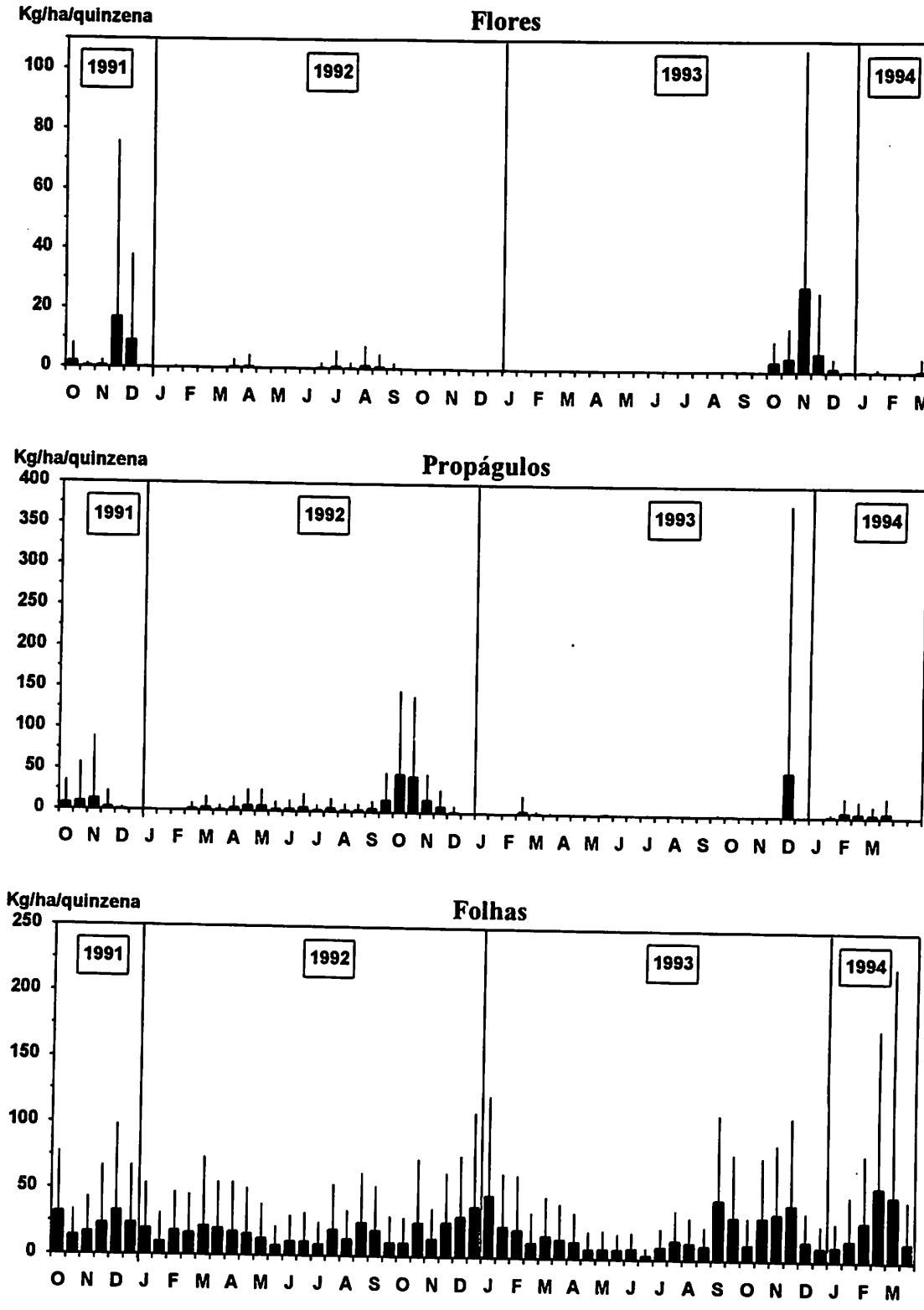


**FIGURA 10.** Produção quinzenal de três frações da serapilheira de *Xylopia brasiliensis* no período de outubro de 1991 março de 1994 em uma área de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG. Dados de 36 coletores de 0,25 m²: as colunas representam a média aritmética e as linhas verticais representam o limite superior do desvio padrão. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.

seus polinizadores em 1992/1993. A espécie é polinizada por besouros e o processo envolve a recompensa alimentar dos mesmos com as partes florais (Andrade, Oliveira-Filho e Soares, 1995).

A distribuição da queda de propágulos (Figura 10) foi subsequente à de flores, sendo a defasagem entre elas em torno de uma a duas quinzenas. Os picos de queda de propágulos tendem a cair geralmente no início da estação chuvosa, durante a fase de reposição de água no solo. A fração folhas (Figura 10) apresenta como tendência geral a menor queda durante a estação seca do ano e as maiores no decorrer da estação chuvosa, após a saturação de água no solo. Esta tendência coincide com um dos picos do padrão geral da queda de folhas da comunidade (item 3.3.1)

3.3.1.4 Produção total e por fração de serapilheira de *Copaifera langsdorffii*

A produção de serapilheira de *Copaifera langsdorffii* foi de 0,269 t/ha/ano e representa 3,43 % da produção total. A espécie ocupa o primeiro lugar na lista de índice de importância da Reserva Florestal da UFLA com altos valores relativos de densidade (8,72 %) e dominância (16,69 %) (Oliveira-Filho, Scolforo e Mello, 1994). Ao contrário de *Xylopia brasiliensis*, estes dados sugerem que a espécie é relativamente pouco produtiva no contexto da comunidade em termos de serapilheira.

A distribuição da produção de serapilheira por fração ao longo do período de estudo pode ser observada na Figura 11. Conforme observado na fenologia desta espécie no Capítulo 2, a queda de flores nos coletores também ocorreu com pouca frequência, no início do período de estudo e apenas 0,25 Kg/ha na primeira quinzena de junho de 1992, o que concorda com a tendência de supra-anualidade na floração, a qual foi discutida no Capítulo 2. Em concordância com os padrões de floração, a ocorrência de queda de propágulos deu-se somente no final de 1991 e início de 1994, com uma queda de 36 Kg/ha neste último período, como reflexo da pequena floração registrada no início de 1994 pelo estudo fenológico. A queda de folhas mostra a nítida tendência à semicaducifolia de *Copaifera langsdorffii* nos períodos de seca de 1992 e 1993. A queda de folhas se dá com maior intensidade no final do período seco: outubro de 1991 e setembro de 1992 e 1993, e diminui sensivelmente no início das chuvas. Conforme salientado anteriormente (item 3.3.1.2), muitas árvores da floresta tropical estacional são decíduas e tem a queda de folhas acionada por stress de umidade.

3.3.1.5 Variação na produção total de serapilheira entre 1992 e 1993

A produção de serapilheira total para o ano de 1992 foi de 6,694 ± 1,768 t/ha/ano e para 1993 de 7,9214 ± 2,6916 t/ha/ano. Conforme pode ser observado pela Tabela 1, a diferença entre estes valores foi altamente significativa. Porém, comparando os dois anos mês a mês, observa-se que apenas em janeiro, março e setembro houve diferença altamente significativa ao passo que em

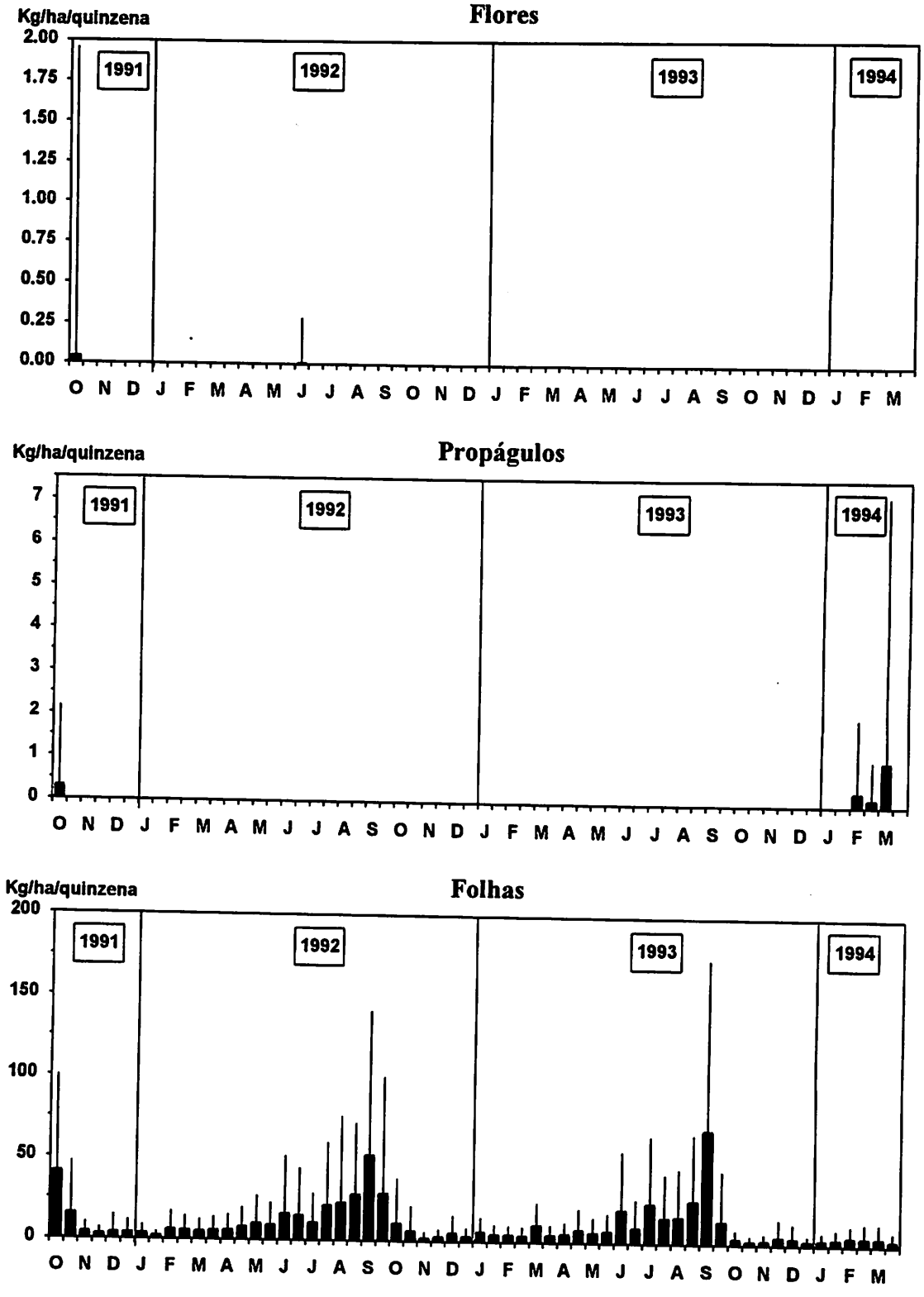


**FIGURA 11.** Produção quinzenal de três frações da serapilheira de *Copaifera langsdorffii* no período de outubro de 1991 março de 1994 em uma área de floresta semidecídua montana, em Lavras, MG. Dados de 36 coletores de 0,25 m²: as colunas representam a média aritmética e as linhas verticais representam o limite superior do desvio padrão. Meses representados pela sua inicial na primeira quinzena.

**TABELA 1.** Produção mensal e anual de serapilheira nos anos de 1992 e 1993 em uma área de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. Os valores são de média ± desvio padrão para 36 coletores de 0,25 m². Os resultados das comparações das médias pelo teste de T pareado são dados nas duas últimas colunas.

| Período (mes ou ano) | Ano 1 (1992) ton/ha/ano | Ano 2 (1993) ton/ha/ano | Probabilidade Teste T | Nível de signif. |
|---|---|---|---|---|
| Janeiro | 6.1503 ± 4.6335 | 12.0263 ± 9.9023 | < 0.0001 | ** |
| Fevereiro | 6.5392 ± 7.9352 | 5.0575 ± 3.1830 | 0.3220 | ns |
| Março | .4.2423 ± 1.5719 | 5.3429 ± 1.8766 | 0.0020 | ** |
| Abril | 4.0570 ± 2.8601 | 7.0154 ± 16.2579 | 0.2760 | ns |
| Maio | 4.2250 ± 2.6174 | 3.7153 ± 1.6623 | 0.3050 | ns |
| Junho | 4.4890 ± 3.2606 | 3.7274 ± 1.7696 | 0.0990 | ns |
| Julho | 5.5143 ± 2.2133 | 5.6164 ± 2.4932 | 0.8300 | ns |
| Agosto | 7.5674 ± 3.8425 | 7.1721 ± 2.9359 | 0.5690 | ns |
| Setembro | 11.0975 ± 7.1833 | 16.0422 ± 6.0055 | < 0.0001 | ** |
| Outubro | 11.3646 ± 6.0810 | 10.3160 ± 6.4974 | 0.4800 | ns |
| Novembro | 7.7923 ± 6.8269 | 10.2934 ± 6.6604 | 0.0220 | * |
| Dezembro | 7.2914 ± 5.8598 | 8.7318 ± 8.4860 | 0.3020 | ns |
| Ano | 6.6942 ± 1.7675 | 7.9214 ± 2.6916 | 0.0030 | ** |

novembro houve diferença significativa. Tais períodos foram, certamente, os principais responsáveis pela diferença entre os dois anos.

A variação da queda de serapilheira entre anos é esperada, principalmente devido a diferenças nas condições ambientais, principalmente pluviosidade. No presente caso, 1993 foi um ano com déficit hídrico muito mais pronunciado que 1992, o que deve ter provocado uma maior morte e descarte de material vegetal. Martínez-Yrízar e Sarukhan (1990) observaram numa floresta decídua no México diferença significativa na produção de serapilheira entre anos para a floresta montana mas não para a floresta localizada num vale. Por outro lado, Sampaio et al. (1993) observaram, numa floresta tropical úmida em Pernambuco, pouca variação entre anos: apenas no último dos três anos de observação houve uma produção atípica de serapilheira e também uma precipitação atípica. Segundo Lowman (1988), a diferença significativa entre a produção de serapilheira de quatro anos consecutivos numa formação subtropical da Austrália foi provavelmente devida a grandes variações de pluviosidade e ao padrão de tempestades seguidas de queda de material lenhoso. Apesar disto, Browns e Lugo (1990) afirmam sobre os dados disponíveis de produção de litter de florestas secundárias que não há uma tendência particular vinculada às condições climáticas, embora dados de florestas maduras mostrem relações significativas.

A menor queda de folhas ocorrida no mês de janeiro de 1992 (Figura 9), é provavelmente a principal causa da produção de serapilheira ter sido menor neste mês do que no mesmo mês do ano seguinte. A soma das pequenas diferenças na queda de folhas, propágulos e material lenhoso, que foi

maior em 1993, proporcionou a diferença final na produção de serapilheira entre os dois anos no mês de março (Figura 9). Neste mês a pluviosidade foi também ligeiramente maior em 1992 (Figura 3). Já no mês de setembro, embora a queda de propágulos e material lenhoso tenha sido mais intensa em 1992, a queda de folhas e flores de 1993 foi bem superior. Neste mesmo mês, a pluviosidade de 1992 estava alta enquanto em 1993 ainda ocorria déficit hídrico, com retirada de água do solo. O mesmo comportamento repetiu-se em novembro.

Nos meses restantes o fato de não haver diferença significativa entre a produção de serapilheira entre os dois anos, não significa que a queda das diferentes frações triadas tenha sido igual, mas sim compensada. Por exemplo, em fevereiro, a maior queda de folhas de 1993 foi compensada pela maior queda de material lenhoso de 1992, fazendo com que a queda de serapilheira total entre os dois anos fosse semelhante. Enfim, verifica-se que a sazonalidade para a queda de flores, propágulos e folhas são em parte respeitadas ano a ano, porém a quantidade precipitada destes materiais parece variar mais em função da quantidade e duração das chuvas em cada ano.

### 3.3.2 Variação espacial da produção de serapilheira

#### 3.3.2.1 Produção de serapilheira por parcela

A produção de serapilheira total e pelas duas espécies selecionadas encontra-se na Tabela 2. Para a serapilheira total, os valores médios situaram-se entre 6,606 e 9,090 t/ha/ano, o que não é muito em relação à média de 7,768 t/ha/ano. Contudo, os desvios foram muito variáveis, com coeficientes de variação oscilando entre 10,0 e 56,0 %. Situação diferente foi encontrada para a serapilheira de *Copaifera langsdorffii* e *Xylopia brasiliensis*, que apresentaram grande variação tanto entre as médias como entre os desvios. Sendo assim não é surpreendente que as análises de variância da produção de serapilheira entre as nove parcelas (Tabela 3) não tenham acusado nenhuma diferença significativa tanto para a serapilheira total como para a serapilheira de *Copaifera langsdorffii* e *Xylopia brasiliensis*. Desta forma, a variação entre coletores na mesma parcela foi de ordem semelhante à variação entre as parcelas.

Embora Lowman (1988) afirme que pode haver uma grande variação da produção de serapilheira influenciada pela localização dos coletores, isto não ocorreu no presente estudo, provavelmente por tratar-se de uma área bastante homogênea em termos de estrutura comunitária e fisionomia em relação ao resto da mata. O processo de escolha da área para alocação do Hectare de Estudos descrito no item 2.2.1 é que, certamente, determinou esta homogeneidade, pois a análise multivariada da comunidade permite identificar grupos de parcelas de composição semelhante.

**TABELA 2.** Produção de serapilheira total e pelas espécies *Xylopia brasiliensis* e *Copaifera langsdorfii* em nove parcelas de 20 m² de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. Os valores são de média ± desvio padrão calculados a partir do total acumulado em quatro coletores por parcela ao longo dos 30 meses do estudo.

| Parcelas | Produção de serapilheira | | |
|---|---|---|---|
| | Total (t/ha/ano) | *Xylopia brasiliensis* (Kg/ha/ano) | *Copaifera langsdorfii* (Kg/ha/ano) |
| 1 | 6.912 ± 0.680 | 171.358 ± 239.283 | 158.010 ± 120.571 |
| 2 | 7.168 ± 1.074 | 68.630 ± 66.614 | 285.035 ± 251.680 |
| 3 | 6.606 ± 1.271 | 1365.940 ± 1812.701 | 34.719 ± 33.043 |
| 4 | 9.264 ± 3.283 | 255.881 ± 292.426 | 377.931 ± 513.581 |
| 5 | 6.720 ± 0.762 | 380.471 ± 531.512 | 512.373 ± 458.793 |
| 6 | 8.445 ± 2.288 | 1002.881 ± 784.232 | 360.666 ± 396.490 |
| 7 | 9.090 ± 4.236 | 90.278 ± 60.026 | 69.124 ± 123.583 |
| 8 | 7.709 ± 4.316 | 761.506 ± 1213.726 | 182.879 ± 47.535 |
| 9 | 7.992 ± 1.130 | 1636.454 ± 2052.860 | 442.169 ± 290.510 |
| Total | 7.767 ± 2.421 | 637.044 ± 1082.096 | 269.211 ± 308.654 |

**TABELA 3.** ANAVAs para a produção média de serapilheira total e pelas espécies *Xylopia brasiliensis* e *Copaifera langsdorfii* em nove parcelas de 20 m² de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. Médias calculadas a partir de totais acumulados em quatro coletores por parcela ao longo dos 30 meses do estudo.

| Fonte | Gl | SQ | QM | F Probab. |
|---|---|---|---|---|
| | **Serapilheira total** | | | |
| Entre grupos | 8 | 32155100 | 4019393 | 0.748 0.627 ns |
| Dentro dos grupos | 27 | 173066000 | 6409868 | |
| | **Serapilheira de *Xylopia brasiliensis*** | | | |
| Entre grupos | 8 | 10917900 | 1364732 | 1.226 0.322 ns |
| Dentro dos grupos | 27 | 30064700 | 1113508 | |
| | **Serapilheira de *Copaifera langsdorffii*** | | | |
| Entre grupos | 8 | 897269 | 112158 | 1.243 0.313 ns |
| Dentro dos grupos | 27 | 2437084 | 90262 | |

3.3.2.2 Correlação entre a produção de serapilheira e a área basal e o número de árvores

A Figura 12 representa a correlação entre a produção de serapilheira e o número de indivíduos por parcela e entre produção de serapilheira e a área basal por parcela, tanto para o total de serapilheira como para as espécies *Copaifera langsdorffii* e *Xylopia brasiliensis* separadamente. Observa-se que as correlações foram não significativas para a serapilheira total e para a relação entre o número de indivíduos de *Xylopia brasiliensis* e a produção de serapilheira, mas significativa para a área basal desta espécie e para *Copaifera langsdorffii* . tanto para o número de indivíduos como para a área basal. A expressão Y = -57,0788 + 24583,6382X explicou linearmente, com R = 0.8117, a produção de serapilheira de *Xylopia brasiliensis* com relação à área basal. A expressão Y = 64.0685 + 41.9611 X explicou linearmente, com R = 0.6682 a queda de serapilheira de *Copaifera langsdorffii* com relação ao seu número de indivíduos. enquanto a expressão Y = 76.2996 + 2614.773 X, com R = 0.7544, em relação à área basal. Isto concorda, em parte, com as expectativas de que a produção de serapilheira pela população de determinada espécie arbórea aumenta com a densidade (expressa pelo número de indivíduos) e a biomassa (expressa pela área basal) destas mesmas populações.

Ao contrário do que ocorreu para as duas populações acima, as correlações não foram significativas para a comunidade como um todo. Deve-se atentar para o fato de que o material lenhoso foi a fração com maior aleatoridade na serapilheira (item 3.3.1.2) e este mesmo não foi computado para *Xylopia brasiliensis* e *Copaifera langsdorffii*, o que pode ter facilitado as correlações. Por outro lado, a sua inclusão na serapilheira total pode ter incrementado os desvios nas correlações. Outro fator não considerado é a participação das lianas na produção se serapilheira. Hegarty (1991), que estudou a produção de serapilheira de folhas por lianas e árvores numa floresta subtropical da Austrália, observou que as lianas produziram mais serapilheira por unidade de área basal do que as árvores. Como as lianas não foram consideradas no cômputo do número de indivíduos e área basal nas correlações da serapilheira total isto pode ter contribuído para sua não significância.

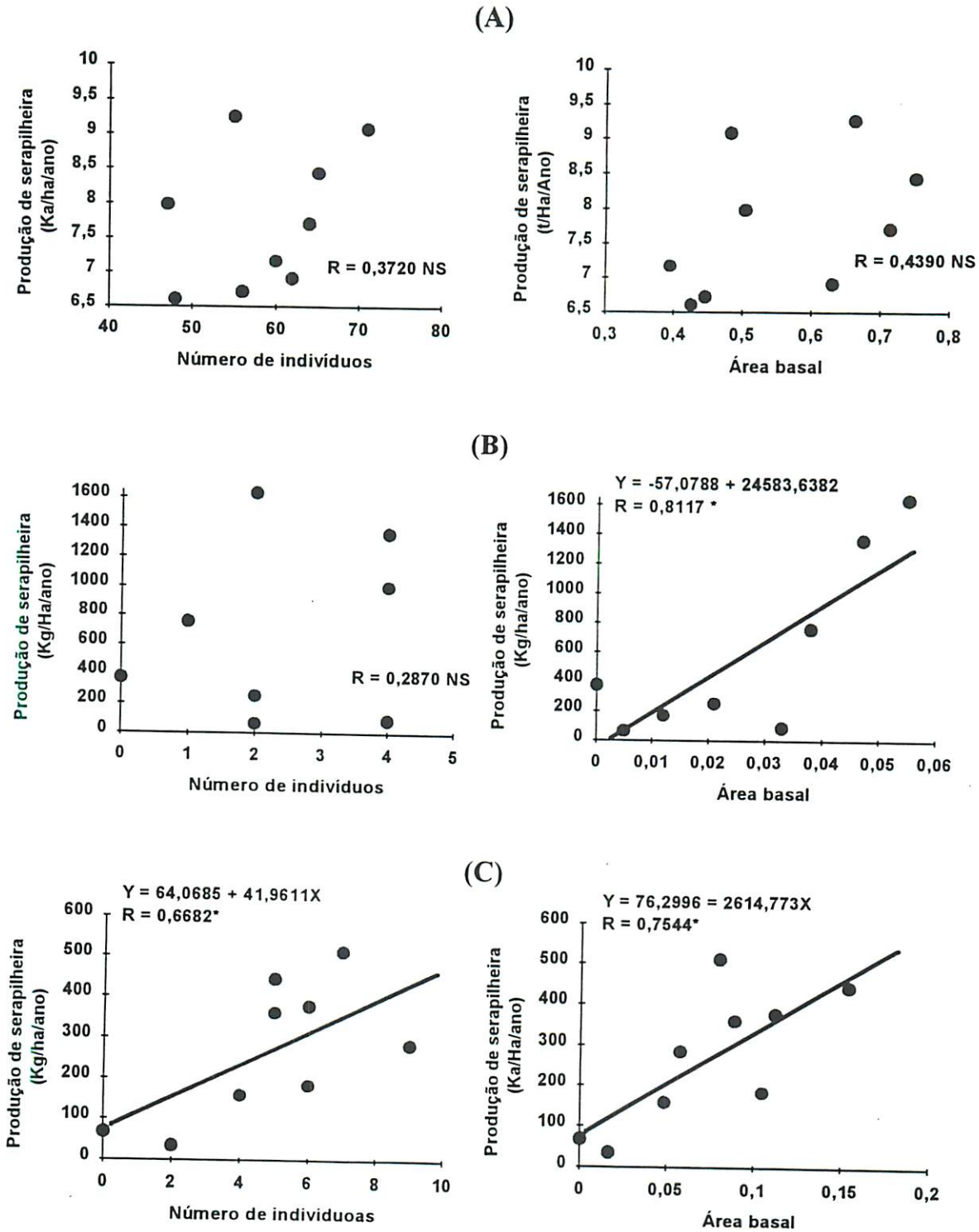


FIGURA 12. Produção de serapilheira em função do número de indivíduos e da área basal das (A) árvores totais, (B) árvores de *Xylopia brasiliensis* e (C) árvores de *Copaifera langsdorffii* em 1 ha de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. N = 9 parcelas de 20 x 20 m; dados de quatro coletores de 0,25 m² por parcela.

## 3.4 CONCLUSÕES

- A média de produção de serapilheira total no período estudado foi de 7,77 t/ha/ano, a de folhas foi de 5,33 t/ha/ano (68,8 %), de material lenhoso 1,93 t/ha/ano (24,8 %), de flores 0,17 t/ha/ano (2,2 %) e a de propágulos foi de 0,33 t/ha/ano (4,2 %). A produção de resíduos de origem animal foi de 0.08 t/ha/ano.
- A serapilheira de *Xylopia brasiliensis* contribuiu com 8,11 % da serapilheira total e foi de 0,637 t/ha/ano.
- A serapilheira de *Copaifera langsdorffii* contribuiu com 3,43 % da serapilheira total e foi de 0,269 t/ha/ano.
- A queda de serapilheira total mostrou-se sazonal, com as maiores produções ocorrendo durante a estação chuvosa e as menores durante a estação seca.
- A queda de material de origem animal mostrou-se sazonal ocorrendo dois picos no ano, um na estação seca e outro na estação chuvosa.
- A queda de folhas apresentou-se mais sazonal e com maior periodicidade entre as frações estudadas e a queda de material lenhoso apresentou grande aleatoriedade.
- A queda de flores de *Xylopia brasiliensis* ocorreu com maior intensidade no início da estação chuvosa em 1991 e 1993; em 1992 houve produção mais baixa, concentrada no final da estação seca. A queda de propágulos ocorre durante todo o ano com pico no início da estação chuvosa. Em 1993, a produção foi mais baixa que nos outros anos. A queda de folhas desta espécie se deu durante todo o ano, com uma leve tendência a aumentar nos períodos de chuva.
- A queda de flores e propágulos de *Copaifera langsdorffii* mostrou-se com pouca representatividade durante o período estudado, provavelmente porque a espécie apresenta um padrão trienal de reprodução. A queda de folhas desta espécie se concentrou na estação seca.
- Não houve diferença significativa na produção de serapilheira entre as parcelas amostrais.
- A produção de serapilheira se correlacionou significativa e positivamente com o número de indivíduos e com a área basal de *Copaifera langsdorffi* e com a área basal de *Xylopia brasiliensis*. Não houve correlação significativa entre a produção total de serapilheira e o número e a área basal de árvores com DAP > 5 cm, bem como com o número de indivíduos de *Xylopia brasiliensis*.
- Houve diferença significativa entre a produção de serapilheira total de 1992, que foi de 6,69 ± 1,76 t/ha/ano e 1993, que foi de 7,92 ± 2,69 t/ha/ano, e entre os meses de janeiro, março, setembro e novembro, sempre ocorrendo maior produção em 1993.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


BOINKIS, S. Seasonal patterns in a tropical lowland forest. **Biotropica**, Kansas, v.21, n.33, p.223-233, 1989.

BROWN, S.; LUGO, A.E. Tropical secondary forest. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdee n.6, p. 1-32, 1990.

BURGHOUTS, T.B.A.; CAMPBELL, E.J.F.; KODERMAN, P.J. Effects of tree species heterogeneity on leaf fall in primary an logged dipterocarp forest in the Ulu Segana Forest Reserve, Sabah, Malasia. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, n.10, p.1-26, 1994.

CESAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.53, n.4, p.671-681, nov. 1993.

DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and litter nutrient content in primary and secundary Amazonian "Terra firme" rain forest. **Journal of tropical ecology**, Aberdeen, n.5, p. 27-36, 1989.

DELINGER, D.L. Seasonal and annual variation of insect abundance in the Nairobi National Park, Kenya. **Biotropica**, Kansas, v.12, n.2, p.100-106, 1980.

HEGARTY, E.E. Leaf litter production by lianes and trees in a sub-tropical Australian rain. **Journal Tropical Ecology**, Aberdeen, n.7, p.201-214, 1991.

JACKSON, J.F. Seazonality of flowering and leaf-fall a brasilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, Kansas, v.10, n.1, p. 38-42, 1978.

KOEHLER, C.W. **Variação estacional da decomposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa-PR**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná,1989. 148p. (Tese- Doutorado em Ciências Florestais).

LAM, P.S.; DUDGEON, D. Seasonal effects on literfall in a Hong Kong mixed forest. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, n.1, p. 55-64, 1985.

LOWMAN, M.D. Leaf growth dynamics and herbivory in five species of Australian rain-forest canopy trees. **Journal of Ecology**, New York, n.80, p.443-447, 1992.

LOWMAN, M.D. Litterfall and leaf decay in three Australian rainforest formations. **Journal of ecology**, New York, n.76, p.451-465, 1988.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A.; SARUKHÁN, J. Litterfall patterns in a tropical deciduous forest in Mexico over a five-year period. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, n.6, p. 433-444, 1990.

MORELLATO-FONZAR, L.P.C. **Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi, Jundiaí, SP**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1987. 232p. (Dissertação - Mestrado em Ecologia)

MORELLATO, L.P.C. Nutrient cycling in two South-castern Brazilian forest. I Litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, n.8, p.205-215, 1992.

OLIVEIRA, R.R.; LACERDA, L.D.. Produção e composição química da serapilheira na floresta da Tijuca (RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, n.1, p.93-99, jul 1993.

POGIANI, F.; MONTEIRO JUNIOR, E.S. Deposição de folhedo e retorno de nutriente ao solo numa floresta estacional semidecídua em Piracicaba (Estado de São Paulo). **Florestas e meio ambiente: Conservação e produção, patrimônio social**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6 Campos do Jordão, 1990. Anais... Campos do Jordão, 1990. p. 596-602.

PROCTOR, J. Tropical forest litterfall. 1. Problems of data comparison. In: Suton, S.L.; Whitmore, T.C.; Chadwick, A.C. (eds.). **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**, Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1988. p. 267-273.

SALAS, G. DE LA. **Suelos y Ecosistemas Forestales con énfasis en América Tropical**. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica., 1987. 450p. (Coleccion libros y materiales educativos/IICA; n. 80).

SAMPAIO, E.V.S. B.; DALL'OLIO, A.; NUNES, K.S.; LEMOS, E.E.P. A model of litterfall, litter layer losses and mass transfer in a humid tropical forest at Pernambuco, Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, n.9, p.291-301, 1993.

SCOTT, D.A.; PROCTOR, J.; THOMPSON, J. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá Island, Roraima, Brasil. II Litter and nutrient cycling. **Journal of Ecology**, New York, n.80, p. 705-715, 1992.

SMITH-RAMÍREZ, C.; ARMESTO, J.J. Flowering and fruiting patterns in the temperate Rainforest of Chiloé, Chile - Ecologics and climatic constraints. **Journal of Ecology**, New York, n.82, p.353-365, 1994

SOKAL, R.R; ROHLF, F.J. **Biometry**. 2 ed. New York: Longman, 1981. 859p.

SONGWE, N.C.; FASEHUN,F.E.; OKALI, D.U.V. Litterfall and productivity in a tropical rain foret, Southern Bakindu Forest Reserve, Cameron. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdenn, n.4, p25-37, 1988.

THOMPSON, J.; PROCTOR, J.; VIANA, V.; MILLIKEN, W.; RATTER, J.A.; SCOTT, D.A. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. I. Physical environment, forest structure e leaf chemistry. **Journal of Ecology**, New York, n.80, p.689-703, 1992.

VENEKLAAS, E.J. Litterfall and nutrient fluxes in two montane tropical rain forests, Colombia. **Jounal of Tropical Ecology**, Aberdeen, n.7, p.319-336, 1991.

WHITE, L.J.T.. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserv, Gabon. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, v.10, parte 3, p.289-312, ago. 1994.