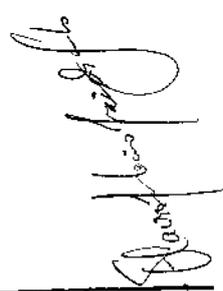


MÁRCIA CRISTINA MENDES MARQUES

ESTUDOS AUTO-ECOLÓGICOS DO GUANANDI
(*Calophyllum brasiliense* Camb. CLUSIACEAE)
EM UMA MATA CILAR DO MUNICÍPIO DE BROTAS, SP

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Alfredo Joly, em cumprimento do requisito para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Campinas
1994



Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida pelo(a) candidato(a) MÁRCIA CRISTINA MENDES MARQUES e aprovada pela Comissão Julgadora.

página	parágrafo/linha	onde lê-se	entende-se
iii	/13	oram	foram
vii	/62	ANEXO	ANEXO 3
viii	/52	<i>Calophyllum brasiliense</i>	<i>Calophyllum brasiliense</i>
xiii	/24	estágios	estádios
xv	/6	geografic distribution	geographic distribution
xv	/19 e 20	distribution	distribution
27	6/4	intervalo e tempo	intervalo de tempo
29	1/8	rincipalmente	principalmente
33	(TABELA 2)	dacopa	da copa
33	(TABELA 2)	emuma	em uma
45	(TABELA 3)	165	1653
46	(FIGURA 23)	13- 40<x< 5	13- 40<x< 45
48	2/3	relacionado	relacionada
48	5/4	transmis- sividade	transmissividade
48	7/3	cama- da	camada
48	7/5	desen- volvem	desenvolvem
50	3/4	lo- cais	locais
50	3/5	indivi- duos	indivíduos
50	4/4	alea- tória	aleatória
51	1/7	onfirmaram	confirmaram
51	2/3	flo- restas	florestas
52	2/3	estágios	estádios
53	2/3	estágios	estádios
54	1/7	atores	fatores
68	5/4	aracterística	característica

REFERÊNCIAS

- AUGSPURGER, C. K. 1983. Seed dispersal of tropical tree *Platipodium elegans*, and the escape of its seed from fungal pathogens. *Journal of Ecology*. 71:759-771.
- BORCHERT, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. *Eco* 61(5):1065-1074.
- KELLMAN, M. 1985. Forest seedling establishment in neotropical savanas: transplant experiments with *Xy frutescens* and *Calophyllum brasiliense*. *Journal of Biogeography*. 12:373-379.
- SHERER-NETO, P. 1989. Contribuição à biologia do papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis* (Linnaeus, (Psittacidae, Aves). Dissertação de Doutorado (Zoologia). UFPR.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é resultado da cooperação de várias pessoas, com as quais convivi durante este período e que me auxiliaram de forma direta ou indireta. Entre estas pessoas, gostaria de agradecer principalmente:

Ao Sandro, meu companheiro em todas as situações, que me introduziu na Botânica, auxiliou em todas as fases do trabalho, incentivou, mas, principalmente, me deu tranquilidade e carinho nos momentos mais difíceis.

À minha família de Londrina, meus pais, Francisco e Leonilda, irmãos e cunhadas, e à de Curitiba, Suely, cunhados, cunhadas e sobrinhos, por me apoiarem e também por compreenderem a minha ausência.

Ao Prof. Dr. Carlos Alfredo Joly, pela orientação deste trabalho.

Aos membros da pré-banca, Prof. Dr. Flávio A. M. dos Santos, Profa. Dra. Leonor Patrícia C. Morellato e Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues, pelas sugestões, discussões e críticas, que foram colocadas de forma agradável durante a análise prévia do trabalho.

À companheira de graduação, pós graduação, moradia e trabalho de campo, Patrícia Carneiro Lobo, que batalhou comigo em Brotas e me auxiliou em várias etapas do trabalho.

Ao meu amigo, Alexandre Salino, por facilitar minhas locomoções à Campinas e pela convivência durante todo este período, sempre recheada de empolgantes discussões e bate-papos. Ao Pira, que compartilhou comigo a descoberta do guanandi, pelo auxílio no campo e pelas discussões interessantes e saudáveis em Brotas.

Ao pessoal que participou do trabalho de campo, Sandro, Patrícia e Edson (Ed), Alexandre, Pira e Andréa, Renato (Renatão), Renato Goldenberg, José Reinaldo, Luciano (baiano), Andréa Mertz e Marcos Aidar.

Ao pessoal de Brotas, José Reinaldo, “seu” Artur, turma da horta, e principalmente ao Nivaldo (in memoriam), que mesmo sem compreender o porquê, me apoiou e defendeu nas situações mais complicadas.

Aos colegas de curso, Carmem, Mônica, Mauro Galetti, João e Renata, Luís Carlos, Cláudio Müller, Ingrid e Valéria, pelo convívio e amizade.

Aos professores e funcionários do Departamento de Botânica da UNICAMP, pelo atendimento gentil sempre que solicitado.

Aos Profs. Dr. Juarez Gabardo e Dr. Mário A. Navarro, da Universidade Federal do Paraná, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Hilton S. Pinto, pelas sugestões à avaliação da radiação.

Aos amigos do Departamento de Biologia Animal e Vegetal da Universidade Estadual de Londrina, pelo incentivo ao trabalho, desde os tempos da graduação.

Ao pessoal do Parque Ecológico da Unicamp, pelo cultivo das mudas.

Às instituições que financiaram este projeto: Prefeitura Municipal de Brotas (SP), Consórcio Intermunicipal para a Preservação da Bacia do rio Jacaré-Pepira, IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis), CNPq (Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) processos 40.1297/88.8, 820945-87.0, 821117-88.2, 501450/91.2, FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) processo 43.89.0478.00, FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) processo 91/1535-4, FAEP/UNICAMP (Fundo de Apoio ao Ensino e à pesquisa da UNICAMP) processos 028/88, 588/91, 969/91, 284/92, 667/92, Conservation International, UNESCO/MAB e Grupo Pão de Açúcar.

Ao amigo Fernando A. Sedor, pela elaboração de algumas das figuras.

À Daisy Raja Gabaglia pela editoração deste trabalho.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	ii
ÍNDICE	iv
RELAÇÃO DE FIGURAS	vi
RELAÇÃO DE TABELAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	1
2 ÁREA DE ESTUDO	5
2.1 Vegetação	6
2.2 Caracterização climática	9
2.3 Caracterização da espécie	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Levantamento topográfico	14
3.2 Umidade do solo	14
3.3 Profundidade do lençol freático	14
3.4 Radiação solar	14
3.5 Fenologia	15
3.6 Dispersão	16
3.6.1 Distância do indivíduo parental	16
3.6.2 Distribuição espacial	16
3.6.3 Disponibilidade de sementes no banco	17
3.7 Germinação	17
3.7.1 Luz	17
3.7.2 Porcentagem de polpa	17
3.7.3 Tamanho da semente	17
3.8 Estrutura de tamanho e distribuição espacial da população	18
3.9 Tolerância à inundação	18
3.9.1 Tolerância em sementes	18
3.9.2 Tolerância em indivíduos jovens	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Topografia	21
4.2 Umidade do solo	21
4.3 Profundidade do lençol freático	21
4.4 Radiação solar	24
4.5 Fenologia	24
4.5.1 Mudança foliar	25
4.5.2 Floração	27
4.5.3 Frutificação	28
4.6 Dispersão	30
4.6.1 Meios dispersores	30
4.6.2 Distância de dispersão	32
4.6.3 Distribuição espacial dos poleiros	33
4.6.4 Banco de sementes	40
4.7 Germinação	41
4.7.1 Luz	41
4.7.2 Porcentagem de polpa	42
4.7.3 Tamanho da semente	42
4.8 Estrutura da população	44
4.8.1 Estrutura de tamanho	44
4.8.2 Sobrevivência	45
4.8.3 Crescimento	49
4.8.4 Relações de densidade	49
4.8.5 Distribuição espacial dos indivíduos	50
4.9 Tolerância à inundação	64
4.9.1 Tolerância em sementes	64
4.9.2 Tolerância em indivíduos jovens	66
4.9.2.1 Modificações morfológicas	66
4.9.2.2 Crescimento	67
5 CONCLUSÕES	73
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
8 ANEXOS	85

RELAÇÃO DE FIGURAS

FIGURA 1 - Mapa com a área de estudo e a disposição das parcelas (abaixo) e sua localização na Bacia do rio Jacaré-Pepira (acima). O primeiro foi elaborado com base em aerofoto de 1979 (Terrafoto) com escala de 1:25000	7
FIGURA 2 - Aspecto interno das regiões mais úmidas da mata ciliar, no município de Brotas, SP. Note a presença de indivíduos de <i>Geonoma</i> sp (Arecaceae), muito frequentes nestes locais	8
FIGURA 3 - Aspecto interno das regiões mais secas da mata ciliar, no município de Brotas, SP	9
FIGURA 4 - Balanço hídrico para a região de Jaú para o período de 1961-1990. Capacidade de retenção do solo = 125mm. Fonte: Estação Meteorológica do IAC- Jaú (22°17'S 48°34'W, 580m).....	11
FIGURA 5 - Balanço hídrico para a região de Jaú para o período de janeiro de 1991 a setembro de 1992. Capacidade de retenção do solo = 125mm. Fonte: Estação meteorológica do IAC-Jaú (22°17'S 48°34'W, 580m)	11
FIGURA 6 - Insolação (1) e temperatura média (2) para a região de Jaú para o período de janeiro de 1991 a setembro de 1992. Fonte: Estação Meteorológica do IAC-Jaú (22°17'S 48°34'W, 580m)	12
FIGURA 7 - Croqui com a localização das 144 parcelas na área de estudo. Os pontos de 1 a 8 nos círculos representam os locais de coleta de solo e os pontos 1, 2, 4, 6 e 8 representam também os poços piezométricos	15
FIGURA 8 - Planta planialtimétrica da área de estudo, em uma mata ciliar do município de Brotas, SP	22
FIGURA 9 - Variação na umidade relativa do solo (%), em 8 pontos em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, no período de maio de 1991 a julho de 1992. Por mostrarem uma variação muito semelhante, nos pontos 2 e 3 e 1, 4, 5, 6 e 7 são apresentadas as suas médias e desvios padrões. Os valores de cada ponto são apresentados no ANEXO 2. A localização dos pontos na área está representada na FIGURA 7	23
FIGURA 10 - Variação do nível do lençol freático em 5 pontos de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, no período de agosto de 1991 a julho de 1992. A localização dos pontos na área está representada na FIGURA 7	23
FIGURA 11 - Transmissividade de luz fotossinteticamente ativa (PAR), em porcentagem, nas parcelas de uma mata ciliar no município de Brotas, SP	25
FIGURA 12 - Diagrama fenológico de 28 indivíduos de <i>Calophyllum brasiliense</i> em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, de junho de 1991 a julho de 1992. MUDANÇA FOLIAR: 1 - queda de folhas velhas e amareladas, 2 - surgimento de primórdios foliares, 3 - folhas em crescimento com coloração castanha, 4 - folhas totalmente desenvolvidas; FLORAÇÃO: 5 - formação de inflorescências e presença de botões, 6 - flores abertas (pico da floração), 7 - flores velhas; FRUTIFICAÇÃO: 8 - início da formação de frutos, 9 - frutos em desenvolvimento, 10 - frutos maduros e início da dispersão (pico da frutificação), 11 - dispersão e decréscimo da quantidade de frutos na árvore	26
FIGURA 13 - Poleiros de alimentação dos quirópteros, em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. Note a presença de frutos de <i>Calophyllum brasiliense</i> com diferentes quantidades de polpa removida	31
FIGURA 14 - Número de frutos intactos e mordidos com a distância do adulto parental em 10 indivíduos adultos de <i>Calophyllum brasiliense</i> , em uma mata ciliar do município de Brotas, SP. A barra horizontal em cada figura, representa a projeção do raio da copa	33
FIGURA 15 - Distribuição espacial dos poleiros dos quirópteros em uma mata ciliar do município de Brotas, SP	38
FIGURA 16 - Distribuição de freqüência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) dos poleiros amostrados em parcelas de 25m ² , em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. X ² =8,47, gl=1, probabilidade 95%	39
FIGURA 17 - Coeficiente de dispersão (variância/média) em função do tamanho das parcelas, dos poleiros amostrados em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. CD>1 indica a existência de agrupamentos. Para parcelas de 25m ² , o CD não diferiu significativamente de 1 (t=1,66, gl=143, probabilidade 95%) o que mostra uma distribuição aleatória.....	39
FIGURA 18 - Índice de dispersão de Morisita em função do tamanho das parcelas, dos poleiros amostrados em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A linha horizontal em IM=1 indica o valor esperado em uma distribuição aleatória. Valores maiores que 1 indicam a existência de agrupamentos.....	40
FIGURA 19 - Germinação de <i>Calophyllum brasiliense</i> , em laboratório, à temperatura constante de 25 ± 2 °C, sementes submetidas a diferentes condições de luminosidade. Os resultados do teste "t" de Student encontram-se no ANEXO	41
FIGURA 20 - Germinação de <i>Calophyllum brasiliense</i> , em laboratório, à temperatura constante de 25 ± 2 °C, com sementes com diferentes porcentagens de polpa: G1: 0-25%; G2: 26-50%; G3: 51-75%; G4: 76-100%	42
FIGURA 21 - Germinação de <i>Calophyllum brasiliense</i> , em laboratório, à temperatura constante de 25 ± 2 °C, com sementes de diferentes diâmetros: G1: 11≤x<14mm; G2: 14≤x<18mm; G3: 18≤x<21mm	43

FIGURA 22 - Distribuição em classes de altura na população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991. As classes representam as seguintes alturas (cm): 1 - $0 < x \leq 20$, 2 - $20 < x \leq 40$, 3 - $40 < x \leq 60$, 4 - $60 < x \leq 80$, 5 - $80 < x \leq 100$, 6 - $100 < x \leq 120$, 7 - $120 < x \leq 140$, 8 - $140 < x \leq 160$, 9 - $160 < x \leq 180$, 10 - $180 < x \leq 200$, 11 - $200 < x \leq 400$, 12 - $400 < x \leq 600$, 13 - $600 < x \leq 800$, 14 - $800 < x \leq 1000$, 15 - $1000 < x \leq 1200$, 16 - $1200 < x \leq 1400$, 17 - $1400 < x \leq 1600$, 18 - $1600 < x \leq 1800$. A seta indica uma mudança no intervalo das classes)	46
FIGURA 23 - Distribuição em classes de diâmetro na população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991. As classes representam os seguintes diâmetros (cm): 1 - $0 < x \leq 1$, 2 - $1 < x \leq 2$, 3 - $2 < x \leq 3$, 4 - $3 < x \leq 4$, 5 - $4 < x \leq 5$, 6 - $5 < x \leq 10$, 7 - $10 < x \leq 15$, 8 - $15 < x \leq 20$, 9 - $20 < x \leq 25$, 10 - $25 < x \leq 30$, 11 - $30 < x \leq 35$, 12 - $35 < x \leq 40$, 13 - $40 < x \leq 5$, 14 - $45 < x \leq 50$, 15 - $50 < x \leq 55$. A seta indica uma mudança no intervalo das classes.	46
FIGURA 24 - Distribuição em classes de altura na população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, somente para os indivíduos que foram medidos novamente em 1992. As classes representam as seguintes alturas (cm): 1 - $0 < x \leq 20$, 2 - $20 < x \leq 40$, 3 - $40 < x \leq 60$, 4 - $60 < x \leq 80$, 5 - $80 < x \leq 100$, 6 - $100 < x \leq 120$, 7 - $120 < x \leq 140$, 8 - $140 < x \leq 160$, 9 - $160 < x \leq 180$, 10 - $180 < x \leq 200$, 11 - $200 < x \leq 400$. A seta indica uma mudança no intervalo das classes	47
FIGURA 25 - Distribuição em classes de diâmetro na população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, somente para os indivíduos que foram medidos novamente em 1992. As classes representam os seguintes diâmetros (cm): 1 - $0 < x \leq 1$, 2 - $1 < x \leq 2$, 3 - $2 < x \leq 3$, 4 - $3 < x \leq 4$, 5 - $4 < x \leq 5$, 6 - $5 < x \leq 10$. A seta indica uma mudança no intervalo das classes.	47
FIGURA 26 - Distribuição espacial das plântulas de <i>Calophyllum brasiliense</i> em classes de densidade, em 3.600m^2 de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991	51
FIGURA 27 - Distribuição espacial dos jovens de <i>Calophyllum brasiliense</i> em classes de densidade, em 3.600m^2 de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991	52
FIGURA 28 - Distribuição espacial dos subadultos de <i>Calophyllum brasiliense</i> em classes de densidade, em 3.600m^2 de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991	53
FIGURA 29 - Distribuição espacial dos adultos de <i>Calophyllum brasiliense</i> em classes de densidade, em 3.600m^2 de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991	54
FIGURA 30 - Distribuição espacial dos indivíduos mortos de <i>Calophyllum brasiliense</i> em classes de densidade, em 3.600m^2 de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1992	55
FIGURA 31 - Distribuição espacial das plântulas de <i>Calophyllum brasiliense</i> em classes de densidade, em 3.600m^2 de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, recrutadas no ano de 1992	56
FIGURA 32 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) das plântulas de uma população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em parcelas de 25m^2 , em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A: 1991, $X^2=127,1$, $gl=5$, probabilidade 95%. B: 1992, $X^2=178,2$, $gl=6$, probabilidade 95%	58
FIGURA 33 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) dos jovens de uma população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em parcelas de 25m^2 , em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A: 1991, $X^2=287,6$, $gl=7$, probabilidade 95%. B: 1992, $X^2=256,1$, $gl=7$, probabilidade 95%	59
FIGURA 34 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) dos subadultos de uma população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em parcelas de 25m^2 , em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A: 1991, $X^2=43,3$, $gl=4$, probabilidade 95%. B: 1992, $X^2=47,2$, $gl=4$, probabilidade 95%	60
FIGURA 35 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) dos adultos de uma população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em parcelas de 25m^2 , em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991 e 1992. $X^2=8,1$, $gl=1$, probabilidade 95%	61
FIGURA 36 - Coeficiente de dispersão (variância/média) em função do tamanho das parcelas, em uma população de <i>Calophyllum brasiliense</i> , em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A: 1991, B: 1992. $CD > 1$ indica a existência de agrupamentos	62
FIGURA 37 - Índice de dispersão de Morisita em função do tamanho das parcelas em uma população de <i>Calophyllum brasiliense</i> , em uma mata ciliar no município de Brotas, SP: A) 1991, B) 1992. A linha horizontal em $IM=1$ indica o valor esperado em uma distribuição aleatória. Valores maiores que 1 indicam a existência de agrupamentos	63
FIGURA 38 - Indivíduo jovem de <i>Calophyllum brasiliense</i> em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. Note o saturação hídrica do solo	64

FIGURA 39 - Germinação de sementes de <i>Calophyllum brasiliense</i> em viveiro, submetidas a diferentes tratamentos: CC: solo na capacidade de campo, AC: solo inundado com água corrente, AC+CC: solo inundado durante 10 semanas e posteriormente na capacidade de campo, AC+ESC: solo inundado por 10 semanas e posteriormente sementes escarificadas e novamente colocadas em solo inundado	65
FIGURA 40 - Peso seco da parte aérea de plantas de <i>Calophyllum brasiliense</i> submetidas a diferentes tratamentos: CC-solo na capacidade de campo, AC-solo inundado com água corrente, AP-solo inundado com água parada. A seta indica a mudança dos tratamentos AC e AP para CC. Os resultados da análise de variância encontra-se no ANEXO 5	69
FIGURA 41 - Peso seco da raiz de plantas de <i>Calophyllum brasiliense</i> submetidas a diferentes tratamentos: CC-solo na capacidade de campo, AC-solo inundado com água corrente, AP-solo inundado com água parada. A seta indica a mudança dos tratamentos AC e AP para CC. Os resultados da análise de variância encontram-se no ANEXO 5	69
FIGURA 42 - Porcentagem de biomassa (peso seco) alocada para folha (1), caule (2) e raiz (3) de plantas de <i>Calophyllum brasiliense</i> submetidas a solo na capacidade de campo (CC)	70
FIGURA 43 - Porcentagem de biomassa (peso seco) alocada para folha (1), caule (2) e raiz (3) de plantas de <i>Calophyllum brasiliense</i> submetidas a solo inundado com água corrente (AC)	70
FIGURA 44 - Porcentagem de biomassa (peso seco) alocada para folha (1), caule (2) e raiz (3) de plantas de <i>Calophyllum brasiliense</i> submetidas a solo inundado com água parada (AP)	71
FIGURA 45 - Comprimento da parte aérea de plantas de <i>Calophyllum brasiliense</i> submetidas a diferentes tratamentos: CC-solo na capacidade de campo, AC-solo inundado com água corrente, AP-solo inundado com água parada. A seta indica a mudança dos tratamentos AC e AP para CC. Os resultados da análise de variância encontram-se no ANEXO 5	72
FIGURA 46 - Comprimento da raiz de plantas de <i>Calophyllum brasiliense</i> submetidas a diferentes tratamentos: CC-solo na capacidade de campo, AC-solo inundado com água corrente, AP-solo inundado com água parada. A seta indica a mudança dos tratamentos AC e AP para CC. Os resultados da análise de variância encontram-se no ANEXO 5	72

RELAÇÃO DE TABELAS

TABELA 1 - Padrões fenológicos de floração e frutificação encontrados em 28 indivíduos de uma população de <i>Calophyllum brasiliense</i> , em uma mata ciliar no município de Brotas, SP	29
TABELA 2 - Número de frutos intactos e mordidos, sob ou fora da projeção do raio da copa de 10 indivíduos adultos de <i>Calophyllum brasiliense</i> amostrados em uma mata ciliar do município de Brotas,SP	33
TABELA 3 - Número de indivíduos em cada estágio, nos anos de 1991 e 1992. Os dados relativos ao número de indivíduos em cada parcela encontram-se no ANEXO 4. (*) em relação à 1991	45
TABELA 4 - Correlação (r) entre o número de plântulas, adultos e mortas (de todos os estádios), por parcela (n=144), em uma população de <i>Calophyllum brasiliense</i> em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1992. (*)Significativo ao nível de 95% de probabilidade	50

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido em uma mata ciliar da Bacia do rio Jacaré-Pepira, no município de Brotas, SP (48°06'W 22°16'S, 470m de altitude). Avaliou-se a fenologia, a germinação, a dispersão, a demografia e alguns aspectos da ecofisiologia do guanandi (*Calophyllum brasiliense* Camb., Clusiaceae), uma espécie arbórea de ampla distribuição, mas muito comum em matas com solo hidromórfico. A espécie é perenifólia, perdendo poucas folhas na estação seca. A brotação ocorreu após um aumento de precipitação durante o período de déficit hídrico, sendo seguida pela floração. A frutificação teve pico em abril, mas os frutos estiveram disponíveis nas árvores por 10 meses. Houve uma diversificação nos padrões fenológicos dos indivíduos devido a diferenças do local onde os indivíduos se encontram e ao sistema reprodutivo da espécie. Os frutos do guanandi podem ser hidrocóricos ou zoocóricos, podendo ainda cair diretamente no solo, onde podem germinar. Esta variação na forma de dispersão promove uma diversidade de microambientes para a germinação das sementes e estabelecimento das plântulas. As sementes são fotoblásticas neutras e a diferença de tamanho não altera a germinação. A redução na quantidade de polpa (pericarpo) acelera o processo germinativo. A população teve a distribuição em classes de tamanho do tipo “J invertido” que indica estabilidade e capacidade de auto-regeneração. Os indivíduos estavam distribuídos de forma agregada, principalmente nos estágios de plântula e jovem, devido à forma de dispersão e as características topográficas locais. Quando submetidas à inundação, as sementes e plantas mostraram-se tolerantes, o que evidencia a importância da espécie para a utilização em planos de manejo e recomposição de matas ciliares.

ABSTRACT

This study was carried in riparian forest at Jacaré-Pepira river basin, municipality of Brotas, São Paulo State, Brazil (48°06'W 22°16'S, 470 m de altitude). Phenology, germination and dispersion of seeds, demography and some aspects of ecophysiology of "guanandi" (*Calophyllum brasiliense* Camb., Clusiaceae), a tree species with wide geografic distribution, but more abundant in swamp forest, were analyzed. The "guanandi" is a evergreen species, although it shed some leaves in drought season. The sprouting occurred after precipitation time while water deficit time, following flowering. The frutification have a peak in april, but the fruits remainig in trees during 10 months. A diversity of phenological patterns observed is due differences between sites of ocurrence of individuals and breeding sistem of species. The fruits of "guanandi" may be hydrocorous or zoocorous, or shed directly on the forest floor, in which may to germinate. This dispersion strategies furthered a microsites diversity which the seeds may germinate and recruitment of seedlings. The seeds was neutral photoblastic and diferences in his size don't influenced the germination, which was faster in the fruits without pericarp. The population had "J inverted" size class distribution, indicating his stability and autoregenerative strategies. The distribution pattern of individuals were clumped, specially the seedlings and youg trees, due dispersion characteristics and topographyc features of site. The seeds and young plants were tolerants when subjected to flooding, evidencing your importance to management and recomposition plans in riparian forest.

1 INTRODUÇÃO

A transição entre o ambiente aquático e terrestre faz com que o ecótono “mata ciliar” apresente características próprias, que lhe conferem uma complexidade ecológica (ACIESP 1987, NILSSON 1992).

Este ecótono, no qual estão incluídas as formações florestais ocorrentes ao longo de rios, possui distribuição ampla, sendo bem evidenciado em regiões de domínio de formações abertas e distinto apenas floristicamente em áreas onde há predomínio de formações florestais (TROPPEMAIR & MACHADO 1974, ACIESP 1987, RODRIGUES 1989).

Apesar da controvérsia na utilização dos termos mata “de galeria”, “ciliar” ou “ripária” (TROPPEMAIR & MACHADO 1974, MANTOVANI 1989a, RODRIGUES 1992), a importância da vegetação existente ao longo dos cursos d’água tem sido ressaltada em vários trabalhos (RODRIGUES 1992, AIDAR 1992).

A função hidrológica dos ecossistemas ripários está associada à estabilização das áreas ribeirinhas, ao controle do ciclo de nutrientes da bacia hidrográfica, à manutenção da qualidade da água, além de propiciar a sobrevivência dos organismos aquáticos e ribeirinhos (LIMA 1989).

As matas ciliares são influenciadas principalmente pelas características do rio e da topografia local, que determinarão a frequência e duração das inundações (RODRIGUES 1989, 1992). Estes fatores são muito variáveis o que forma um verdadeiro mosaico de situações (JOLY 1986) que atuará na seleção e distribuição das espécies arbóreas, resultando em uma estrutura e composição florística bastante heterogêneas (NILSSON *et al.* 1988, MANTOVANI *et al.* 1989, RODRIGUES 1992).

No estado de São Paulo, as matas ciliares encontram-se extremamente degradadas, situação esta causada principalmente pela ação antrópica (CAMARGO *et al.* 1971, SALVADOR 1987). O conhecimento da composição florística e da estrutura deste tipo de vegetação, bem como a auto-ecologia das espécies típicas, são fundamentais para o entendimento da comunidade. Dentre os estudos abordando a ecologia das espécies da mata ciliar, a fenologia, a dispersão das sementes e a demografia são importantes pois envolvem aspectos relacionados aos padrões de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo além de características da dinâmica da população.

A ocorrência de ritmos de crescimento e reprodução nas comunidades florestais tropicais tem sido relatada em vários trabalhos (JANZEN 1967, LONGMAN & JENÍK 1987). A avaliação destes ritmos permite prever a época de reprodução, deciduidade e ciclo de crescimento vegetativo, parâmetros estes que podem ser utilizados no manejo das espécies vegetais (RIBEIRO & CASTRO 1986).

A maioria dos trabalhos com árvores tropicais indicam que a periodicidade nos eventos fenológicos deve-se a fatores endógenos (ALVIN 1967), que podem ser controlados por fatores ambientais (MORELLATO *et al.* 1989). Estudos de fenologia com uma ou poucas espécies arbóreas têm focado principalmente espécies caducifólias ocorrentes em regiões com um período de déficit hídrico (ALVIN 1967, BORCHERT 1980, REICH & BORCHERT 1982), sendo menos conhecidos os padrões existentes em espécies perenifólias e que ocorrem em matas ciliares.

No Brasil, vários estudos abordaram a fenologia de espécies arbóreas das comunidades florestais (ALENCAR *et al.* 1979, FALCÃO & LLERAS 1980, ALENCAR 1988, MORELLATO *et al.* 1989,1990, AGUIAR 1990, MORELLATO 1991, MAGALHÃES & ALENCAR 1979), mas poucos discutiram as estratégias fenológicas que ocorrem dentro de cada população (MORELLATO & LEITÃO FILHO 1990).

Após a produção dos frutos, a dispersão das sementes é o principal fator que garantirá a manutenção da espécie. As forças seletivas que levam um fruto a ser disperso por um agente biótico agem geralmente no sentido de aumentar as chances de sobrevivência da prole (HOWE & SMALLWOOD 1982).

A manutenção da diversidade e organização das comunidades tropicais podem ser discutidas a partir de dados populacionais (CONNELL *et al.* 1984). JANZEN (1970) e CONNELL (1971 *apud* SILVERTOWN 1987) propuseram um modelo para explicar a diversidade nos trópicos, onde a densidade de sementes é maior nas regiões próximas às plantas parentais e a chance de recrutamento de indivíduos aumenta a determinadas distâncias da planta-mãe. No entanto, HUBBELL (1979, 1980) sugeriu que o número de indivíduos recrutados pode ser maior nas proximidades da planta parental, em função da alta densidade de sementes. Muita controvérsia surgiu na literatura a partir de tais modelos (SANTOS 1991), mas poucos trabalhos relacionam a distribuição dos indivíduos de uma população com os fatores abióticos (OLIVEIRA *et al.* 1989, MOREIRA 1987).

A estrutura populacional de uma espécie, ou seja, o conjunto de suas características genéticas e demográficas é resultado de mecanismos evolutivos e ecológicos (MARTINS 1987) e pode fornecer informações sobre a capacidade de regeneração bem como a ocorrência de perturbações em determinado local (HARPER 1977).

Os estudos populacionais de espécies de regiões tropicais têm mostrado padrões variados de recrutamento como nos trabalhos realizados no Brasil por LEITE *et al.* (1982), MOREIRA (1987), RANKIN-DEMERONA & ACKERLY (1987), HENRIQUES & SOUSA (1989), OLIVEIRA *et al.* (1989), SILVA (1991) e SANTOS (1991). Dados sobre a demografia de espécies ocorrentes em matas ciliares são escassos (MANTOVANI 1989b), destacando-se os trabalhos de LIEBERG (1990) com *Inga affinis*, de AIDAR (1992), com *Centrolobium tomentosum* e de LEITE & SALOMÃO (1992), com *Copaifera langsdorfii*.

A inundação conduz a uma série de processos físico-químicos e biológicos que influenciam na qualidade do solo como meio para o desenvolvimento das plantas. PONNAMPERUMA (1984) relatou detalhadamente as modificações que ocorrem no solo durante o alagamento. A mais importante é a diminuição da troca gasosa entre o solo e o ar, causada pela baixa difusão do oxigênio na água. Com isso, o oxigênio contido no solo é rapidamente consumido e surgem gases como nitrogênio, gás carbônico, hidrogênio e amônia além de vários outros compostos que podem atingir níveis tóxicos para as plantas (PONNAMPERUMA 1984). Nestas condições, tanto a germinação das sementes quanto o desenvolvimento das plantas podem ser comprometidos, dependendo da espécie em questão e da duração do período de inundação (KOZLOWSKI 1984).

Normalmente o sistema radicular apresenta um metabolismo aeróbico, com oxidação das moléculas de carboidratos e produção de energia. Quando submetido a um ambiente anóxico, esta rota é desviada e a produção de energia é obtida por via anaeróbica, ou, em algumas espécies, é mantido o metabolismo aeróbico através do oxigênio difundido da parte aérea (JOLY 1986).

Com a alteração do metabolismo radicular, a maioria das plantas apresenta uma alteração no crescimento, principalmente das raízes. Em algumas espécies surgem raízes adventícias e lenticelas hipertróficas (HOOK 1984) além de haver senescência e abscisão foliares (KOZLOWSKI 1984).

HOOK (1984) fez uma síntese das respostas encontradas em diversas espécies vegetais sujeitas ao alagamento, sendo que as espécies que ocorrem em regiões tropicais apresentam respostas distintas daquelas encontradas em espécies de regiões de clima temperado (JOLY & CRAWFORD 1982). No Brasil, os trabalhos de MEDRI & CORREA (1985), SENA GOMES & KOZLOWSKI (1988), LIEBERG (1990), MARQUES (1990) e JOLY (1991) demonstraram tais diferenças.

A dominância de uma espécie em uma determinada área, pode muitas vezes ser indicadora de um tipo vegetacional. O guanandi (*Calophyllum brasiliense* Camb.) é uma espécie de ampla distribuição, mas muito comum em regiões de solo saturado hidricamente (LORENZI 1992). Por estas razões a espécie foi escolhida para a realização do presente trabalho que teve os seguintes objetivos:

- descrever os padrões fenológicos da população
- avaliar as formas de dispersão das sementes e algumas de suas implicações
- caracterizar a estrutura de tamanho e a distribuição espacial da população
- identificar aspectos ecofisiológicos envolvidos na germinação das sementes e desenvolvimento das plantas
- relacionar características ecológicas da espécie com fatores abióticos locais
- contribuir para o conhecimento das estratégias adaptativas de espécies de mata ciliar, para subsidiar projetos de recomposição destas áreas.

2 ÁREA DE ESTUDO

2.1 Vegetação

O presente trabalho faz parte do projeto “Estudo, preservação e recuperação das matas ciliares da bacia do rio Jacaré-Pepira, Estado de São Paulo, Brasil”, que há seis anos vem investigando as características biológicas do ecótono mata ciliar, sob a coordenação do Prof. Dr. Carlos Alfredo Joly.

A bacia hidrográfica do rio Jacaré-Pepira localiza-se na região central do Estado de São Paulo e tem área de drenagem aproximada de 2600Km² (AIDAR 1992). As áreas marginais ao rio estão intensivamente ocupadas por culturas (principalmente cana-de-açúcar e laranja) e a vegetação ciliar remanescente encontra-se muito fragmentada e de forma geral bastante descaracterizada (M. T. SHIMABUKURO, pós-graduação em Biologia Vegetal, UNICAMP, comunicação pessoal).

A área de estudo é um trecho de mata ciliar localizada próxima ao Viveiro Municipal de Brotas, SP (48°06'W 22°16'S e 470m de altitude) e tem uma área aproximada de 13 ha (FIGURA 1). O local é atravessado por dois córregos, afluentes do córrego do Gouveia, um tributário do rio Jacaré-Pepira.

O terreno apresenta uma considerável variação topográfica, em parte decorrente das mudanças dos cursos d'água durante os períodos mais ou menos chuvosos. O solo, nas proximidades dos riachos é hidromórfico, apresentando água superficial em caráter permanente. Análises preliminares (ANEXO 1) mostraram que trata-se de um solo muito ácido (pH entre 4.1 e 5.1), com teores de fósforo considerados limitantes e muito baixos. As quantidades de potássio, cálcio e magnésio trocáveis são sempre baixas ou muito baixas, enquanto as de alumínio são consideradas médias ou altas. Os valores de H⁺ e a capacidade de troca catiônica (CTC) são altos, e o volume de saturação em bases muito baixo. Na análise granulométrica a classe textural dos primeiros 80cm é “limo-arenoso”, subclasse “arenoso” e, nas regiões mais profundas, “limo-arenoso-barrento”, subclasse “areno-barrento”.

A mata é constituída por três estratos (SILVA *et al.*, dados não publicados): um arbóreo superior com 16m de altura média; um médio, arbustivo-arbóreo, com altura predominante em torno de 6m e um estrato herbáceo, em alguns locais pouco expressivo (FIGURAS 2 e 3). Dentre as espécies arbóreas mais importantes no estrato superior destacam-se *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), *Protium heptaphyllum* (Burseraceae), *Tapirira cf marchandii* (Anacardiaceae), *Talauma ovata* (Magnoliaceae), *Podocarpus sellowii* (Podocarpaceae) e *Pera obovata* (Euphorbiaceae). No estrato médio são frequentes representantes das famílias Arecaceae, Moraceae, Rubiaceae e Myrtaceae. O estrato herbáceo, mais desenvolvido nos locais de menor umidade, constitui-se principalmente por indivíduos de Rubiaceae, Melastomataceae e Pteridophyta (SILVA *et al.* dados não publicados). Este tipo de mata ciliar, com tais características florísticas e edáficas foi denominada por LEITÃO-FILHO (1982) de “mata de brejo”. Apesar das matas de brejo estarem relacionadas com as matas de galeria e ripárias, sua composição florística é bem restrita, devido, principalmente, à presença de água no solo em caráter permanente (LEITÃO FILHO 1982, RODRIGUES 1992).

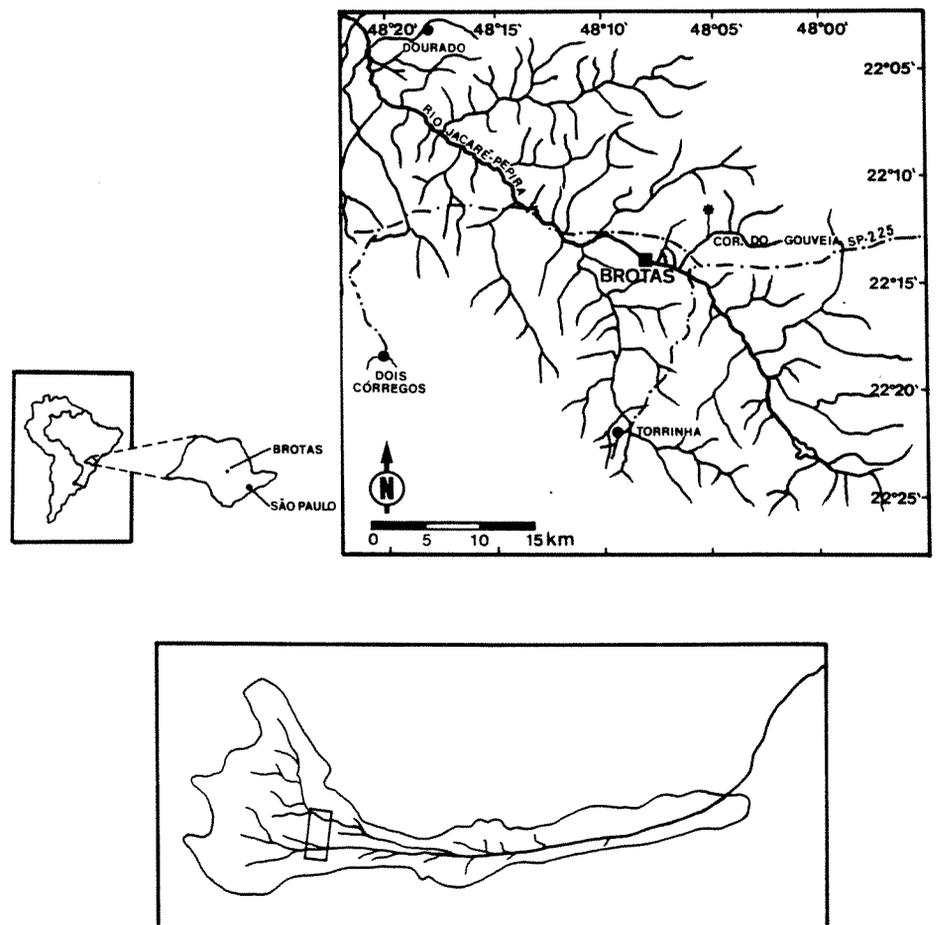


FIGURA 1 - Mapa com a localização da área de estudo na Bacia do rio Jacaré-Pepira (acima) e a disposição das parcelas (abaixo). O segundo foi elaborado com base em aerofoto de 1979 (Terrafoto) com escala de 1:25000.



FIGURA 2 - Aspecto interno das regiões mais úmidas da mata ciliar, no município de Brotas, SP. Note a presença de indivíduos de *Geonoma sp* (Arecaceae), muito frequentes nestes locais.



Figura 3 - Aspecto interno das regiões mais secas da mata ciliar, no município de Brotas, SP.

2.2 Caracterização climática

Os dados climáticos foram fornecidos pela Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo de Campinas - Unidade de Jaú (22°17'S 48°34'W, altitude 580m), a mais próxima da área de estudo (45 Km em linha reta). Os dados foram tomados para o período de janeiro de 1991 a setembro de 1992 e as normais para 30 anos (1961 a 1990).

O cálculo do balanço hídrico normal foi realizado segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), utilizando-se o programa BALASC de autoria do Prof. Hilton Silveira Pinto e Jurandir Zullo Junior, do Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura (CEPAGRI) - UNICAMP. A capacidade de retenção de água no solo adotada para este cálculo foi 125mm.

O clima da região de Jaú foi classificado por NIMER (1977) como tropical subquente úmido, com uma estação seca de 2 meses (julho e agosto) que pode atingir um período maior e temperatura média anual variando entre 20 e 18°C. Segundo este autor, o clima da região é influenciado principalmente pela elevação da altitude e pelas correntes perturbadas de origem subpolar, que definem uma característica transicional entre o clima tropical quente (das latitudes baixas) e o temperado mesotérmico (das latitudes médias do Brasil).

A FIGURA 4 apresenta o balanço hídrico normal, segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), para a região de Jaú para o período de 1961 a 1990 onde é possível verificar uma estação seca bem marcada que inicia-se em abril e torna-se mais evidente entre junho e setembro. O balanço hídrico para o período de janeiro de 1991 a setembro de 1992 está representado na FIGURA 5 que mostra altos valores de precipitação durante os quatro primeiros meses de 1991 (máximo de 364mm em março), seguidos de um pronunciado período de déficit hídrico, que se iniciou em junho e se prolongou até novembro. Em 1992 a precipitação foi menor nos meses iniciais do ano (máximo de 187mm em março), em relação ao ano anterior, e o déficit hídrico prolongou-se pelos meses de junho, julho e agosto.

Os valores médios de insolação e temperatura para o período de janeiro de 1991 a setembro de 1992 são mostrados na FIGURA 6. As médias de insolação, durante os dois anos avaliados, não mostraram um padrão definido, sendo que em 1991 o máximo de insolação ocorreu no mês de novembro e os valores mínimos em março e dezembro. Neste último mês o baixo valor de insolação deve-se à precipitação (FIGURA 5) que com a presença de nuvens influencia no número de horas de brilho solar. Em 1992 as médias também oscilaram bastante, não havendo períodos de maior insolação.

As temperaturas médias do mês de julho nos dois anos analisados apresentaram os menores valores (18,4 e 18,9 °C, respectivamente), indicando um inverno pouco rigoroso. Mesmo havendo meses com temperaturas mais elevadas (novembro a fevereiro) estas não ultrapassaram os 25°C em média, caracterizando um verão ameno.

2.3. Caracterização da espécie

Calophyllum brasiliense Camb., vulgarmente denominado de guanandi, olandi ou jacareúba, é uma árvore pertencente a família Clusiaceae (Guttiferae) e chega a atingir 20-25m de altura e 50-70cm de diâmetro. Possui tronco reto, cilíndrico, casca dura, escura e muito fissurada. O engalhamento é grosso e tortuoso, constituindo copa larga, umbeliforme, densamente foliada, de cor verde-escura luzente. Suas folhas, coriáceas e glabras, apresentam numerosas nervuras laterais muito próximas entre si, paralelas, de aspecto muito característico. As flores são polígamas, arranjadas em inflorescências racemiformes e seus frutos são drupas globosas, com 1,5-2cm de diâmetro, bastante duros quando secos (REITZ *et al.* 1978).

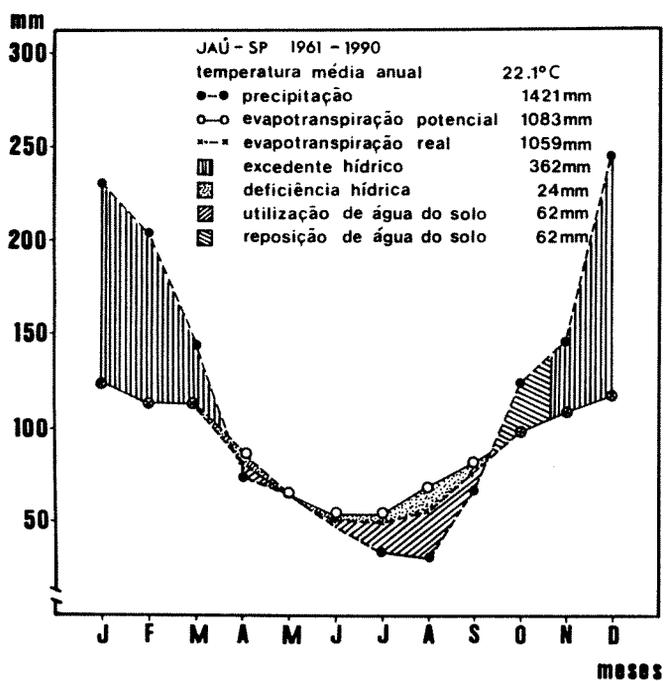


FIGURA 4 - Balanço hídrico para a região de Jaú para o período de 1961-1990. Capacidade de retenção do solo = 125mm. Fonte: Estação Meteorológica do IAC-Jaú (22°17'S 48°34'W, 580m).

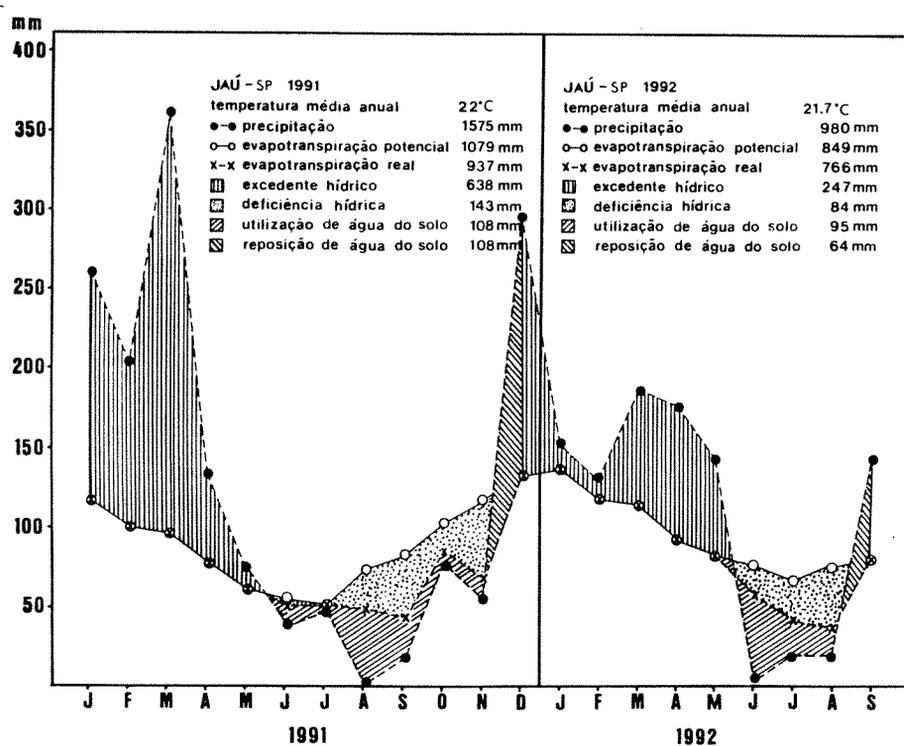


FIGURA 5 - Balanço hídrico para a região de Jaú para o período de janeiro de 1991 a setembro de 1992. Capacidade de retenção do solo = 125mm. Fonte: Estação Meteorológica do IAC-Jaú (22°17'S 48°34'W, 580m).

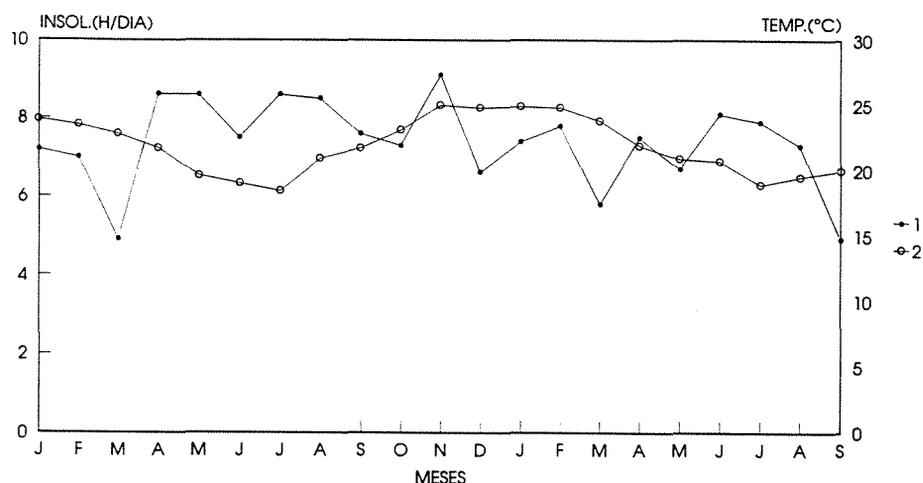


FIGURA 6 - Insolação (1) e temperatura média (2) para a região de Jaú para o período de janeiro de 1991 a setembro de 1992. Fonte: Estação Meteorológica do IAC-Jaú (22°17'S 48°34'W, 580m).

Calophyllum brasiliense é uma espécie heliófita ou de luz difusa, encontrada tanto em floresta primária densa como em vários estágios da sucessão secundária, como capoeiras e capoeirões (LORENZI 1992).

Segundo PIO CORREA (1984), trata-se de uma espécie de grande utilização na indústria madeireira, principalmente no fabrico de embarcações. A sua casca pode ser utilizada como estopa para calafetagem e a "goma-resina" dela retirada pode ser usada como emplastro de aplicação veterinária (PIO CORREA 1984).

Sua distribuição geográfica é bastante ampla, ocorrendo desde a América Central até a parte norte do litoral catarinense, sendo bastante característica da floresta atlântica, especialmente das florestas situadas nas planícies arenosas costeiras, com solo de drenagem mais lenta, sujeitas ao encharcamento durante os períodos chuvosos (REITZ *et al.* 1978). Nestes casos, pode ser a espécie mais importante, com altos valores tanto de freqüência como de densidade e dominância (SILVA *et al.* no prelo). Ocorre ainda na Amazônia, nos cerrados e nas florestas interiores do Brasil (REITZ *et al.* 1978).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área de 3600m² dividida em 144 parcelas de 5x5m (FIGURA 7), delimitadas por piquetes de madeira e fio plástico. O trabalho de campo teve início em maio de 1991 e término em julho de 1992.

3.1 Levantamento topográfico

O levantamento topográfico da área de estudo foi realizado em janeiro de 1992, utilizando-se o nivelamento geométrico pelo método de quadrículas. Para tanto foram usados os seguintes equipamentos: teodolito, mira de estajo e trena de 20m. A cota estabelecida foi 662 m e a interpolação das curvas de nível foi feita de 20 em 20cm.

3.2 Umidade do solo

A análise da umidade relativa do solo foi realizada quinzenalmente, a partir de maio de 1991. Para tanto foram coletadas amostras de solo, com um cilindro de volume constante (350cm³), em 8 pontos definidos procurando representar o gradiente de umidade existente na área (FIGURA 7). As amostras foram levadas para o laboratório, pesadas em balança semi-analítica e secas em estufa a 80°C até peso constante. A umidade relativa do solo (U%) foi fornecida pela seguinte fórmula (BROWER & ZAR 1984):

$$U\% = \frac{PU-PS}{PU} \times 100,$$

onde PU é o peso úmido e PS o peso seco.

3.3 Profundidade do lençol freático

Medidas da variação na profundidade do lençol freático foram tomadas em 5 pontos determinados (FIGURA 7) conforme as características topográficas do local. Em cada ponto foi instalado um piezômetro que consiste em uma perfuração, de 10cm de diâmetro e aproximadamente 1,5m profundidade, onde são colocados canos de PVC perfurados que permitam o livre fluxo de água. A leitura dos piezômetros foi feita quinzenalmente, a partir de agosto de 1991, utilizando-se uma régua de 150cm de comprimento.

3.4 Radiação solar

Uma avaliação da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) disponível para a vegetação, foi realizada na área de estudo utilizando-se um quantum/radiômetro/fotômetro LI-189 (Li-cor), em metodologia semelhante à recomendada por BROWER & ZAR (1984). Para tanto foram escolhidos 2 dias típicos, ou seja, com céu limpo e sem nuvens, durante o mês de julho (1992), que é uma época com maiores chances de haver dias limpos. Procurou-se limitar as leituras ao intervalo das 10:30h às 14:00h, período de maior radiação. As medidas foram feitas nos vértices e no centro de cada parcela, a um metro de distância do solo. A cada 30 minutos foram feitas leituras em área de campo próxima à mata, a fim de se padronizar as medidas e determinar a diferença entre os dois locais.

Para a análise dos dados foram considerados os valores da transmitância, ou seja, a porcentagem de PAR que atinge a floresta ao nível do solo obtida pela fórmula:

$$T = LI / LE$$

onde, T é a transmitância, LI a leitura tomada no interior da mata e LE leitura externa.

3.5 Fenologia

As observações fenológicas foram realizadas durante um período de 13 meses, a partir de junho de 1991. Para o acompanhamento, marcaram-se 28 indivíduos em estágio adulto (com altura maior que 10m e em fase reprodutiva), sendo 22 localizados dentro e 6 próximos à área demarcada.

As observações foram feitas a olho nu ou com o auxílio de um binóculo, sendo anotadas as fenofases em que os indivíduos se encontravam, a saber (adaptado de ALENCAR *et al.* 1979):

16	32	48	64	80	96	112	128	144
				8				
15	31	47	63	79	95	111	127	143
14	30	46	62	78	94	110	126	142
				7				
13	29	45	61	77	93	109	125	141
12	28	44	60	76	92	108	124	140
				6				
11	27	43	59	75	91	107	123	139
10	26	42	58	74	90	106	122	138
				5				
9	25	41	57	73	89	105	121	137
8	24	40	56	72	88	104	120	136
				4				
7	23	39	55	71	87	103	119	135
6	22	38	54	70	86	102	118	134
				3				
5	21	37	53	69	85	101	117	133
4	20	36	52	68	84	100	116	132
				2				
3	19	35	51	67	83	99	115	131
2	18	34	50	66	82	98	114	130
				1				
1	17	33	49	65	81	97	113	129

5m

FIGURA 7 - Croqui com a localização das 144 parcelas na área de estudo. Os pontos de 1 a 8 nos círculos representam os locais de coleta de solo e os pontos 1, 2, 4, 6 e 8 representam também os poços piezométricos.

Mudança foliar:

- 1 - queda de folhas velhas e amareladas
- 2 - surgimento de primórdios foliares
- 3 - folhas em crescimento, com coloração castanha
- 4 - folhas totalmente desenvolvidas

Floração:

- 5 - formação de inflorescências, presença de botões
- 6 - flores abertas (pico da floração)
- 7 - flores velhas

Frutificação:

- 8 - início da formação de frutos
- 9 - frutos em desenvolvimento
- 10 - frutos maduros, início da dispersão (pico da frutificação)
- 11 - dispersão e decréscimo da quantidade de frutos na árvore.

3.6 Dispersão

3.6.1 Distância do indivíduo parental

A análise dos padrões de dispersão de *Calophyllum brasiliense* em função da localização do adulto parental foi realizada em maio de 1992, sendo marcados dez indivíduos adultos, em fase de frutificação (metodologia adaptada de MOREIRA 1986). A partir de cada árvore, foi traçada uma reta em uma direção que procurasse evitar áreas onde houvesse alta densidade de adultos. A cada 1m foi lançado um quadro de madeira desmontável com 1m² sobre o solo e nele contou-se o número de frutos intactos e o número de frutos com sinais de presas de quirópteros (“mordidos”). Anotou-se também as características do solo quanto à disponibilidade de água e declividade para comparações posteriores. Em cada indivíduo, foram marcados tantos quadros quanto o necessário para que o raio de projeção da copa fosse coberto. Um mesmo número foi repetido em área adjacente, fora da copa.

3.6.2 Distribuição espacial

Na área das parcelas foi feita uma avaliação da distribuição espacial dos agrupamentos de frutos observados sobre o solo, provenientes da atividade alimentar de quirópteros (poleiros de alimentação - “feeding roosts”). Para tanto anotou-se as coordenadas do centro dos agrupamentos além de ser contado o número de frutos intactos e predados presentes em cada um. Estes poleiros representam locais determinados nas copas das árvores que os morcegos utilizam durante a noite como base para alimentação, podendo ou não estar localizados na árvore que fornece o alimento (KUNZ 1982). No presente estudo será utilizado o termo “poleiro” para designar os locais sob a copa onde foi possível verificar tais agrupamentos de frutos.

Para a análise do padrão espacial dos poleiros foram utilizados o coeficiente de dispersão (variância/média) e o índice de dispersão de Morisita em função do tamanho da parcela, além de ser verificada a distribuição em parcelas de 25m² comparativamente com o modelo previsto por Poisson (BROWER & ZAR 1984). Foi utilizado o teste qui-quadrado (X^2) para a adesão à distribuição de Poisson e o teste “t” para se verificar a significância do coeficiente de dispersão (KERSHAW 1980).

3.6.3 Disponibilidade de sementes no banco

No centro de cada quadro citado no item 3.6.1, foi coletada uma amostra de solo com o auxílio de um Gerbox (volume aproximado 650cm^3), para uma estimativa da quantidade de sementes disponíveis no banco (KELLMAN 1970).

3.7 Germinação

Os testes relativos ao potencial de germinação das sementes de *Calophyllum brasiliense* foram realizados com frutos coletados sob diversas árvores, na área de estudo. As sementes e/ou frutos utilizados nos experimentos foram devidamente esterilizados em hipoclorito de sódio 1%. A protusão da radícula foi considerada como indicativo de germinação, que foi analisada em função dos seguintes parâmetros:

3.7.1 Luz

Frutos de *Calophyllum brasiliense* tiveram suas polpas removidas e foram divididos em 2 grupos de 100 sementes cada. O primeiro grupo foi acondicionado em 5 Gerbox contendo areia peneirada, lavada em água destilada e esterilizada, mantidos em germinador B.O.D. (Fanem-147) à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, com incidência de luz branca. O outro grupo de sementes teve o mesmo tratamento, porém os Gerbox foram envolvidos por sacos plásticos pretos.

O experimento foi conduzido por aproximadamente 3 meses e a contagem das sementes germinadas realizadas semanalmente. Para o tratamento no escuro, as manipulações foram sempre feitas em câmara escura, com luz verde de segurança.

As médias de cada tratamento foram transformadas em $\arcsen\sqrt{p}$ e as diferenças avaliadas pelo teste "t" de Student (VIEIRA 1988).

3.7.2 Porcentagem de polpa

Os frutos encontrados nos poleiros apresentavam diferenças nas quantidades de polpa (pericarpo), em função das variações no comportamento alimentar dos morcegos. Para se obter informações sobre o efeito da atividade destes animais na velocidade de germinação de *Calophyllum brasiliense*, frutos coletados nos poleiros foram divididos em 4 grupos de acordo com a quantidade de polpa presente: G1 (0-25%), G2 (26-50%), G3 (51-75%) e G4 (76-100%). As estimativas foram visuais e cada grupo continha 20 frutos, que foram colocados em Gerbox contendo areia, em procedimento idêntico ao citado no item 3.7.1.

3.7.3 Tamanho das sementes

Para testar o potencial de germinação de sementes de tamanho variado que eram encontradas nos poleiros, coletou-se frutos e removeu-se a polpa. Com um paquímetro mediu-se o diâmetro das sementes que foram então divididas em 3 grupos de acordo como tamanho: G1 ($11 \leq x < 14\text{mm}$), G2 ($14 \leq x < 18\text{mm}$), G3 ($18 \leq x < 21\text{mm}$). Cada grupo continha 3 repetições de 20 sementes que foram semeadas nas mesmas condições citadas no item 3.7.1.

Para a comparação das médias de germinação, utilizou-se análise de variância (VIEIRA 1988).

3.8 Estrutura de tamanho e distribuição espacial da população

O estudo demográfico de *Calophyllum brasiliense* foi realizado nos períodos de maio a julho de 1991 e maio a junho de 1992 na área das parcelas (FIGURA 7). Na avaliação da estrutura de tamanho, todos os indivíduos foram marcados com fita plástica (menores que 2m) ou plaqueta metálica numeradas (maiores que 2m). Para a medição da altura e do diâmetro da base, utilizou-se, respectivamente, uma régua e um paquímetro para indivíduos menores que 2m. Naqueles com altura superior a 2m, a altura foi estimada visualmente e a circunferência (C) da base tomada por fita métrica, sendo posteriormente convertida em diâmetro (d) pela fórmula: $d = C / \pi$. Um ano após a primeira análise, a estrutura da população e os índices de recrutamento e morte foram avaliados, somente para indivíduos menores que 2m.

Para a avaliação da distribuição espacial da população, os indivíduos amostrados foram mapeados, tomando-se nota das suas respectivas coordenadas, medidas com uma trena de nylon de 10m.

Na análise do padrão espacial dos indivíduos foram utilizados três métodos para que os resultados pudessem ser confirmados: o coeficiente de dispersão (variância/média) e o índice de dispersão de Morisita em função do tamanho da parcela, e a distribuição em parcelas de 25m² comparativamente com o modelo previsto por Poisson (BROWER & ZAR 1984). Foi utilizado o teste qui-quadrado (X²) para a adesão à distribuição de Poisson e o teste "t" para se verificar a significância do coeficiente de dispersão (KERSHAW 1980).

3.9 Tolerância à inundação

3.9.1 Tolerância em sementes

Frutos de *Calophyllum brasiliense* coletados na área de estudo tiveram suas polpas removidas sendo divididos em 6 grupos de 100 sementes cada. Os três primeiros grupos foram colocados para germinar separadamente em um tanque de amianto contendo solo coletado na própria área de estudo, sendo irrigados diariamente (controle). Os outros grupos foram semeados nas mesmas condições, no entanto foram mantidos inundados com água em movimento num fluxo muito lento, promovido por um sistema de mangueiras. Após 2 meses neste local um grupo foi retirado e as sementes colocadas em solo na capacidade de campo (I+CC = inundado + capacidade de campo); o segundo retirado, as sementes escarificadas e novamente semeadas em solo inundado (I+E = inundado + escarificado) e o último mantido no mesmo tratamento (I = inundado).

O experimento foi conduzido no Viveiro Municipal de Brotas, sob sombrite, durante 4 meses, e a germinação (protusão da radícula) avaliada quinzenalmente, a partir de setembro de 1991.

3.9.2 Tolerância em indivíduos jovens

Sementes de *Calophyllum brasiliense* coletadas na área de estudo foram semeadas em areia e as mudas transferidas para sacos de polietileno contendo areia grossa e fina (1:3), sendo esta etapa desen-

volvuda pelo Parque Ecológico da UNICAMP. Após a transferência para o Viveiro Municipal de Brotas, as plantas foram aclimatadas e quando estavam com aproximadamente 3 meses foram divididas em três grupos mantidos em solo na capacidade de campo (controle), solo inundado com água parada (AP) e com água corrente (AC). Os dois últimos grupos foram colocados em tanques de amianto e a água mantida num nível permanente de 2cm acima da superfície do solo. Nos tanques contendo água parada houve renovação quinzenal da água a fim de se evitar o acúmulo de toxinas. O alagamento com água corrente foi promovido através de um sistema de mangueiras, sendo mantido um fluxo lento. A inundação teve a duração de 90 dias, momento em que as plantas inundadas foram retiradas dos tanques e mantidas em solo na capacidade de campo por 60 dias.

A intervalos regulares de 30 dias, foram coletadas 6 plantas de cada tratamento para serem utilizadas nas medidas de comprimento (parte aérea e raiz) e peso seco (folhas, caule e raiz). Para a medida do comprimento utilizou-se régua e o peso seco foi obtido por secagem do material verde em estufa à 80°C até peso constante e posterior pesagem em balança semi-analítica.

Observações de modificações morfológicas, como presença de raízes adventícias, lenticelas hipertróficas, senescência, abscisão e epinastia foliares, foram registradas durante todo o período de estudo.

As médias de cada tratamento foram comparadas por análise de variância (VIEIRA 1988).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Topografia

A planta planialtimétrica da área de estudo mostra uma grande variação da topografia local, a partir da cota de 662m (FIGURA 8). Verifica-se que a região central da área apresenta as maiores elevações, sendo um local onde normalmente não ocorrem inundações, com exceção das depressões localizadas lateralmente a esta. Nas extremidades onde passam os córregos, observam-se as menores cotas, representando locais mais baixos que permanecem quase ininterruptamente com água superficial.

A característica mais marcante desta área é a heterogeneidade topográfica que cria situações diferenciadas que influenciam na distribuição da vegetação.

4.2 Umidade do solo

A umidade relativa do solo, durante o período de estudo, está representada na FIGURA 9, onde é possível distinguir pontos que apresentam uma variação semelhante. Os pontos 1, 4, 5, 6 e 7, localizados em regiões mais altas, tiveram umidade sempre baixa, variando entre 3 e 29%. Os pontos 2 e 3, apresentaram umidade intermediária, entre 29 e 59%. Estes pontos localizam-se em regiões mais baixas, mas fora do curso d'água. O ponto 8, situa-se em local brejoso (FIGURA 8) e por isso apresentou a umidade sempre ao redor de 70%.

A variação da umidade do solo em cada um dos pontos foi pequena durante o período de observação e as oscilações representam períodos de curta estiagem como é o caso da última quinzena de novembro de 1991 (FIGURA 9), que somente não foi percebida para o ponto 8.

Segundo TROPPEMAIR & MACHADO (1974) o teor de água do solo associado às características topográficas e à insolação locais são responsáveis pela diversificação estratigráfica da vegetação ciliar. Assim, a presença de um solo predominantemente úmido durante a maior parte do ano estaria condicionando a distribuição da vegetação na área de estudo, como é característico das matas de brejo (LEITÃO FILHO 1982).

4.3 Profundidade do lençol freático

A FIGURA 10 representa a variação do nível do lençol freático nos cinco poços piezométricos instalados na área. Nos pontos 4 e 6 o lençol é sempre mais profundo enquanto nos pontos 1 e 2, é mais superficial. O ponto 8 representa um local de afloramento do lençol freático, mesmo nos períodos com menor precipitação. Essa diferença está relacionada com o local onde os pontos se encontram: os pontos 4 e 6 localizam-se no centro da área amostrada, onde há uma elevação do terreno; os pontos 1 e 2 representam locais mais baixos, próximos aos cursos d'água e o ponto 8 localiza-se em área baixa onde aflora o lençol freático (FIGURA 8).

O acompanhamento da variação do lençol freático mostrou que pequenas oscilações ocorreram durante o ano, exceto durante o mês de novembro de 1991, onde houve queda na precipitação (FIGURA 5) e o lençol ficou mais profundo nos pontos 1, 4 e 6. Nos meses subsequentes

(dezembro e janeiro) houve maior precipitação (FIGURA 5) e o lençol tornou-se novamente superficial. Na área de estudo, dentre os fatores condicionantes, o lençol freático atua diretamente na distribuição da vegetação, principalmente nas depressões onde a diversidade é baixa e predominam poucas espécies com capacidade de suportar o

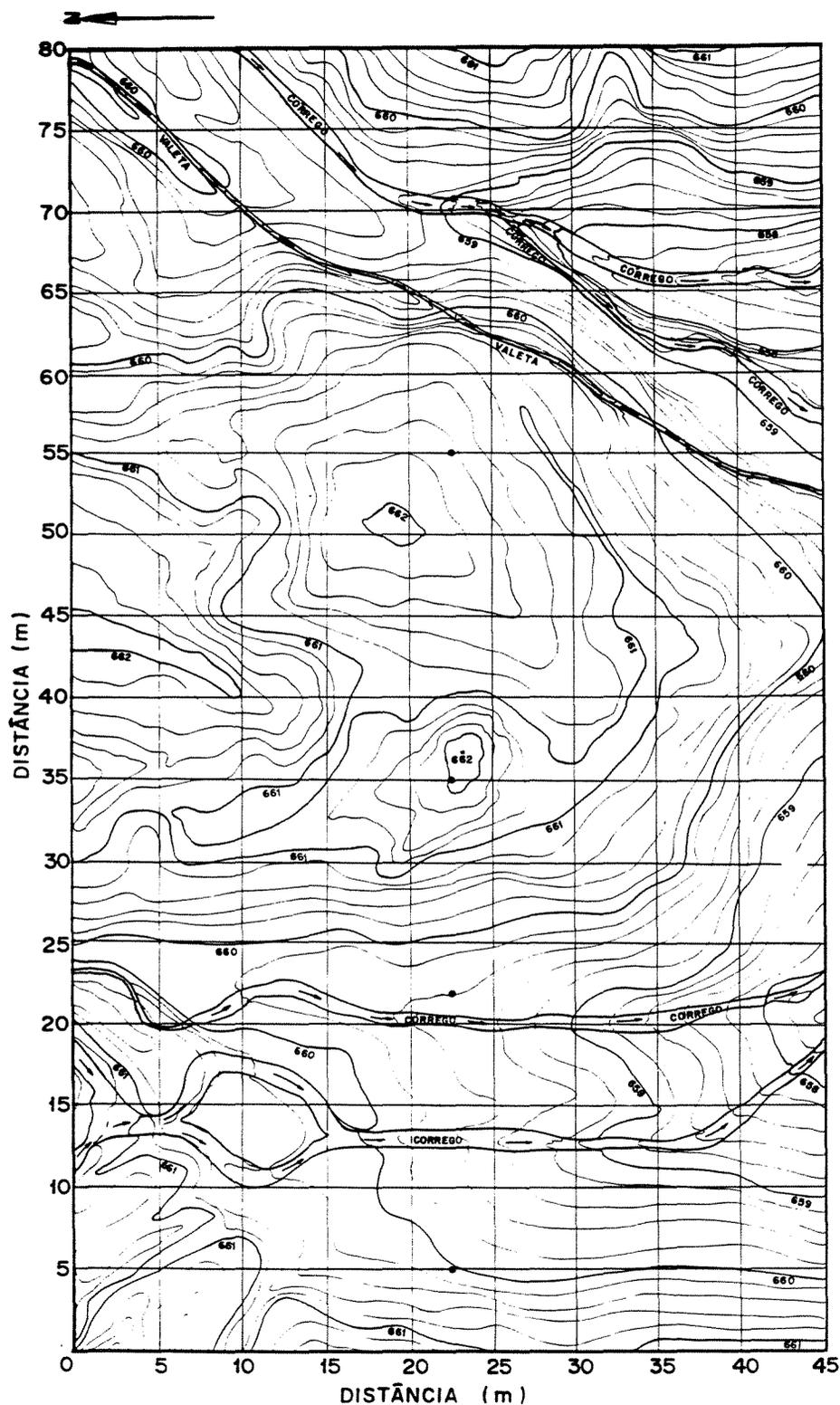


FIGURA 8 - Planta planialtimétrica da área de estudo, em uma mata ciliar do município de Brotas, SP.

encharcamento (SILVA *et al.* dados não publicados).

Na maioria das matas ciliares, especialmente nas matas de brejo, o lençol freático é o principal fator que condiciona a ocorrência das espécies arbóreas, como foi demonstrado no trabalho de JOLY & SILVA (1988). Em algumas áreas a seletividade está relacionada com a ação direta do curso d'água que altera as características edáficas locais e a dinâmica das espécies (RODRIGUES 1992).

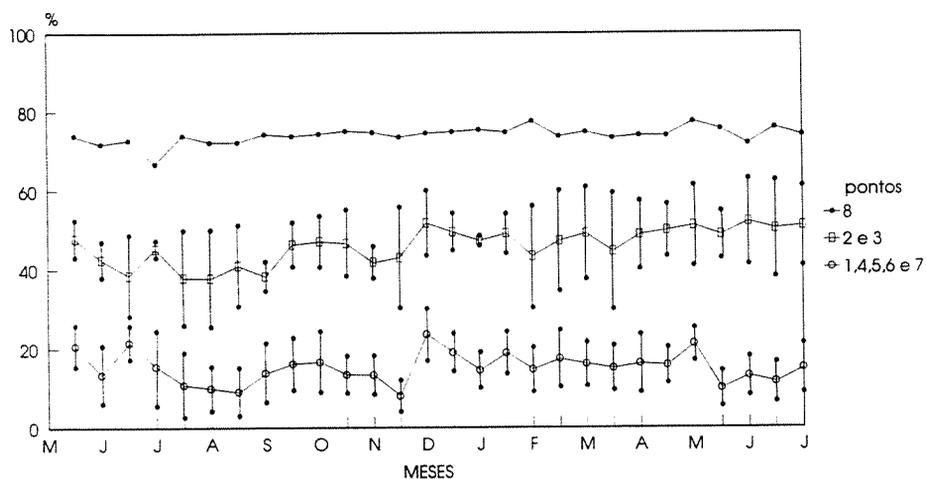


FIGURA 9 - Variação na umidade relativa do solo (%), em 8 pontos em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, no período de maio de 1991 a julho de 1992. Por mostrarem uma variação muito semelhante, nos pontos 2 e 3 e 1, 4, 5, 6 e 7 são apresentadas as suas médias e desvios padrões. Os valores de cada ponto são apresentados no ANEXO 2. A localização dos pontos na área está representada na FIGURA 7.

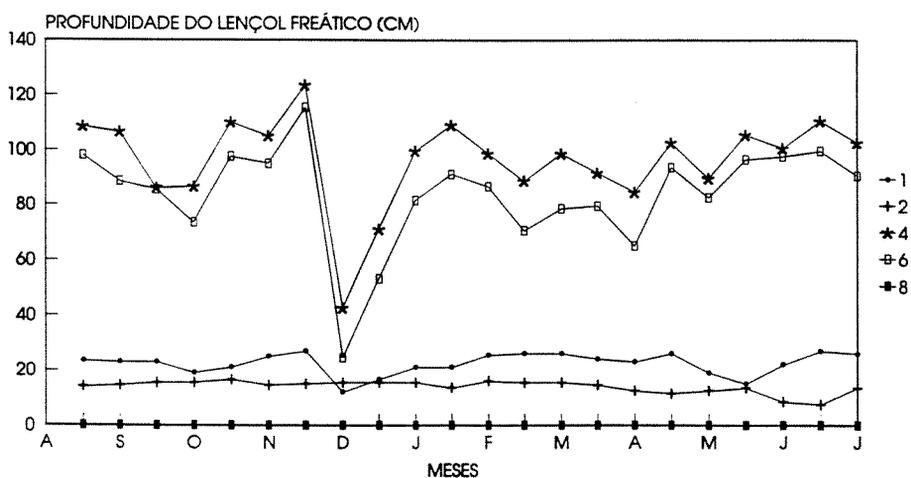


FIGURA 10 - Variação do nível do lençol freático em 5 pontos de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, no período de agosto de 1991 a julho de 1992. A localização dos pontos na área está representada na FIGURA 7.

4.4 Radiação solar

Apesar do método de medição da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) ser preciso, a leitura pode ser distorcida pelo movimento das copas das árvores, provocado pelo vento, que influencia na quantidade de luz que chega no subosque. Mesmo assim, foi possível observar que houve uma variação entre as parcelas amostrais na radiação média que chega a 1m do solo (FIGURA 11), o que demonstra uma heterogeneidade ambiental.

Na região compreendida pelas parcelas 12, 24, 25, 26, 41, 43, e 60 (FIGURAS 7 e 11) e nas parcelas adjacentes, houve os maiores valores de transmissividade (16 a 32%), representando locais de maior incidência de luz na área de estudo. Os locais mais sombreados, ocupam a maior área e apresentam índices de transmissividade entre 0 e 2%. Nas demais parcelas os valores variam entre 2 e 8%, demonstrando serem áreas com quantidade de luz intermediária.

No espectro total de energia solar que atinge a superfície da Terra, apenas uma faixa da radiação de ondas curtas (entre 400 e 700 nm) é fotossinteticamente ativa (PINTO & SÁ 1989). Na planta, esta radiação pode ser convertida em biomassa vegetal, influenciando nos processos fisiológicos, crescimento e sobrevivência das espécies (LONGMAN & JENÍK 1987, PINTO & SÁ 1989).

Nas florestas tropicais úmidas, a quantidade de luz que chega no subosque geralmente é pequena, muitas vezes em uma fração menor que 1% (LONGMAN & JENÍK 1987). Na maior parte da área de estudo, a PAR incide em proporções baixas, inferiores a 2% (FIGURA 11). A região mais iluminada localizada próxima à parcela 25, representa uma clareira que foi formada pela intervenção antrópica. Mesmo sendo uma área com maior radiação, esta nunca ultrapassou 16% da quantidade total que chega na área de pastagem adjacente à mata.

4.5 Fenologia

No período de observação, *Calophyllum brasiliense* perdeu folhas nos meses de junho, julho e agosto e emitiu ramos novos em agosto e setembro (FIGURA 12). A floração foi anual, concentrando-se nos meses de outubro e novembro e a frutificação teve pico entre fevereiro e março (FIGURA 12).

A periodicidade nos eventos fenológicos, tanto os relacionados com o crescimento vegetativo como com a reprodução, tem sido abordada em diversos trabalhos (para revisão, ver MORELLATO 1991). Fatores abióticos (precipitação, fotoperíodo e temperatura) e bióticos endógenos (características genéticas, estado nutricional, variações hormonais) ou exógenos (interrelações com a biota) atuam direta ou indiretamente sobre a planta, determinando os padrões fenológicos (JANZEN 1967, DAUBENMIRE 1972, FRANKIE *et al.* 1974, FOURNIER 1976, ALENCAR *et al.* 1979, LIEBERMAN 1982, MORELLATO *et al.* 1989, 1990, GUTIERREZ 1990, MORELLATO 1991).

4.5.1 Mudança Foliar

A queda de folhas em *Calophyllum brasiliense*, que é parcial e inconspícua, coincidiu com a estação seca que iniciou-se entre junho e julho dos dois anos avaliados (FIGURA 12, ver também FIGURA 5). Ainda no período de déficit hídrico surgiram primórdios foliares (aproximadamente no final de julho) que após dois meses estavam totalmente desenvolvidos.

A maioria dos estudos realizados em florestas tropicais mostram uma relação entre a queda de folhas e a estação seca (DAUBENMIRE 1972, FRANKIE *et al.* 1974, FOURNIER 1976, ALENCAR *et al.*

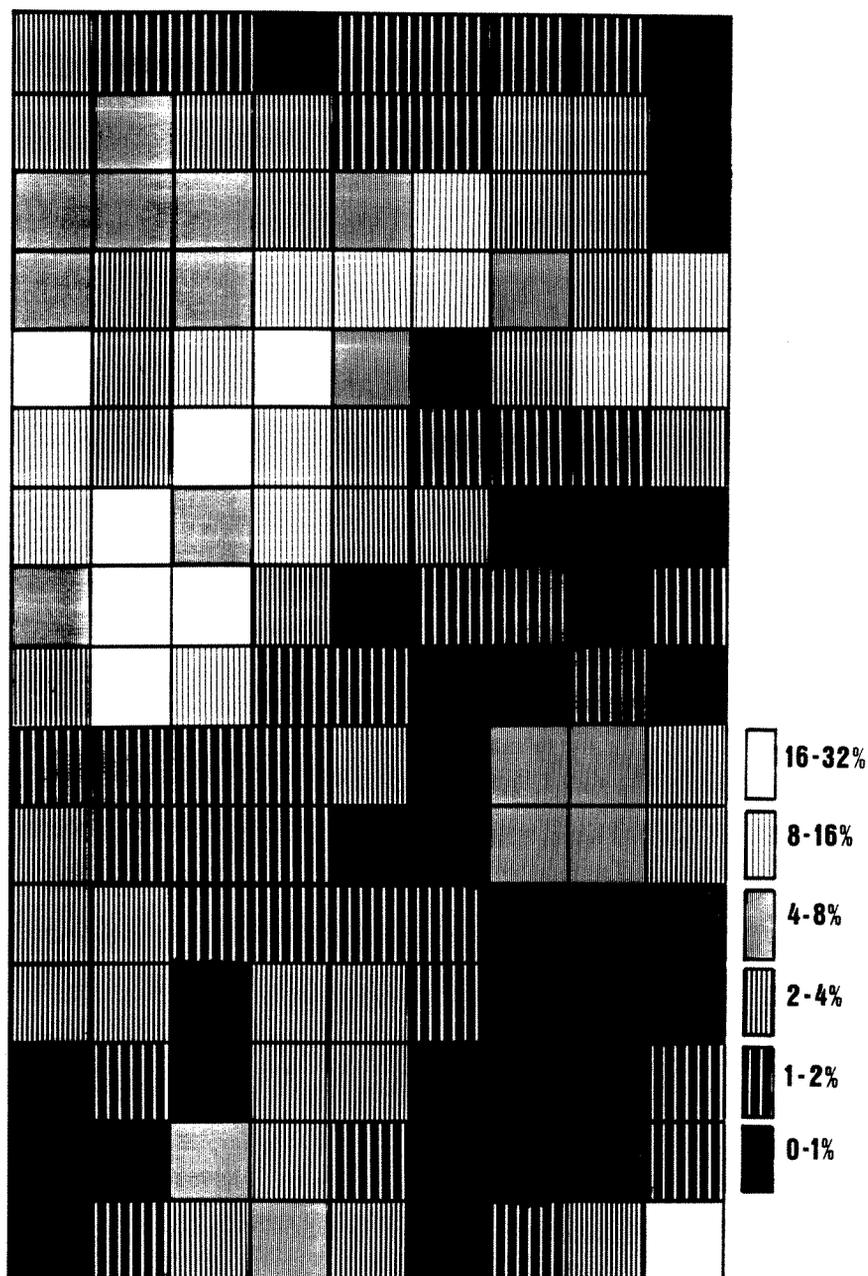


FIGURA 11 - Transmissividade de luz fotossinteticamente ativa (PAR), em porcentagem, nas parcelas de uma mata ciliar no município de Brotas, SP.

1979, MAGALHÃES & ALENCAR 1979, LIEBERMAN 1982, ALENCAR 1988, MORELLATO *et al.* 1989, AGUIAR 1990, MORELLATO 1991). Esta abscisão pode ser influenciada pela diminuição na precipitação e na intensidade luminosa, por variações na temperatura e no fotoperíodo, pela deficiência mineral ou por danos causados por agentes mecânicos ou pragas (LONGMAN & JENÍK 1987, MORELLATO 1991).

Apesar de haver déficit hídrico na região de Brotas, durante o período avaliado (FIGURA 5), a vegetação na área de estudo não sofre falta de água. A presença de um lençol freático superficial durante a maior parte do ano (FIGURA 10), torna o solo sempre úmido (FIGURA 9) impedindo que haja estresse hídrico para as plantas. Estas características são próprias das matas de brejo (LEITÃO FILHO 1982) e fazem com que a fenologia das espécies vegetais seja condicionada mais por fatores locais que por condições climáticas regionais.

Assim a queda de folhas na população de *Calophyllum brasiliense* foi pouco evidente e a visualização somente foi possível pela observação de uma maior quantidade de folhas amareladas nas copas ou sob as árvores.

Resultados semelhantes a estes foram encontrados por DAUBENMIRE (1972) em mata ripária da Costa Rica, onde o grupo de plantas que permaneciam inundadas por longos períodos (“freatófitas obrigatórias”) apresentavam um caráter perenifólio, perdendo poucas folhas num curto período do ano. TROPPEMAIR & MACHADO (1974)

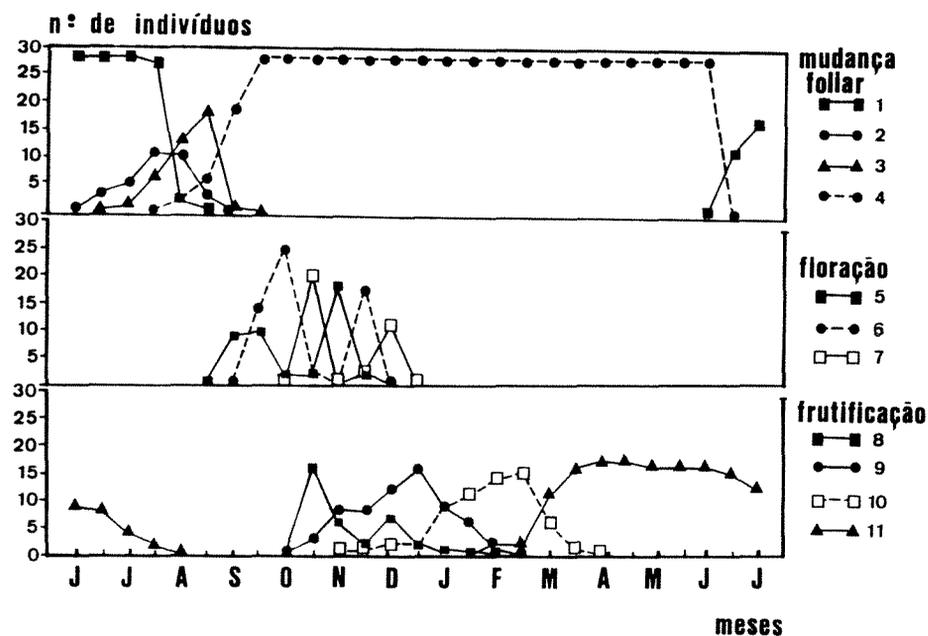


FIGURA 12. Diagrama fenológico de 28 indivíduos de *Calophyllum brasiliense* em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, de junho de 1991 a julho de 1992. MUDANÇA FOLIAR: 1 - queda de folhas velhas e amareladas, 2 - surgimento de primórdios foliares, 3 - folhas em crescimento com coloração castanha, 4 - folhas totalmente desenvolvidas; FLORAÇÃO: 5 - formação de inflorescências e presença de botões, 6 - flores abertas (pico da floração), 7 - flores velhas; FRUTIFICAÇÃO: 8 - início da formação de frutos, 9 - frutos em desenvolvimento, 10 - frutos maduros e início da dispersão (pico da frutificação), 11 - dispersão e decréscimo da quantidade de frutos na árvore.

também observaram que em uma mata de galeria do interior de São Paulo, a vegetação apresentou um caráter perenifólio, com uma queda de apenas 10% das folhas no período mais seco do ano.

Da mesma forma que ocorreu com a queda de folhas, o déficit hídrico também não influenciou o brotamento de *Calophyllum brasiliense*. Os primórdios foliares surgiram ainda na estação seca e o desenvolvimento das folhas ocorreu num período onde houve aumento na precipitação (entre o final de agosto e o início de setembro de 1991, FIGURA 5).

Vários trabalhos demonstraram que o brotamento nas regiões tropicais está relacionado com o início da estação úmida ou com o final do período de déficit hídrico (FOURNIER 1976, REICH & BORCHERT 1982, MORELLATO *et al.* 1989, BULLOCK & SOLIS-MAGALLANES 1990, MORELLATO 1991). Em todos estes casos a presença de água no solo é o fator necessário para que surjam os primórdios foliares.

Na área de estudo o déficit hídrico regional (FIGURA 5) não afeta a população de *Calophyllum brasiliense* e o brotamento pode ocorrer uma vez que a água está sempre disponível para as árvores (FIGURAS 9 e 10). Nestas condições, o estímulo para a produção de folhas deve ser endógeno e propiciado pela queda de folhas que reduz a perda de água pela planta, reidratando os ramos sem folhas e ocasionando o brotamento (REICH & BORCHERT 1984).

A estratégia da espécie em produzir ramos novos na estação seca pode representar ainda uma adaptação ao reduzido número de insetos fitófagos presentes nesta época, conforme sugerido por MORI & KALLUNKI (1976).

4.5.2 Floração

Foram verificados dois picos de floração em *Calophyllum brasiliense* (FIGURA 12), muitas vezes num mesmo indivíduo. O início da floração (primeiro pico) ocorreu entre setembro e outubro, após o início das chuvas, mas ainda no período de déficit hídrico (FIGURAS 5 e 12). O segundo pico de floração teve início 45 dias após o primeiro, ainda no período de deficiência hídrica (FIGURAS 5 e 12).

A floração de *Calophyllum brasiliense* em Brotas, no período de observação, esteve concentrada em outubro e novembro, início da estação úmida. Esta estratégia de floração está próxima à “cornucópia” onde há uma grande produção de flores num intervalo e tempo relativamente pequeno o que possibilita a atração de uma diversidade maior de polinizadores (GENTRY 1974).

O comportamento do guanandi em Brotas (FIGURA 10) e em outros locais do sudeste/sul do Brasil mostram que o período de floração está diretamente relacionado com o surgimento de folhas novas (observações pessoais). Tal fato foi verificado em outras espécies (DAUBENMIRE 1972, FALCÃO & LLERAS 1980) e segundo ALVIN (1966 *apud* ALENCAR *et al.* 1979) o estímulo para a floração seria hormônios produzidos pelas folhas jovens.

Em *Calophyllum brasiliense* a maioria dos indivíduos começou a produzir as primeiras inflorescências (primeiro pico) no final de setembro quando houve aumento na precipitação. OPLER *et al.* (1976) e MORI & KALLUNKI (1976) ressaltaram a importância dessas chuvas na iniciação, duração e sincronia da floração, uma vez que a redução do

estresse hídrico ou a abrupta queda da temperatura dos ramos poderiam desencadear tais processos.

Assim, em *Calophyllum brasiliense*, é provável que após o aparecimento dos ramos novos, algum estímulo presente nas folhas jovens, provavelmente uma alteração nos níveis hormonais, tenha induzido a produção de gemas reprodutivas. O início das chuvas foi o estímulo necessário para que os botões completassem o desenvolvimento e as flores abrissem, desencadeando a floração.

O ano de 1991 foi em geral muito seco, com um atraso no início das chuvas e conseqüentemente um longo período de déficit hídrico (FIGURAS 4 e 5). Este fato pode ter alterado a fenologia da floração de *Calophyllum brasiliense* e impedido a produção normal de flores e frutos (ver item 4.5.3). Com isso, alguns indivíduos puderam ter armazenados os recursos suficientes para uma nova floração, desencadeando um segundo pico (FIGURA 10).

OPLER *et al.* (1976) verificaram que em algumas espécies um período seco seguido de precipitação após a primeira floração resultou num segundo pico de floração, especialmente em indivíduos que abortaram ou que produziram poucos frutos da primeira vez, devido a seca. Segundo estes autores, esta “floração múltipla” é explicada pela formação de novas gemas após a primeira floração o que significa que o “florigeno” responsável por este evento ainda está presente, o que pode ter ocorrido com *Calophyllum brasiliense*.

Além da variação na primeira floração, os fatores que estimularam o segundo período de produção de flores em novembro podem estar relacionados ainda com uma pequena queda na precipitação (FIGURA 5) ou um aumento nas horas de insolação (FIGURA 6), que são elementos que podem desencadear a floração (FOURNIER & SALAS 1966, ALVIN 1967, JANZEN 1967, OPLER *et al.* 1976, MARTINS 1982 e MORELLATO *et al.* 1989). Além disso, o sistema reprodutivo da espécie pode propiciar a existência de duas florações (ver item 4.5.3).

4.5.3 Frutificação

A frutificação foi a fenofase mais longa, com pico no final de fevereiro e disponibilidade de frutos durante aproximadamente 10 meses. O desenvolvimento e a dispersão dos frutos ocorreu principalmente num período de alta precipitação, a partir de fevereiro em 1992 (FIGURAS 12 e 5).

Apesar do pico de frutificação ter ocorrido em um período determinado (entre fevereiro e março), a presença de frutos nas árvores não foi sazonal, ocorrendo durante um longo período, que somente foi interrompido pelo brotamento e floração.

Em outros locais de ocorrência de *Calophyllum brasiliense* a floração e a frutificação estão concentradas geralmente nos períodos mais úmidos, como foi observado em Brotas. FOURNIER & SALLAS (1966) verificaram que em Villa Colón, na Costa Rica, *Calophyllum brasiliense* (chamado localmente de Maria) iniciou a floração no período chuvoso entre os meses de agosto e setembro. LORENZI (1992) relatou que a floração do guanandi ocorre entre setembro e novembro e que a frutificação concentra-se nos meses chuvosos do ano.

A produção de frutos no período úmido está relacionada com a forma de dispersão da espécie. JANZEN (1967), FRANKIE *et al.* (1974), LIEBERMAN (1982) e MORELLATO (1991) analisaram o tipo de fruto levando-se em consideração a sazonalidade climática: as espécies que frutificam na estação seca ou no período transicional, possuem frutos secos apresentando anemocoria ou autocoria; espécies com frutos carnosos, que é o caso do guanandi, frutificam na estação úmida e são dispersos principalmente por animais.

Verificou-se que a floração e a frutificação não ocorreram da mesma maneira em todos os indivíduos de *Calophyllum brasiliense* observados (TABELA 1). Em 53,5% da população houve dois picos de floração, com produção normal de frutos (padrão 1) ou não (padrões 3 e 5). Em 46,4% dos indivíduos observados houve apenas um pico de floração, os quais produziram frutos (padrão 2) ou não (padrões 4 e 6).

Os fatores que levam indivíduos de uma mesma espécie a terem padrões fenológicos diferentes, não estão muito bem esclarecidos. JANZEN (1970) sugeriu que a existência de diferentes estratégias de floração numa mesma espécie funciona como escape de sementes à ação de predadores.

FOURNIER (1969) em um estudo comparativo da floração de *Tabebuia pentaphyla* em várias localidades, verificou que a diferença no início da floração variou de acordo com a latitude e temperatura do local estudado e a luz e a umidade do solo explicariam a variabilidade no comportamento das árvores dentro de um mesmo local.

Em *Calophyllum brasiliense*, as diferenças nos padrões de floração poderiam ser explicados, em parte, pelas variações de umidade do solo e luminosidade que ocorrem na área, conforme sugerido por FOURNIER (1969). No entanto estes fatores devem agir diferentemente sobre os indivíduos da população que apresenta um sistema reprodutivo complexo. Observações preliminares no local de estudo e em outras áreas do sudeste/sul do Brasil, indicam que *Calophyllum brasiliense* possui flores hermafroditas e masculinas em indivíduos separados ou ao menos em diferentes proporções num mesmo indivíduo. Esta provável androdioicia explicaria a ausência de frutificação em 17,8% da população (padrões 5 e 6 da TABELA 1) e produção normal em 60,7% (padrões 1 e 2).

TABELA 1 - Padrões fenológicos de floração e frutificação encontrados em 28 indivíduos de uma população de *Calophyllum brasiliense*, em uma mata ciliar no município de Brotas, SP.

	Padrão	Número de Indivíduos
1	Dois picos de floração com produção normal de frutos	10
2	Um pico de floração com produção normal de frutos	7
3	Dois picos de floração com aborto de frutos	2
4	Um pico de floração com aborto de frutos	4
5	Dois picos de floração, ausência de frutificação	3
6	Um pico de floração, ausência de frutificação	2
TOTAL		28

O aborto de frutos logo após a floração foi evidenciado pela grande quantidade destes sob a copa de determinados indivíduos (21,4%). STEPHENSON (1981) sugeriu que o aborto de frutos é um processo seletivo que pode ser estimulado por danos que possam ocorrer nos frutos (temperaturas extremas, predação por insetos) ou por fatores relacionados com a limitação de recursos. Neste caso haveria uma “competição” por nutrientes entre frutos em desenvolvimento e outras partes da planta.

O padrão de floração do guanandi poderia estar relacionado ainda com a presença de um pistilódio nas flores masculinas, que após a fecundação dos óvulos, produziria frutos inviáveis que acabariam sendo abortados. É provável ainda que estes abortos sejam resultado da auto-incompatibilidade entre flores de um mesmo indivíduo (no caso de haver andromonoiccia), o que já foi citado por STEPHENSON (1981), para outras espécies.

Além destes fatores, E. FISHER (pós-graduação em Ecologia, UNICAMP, comunicação pessoal) observou que alguns indivíduos de *Calophyllum brasiliense* que ocorrem na Estação Ecológica da Juréia, SP, apresentaram durante uma floração somente flores masculinas e no ano seguinte floresceram e frutificaram. Segundo RICHARDS (1986) a instabilidade na expressão sexual está sujeita à influência ambiental. Esta alternância na expressão sexual, se estiver ocorrendo também com a população estudada, explicaria parcialmente a fenologia da floração da espécie. No entanto, as informações aqui apresentadas são preliminares pois se baseiam em apenas um ano de observações, e necessitam de um profundo estudo sobre a reprodução da espécie, o qual não é objeto do presente trabalho.

4.6 Dispersão

Os frutos de *Calophyllum brasiliense* completaram o desenvolvimento entre janeiro e março, sendo dispersos na estação úmida (FIGURAS 5 e 12) o que favorece a germinação das sementes. A presença de frutos nas árvores durante um longo período (aproximadamente 10 meses), permitiu que houvesse sempre sementes germinando e produzindo novos indivíduos para a população.

4.6.1 Meios dispersores

As observações feitas durante o período de estudo indicam que *Calophyllum brasiliense* possui na região de Brotas, três formas de dispersão. A primeira delas é a simples queda dos frutos que, por apresentarem uma massa relativamente alta (peso médio por fruto = 3,74 g; n = 4 lotes, total de 267 frutos pesados), caem diretamente sobre o solo abaixo da árvore-mãe, podendo originar um novo indivíduo.

O segundo modo de dispersão acontece quando os frutos de indivíduos ribeirinhos caem no rio ou nas suas proximidades, podendo flutuar e serem transportados pelo fluxo da água (**hidrocoria**) para outros locais. Nas planícies costeiras onde a espécie ocorre, este meio de dispersão é bem evidente, principalmente na faixa de praia, onde é possível verificar uma grande quantidade de frutos e sementes trazidas pelo mar (observação pessoal). NILSSON *et al.* (1991) apontaram a

importância da hidrocoria na estrutura das comunidades de plantas ao longo de rios.

A principal forma de dispersão de *Calophyllum brasiliense*, no entanto, é a **zoocoria**. E. FISHER & M. C. M. MARQUES (dados não publicados) observaram indivíduos de *Platyrrhinus lineatus* e *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomatidae) capturando e transportando frutos do guanandi. Os morcegos conduzem os frutos até os poleiros de alimentação (feeding roosts) onde se alimentam da polpa (pericarpo) e depositam no solo as sementes intactas com partes do pericarpo que não foram ingeridas (FIGURA 13). Segundo FLEMING (1982), os morcegos da família Phyllostomatidae podem ser generalistas na sua dieta, visitando uma diversidade de tipos de frutos e flores.

No litoral sul de São Paulo e norte do Paraná, região endêmica de *Amazona brasiliensis* (Psitaciformes, Psitacidae), o papagaio-de-cara-roxa, *Calophyllum brasiliense* tem grande importância na alimentação desta ave além de representar o principal local de nidificação da espécie (SCHERER NETO 1989). No entanto a eficiência deste papagaio como dispersor do guanandi é ainda discutível.

GALETTI (1992) verificou que na Reserva da Santa Genebra, em Campinas, a dieta alimentar do bugio (*Alouatta fusca*; Primates, Cebidae) inclui frutos de *Calophyllum brasiliense*, sugerindo que estes macacos são dispersores da espécie neste local, juntamente com *Artibeus lituratus*.

Segundo DIRZO & DOMINGUEZ (1986) a dispersão de frutos tem as seguintes vantagens para a planta: a) evita a predação e a mortalidade de sementes e plântulas nas proximidades da planta parental,

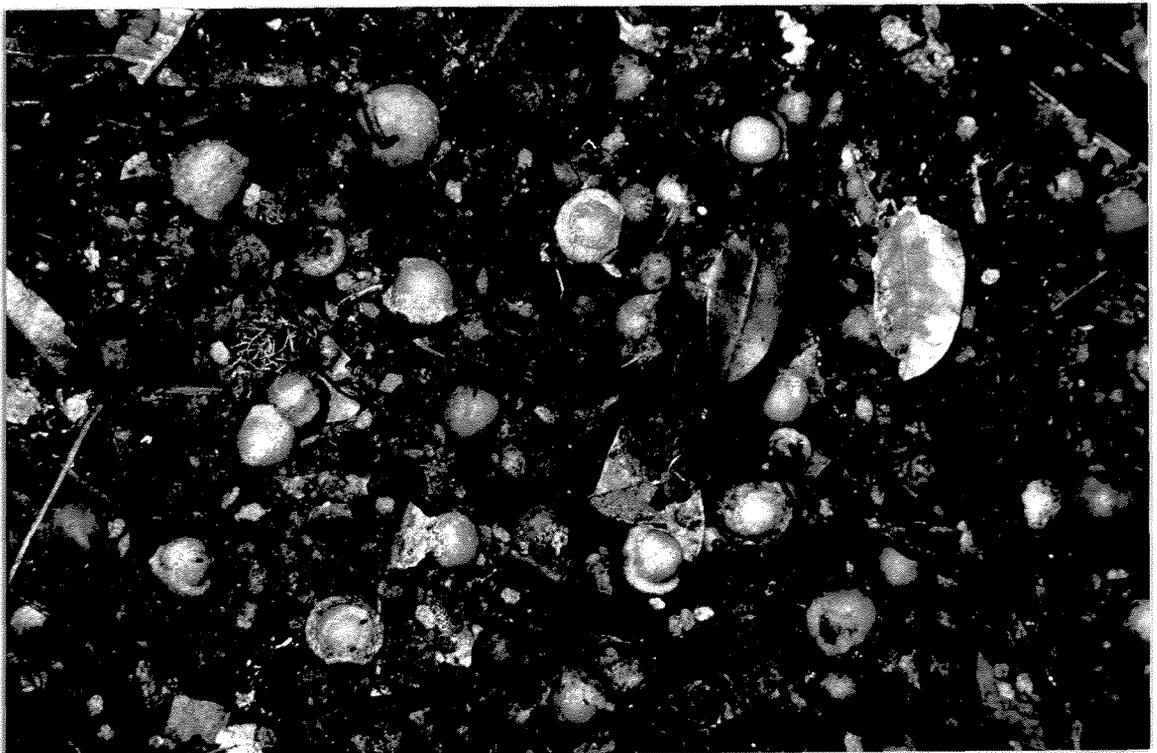


FIGURA 13 - Poleiros de alimentação dos quirópteros, em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. Note a presença de frutos de *Calophyllum brasiliense* com diferentes quantidades de polpa removida.

b) cria a oportunidade de colonizar novas áreas, c) reduz a competição entre plântulas e entre plântula e indivíduo parental.

Na população estudada, a atividade dos morcegos pode favorecer a germinação das sementes pois eles retiram parte da polpa, acelerando o processo de germinação (item 4.7). Além disso a retirada dos frutos da árvore-mãe e o transporte para outros locais traz vantagem para a população, uma vez que novos indivíduos podem se estabelecer em áreas diferentes. Os frutos levados pela água também tem chances de encontrar novos ambientes para a germinação das sementes. Os frutos que permanecem sob o indivíduo parental geralmente germinam, mas podem estar sujeitos à competição e predação.

4.6.2 Distância de Dispersão

Foram encontrados, em média, 39,2 frutos por m² nos 63 quadros amostrados. O número de frutos intactos ou mordidos variou muito com a distância do adulto parental nos 10 indivíduos mostrados (FIGURA 14). Nos indivíduos A e F, houve uma diminuição no número de frutos intactos e mordidos com o aumento da distância da árvore parental. Nos indivíduos B e E o padrão foi semelhante ao anterior, mas no primeiro metro de distância a quantidade de frutos inteiros foi visivelmente menor que no segundo. Nos demais indivíduos (C, D, G, H, I e J) não foi possível verificar alguma tendência no número de frutos com a distância da árvore.

De uma maneira geral, a quantidade de frutos intactos (sem sinais de presa de morcegos) foi sempre maior sob ou fora da copa da árvore (TABELA 2). Do total de frutos presentes fora da copa (629), 32 (5,0%) estavam mordidos enquanto que sob a copa (1843), 76 (4,1%) apresentavam marcas de presas de morcegos. Então, apesar da diferença ser pequena, houve, proporcionalmente, mais frutos mordidos fora da copa que sob a mesma.

A maioria dos trabalhos sobre dispersão tem mostrado que a quantidade de sementes próximas à planta parental é alta e à medida que se aumenta a distância, há uma diminuição da densidade de sementes, o que define uma distribuição leptocúrtica (HARPER 1977, HOWE *et al.* 1985, DIRZO & DOMINGUEZ 1986, MOREIRA 1987). As implicações desta distribuição no recrutamento de plântulas e na estrutura das populações têm sido amplamente discutidas (JANZEN 1970, HUBBELL 1979, 1980, CLARK & CLARK 1984).

A hipótese do “escape das sementes”, sugerida inicialmente por JANZEN (1970) diz que a alta densidade de frutos a pequenas distâncias da árvore-mãe seria desvantajoso uma vez que as sementes estariam mais sujeitas a ação de predadores. Assim, a dispersão dos frutos a longas distâncias por algum vetor evitaria estes danos à espécie (DIRZO & DOMINGUEZ 1986).

Apesar de não ter sido verificado um padrão geral para a população, os frutos de *Calophyllum brasiliense* estavam presentes tanto próximos à árvore parental, quanto a maiores distâncias. A dispersão por morcegos parece ter pouca influência na proporção de frutos disponíveis sob a copa ou fora dela, pelo menos na escala aqui adotada.

A heterogeneidade nos padrões encontrados em cada indivíduo

pode ser explicada por diversos fatores: 1) a quantidade diferencial de frutos produzidos por cada árvore; 2) a topografia dos locais de amostragem, que pode favorecer o acúmulo de frutos; 3) a presença de poleiros sob o indivíduo amostrado ou sob a copa de árvores de outras espécies; 4) presença ou não de água superficial, que também é um meio dispersor; 5) a arquitetura da copa da árvore, que varia em cada indivíduo.

Todos os fatores acima citados acabam diluindo os padrões de dispersão resultantes da atividade dos morcegos e ao mesmo tempo oferecem à população uma diversidade de microambientes que podem favorecer a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas.

TABELA 2 - Número de frutos intactos e mordidos, sob ou fora da projeção do raio da copa de 10 indivíduos adultos de *Calophyllum brasiliense* amostrados em uma mata ciliar do município de Brotas, SP.

	FRUTOS INTACTOS	FRUTOS MORDIDOS	TOTAL
SOB A COPA	1.767	76	1.843
FORA DA COPA	597	32	629
TOTAL	2.364	108	2.472

4.6.3 Distribuição espacial dos poleiros

Foram amostrados 113 poleiros na área de estudo cuja localização está representada na FIGURA 15. Foi considerado como poleiro, os agrupamentos com, no mínimo, 5 frutos com marcas da presa dos morcegos e que estivessem muito próximos uns dos outros. A área de cada poleiro variou mas em nenhum caso ultrapassou 1m². Os poleiros tinham em média 57,8 frutos ($S=66,9$; $n=70$) sendo que em 38% dos

a

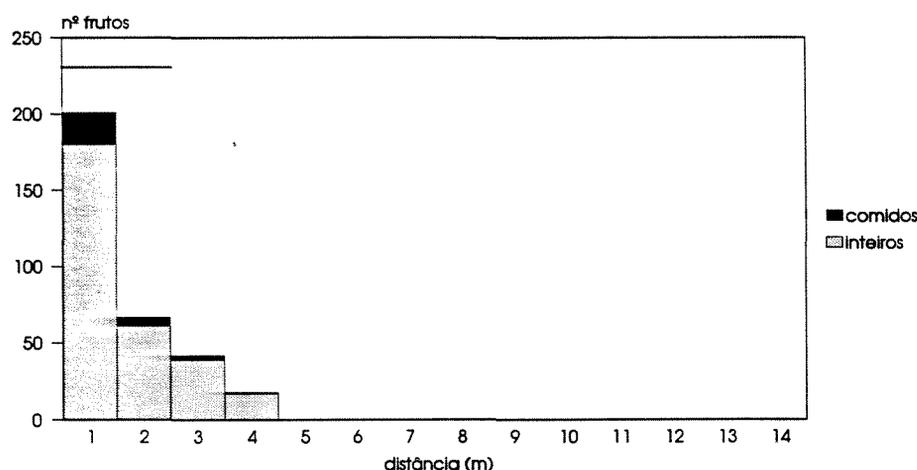
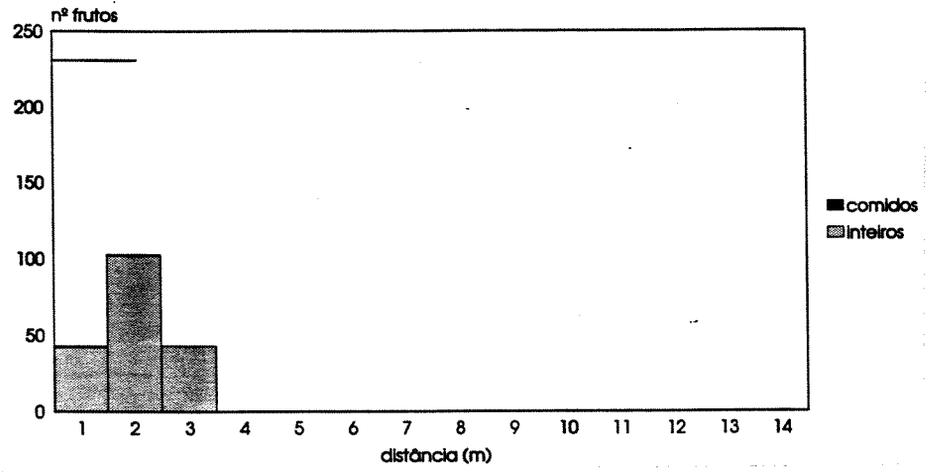
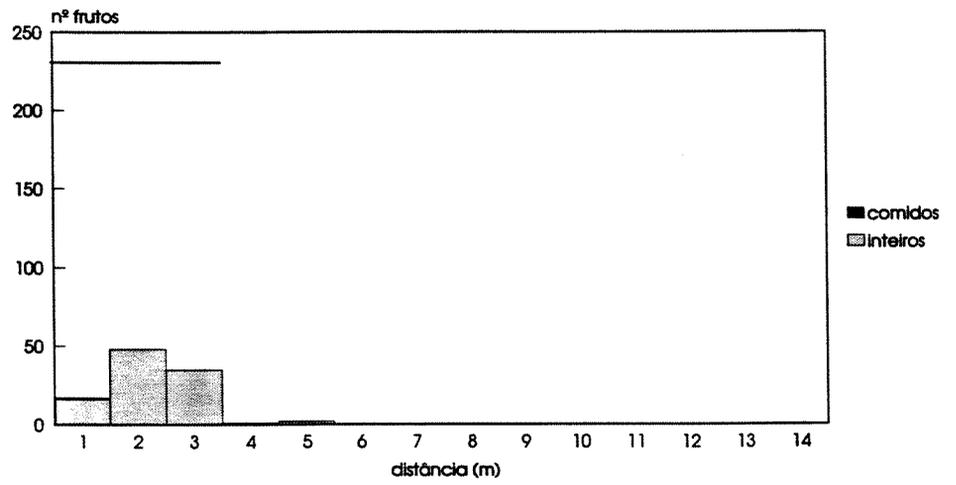


FIGURA 14 - Número de frutos intactos e mordidos com a distância do adulto parental em 10 indivíduos adultos de *Calophyllum brasiliense*, em uma mata ciliar do município de Brotas, SP. A barra horizontal em cada figura, representa a projeção do raio da copa.

b



c



d

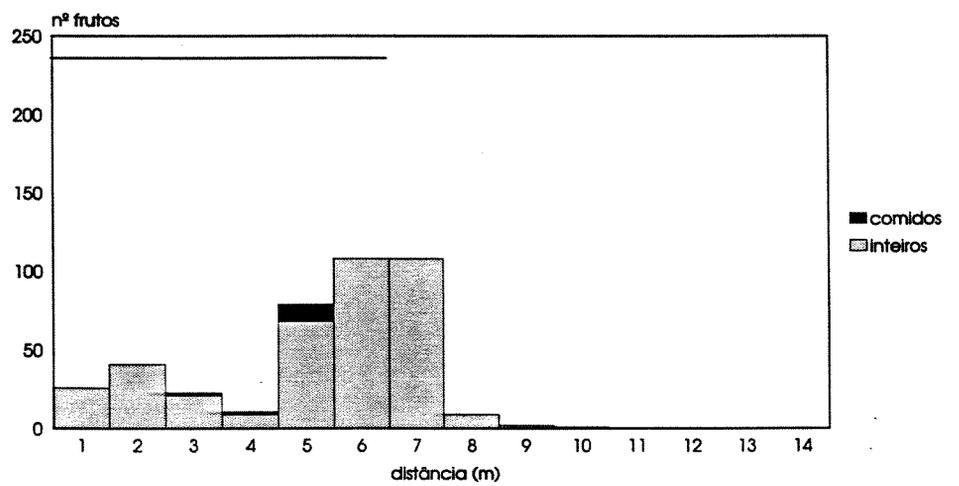
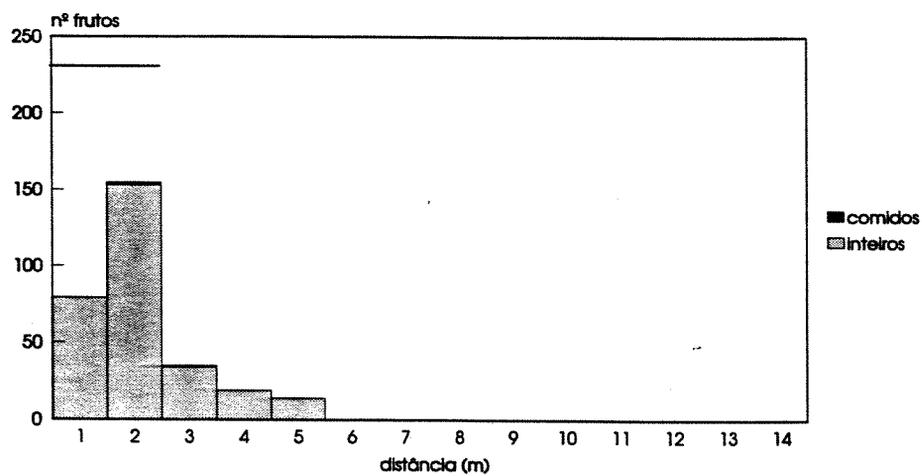
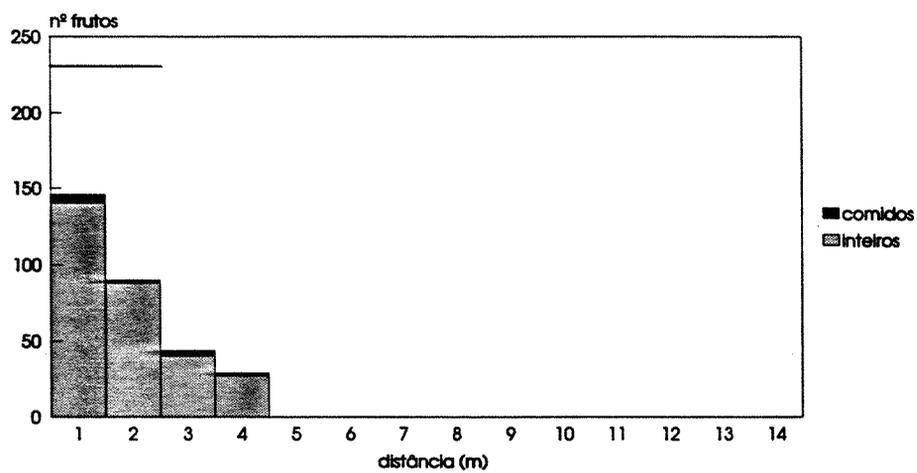


FIGURA 14 - Continuação.

e



f



g

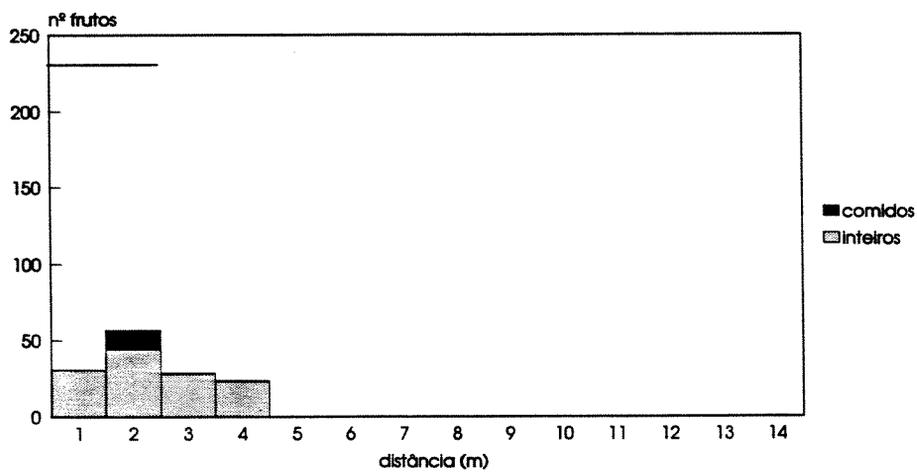
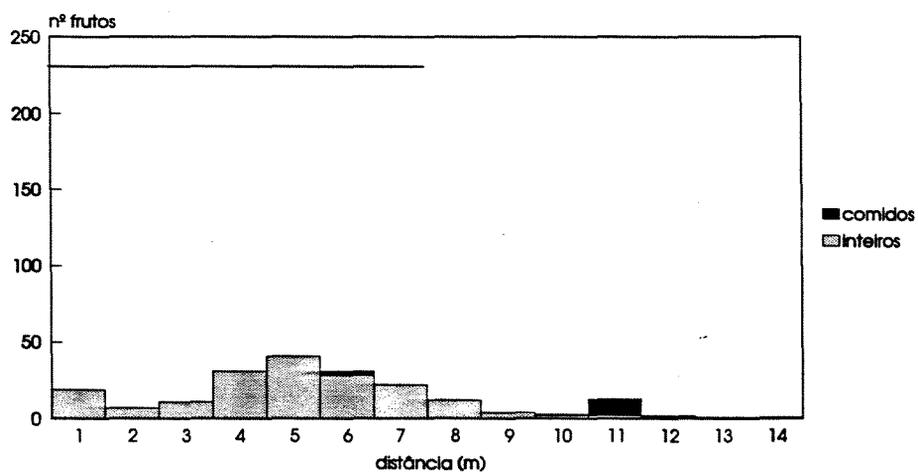
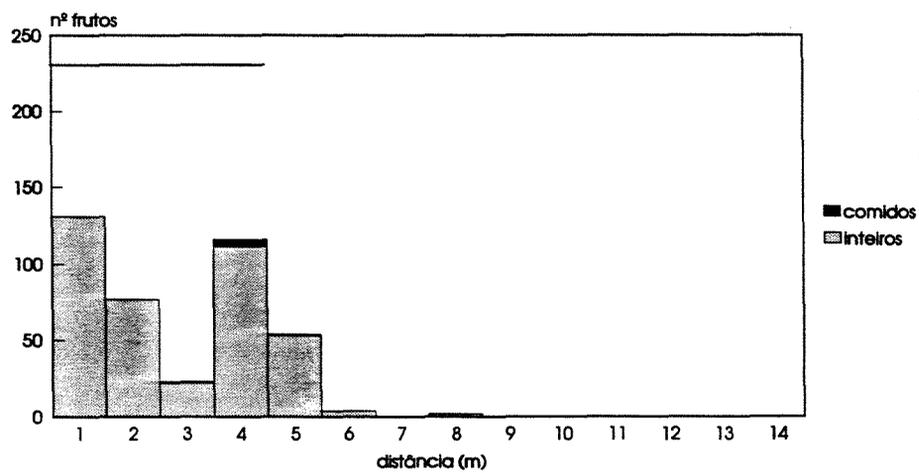


FIGURA 14 - Continuação.

h



i



j

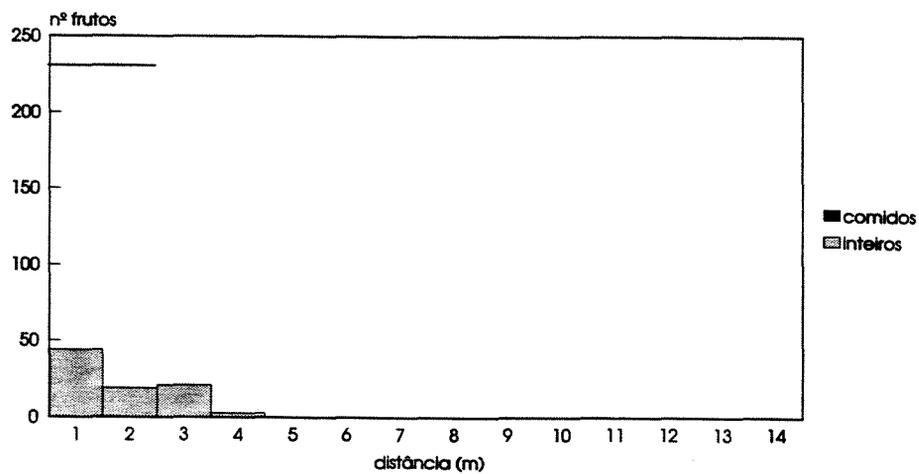


FIGURA 14 - Conclusão.

poleiros o número de frutos não foi estimado porque estavam muito espalhados dificultando a delimitação.

FLEMING & HEITHAUS (1981) verificaram na Costa Rica que plantas com sementes dispersas por morcegos têm geralmente um modelo de dispersão fortemente agregado. Pela avaliação da distribuição de Poisson, do coeficiente de dispersão, e do índice de dispersão de Morisita (FIGURAS 16, 17 e 18), verifica-se que a distribuição dos poleiros na área amostrada é levemente agregada, tendendo a aleatória. As implicações desta distribuição na estrutura da população das plantas serão discutidas no item 4.8.

Em vários poleiros foi possível observar alguns frutos predados, provavelmente por roedores. Do total de frutos presentes nos poleiros (4052) apenas 3,99% apresentavam sinais de predação, o que sugere que mesmo estando em alta densidade nestes agrupamentos, os frutos do guanandi não atraíram uma maior quantidade de predadores. No entanto, a relação entre número de frutos e a predação nos poleiros pode estar sujeita ainda a outros fatores tais como tipo de predador e chance deste encontrar os frutos.

Na área de estudo, os morcegos podem conduzir o fruto de *Calophyllum brasiliense* a longas distâncias, pois foram verificados poleiros na borda da mata, muito distantes de qualquer árvore adulta. FLEMING (1981) verificou que no caso de *Piper amalago*, os morcegos podem conduzir e depositar 90% das sementes em poleiros localizados a mais de 50 metros de distância da planta parental.

FLEMING & HEITHAUS (1981) observaram que ao se locomoverem de uma planta para outra ou de uma planta para o poleiro, frequentemente os filostomatídeos depositam sementes pelo caminho, o que promove um deslocamento das sementes para regiões mais afastadas da árvore-mãe. Segundo estes autores, este deslocamento promovido pelos morcegos contribui significativamente para uma distribuição mais ampla das sementes.

Apesar dos frutos de *Calophyllum brasiliense* permanecerem agregados nos poleiros, cada fruto é conduzido individualmente pelo morcego e durante o transporte alguns frutos acabam caindo e sendo depositados em locais muitas vezes afastados da planta-mãe (observação pessoal) o que pode ser vantajoso para a sobrevivência da semente.

A influência do mecanismo de dispersão na estrutura genética das populações de plantas foi discutida por HAMRICK & LOVELESS (1986). Estes autores sugeriram que nas espécies dispersas por morcegos, onde as sementes que estão agrupadas nos poleiros podem ter diferentes procedências, a estrutura genética pode ser mais complexa que nas espécies com dispersão anemocórica, onde as sementes estão concentradas próximas à planta parental. As sementes presentes nos poleiros teriam uma freqüência de alelos mais próxima da média da população, ao contrário de sementes que estão sob a árvore-mãe.

Assim, apesar de não terem sido detectadas diferenças marcantes entre as proporções de frutos de *Calophyllum brasiliense* dispersos por morcegos dentro ou fora da área de influência da copa, o grande número de poleiros na área poderia estar promovendo uma variação na estrutura genética da população. Isto é possível pois cada poleiro pode conter sementes procedentes de diferentes indivíduos da população, que depois

de germinadas e as plântulas estabelecidas, apresentarão uma variação genética local. Além disso, durante o transporte dos frutos pelos morcegos muitos deles podem cair, germinar e se estabelecer em locais outros que não a área de projeção da copa da árvore parental, promovendo fluxo gênico dentro da população.

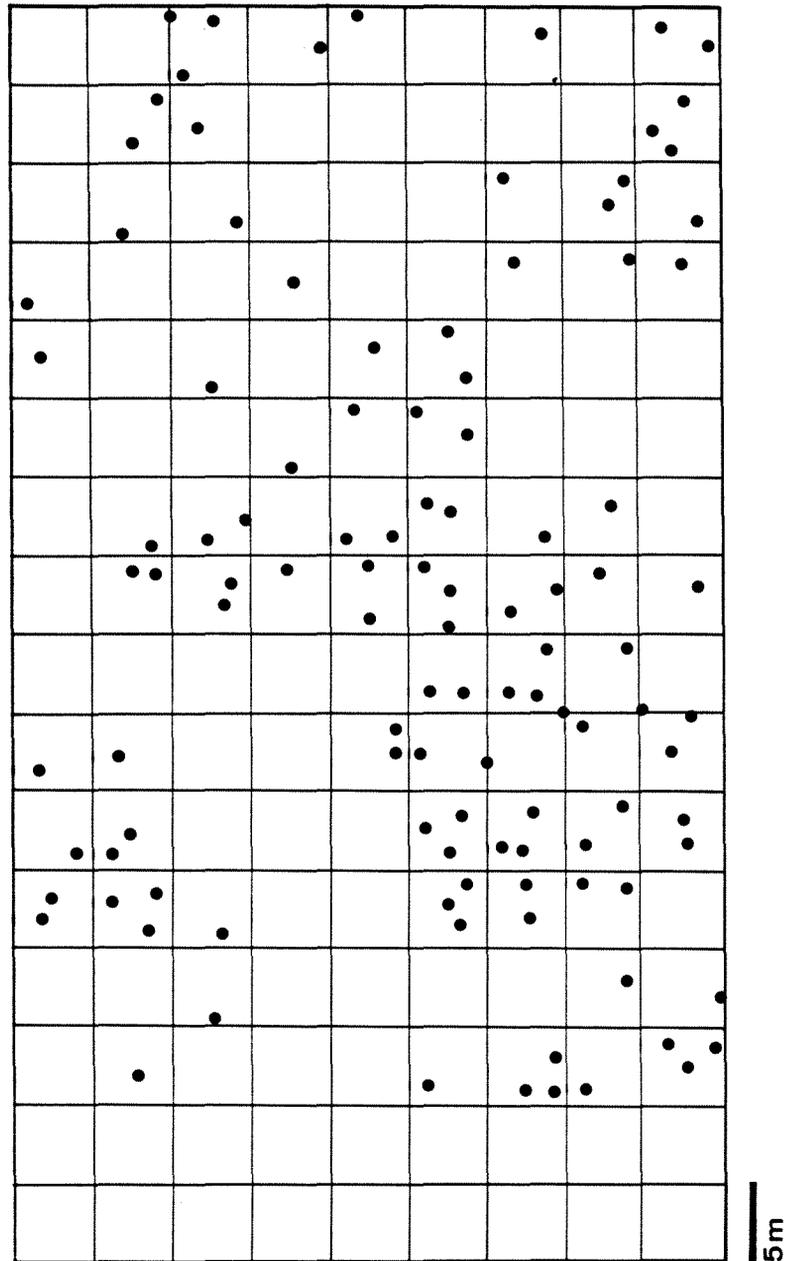


FIGURA 15 - Distribuição espacial dos poleiros dos quirópteros em uma mata ciliar do município de Brotas, SP.

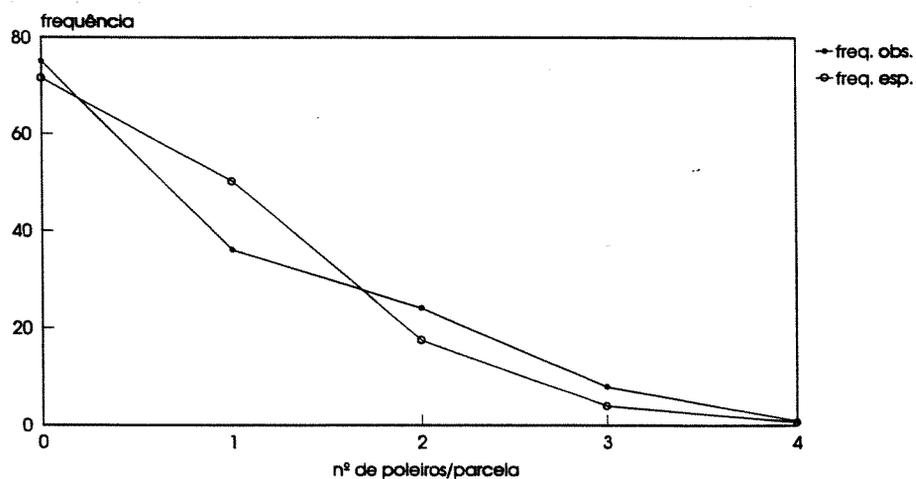


FIGURA 16 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) dos poleiros amostrados em parcelas de 25m², em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. $X^2=8,47$, $gl=1$, probabilidade 95%.

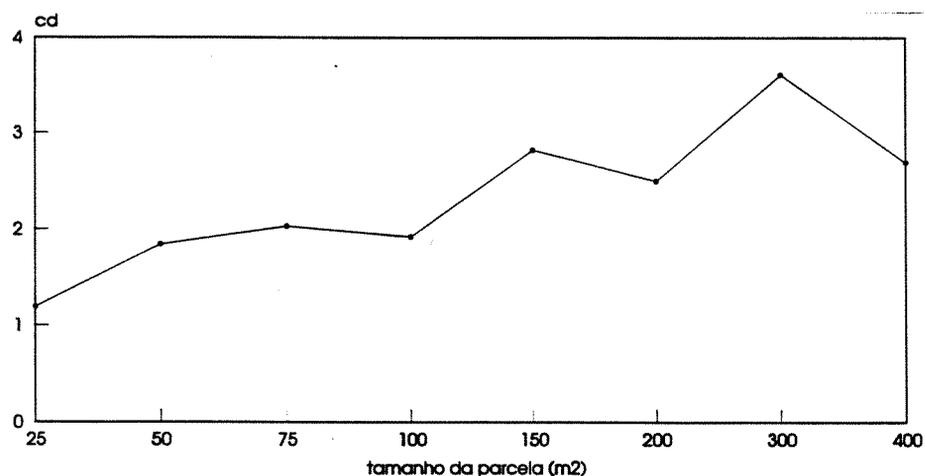


FIGURA 17 - Coeficiente de dispersão (variância/média) em função do tamanho das parcelas, dos poleiros amostrados em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. $CD > 1$ indica a existência de agrupamentos. Para parcelas de 25m², o CD não diferiu significativamente de 1 ($t=1,66$, $gl=143$, probabilidade 95%) o que mostra uma distribuição aleatória.

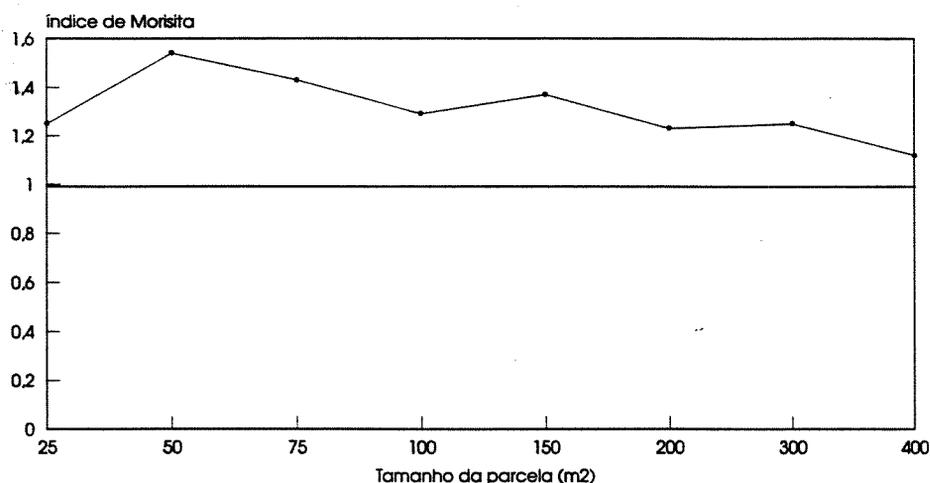


FIGURA 18 - Índice de dispersão de Morisita em função do tamanho das parcelas, dos poleiros amostrados em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A linha horizontal em $IM=1$ indica o valor esperado em uma distribuição aleatória. Valores maiores que 1 indicam a existência de agrupamentos.

4.6.4 Banco de Sementes

Vários trabalhos têm demonstrado que a presença de um banco de sementes sob o solo com propágulos capazes de serem recrutados em novos indivíduos, viabiliza a manutenção das populações por um determinado período de tempo (HARPER 1977, CAVERS 1983).

Nas coletas de solo realizadas na área de estudo, foi encontrada uma quantidade muito pequena de sementes de *Calophyllum brasiliense* (total de 3, em 63 amostras) sob o solo. Mesmo tendo sido depositadas em anos anteriores e estando viáveis, estas sementes representam uma proporção muito pequena do total que pode germinar e ser recrutado. A maior parte das sementes (ou frutos), forma um banco na superfície do solo, onde podem permanecer viáveis por um longo período de tempo (observação pessoal, ver também item 4.9.1), formando uma reserva capaz de germinar posteriormente.

Em florestas primárias ou pouco perturbadas, a maior parte das sementes disponíveis no banco são pequenas e provenientes de espécies pioneiras (HARPER 1977, HALL & SWAINE 1980, FOSTER & JANSON 1985). Mesmo sendo grandes, as sementes de *Calophyllum brasiliense* podem apresentar uma longevidade semelhante à de sementes pequenas, o que segundo FOSTER (1986) demonstra o valor adaptativo no recrutamento e sobrevivência das plântulas.

Nas observações feitas em campo, o acúmulo de grande quantidade de frutos ou sementes de guanandi sobre o solo não favorece a ação de predadores e estando neste local, os frutos têm possibilidade de serem transportados pela água, favorecendo a germinação e estabelecimento em locais distantes da planta parental.

4.7 Germinação

4.7.1 Luz

A germinação de *Calophyllum brasiliense* em diferentes condições de luminosidade foi lenta e gradual (FIGURA 19) e após 12 semanas a taxa germinativa não alcançou 50% nos dois tratamentos (46,43% no claro e 45,97% no escuro). As sementes são fotoblásticas neutras, ou seja, germinam tanto na presença de luz como na ausência. Apesar do gráfico sugerir uma pequena variação entre os valores médios da porcentagem de germinação dos dois tratamentos, o teste “t” mostrou que estas diferenças não são significativas ao nível de 5% de probabilidade (ANEXO 3).

A quantidade e a qualidade espectral de luz disponíveis para a germinação de sementes são muito distintas nas diferentes situações da floresta tropical (KAGEYAMA & VIANA 1991). A germinação de sementes fotoblásticas positivas e neutras é controlada pela presença de fitocromo (FELLIPE 1979). Sementes de espécies pioneiras fotoblásticas positivas geralmente germinam quando submetidas à luz do tipo vermelho e não germinam quando o tratamento é com luz vermelho longo. Já para as espécies oportunistas e tolerantes (neutras) a qualidade da luz é indiferente, o que possibilita a germinação à sombra da mata ou sob luz solar direta (VÁZQUEZ-YANES & SMITH 1982, KAGEYAMA & VIANA 1991).

As respostas obtidas na germinação das sementes de *Calophyllum brasiliense* frente a diferentes condições de luminosidade indicam que a espécie germina tanto sob o dossel da mata quanto em uma clareira. Resultados semelhantes foram obtidos por LIEBERG & JOLY (no prelo) com *Inga affinis*, uma espécie que também ocorre em matas ciliares. Esta característica possibilita a ocupação de ambientes diferentes dentro do mesmo ecótono, o que pode significar maiores chances de estabelecimento dessas espécies, ao menos no que se refere à luminosidade.

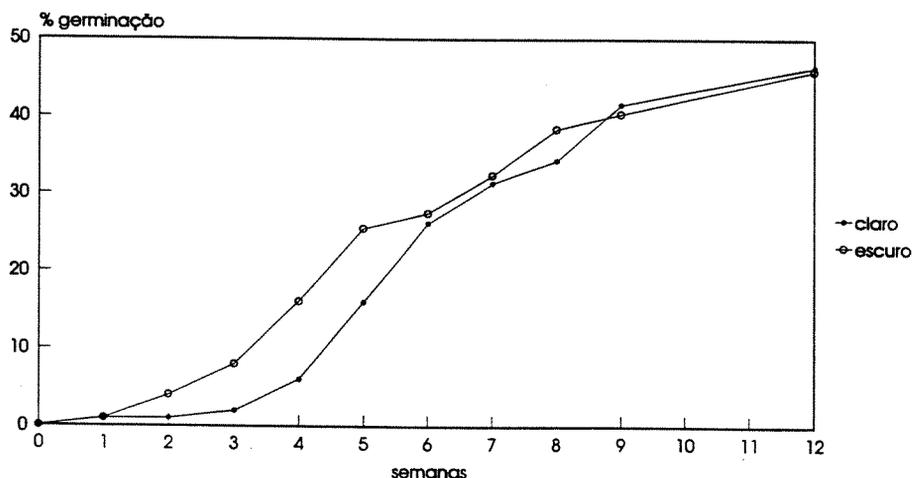


FIGURA 19 - Germinação de *Calophyllum brasiliense*, em laboratório, à temperatura constante de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, sementes submetidas a diferentes condições de luminosidade. Os resultados do teste “t” de Student encontram-se no ANEXO 3.

4.7.2 Porcentagem de polpa

A FIGURA 20 representa a taxa de germinação de sementes com diferentes quantidades de polpa, onde é possível observar que no tratamento G1 (sementes com 0-25% de polpa) a germinação foi rápida e gradual, chegando ao final do experimento a 75% de sucesso. Nos tratamentos G2 e G3 (26-50% e 51-75% de polpa, respectivamente) as sementes germinaram mais lentamente, atingindo 45 e 25% de germinação, respectivamente. No tratamento G4, onde as sementes apresentavam de 76-100% de polpa, não houve germinação até a 12ª semana de acompanhamento.

Os resultados mostram que quanto menor a quantidade de polpa presente na semente, mais rápida e eficiente é a germinação, sugerindo que a atividade alimentar dos morcegos pode determinar maior sucesso na germinação de *Calophyllum brasiliense*. Isto significa que sementes (ou frutos) com maiores proporções de polpa permanecem por períodos mais longos no solo, o que pode levar a uma maior vulnerabilidade a ação de predadores ou agentes patógenos, diminuindo a viabilidade.

Segundo GARWOOD (1983) o tempo de germinação de uma semente pode ser controlado não somente pelo mecanismo de dormência, mas também pelo modo de dispersão. Em *Calophyllum brasiliense*, a dispersão pelos morcegos estaria influenciando indiretamente o tempo de germinação, pois quanto menor a quantidade de polpa, mais rápida é a germinação.

4.7.3 Tamanho da semente

A porcentagem de germinação de sementes de *Calophyllum brasiliense* com diferentes diâmetros foi semelhante durante todo o período de acompanhamento (FIGURA 21). As sementes de G1 ($11 \leq$

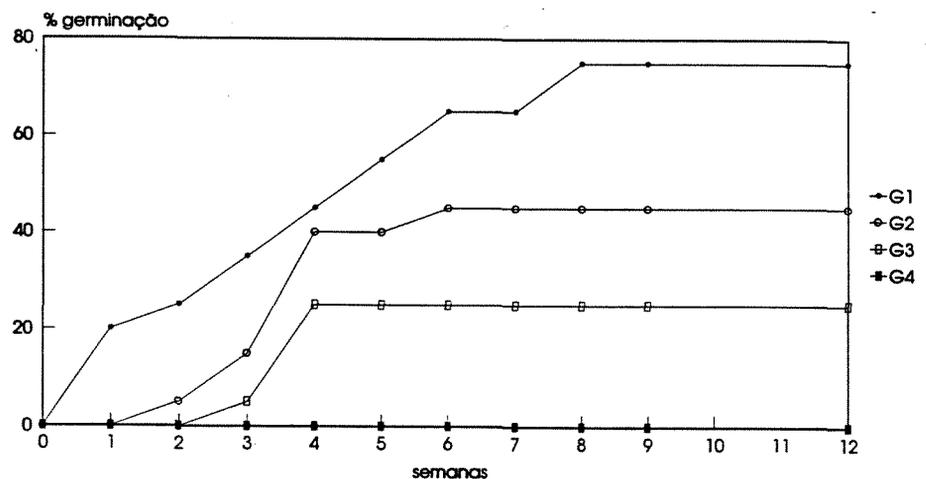


FIGURA 20 - Germinação de *Calophyllum brasiliense*, em laboratório, à temperatura constante de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, com sementes com diferentes porcentagens de polpa: G1: 0-25%; G2:26-50%; G3:51-75%; G4:76-100%.

$x < 14$ mm) e as de G2 ($14 \leq x < 18$ mm) tiveram a taxa de germinação muito semelhante desde o início do tratamento. Já as sementes maiores de G3 ($18 \leq x < 21$ mm) tiveram um ligeiro atraso na germinação nas primeiras 5 semanas, mas logo após atingiram níveis bem próximos aos dos dois primeiros tratamentos. Verificou-se por análise de variância que as médias são iguais (ANEXO 3), conforme sugere o gráfico.

Ao final de 12 semanas, as sementes de G1, G2 e G3 apresentaram alta taxa de germinação média: 70,95 (S = 19,78), 73,63 (S = 11,09) e 71,70% (S = 4,18), respectivamente. Estes valores são superiores àqueles encontrados no teste de luz (item 4.7.1), demonstrando que a semeadura em areia apresenta vantagem em relação ao papel de filtro.

Admitindo-se que o diâmetro de uma semente esteja diretamente relacionado com a sua massa, espera-se que sementes maiores, tenham massa maior e conseqüentemente cotilédones mais desenvolvidos que possam representar uma maior chance de sobrevivência para a plântula. Nos resultados aqui apresentados, sementes menores germinaram tão bem quanto as maiores, o que demonstra que este não é um componente importante para o sucesso ou não da germinação, como relatado por HARPER (1977) e AUGSPURGER & KELLY (1984).

Em alguns poleiros contendo frutos de *Calophyllum brasiliense* foi verificada uma predominância de sementes pequenas e em outros, de sementes grandes. Como cada poleiro geralmente é utilizado por um único espécime de morcego, esta variação pode ser explicada, em parte, pela diferença no porte das espécies que dispersam o fruto (MARQUES & FISCHER, dados não publicados). Isto poderia implicar em maiores chances de germinação das sementes dispersas pelo quiróptero de porte maior em relação ao menor, uma vez que os cotilédones de sementes maiores podem apresentar mais reservas para a plântula.

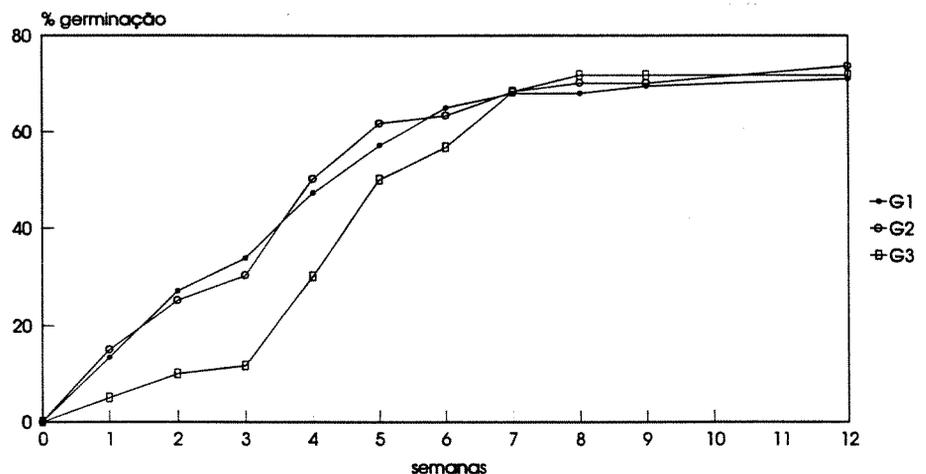


FIGURA 21. Germinação de *Calophyllum brasiliense*, em laboratório, à temperatura constante de 25 °C, com sementes de diferentes diâmetros: G1: $11 \leq x < 14$ mm; G2: $14 \leq x < 18$ mm; G3: $18 \leq x < 21$ mm.

A preferência dos dispersores por determinado tamanho de semente foi relatado por HOWE & RICHTER (1982). A partir do conhecimento de que as aves preferiam frutos pequenos de *Virola surinamensis*, estes autores avaliaram a sobrevivência das plântulas segundo o tamanho das sementes. Eles concluíram, indiretamente, que indivíduos que produzem sementes pequenas originam plântulas com maiores chances de sobrevivência a longas distâncias da planta-mãe enquanto que os que produzem sementes grandes produzem plântulas que sobrevivem mais sob a copa do indivíduo parental. Assim, a dispersão a longas distâncias das sementes pequenas pelas aves favorece a germinação.

Os dados apresentados na FIGURA 21 indicam que não há diferença na taxa germinação entre sementes de diâmetro maior ou menor. Tais resultados mostram, de maneira indireta, que as espécies de morcego que dispersam o guanandi promovem uma mesma chance de sobrevivência para os diferentes tipos de semente, ao menos até a germinação.

4.8 Estrutura da população

4.8.1 Estrutura de tamanho

No primeiro levantamento realizado em 1991 foram mapeados 1653 indivíduos, sendo considerados plântulas aqueles com altura igual ou inferior a 20 cm (491); jovens, maiores que 20 e menores que 200 cm (807); sub-adultos os maiores que 2 e menores que 10m (288) e adultos com altura superior a 10 m (67) (TABELA 3).

GATSUK *et al.* (1980) apontaram que o momento particular de desenvolvimento de um organismo deve ser caracterizado não somente pela sua idade cronológica mas também por critérios biológicos como mudanças anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. Desta maneira, a presença de cotilédones em alguns dos indivíduos de *Calophyllum brasiliense* (que apresenta uma germinação criptocotiledonar) serviram para determinar a altura máxima para o estágio de plântula (20cm). Os indivíduos jovens não apresentam mais cotilédones, porém o corpo da planta encontra-se em início de crescimento secundário. Os sub-adultos são indivíduos em estágio pré-reprodutivo e os adultos, os que estão em estágio reprodutivo.

A FIGURA 22 representa a distribuição em classes de altura dos indivíduos amostrados na área. O histograma mostra uma predominância de indivíduos nas classes menores (plântulas e jovens) com progressiva queda nas classes maiores. A distribuição em classes de diâmetro confirma estes resultados, onde a maior parte dos indivíduos tem menor diâmetro e se encontram nas classes inferiores (FIGURA 23).

Na reavaliação realizada em 1992 a população apresentou 1700 indivíduos, sendo 547 plântulas, 785 jovens, 301 sub-adultos e 67 adultos (TABELA 3). As distribuições em classes de altura e de diâmetro dos indivíduos que foram medidos novamente em 1992 estão representadas nas FIGURAS 24 e 25 de forma comparativa com os resultados de 1991. A população manteve o padrão observado no ano anterior, com predominância de indivíduos nas classes de menor tamanho e com pouca diferença na quantidade de plântulas recrutadas entre os dois anos.

A estrutura de tamanho de uma população pode demonstrar a sua forma de regeneração do passado e do presente (KNOWLES & GRANT

1983, AGREN & ZACKRISSON 1990). A maioria das populações de plantas mostra uma distribuição com predominância de indivíduos nas classes menores e poucos nas maiores (SOLBRIG 1981). Esta distribuição pode ser representada por uma curva do tipo "J invertido" que indica uma população estável, com taxas constantes de mortalidade e recrutamento (HETT & LOUCKS 1976, SILVERTOWN 1987, AGREN & ZACKRISSON 1990).

TABELA 3 - Número de indivíduos em cada estágio, nos anos de 1991 e 1992. Os dados relativos ao número de indivíduos em cada parcela encontram-se no ANEXO 4. (*) em relação à 1991.

	1991		1992	
	n°	%	n°	%
PLÂNTULAS	491	29,7	547	32,1
JOVENS	807	48,8	785	46,1
SUBADULTOS	288	17,4	301	17,7
ADULTOS	67	4,0	67	3,9
MORTAS	-	-	192	11,2 (*)
TOTAL	165	100,0	1.700	100,0

As distribuições em classes de altura e diâmetro de *Calophyllum brasiliense* em 1991 e 1992 mostram uma curva do tipo "J invertido" que pode representar a estabilidade da população e a sua capacidade de regeneração. Apesar da área apresentar um certo grau de perturbação antrópica, a estrutura da população não mostrou grandes alterações.

Segundo WEINER (1985) o padrão "J invertido" é explicado por uma interferência dos indivíduos adultos sobre os mais jovens, com desvio de recursos para os primeiros. WEBB *et al.* (1972) sugeriram ainda que a presença de muitas plântulas e o rápido crescimento em condições apropriadas resultariam nesta distribuição. A variação no ciclo reprodutivo com o decorrer do tempo também pode ter grande influência na estrutura de tamanho de uma população (RAMIREZ & ARROYO 1990).

Este padrão de distribuição já foi relatado por vários autores em árvores de regiões tropicais, e no Brasil destacam-se os trabalhos com *Emmotum nitens* (MOREIRA 1987), *Kielmeyera coriacea* (OLIVEIRA *et al.* 1989) e *Anadenanthera falcata* e *Copaifera langsdorffii* (SANTOS 1991), em áreas de cerrado, *Pithecolobium racemosum* (LEITE *et al.* 1982) na Amazônia, *Euterpe edulis* (SILVA 1991) em floresta mesófila semidecídua, *Inga affinis* (LIEBERG 1990), *Centrolobium tomentosum* (AIDAR 1992) e *Copaifera langsdorffii* (LEITE & SALOMÃO 1992) em mata ciliar.

4.8.2 Sobrevivência

A taxa de mortalidade no segundo ano de estudo foi de 11,2% (TABELA 3) e concentrou-se principalmente no estágio de plântulas. Esta percentagem de indivíduos mortos é comparável com os resultados de *Inga affinis* (9%, para um ano de observação) outra espécie ocorrente em mata ciliar (LIEBERG 1990).

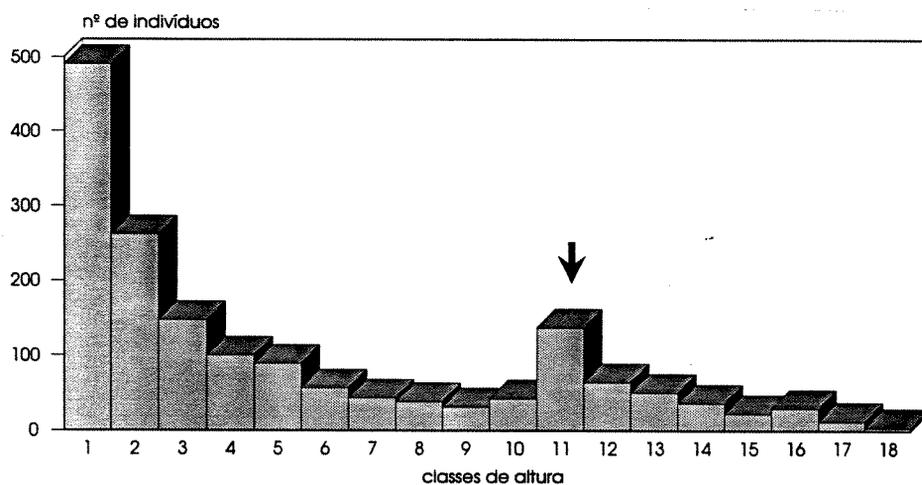


FIGURA 22 - Distribuição em classes de altura na população de *Calophyllum brasiliense* em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991. As classes representam as seguintes alturas (cm): 1 - $0 < x \leq 20$, 2 - $20 < x \leq 40$, 3 - $40 < x \leq 60$, 4 - $60 < x \leq 80$, 5 - $80 < x \leq 100$, 6 - $100 < x \leq 120$, 7 - $120 < x \leq 140$, 8 - $140 < x \leq 160$, 9 - $160 < x \leq 180$, 10 - $180 < x \leq 200$, 11 - $200 < x \leq 400$, 12 - $400 < x \leq 600$, 13 - $600 < x \leq 800$, 14 - $800 < x \leq 1000$, 15 - $1000 < x \leq 1200$, 16 - $1200 < x \leq 1400$, 17 - $1400 < x \leq 1600$, 18 - $1600 < x \leq 1800$. (A seta indica uma mudança no intervalo das classes)

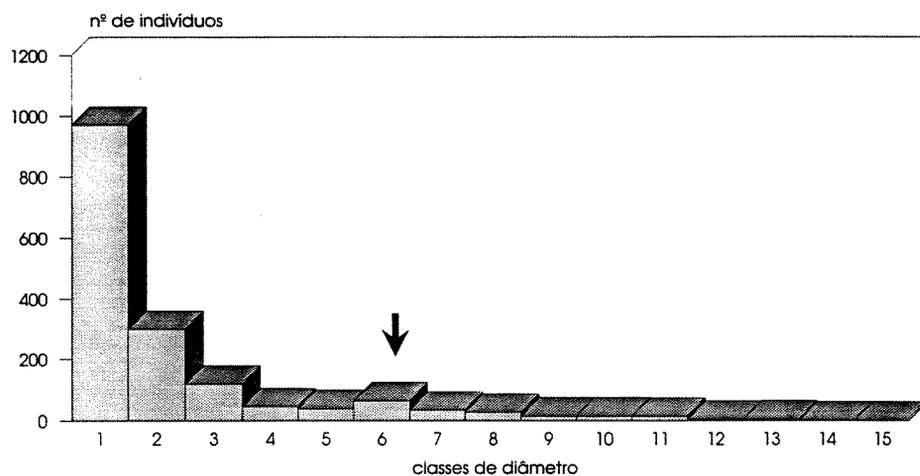


FIGURA 23. Distribuição em classes de diâmetro na população de *Calophyllum brasiliense* em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991. As classes representam os seguintes diâmetros (cm): 1 - $0 < x \leq 1$, 2 - $1 < x \leq 2$, 3 - $2 < x \leq 3$, 4 - $3 < x \leq 4$, 5 - $4 < x \leq 5$, 6 - $5 < x \leq 10$, 7 - $10 < x \leq 15$, 8 - $15 < x \leq 20$, 9 - $20 < x \leq 25$, 10 - $25 < x \leq 30$, 11 - $30 < x \leq 35$, 12 - $35 < x \leq 40$, 13 - $40 < x \leq 5$, 14 - $45 < x \leq 50$, 15 - $50 < x \leq 55$. (A seta indica uma mudança no intervalo das classes).

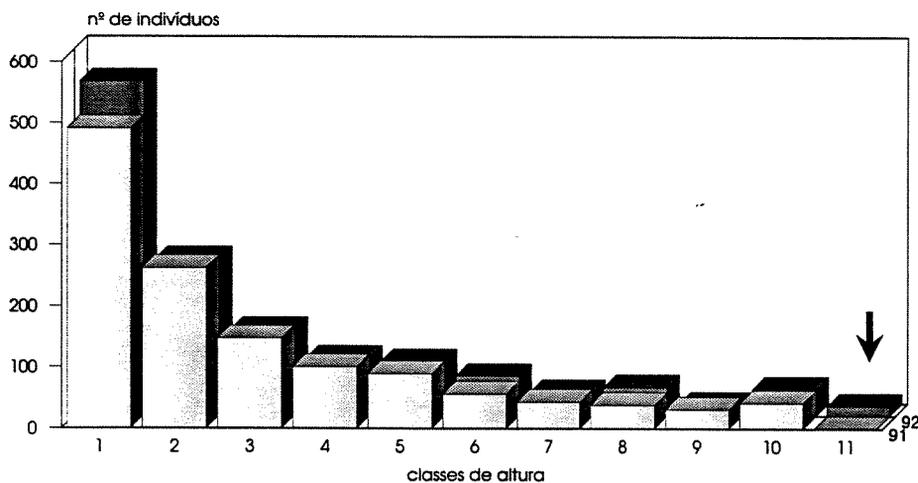


FIGURA 24. Distribuição em classes de altura na população de *Calophyllum brasiliense* em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, somente para os indivíduos que foram medidos novamente em 1992. As classes representam as seguintes alturas (cm): 1 - $0 < x \leq 20$, 2 - $20 < x \leq 40$, 3 - $40 < x \leq 60$, 4 - $60 < x \leq 80$, 5 - $80 < x \leq 100$, 6 - $100 < x \leq 120$, 7 - $120 < x \leq 140$, 8 - $140 < x \leq 160$, 9 - $160 < x \leq 180$, 10 - $180 < x \leq 200$, 11 - $200 < x \leq 400$. (A seta indica uma mudança no intervalo das classes)

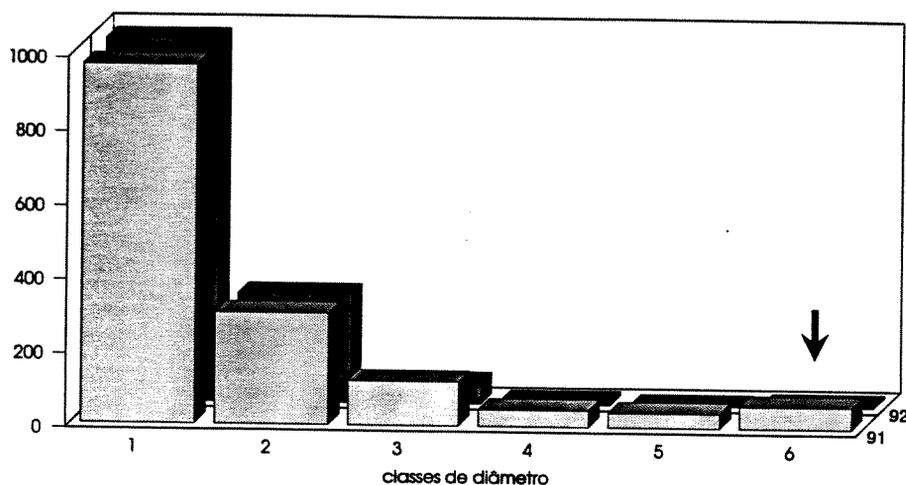


FIGURA 25. Distribuição em classes de diâmetro na população de *Calophyllum brasiliense* em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, somente para os indivíduos que foram medidos novamente em 1992. As classes representam os seguintes diâmetros (cm): 1 - $0 < x \leq 1$, 2 - $1 < x \leq 2$, 3 - $2 < x \leq 3$, 4 - $3 < x \leq 4$, 5 - $4 < x \leq 5$, 6 - $5 < x \leq 10$. (A seta indica uma mudança no intervalo das classes).

Segundo SOLBRIG (1981) a mortalidade em uma população geralmente está concentrada nas classes menores, como ocorreu com *Calophyllum brasiliense* no presente estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por FOURNIER & SALAS (1967), LANG & KNIGHT (1983), PIÑERO *et al.* (1984), CLARK & CLARK (1987), TURNER (1990) e LIEBERG (1990).

O modelo de JANZEN (1970) e CONNELL (1971 *apud* SANTOS 1991) propõe que a sobrevivência dos indivíduos de uma população pode estar relacionado com fatores influenciados pela densidade ou pela distância entre plântula e árvore mãe.

As principais causas de morte em uma população, sejam elas densidade ou distância-dependentes, são a presença de patógenos ou herbívoros, a alelopátia e a competição entre plântulas ou entre plântulas e indivíduos adultos (AUGSPURGER 1983, SWAINE *et al.* 1987). HOWE (1990) apontou ainda a seca, a baixa quantidade de luz, além da predação como os principais fatores que afetaram o recrutamento de *Virola surinamensis*.

Na população estudada não foi verificada predação em níveis que pudessem comprometer o desenvolvimento das plântulas. Em algumas folhas observou-se algumas galhas (cecídeas) presentes em uma frequência muito baixa. A seca também não é um fator que interfere na sobrevivência das plantas na área estudada.

A quantidade de luz que chega no subosque, a 1 m do solo, parece ter influência na sobrevivência das plantas. Houve uma correlação negativa significativa ($r = -0,1491$, $n = 144$, $p < 0,05$) entre o número de plantas mortas e a transmissão. Apesar desta correlação ser pequena, indica que nas parcelas onde houve menor incidência de luz (PAR) houve maior taxa de mortalidade.

Resultados semelhantes foram observados por FISCHER (1990) onde a densidade de jovens e adultos de *Calophyllum brasiliense* foi maior em locais com menor cobertura vegetal. Por outro lado, KELLMAN (1985) verificou que plantas de *Calophyllum brasiliense* var. *rekoi* transplantadas para solo de savana tiveram maior sobrevivência sob a copa de árvores que sob local aberto.

Na área de estudo é muito frequente a variação do leito dos rios em virtude das oscilações da precipitação e do nível do lençol freático. Junto com a água, uma camada superficial de solo e matéria orgânica é deslocada de uma região para outra. Com isso as plântulas ou os indivíduos jovens de *Calophyllum brasiliense* que se desenvolvem dentro do curso d'água ou nas suas margens, muitas vezes recebem todo este material e acabam soterrados e mortos. LIEBERG (1990) também observou estes resultados com indivíduos de *Inga affinis*, em uma mata ciliar do rio Jacaré-Pepira.

Portanto, nas áreas próximas ao leito dos rios, o soterramento parece ser o fator preponderante na mortalidade dos indivíduos jovens de *Calophyllum brasiliense*. Por outro lado, nos locais distantes dos rios (centro da área), com topografia mais elevada (FIGURA 8), a luz passa a ter maior importância (FIGURA 11), restringindo a sobrevivência dessas plantas.

4.8.3 Crescimento

Pelas medidas de altura e diâmetro nos dois anos avaliados, pelos resultados do cultivo em viveiro (item 4.9.2) e por observações na área de estudo, verificou-se que o crescimento de *Calophyllum brasiliense* é muito lento. Este parece ser um comportamento comum em espécies arbóreas de florestas tropicais, como já foi demonstrado em algumas comunidades vegetais por LANG & KNIGHT (1983) em floresta úmida no Panamá e TURNER (1990) em floresta úmida na Malásia.

A existência de um grande número de plântulas nas classes menores indica que novos indivíduos estão sendo incorporados na população na mesma proporção em que estão sendo mortos. Os dados comparativos nos dois anos avaliados mostram esta tendência (FIGURAS 24 e 25).

A manutenção da estrutura da população na área de estudo pode ser explicada por vários fatores: a) taxa de mortalidade baixa, b) crescimento lento dos indivíduos, que faz com que permaneçam numa mesma classe de tamanho por um período maior, c) manutenção dos eventos reprodutivos com disponibilidade de sementes a partir da frutificação anual ou do banco de sementes da superfície do solo.

4.8.4 Relações de densidade

A densidade total de indivíduos, considerando-se todos os estádios de desenvolvimento, em 1991 foi 4592 indiv./ha e em 1992, 4722 indiv./ha. Em outras áreas de ocorrência, a população de *Calophyllum brasiliense* apresenta altos valores de abundância, como em uma mata ciliar no Triângulo Mineiro (SCHIAVINI 1992) e em um trecho da planície costeira do litoral do Paraná (ZILLER 1992).

No estudo realizado por FISCHER (1990) a população teve uma estrutura diversa da observada no presente estudo. Neste local, como em outras áreas de planície costeira do litoral paranaense (observação pessoal), as sementes recém germinadas formam um banco de plântulas que podem ser recrutadas caso as condições sejam favoráveis, ao contrário de Brotas onde há um banco de sementes no solo com a mesma função.

Estas diferenças sugerem que além da abundância da espécie, as características próprias de cada ambiente (principalmente a disponibilidade de água), os agentes dispersores (que são distintos em cada local) e as interações entre as espécies da comunidade, devem influenciar na estrutura da população.

Quando se avaliou a relação entre o número de plântulas, adultos e mortas por parcela, verificou-se correlação significativa somente entre plântulas e mortas (TABELA 4).

Conforme a hipótese de JANZEN (1970) e CONNELL (1971, *apud* SILVERTOWN 1987), a sobrevivência de indivíduos numa população está relacionada com a distância e com a densidade. Vários trabalhos têm demonstrado que o recrutamento de indivíduos jovens é maior a longas distâncias do adulto parental (AUGSPURGER 1983, 1984, AUGSPURGER & KELLY 1984, CLARK & CLARK 1987, HENRIQUES & SOUSA 1989). Em outras espécies, à medida que se aumenta a distância do adulto, o número de jovens diminui (MOREIRA 1987, SANTOS 1991).

Na população de *Calophyllum brasiliense* algumas tendências puderam ser observadas. Não houve correlação entre a densidade de adultos e plântulas, o que sugere que, na área de estudo, não há um efeito da presença de adultos na ocorrência ou não de plântulas. A forma de dispersão pode favorecer a presença de plântulas sob a copa do indivíduo parental ou fora dela, conforme demonstrado no item 4.6.2.

Quando se avalia as relações com o número de plantas mortas em cada parcela, percebe-se que a correlação é positiva com o estágio de plântulas, uma vez que é a faixa etária que apresentou maiores índices de mortalidade (TABELA 3). A ausência de correlação entre a densidade de adultos e a de mortas é consequência da baixa mortalidade verificada neste estágio.

TABELA 4 - Correlação (r) entre o número de plântulas, adultos e mortas (de todos os estádios), por parcela ($n = 144$), em uma população de *Calophyllum brasiliense* em uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1992. * Significativo ao nível de 95% de probabilidade.

	Plântulas	Adultos	Mortas
Plântulas	1		
Adultos	0,0459	1	
Mortas	0,6964*	0,0579	1

4.8.5 Distribuição espacial dos indivíduos

A distribuição espacial dos indivíduos, por classes de densidade, para o ano de 1991 está representada nas FIGURAS 26 a 29, onde é possível reconhecer agrupamentos de plantas, nos diferentes estádios considerados, em determinados locais da área amostrada. A FIGURA 30 representa a distribuição espacial dos indivíduos mortos amostrados em 1992 e a FIGURA 31 as plântulas recrutadas em 1992.

As FIGURAS 32 a 35 mostram a frequência esperada na distribuição de Poisson e a frequência obtida nas parcelas de $25m^2$, para todos os estádios, nos anos de 1991 e 1992, sendo que a distribuição de Poisson mostra uma distribuição aleatória dos indivíduos de uma população. Para as plântulas (FIGURA 32) e jovens (FIGURA 33) observou-se que a distribuição foi diferente da distribuição de Poisson, sugerindo uma distribuição contagiosa. Nos subadultos, as frequências também foram diferentes, mas com uma tendência à aleatoriedade (FIGURA 34). Nos adultos a distribuição de frequência esteve muito próxima da distribuição de Poisson, mas o teste qui-quadrado para aderência à distribuição de Poisson, mostrou que as frequências esperada e observada são diferentes (FIGURA 35).

Para se verificar se esta distribuição contagiosa pode ser influenciada pelo tamanho da parcela, utilizou-se o coeficiente de dispersão (CD) e o índice de dispersão de Morisita (IM). Pelo CD, todos os estádios apresentaram valores maiores que 1, principalmente os jovens, o que demonstra uma distribuição contagiosa dos indivíduos (FIGURA 36 A e B). Este resultado foi verificado mesmo para os indivíduos adultos (1991), em parcelas de $25m^2$, onde o teste "t" confirmou estes resultados ($t = 3,6$, $gl = 143$, 95% de probabilidade).

Pelo cálculo do IM que foi sempre superior a 1 (FIGURA 37 A e B), verificou-se a existência de agrupamentos em todos os estádios de desenvolvimento, com tendência a uma distribuição aleatória a medida que se aumenta o tamanho da parcela. Apesar do CD ser afetado pelo tamanho da população e das parcelas, tornando desvantajosa a sua utilização (KERSHAW 1980, BROWER & ZAR 1984), os resultados do IM e da distribuição de Poisson onfirmaram a tendência à distribuição agregada.

O modelo proposto por JANZEN (1970) e CONNEL (1971 *apud* SANTOS 1991) e o modelo de HUBBELL (1979, 1980) para explicar a diversidade em florestas tropicais, admite que a distribuição de

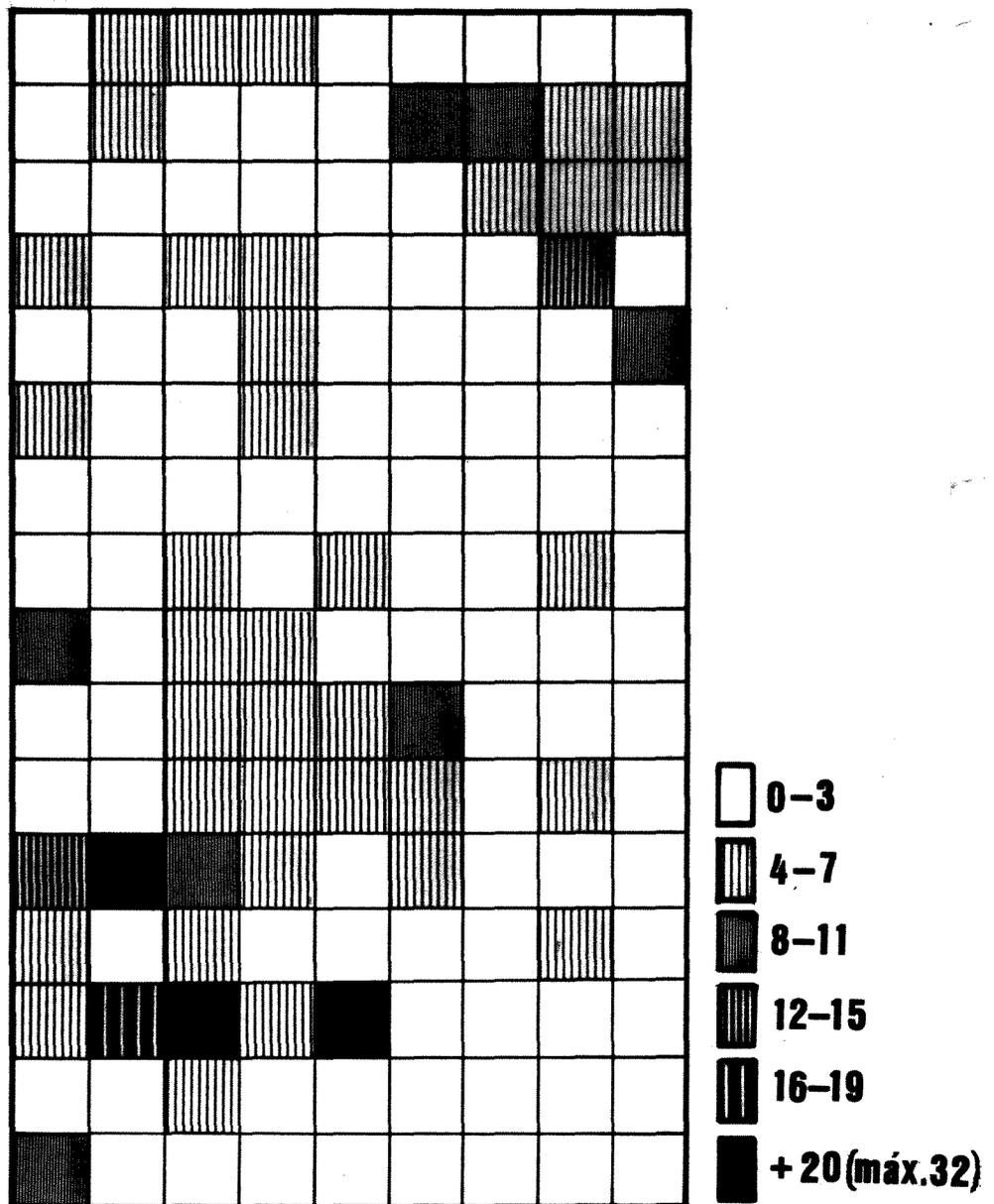


FIGURA 26 - Distribuição espacial das plântulas de *Calophyllum brasiliense* em classes de densidade, em 3.600m² de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991.

adultos pode ser menos agrupada que o esperado, em função da existência de fatores relacionados com a distância entre os indivíduos.

Para avaliar os fatores envolvidos no recrutamento de novos indivíduos em uma população, STERNER *et al.* (1986) apontaram a necessidade de se considerar o padrão espacial de indivíduos de todas as classes de tamanho.

Assim, pelo índice de dispersão de Morisita e pelo coeficiente de dispersão, observa-se que os indivíduos de *Calophyllum brasiliense* estão distribuídos de forma agregada, principalmente nos estágios de plântula e jovem. Os maiores valores de agrupamento, em todos os estádios, estão em parcelas menores e a tendência é diminuir o grau de agrupamento com o aumento do tamanho da parcela. Os picos em parcelas menores (25m²) indicam a existência de agrupamentos dessa

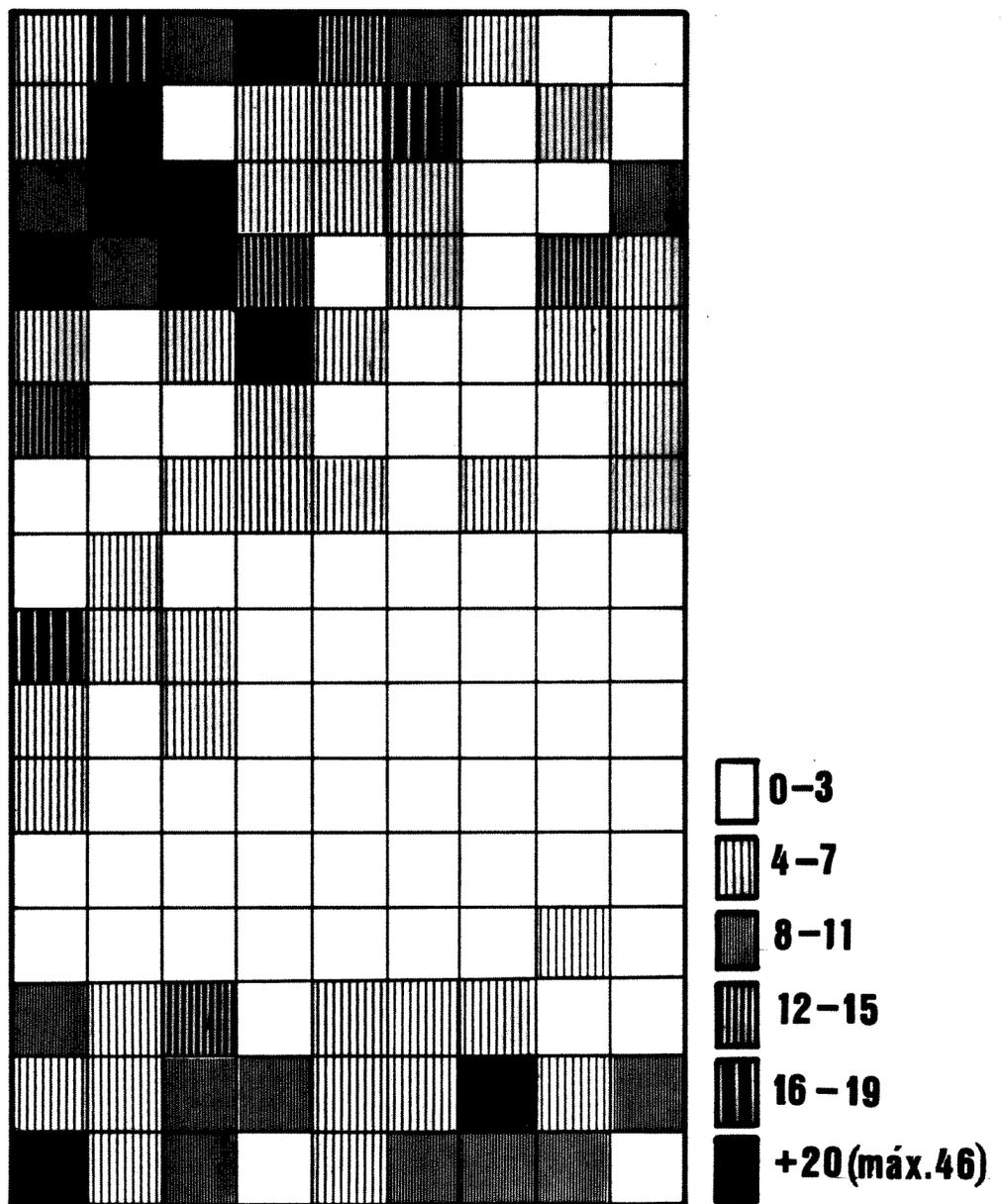


FIGURA 27 - Distribuição espacial dos jovens de *Calophyllum brasiliense* em classes de densidade, em 3.600m² de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991.

magnitude (ou menores que estes) na população, principalmente de plântulas e jovens. Pela distribuição de Poisson estes resultados se repetem e os indivíduos adultos já apresentam um padrão de distribuição próximo ao aleatório.

Muitos trabalhos têm mostrado uma distribuição semelhante a esta, com diminuição no grau de agregamento dos indivíduos com o aumento do estágio de desenvolvimento, dentre os quais destacam-se os de STERNER *et al.* (1986), MOREIRA (1987), HENRIQUES & SOUSA (1989), OLIVEIRA *et al.* (1989), LIEBERG (1990).

Segundo HUBBELL (1979, 1980) esta distribuição é comum em espécies que apresentam “pontos de origem”, com altas densidades

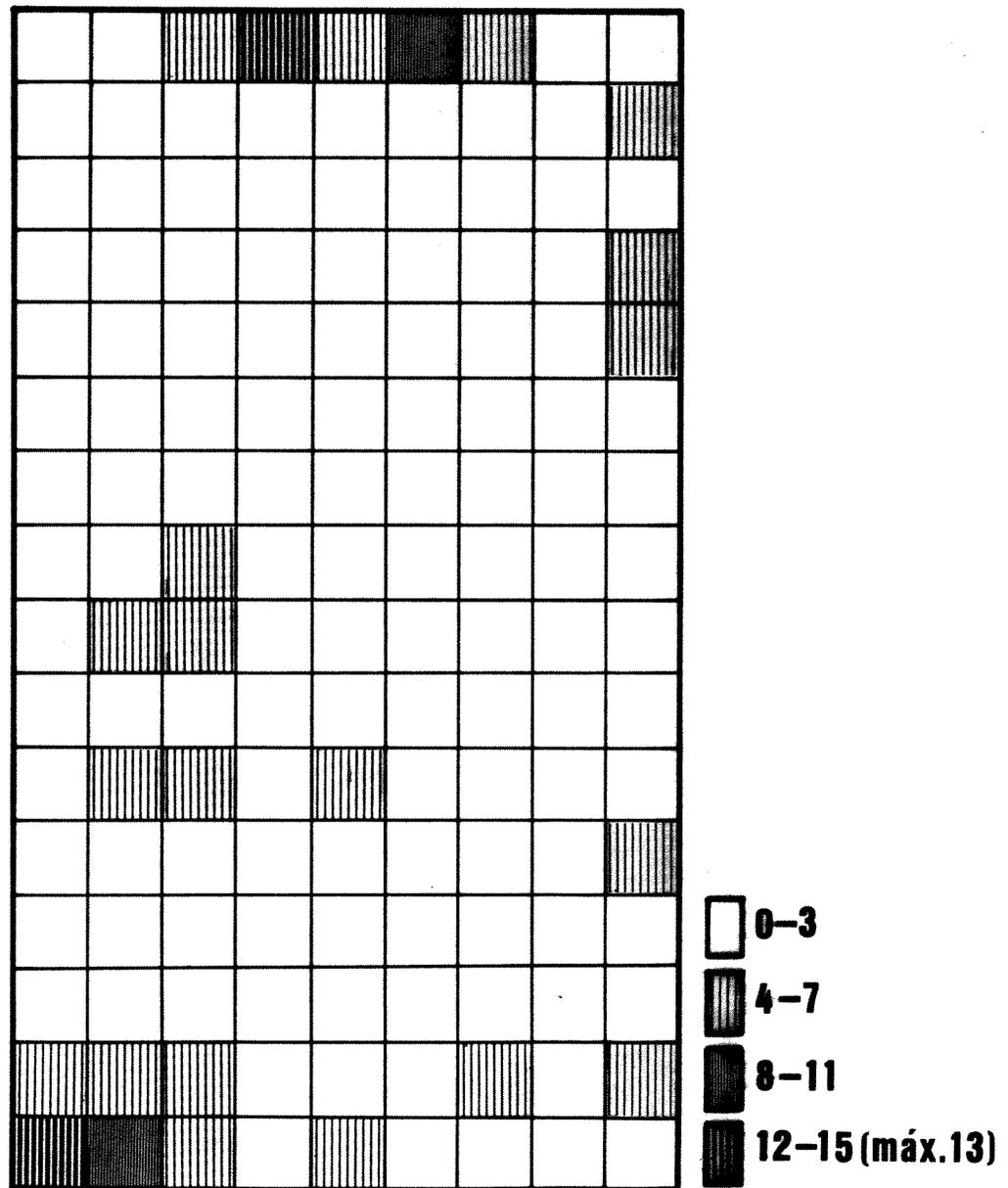


FIGURA 28 - Distribuição espacial dos subadultos de *Calophyllum brasiliense* em classes de densidade, em 3.600m² de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991.

populacionais, e diminuição da densidade à medida que se afasta deste ponto.

No caso de *Calophyllum brasiliense* os pontos de origem devem representar a concentração de plântulas nos poleiros dos morcegos ou sob os indivíduos adultos. Após a dispersão e a germinação, a maioria das plântulas destes locais deve sofrer efeitos da densidade (competição intraespecífica), o que foi demonstrado pela correlação positiva entre o número de plântulas e mortas (TABELA 4). Além disso, as plântulas podem morrer devido a atores independentes da densidade, como o soterramento ou a falta de luz, dependendo do local onde se encontram (item 4.8.2).

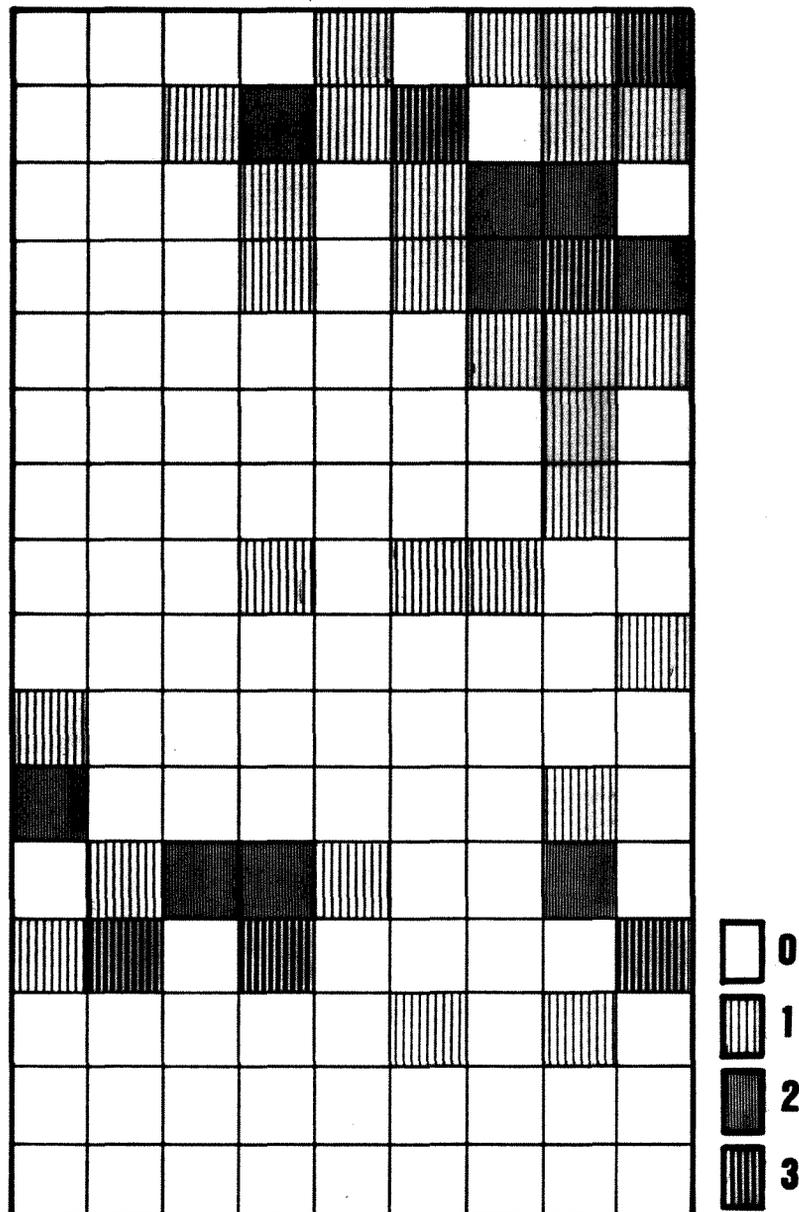


FIGURA 29 - Distribuição espacial dos adultos de *Calophyllum brasiliense* em classes de densidade, em 3.600m² de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1991.

Estes fatores, com o tempo, irão determinar a sobrevivência de poucos indivíduos, que estarão distribuídos de forma aleatória à agregada (FIGURA 35). Com isso, a distribuição dos poleiros é muito semelhante à dos indivíduos adultos (FIGURAS 16 e 35) uma vez que representa o “ponto de origem” para o processo de espaçamento dos indivíduos.

A maioria dos trabalhos com dinâmica de populações de plantas considera somente a condição momentânea da população, dando pouca importância para a natureza dos fatores responsáveis pelo padrão de distribuição (CLARK & CLARK 1984). A distribuição espacial dos indivíduos e as distâncias de recrutamento não são constantes com o

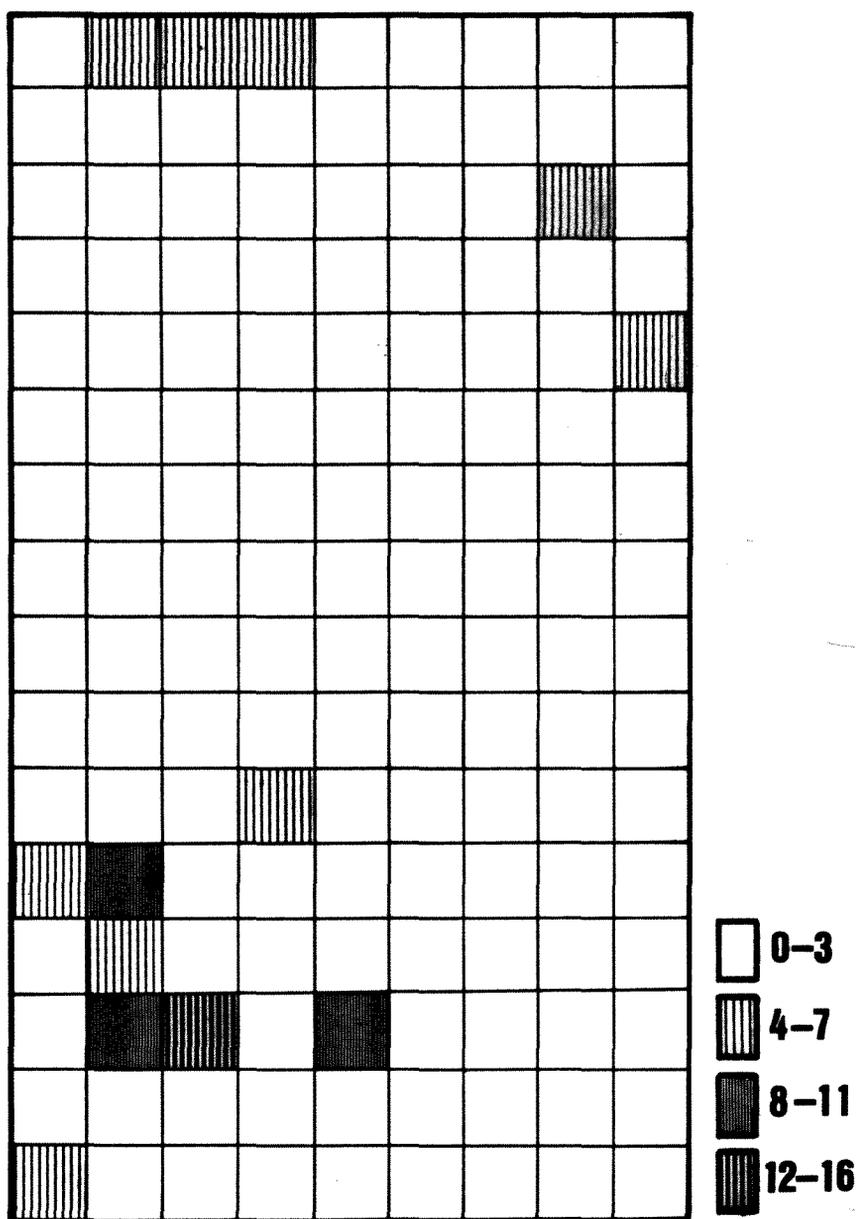


FIGURA 30 - Distribuição espacial dos indivíduos mortos de *Calophyllum brasiliense* em classes de densidade, em 3.600 m² de uma mata ciliar no município de Brotas, SP, para o ano de 1992.

considerada a escala adotada. Em *Calophyllum brasiliense* a distribuição espacial é resultado das condições intrínsecas da área de estudo e generalizações para outros locais devem ser feitas cuidadosamente.

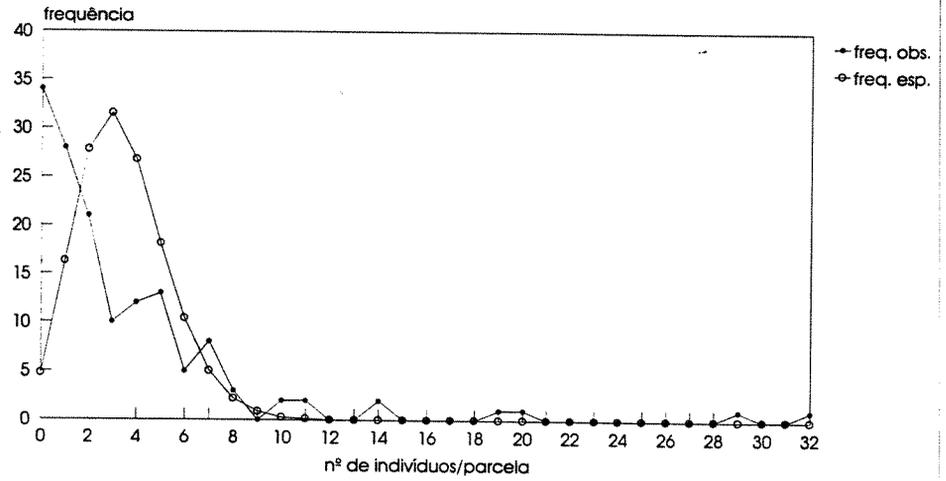
SCHIAVINI (1992) observou que os indivíduos de *Calophyllum brasiliense* ocorriam principalmente em regiões onde a umidade era maior. Nas áreas menos úmidas a população era mantida, porém em uma densidade menor.

Na área de Brotas a população do guanandi parece ser influenciada por dois fatores principais. Primeiro, é a forma de dispersão dos frutos que é diversificada (item 4.6.1) o que pode oferecer uma variedade de microambientes para a germinação das sementes. Isto faz com que a agregação dos indivíduos próximo à planta-mãe ou nos poleiros dos morcegos, fique diluída pela possibilidade de movimentação horizontal dos diásporos, promovida pela corrente de água.

O segundo fator que influencia a distribuição dos indivíduos é a condição hídrica do local. A capacidade de *Calophyllum brasiliense* desenvolver-se normalmente em locais com saturação hídrica (FIGURA 38) faz com que ele tenha vantagem sobre as outras espécies, o que representa uma distribuição concentrada em regiões mais úmidas (FIGURAS 26 a 29 e FIGURA 8). Estes mesmos resultados foram encontrados por FISCHER (1990) e SCHIAVINI (1992).

Desta forma a distribuição dos indivíduos não está condicionada somente a fatores dependentes de densidade ou da distância do adulto parental, mas principalmente pelas características do modo de dispersão e da condição de água do solo.

a



b

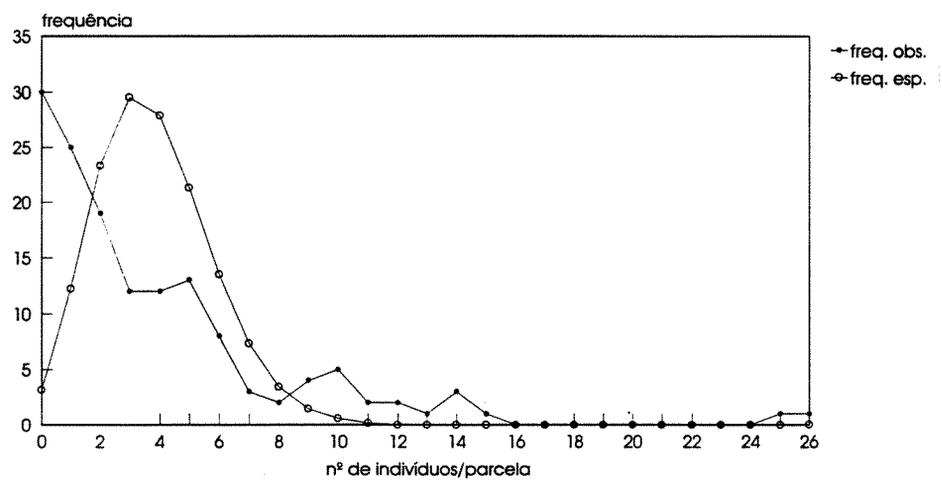
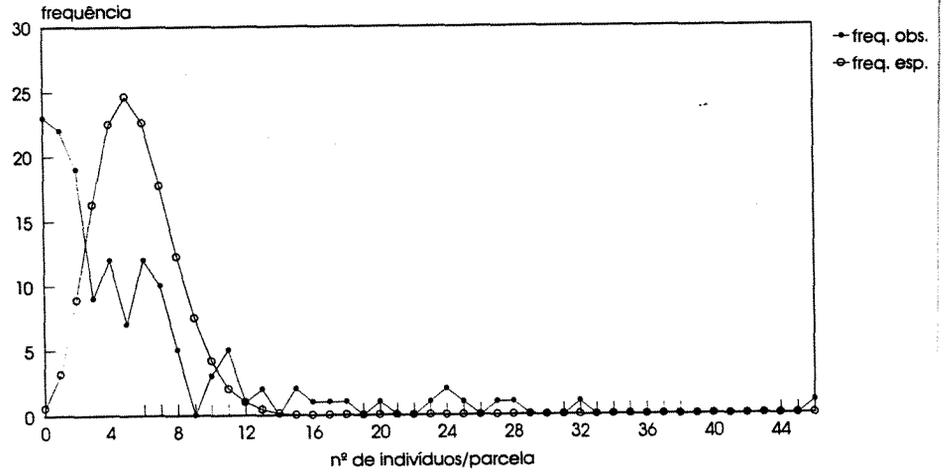


FIGURA 32 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) das plântulas de uma população de *Calophyllum brasiliense* em parcelas de 25m², em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A: 1991, $X^2=127,1$, $gl=5$, probabilidade 95%. B: 1992, $X^2=178,2$, $gl=6$, probabilidade 95%.

a



b

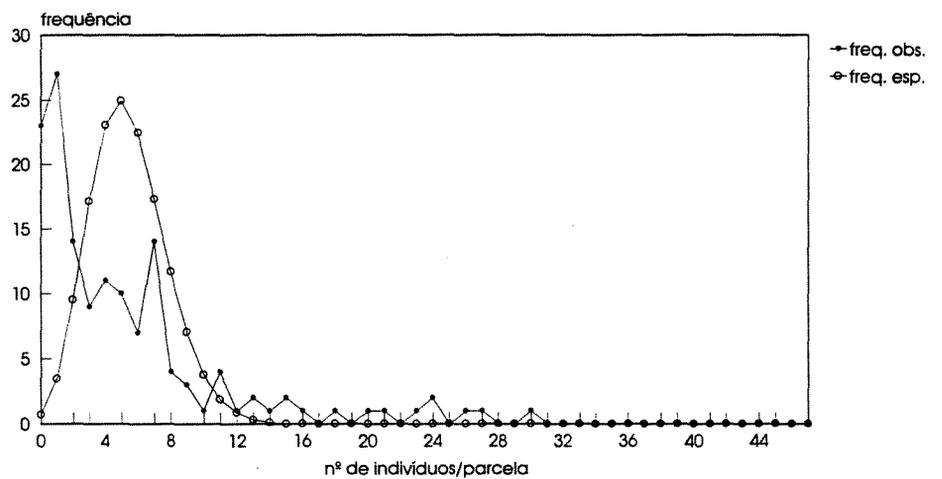
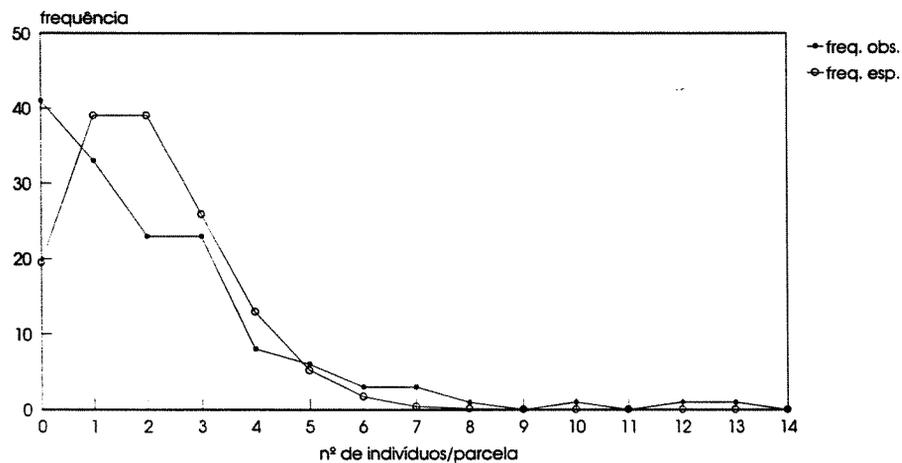


FIGURA 33 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) dos jovens de uma população de *Calophyllum brasiliense* em parcelas de 25m², em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A: 1991, $X^2=287,6$, $gl=7$, probabilidade 95%. B: 1992, $X^2=256,1$, $gl=7$, probabilidade 95%.

a



b

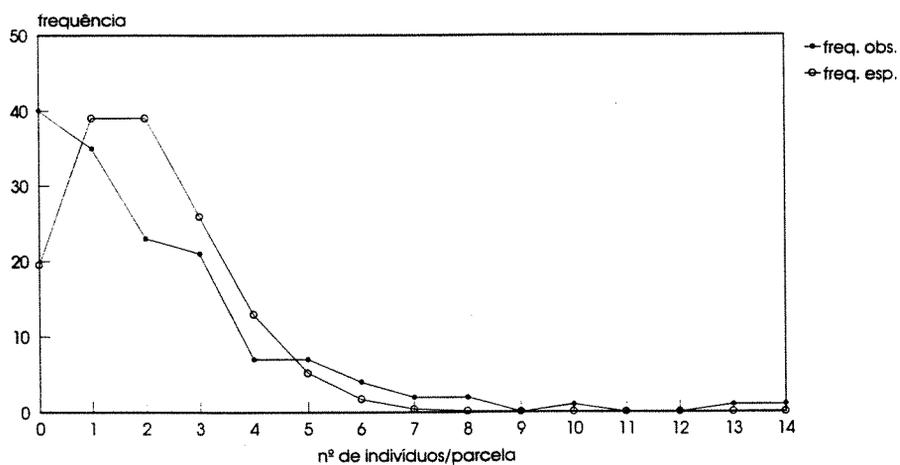


FIGURA 34 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) dos subadultos de uma população de *Calophyllum brasiliense* em parcelas de 25m², em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A: 1991, $X^2=43,3$, $gl=4$, probabilidade 95%. B: 1992, $X^2=47,2$, $gl=4$, probabilidade 95%.

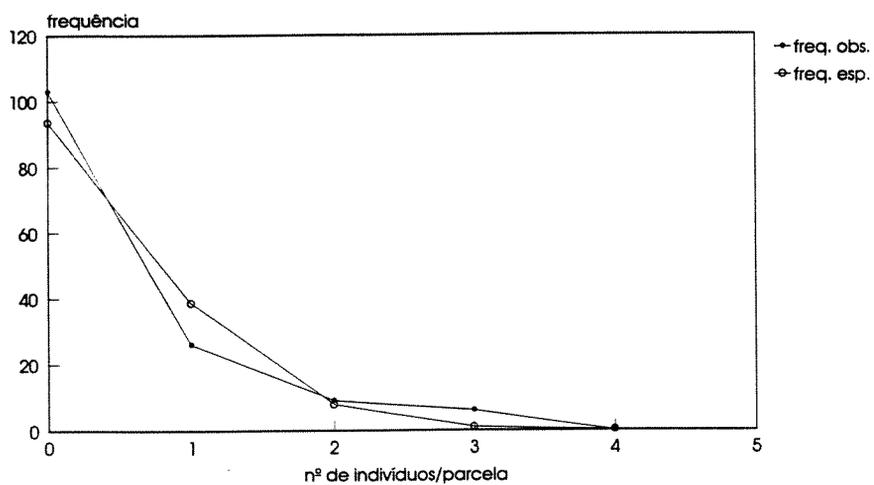


FIGURA 35 - Distribuição de frequência observada e distribuição de Poisson esperada (aleatória) dos adultos de uma população de *Calophyllum brasiliense* em parcelas de 25m², em uma mata ciliar no município de Brotas,SP, para o ano de 1991 e 1992. $X^2=8,1$, $gl=1$, probabilidade 95%.

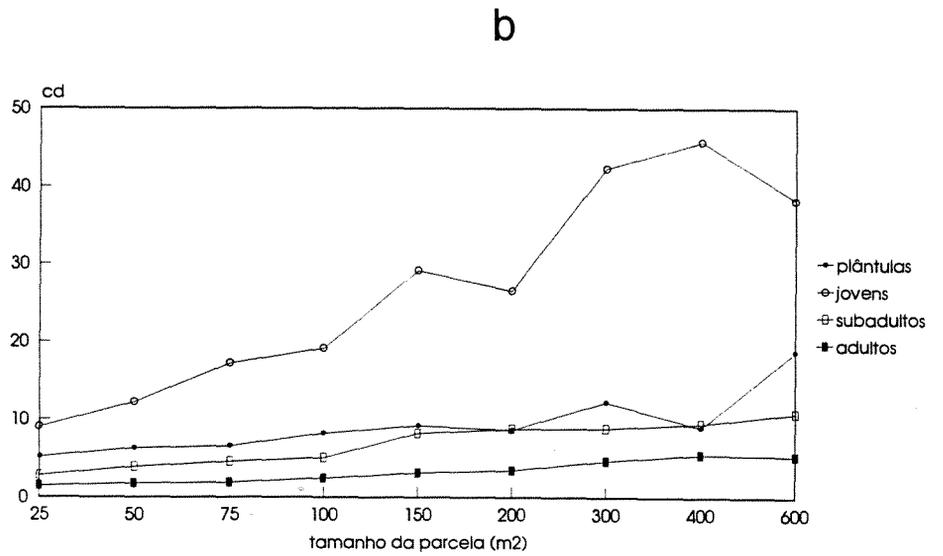
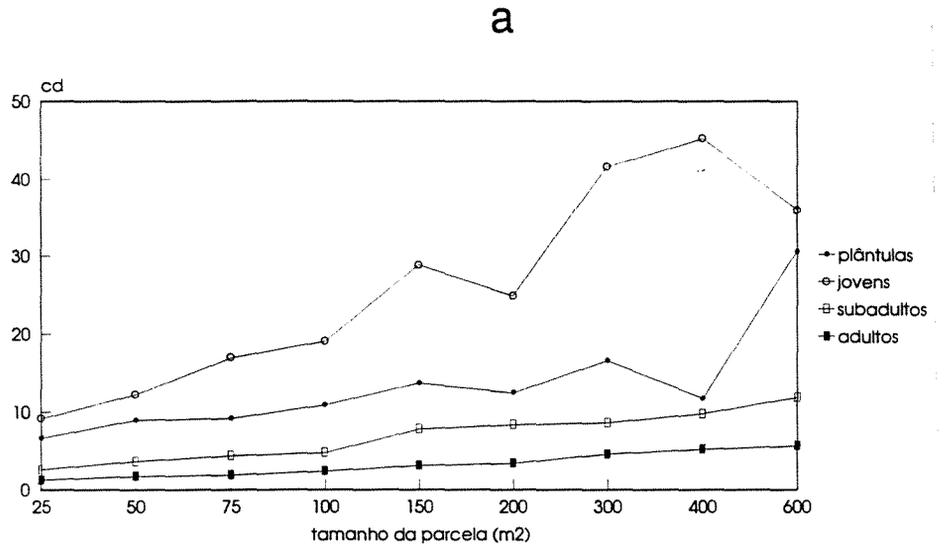


FIGURA 36 - Coeficiente de dispersão (variância/média) em função do tamanho das parcelas, em uma população de *Calophyllum brasiliense*, em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. A:1991, B:1992. CD>1 indica a existência de agrupamentos.

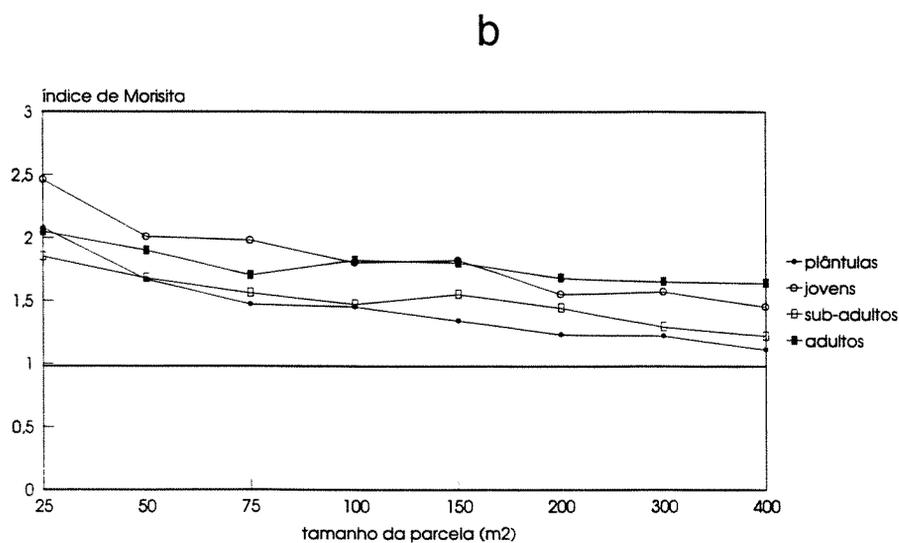
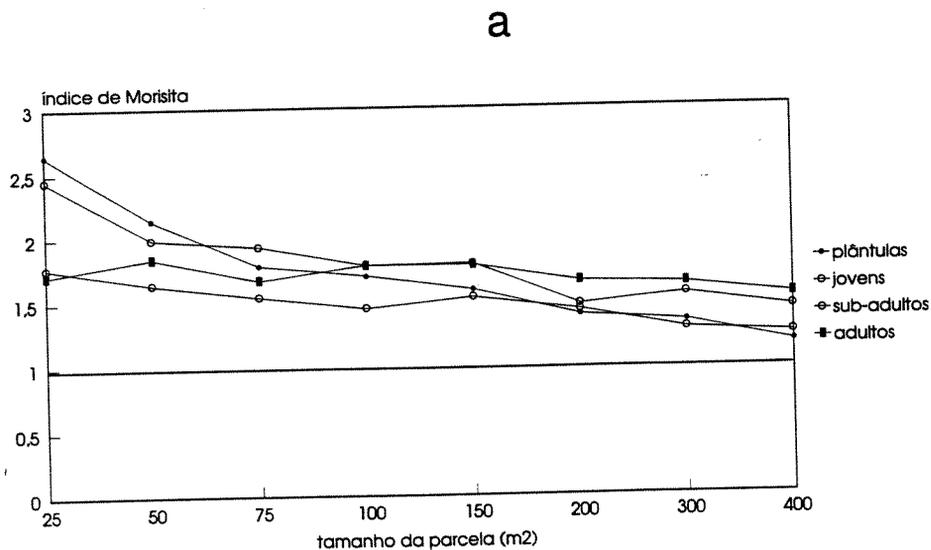


FIGURA 37 - Índice de dispersão de Morisita em função do tamanho das parcelas em uma população de *Calophyllum brasiliense*, em uma mata ciliar no município de Brotas, SP: A) 1991, B) 1992. A linha horizontal em IM=1 indica o valor esperado em uma distribuição aleatória. Valores maiores que 1 indicam a existência de agrupamentos.



FIGURA 38 - Indivíduo jovem de *Calophyllum brasiliense* em uma mata ciliar no município de Brotas, SP. Note o saturação hídrica do solo.

4.9 Tolerância à inundação

4.9.1 Tolerância em sementes

No teste de germinação realizado em viveiro, sementes de *Calophyllum brasiliense* que permaneceram totalmente inundadas por 18 semanas (AC), não germinaram (FIGURA 39). Sementes que, após 10 semanas de inundação foram escarificadas e logo após colocadas novamente em solo inundado com água corrente (AC+ESC), também não germinaram. Somente houve germinação (70% ao final do experimento) nas sementes que, após 10 semanas de inundação, foram colocadas em solo na capacidade de campo (AC+CC) (FIGURA 39).

As sementes mantidas em capacidade de campo (CC) germinaram lenta e progressivamente até a 12ª semana de tratamento quando atingiram uma taxa de 76,3% (FIGURA 39). Quando submetidas a condições semelhantes de luz e umidade e após um mesmo período de tratamento, as sementes semeadas em laboratório (FIGURA 19) tiveram uma taxa de germinação inferior (46,43%).

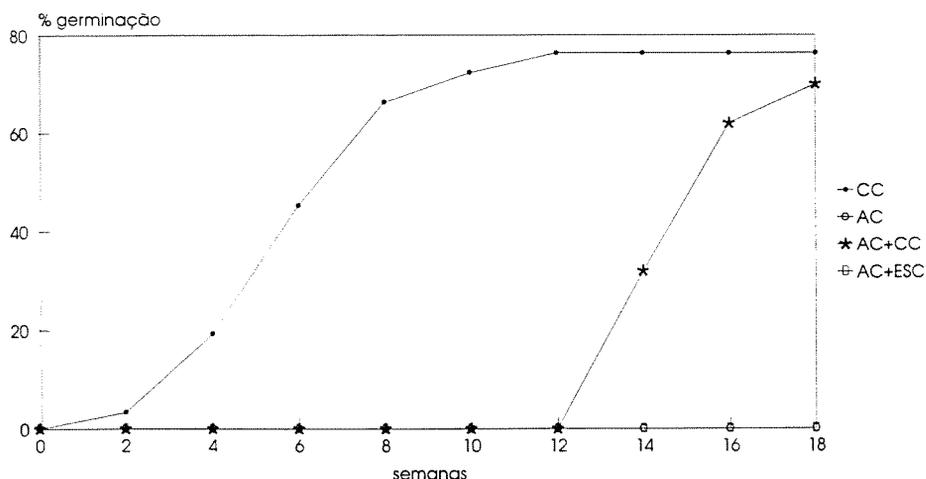


FIGURA 39 - Germinação de sementes de *Calophyllum brasiliense* em viveiro, submetidas a diferentes tratamentos: CC: solo na capacidade de campo, AC: solo inundado com água corrente, AC+CC: solo inundado durante 10 semanas e posteriormente na capacidade de campo, AC+ESC: solo inundado por 10 semanas e posteriormente sementes escarificadas e novamente colocadas em solo inundado .

Durante a embebição, antes da ruptura da testa, as sementes estão naturalmente expostas à anoxia e o prolongamento deste período pode levá-las à morte (CRAWFORD 1977). São vários os motivos pelos quais as sementes perdem a viabilidade durante um período de submersão (HOOK 1984), mas o principal deles é a produção de altos níveis de etanol, por via anaeróbica, que promove a desestruturação das membranas celulares (CRAWFORD 1977, JOLY 1982). Em muitos casos, a tolerância de algumas espécies a esta condição está relacionada com a capacidade de evitar o acúmulo e/ou eliminar esta substância (CRAWFORD 1977, RUMPHO & KENNEDY 1981).

A germinação de espécies ocorrentes em áreas sujeitas à inundação têm sido tratada em vários trabalhos. LIEBERG & JOLY (no prelo) verificaram que apesar das sementes de *Inga affinis* apresentarem uma queda na taxa de germinação após serem submersas, a espécie sobrevive em regiões ribeirinhas porque em condições naturais as sementes dificilmente ficam submersas por um período muito longo.

MARQUES *et al.* (1992) observaram uma redução na germinação de *Cedrela fissilis* e *Parapiptadenia rigida* quando submetidas a 20 dias de submersão; um período de estocagem a seco após a submersão não possibilitou a germinação.

DE BELL & NAYLOR (1972), estudando a germinação de *Nyssa sylvatica*, uma espécie típica dos pântanos norte-americanos, verificaram a não germinação das sementes submetidas a um solo inundado com água parada ou com água aerada. Após 5 semanas, quando transferidas para um solo drenado, as sementes germinaram. Segundo estes autores, este comportamento é favorável uma vez que evita que as sementes germinem sob a água durante a estação de crescimento, o que poderia levar a uma perda total para a espécie.

Os resultados obtidos para *Calophyllum brasiliense* mostram que as sementes permanecem viáveis após um longo período de submersão (10 semanas), mas somente germinam em solo drenado, como ocorreu com *Nyssa sylvatica* (DE BELL & NAYLOR 1972). A escarificação das sementes não favorece a germinação.

Em condições naturais, o início da dispersão dos frutos (março a maio) corresponde a um período de chuvas, com solo úmido e lençol freático mais superficial, onde as sementes de *Calophyllum brasiliense* permanecem inundadas. Os resultados do teste de germinação mostram que estas sementes germinarão após o nível d'água baixar ou mesmo quando encontrarem um local ribeirinho onde possam germinar. Estas características do guanandi podem representar maior sucesso no estabelecimento das plântulas entre as espécies que ocorrem na mata ciliar.

4.9.2 Tolerância em indivíduos jovens

4.9.2.1 Modificações morfológicas

Após 10 dias de tratamento, as plantas inundadas com água corrente (AC) e com água parada (AP) apresentaram algumas lenticelas hipertróficas acima e abaixo do nível da água, sendo mais evidentes em AC. Foi verificada apenas uma raiz adventícia no caule de uma planta de AP, com 30 dias de tratamento. Quando as plantas inundadas foram retiradas da água, as lenticelas hipertróficas e a raiz adventícia tornaram-se secas e desapareceram.

Com o decorrer do período de inundações a senescência e abscisão foliares foram pouco expressivas. As raízes de plantas inundadas se tornaram escuras e aos poucos foram se deteriorando, principalmente naquelas que se encontravam em água parada. Nestes tratamentos, durante e após o período de inundações, novas raízes foram formadas, sendo mais claras e grossas que o sistema radicular original.

As modificações morfológicas que ocorrem durante o período de inundações têm sido muito discutidas. Alguns autores atribuem tais mudanças a uma variação nos níveis de etileno (NEWSOME *et al.* 1982, KONINGS & LAMBERS 1991) e outros, à auxina (YAMAMOTO & KOZLOWSKI 1987). Em algumas espécies, a presença de raízes adventícias e de lenticelas hipertróficas possibilita a sobrevivência (SENA GOMES & KOZLOWSKI 1980, NEWSOME *et al.* 1982, TSUKAHARA & KOZLOWSKI 1985, TOPA & MCLEOD 1986) e em outras não (TRIPEPI & MITCHELL 1984).

O surgimento de raízes adventícias em plantas inundadas promove a absorção de água e de nutrientes, oxida a rizosfera e aumenta a disponibilidade de hormônios sintetizados pelas raízes (SENA GOMES & KOZLOWSKI 1980, REID & BRADFORD 1984, TSUKAHARA & KOZLOWSKI 1985). As lenticelas hipertróficas auxiliam a difusão de oxigênio da parte aérea para a raiz e funcionam como local de escape de toxinas produzidas anaerobicamente (HOOK 1984). MARQUES (1990) observou que em *Cedrela fissilis* estas estruturas foram importantes para a manutenção de uma respiração aeróbica, o que representou um maior crescimento das plantas inundadas.

Em *Calophyllum brasiliense* surgiram poucas raízes adventícias e lenticelas hipertróficas nas plantas inundadas o que demonstra que para esta espécie estas estruturas são pouco importantes na sobrevivência.

Nas observações de campo verificou-se que as plantas localizadas em áreas com saturação hídrica possuíam estas estruturas em pequena quantidade, confirmando os resultados em viveiro.

O metabolismo respiratório de plantas inundadas geralmente passa de aeróbico para anaeróbico, com produção de etanol e lactato que têm efeito fitotóxico, provocando inibição de enzimas citoplasmáticas o que pode levar à desestruturação do sistema radicular (JOLY 1991). Muitas espécies tolerantes ao alagamento perdem parte do sistema radicular original e formam novas raízes nos mesmos locais ou na região submersa do caule; espécies não tolerantes geralmente não formam novas raízes (KOZLOWSKI 1984). *Calophyllum brasiliense*, que teve o sistema radicular danificado pela inundação, produziu novas raízes que supriram as suas necessidades hídricas e nutricionais.

4.9.2.2 Crescimento

As FIGURAS 40 e 41 mostram, respectivamente, a variação no peso seco da parte aérea e da raiz das plantas submetidas aos três tratamentos. Não houve diferença significativa (ANEXO 5) entre o peso seco de plantas inundadas (AC e AP) e o controle (CC) com o decorrer do período de inundação. As plantas cresceram lentamente, mesmo dentro da água e uma maior movimentação em AC não teve influência sobre o crescimento da parte aérea ou da raiz. Não houve diferença significativa no aumento da matéria seca das plantas que foram retiradas dos tanques e mantidas em solo na capacidade de campo.

Aparentemente a porcentagem de biomassa alocada para folha, caule e raiz das plantas submetidas aos três tratamentos foram semelhantes (FIGURAS 42 a 44). As pequenas variações dentro de cada tratamento deve-se, provavelmente, a diferenças amostrais.

O comprimento da parte aérea de plantas mantidas em solo na capacidade de campo (CC) não diferiu significativamente de plantas inundadas (AC e AP) (FIGURA 45 e ANEXO 5). Já o comprimento da raiz de plantas inundadas (água corrente ou parada) foi menor que o controle, após 150 dias de tratamento (FIGURA 46 e ANEXO 5).

O crescimento ou não das plantas em condições hipóxicas reflete o seu grau de tolerância à inundação, selecionando-as na ocupação dos diferentes ambientes em uma mata ciliar. A redução no crescimento de plântulas de espécies arbóreas submetidas à inundação, tanto das folhas, caule e raiz separadamente, quanto da planta inteira, foi relatada para várias espécies como é o caso de *Ulmus americana* (NEWSOME *et al.* 1982), *Betula papyrifera* (TANG & KOZLOWSKI 1982), *Joannesia principis* e *Spathodea campanulata* (MEDRI & CORREA 1985), *Platanus occidentalis* (TSUKAHARA & KOZLOWSKI 1985), *Hevea brasiliensis* (SENA GOMES & KOZLOWSKI 1988) e *Cedrela fissilis* (MARQUES 1990).

Sebastiania klotzchiana, espécie muito comum em regiões inundadas, não teve interferência no peso seco da parte aérea com um período de alagamento. Por outro lado, *Chorisia speciosa* e *Hymenaea courbaril*, que ocorrem em solos melhor drenados das matas ciliares, tiveram o crescimento reduzido em comparação ao controle (JOLY 1991).

Os resultados de *Calophyllum brasiliense* indicam que não houve diferença entre o crescimento de plantas mantidas em solo inundado e na capacidade de campo. A pequena diferença observada no comprimento

da raiz de plantas inundadas e controle no final do experimento (FIGURA 46) deve-se ao fato de ter ocorrido deterioração do sistema radicular com o decorrer do período de inundação. Apesar destas plantas terem perdido parte do sistema radicular, o surgimento de novas raízes manteve a quantidade de tecido vivo semelhante ao controle e provavelmente manteve a absorção de água e nutrientes.

O regime hídrico no qual uma planta inundada se encontra pode influenciar em seu comportamento. HOOK *et al.* (1970) e HARMS (1973) verificaram que as altas concentrações de gás carbônico e baixas de oxigênio difundidos na água parada, conduz a um ambiente anóxico que reflete em menor crescimento de *Nyssa aquatica* e *Nyssa sylvatica*, quando comparado a um tratamento com água corrente. Segundo estes autores, estas características têm implicações na distribuição das espécies.

Em *Calophyllum brasiliense* os diferentes regimes hídricos não tiveram nenhum efeito no crescimento das plantas (FIGURAS 40 a 46), resultado semelhante ao encontrado por LIEBERG (1990) em *Inga affinis*. Isto indica que o guanandi tem as mesmas chances de sobrevivência em locais mais próximos ao leito do rio, onde a água flui com maior velocidade, ou em pequenas poças formadas pelo acúmulo de água da chuva ou afloramento do lençol freático.

A forma de alocação de biomassa para as diferentes partes da planta pode se alterar durante a inundação. LIEBERG (1990) verificou que plantas inundadas (com água corrente ou com água parada) investiram mais em caule e menos em raiz quando comparadas com o controle.

Os resultados de *Calophyllum brasiliense* mostram que não houve diferença na destinação de recursos para folha, caule e raiz (FIGURAS 42 a 44) entre plantas inundadas e o controle. Também não foram verificadas diferenças na alocação nos dois regimes hídricos. Isto significa que a forma de crescimento da espécie é a mesma em um solo com drenagem normal ou saturado hidricamente, com maiores ou menores concentrações de oxigênio dissolvido.

Nas avaliações aqui realizadas e pelas observações de campo conclui-se que *Calophyllum brasiliense* é uma espécie extremamente tolerante à saturação hídrica do solo podendo permanecer nestas condições por um longo período. Esta característica possibilita a sua ocorrência em um gradiente de umidade, que vai desde solos úmidos e periodicamente inundáveis até solos permanentemente encharcados e brejosos. Neste último caso o guanandi muitas vezes tem vantagem sobre outras espécies e passa a ocorrer em alta densidade, como acontece na área do presente estudo.

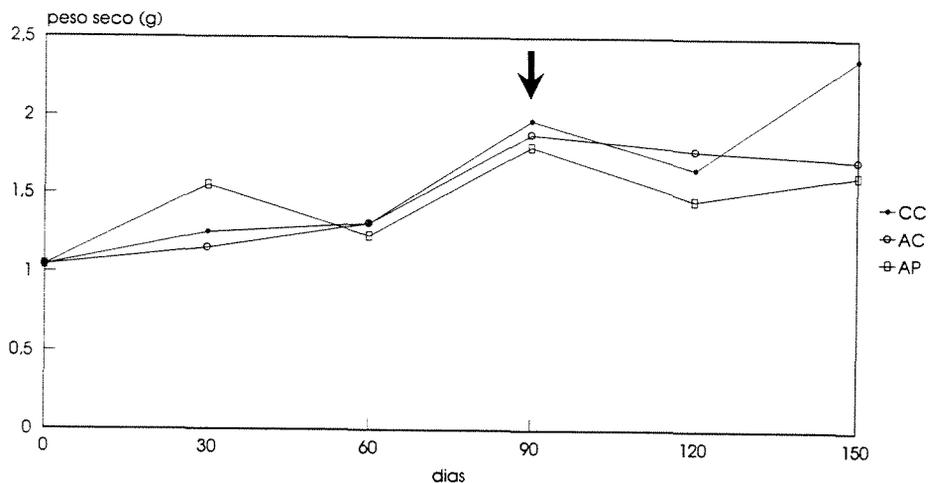


FIGURA 40 - Peso seco da parte aérea de plantas de *Calophyllum brasiliense* submetidas a diferentes tratamentos: CC - solo na capacidade de campo, AC - solo inundado com água corrente, AP - solo inundado com água parada. A seta indica a mudança dos tratamentos AC e AP para CC. Os resultados da análise de variância encontram-se no ANEXO 5.

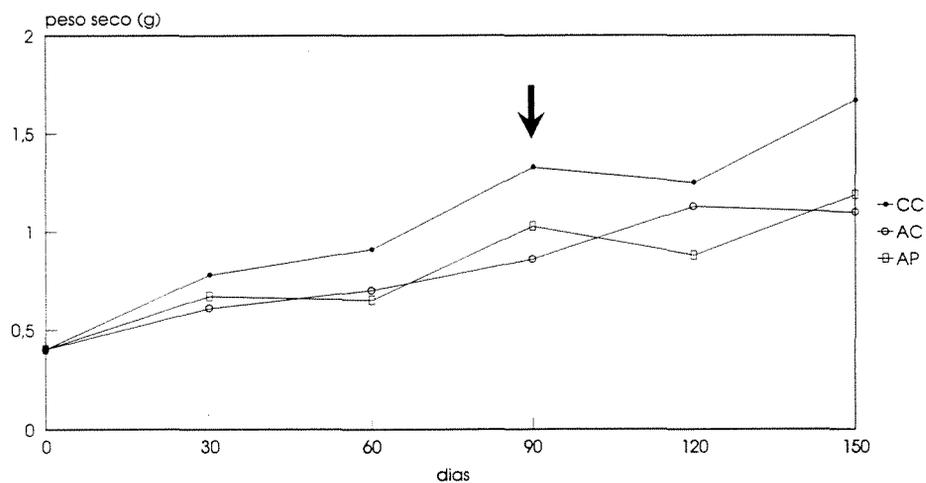


FIGURA 41 - Peso seco da raiz de plantas de *Calophyllum brasiliense* submetidas a diferentes tratamentos: CC - solo na capacidade de campo, AC - solo inundado com água corrente, AP - solo inundado com água parada. A seta indica a mudança dos tratamentos AC e AP para CC. Os resultados da análise de variância encontram-se no ANEXO 5.

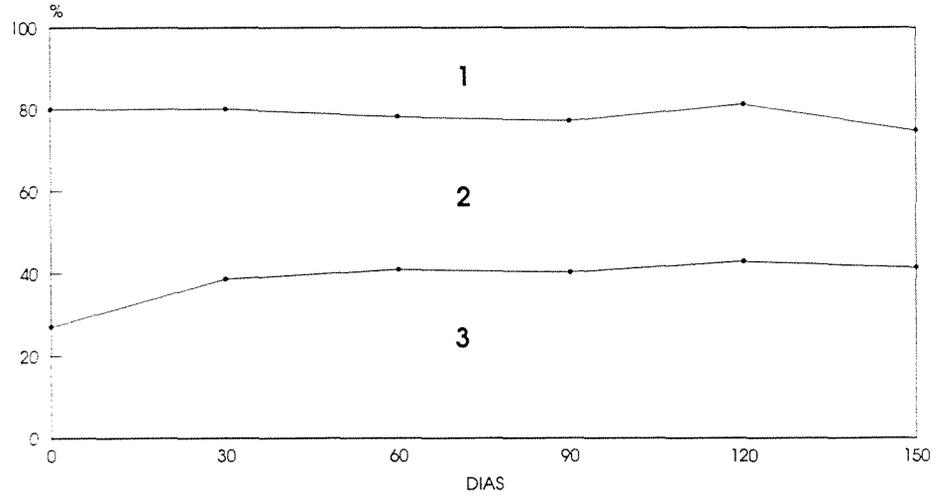


FIGURA 42 - Porcentagem de biomassa (peso seco) alocada para folha (1), caule (2) e raiz (3) de plantas de *Calophyllum brasiliense* submetidas a solo na capacidade de campo (CC).

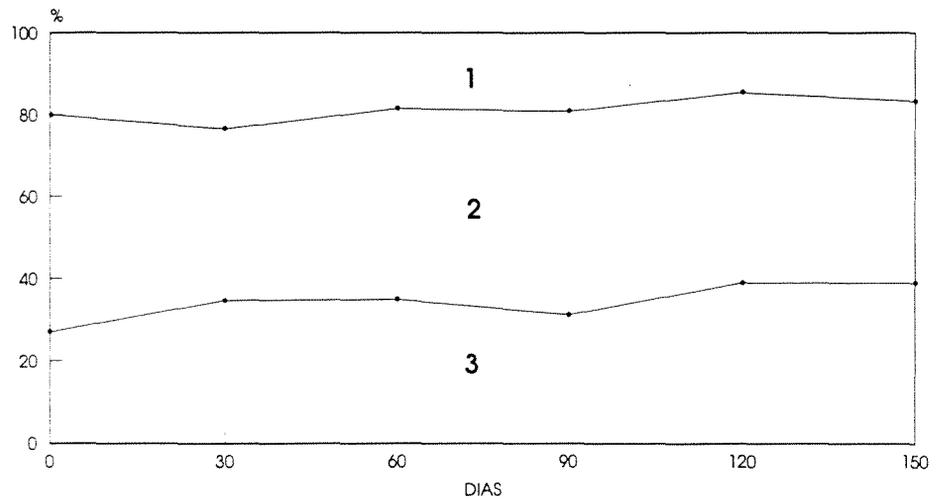


FIGURA 43 - Porcentagem de biomassa (peso seco) alocada para folha (1), caule (2) e raiz (3) de plantas de *Calophyllum brasiliense* submetidas a solo inundado com água corrente (AC).

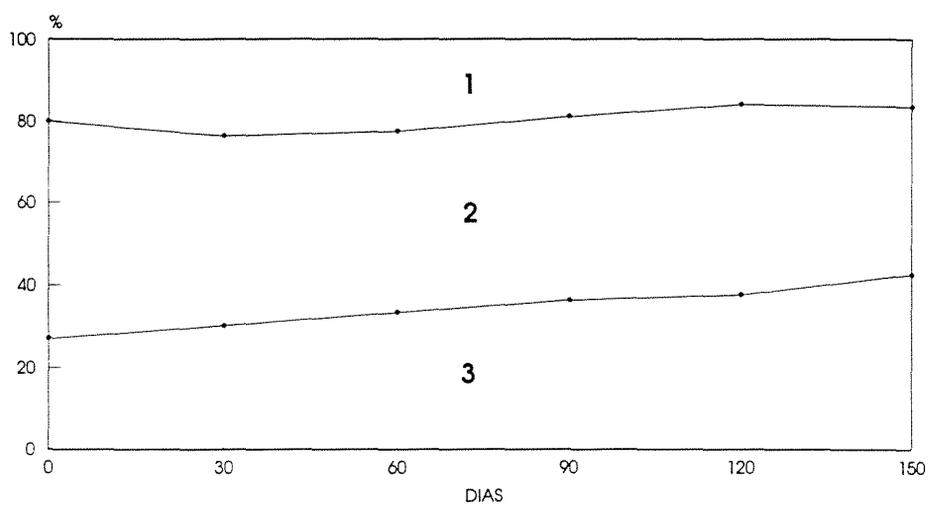


FIGURA 44 - Porcentagem de biomassa (peso seco) alocada para folha (1), caule (2) e raiz (3) de plantas de *Calophyllum brasiliense* submetidas a solo inundado com água parada (AP).

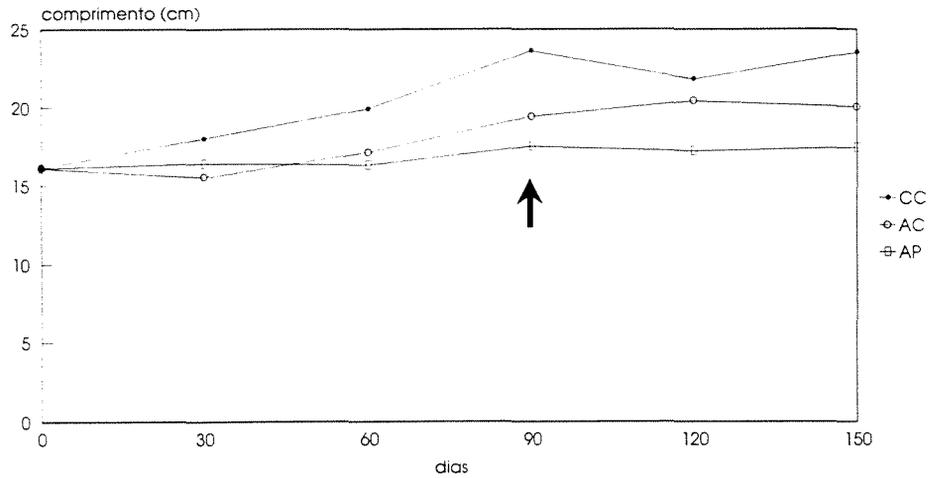


FIGURA 45. Comprimento da parte aérea de plantas de *Calophyllum brasiliense* submetidas a diferentes tratamentos: CC - solo na capacidade de campo, AC - solo inundado com água corrente, AP - solo inundado com água parada. A seta indica a mudança dos tratamentos AC e AP para CC. Os resultados da análise de variância encontram-se no ANEXO 5.

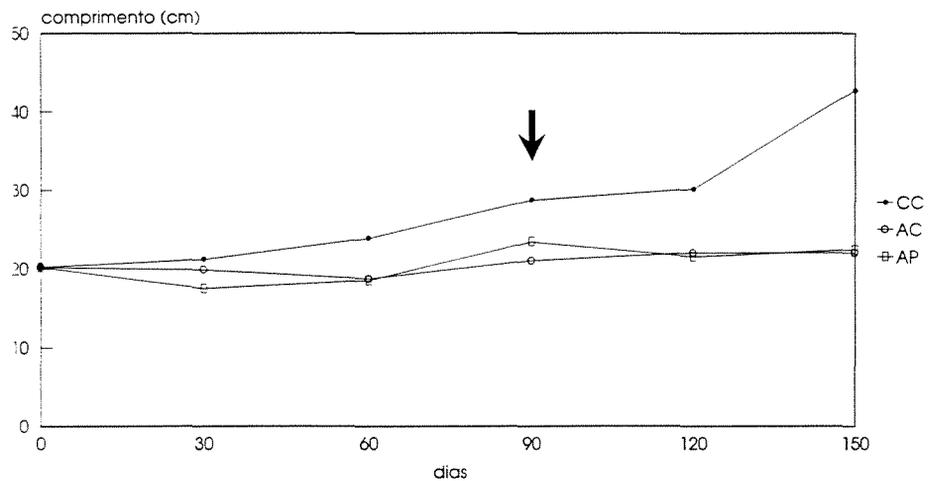


FIGURA 46 - Comprimento da raiz de plantas de *Calophyllum brasiliense* submetidas a diferentes tratamentos: CC - solo na capacidade de campo, AC - solo inundado com água corrente, AP - solo inundado com água parada. A seta indica a mudança dos tratamentos AC e AP para CC. Os resultados da análise de variância encontram-se no ANEXO 5.

5 CONCLUSÕES

Para a população de *Calophyllum brasiliense*, na área de estudo, durante o período de observação, chegaram-se às seguintes conclusões:

- O clima da região de Brotas é tropical subquente úmido, com uma estação seca bem definida, de dois a quatro meses, o que demonstra uma sazonalidade climática.

- A topografia da área amostrada é variada, sendo que nas regiões mais baixas a umidade relativa do solo é sempre alta e o lençol freático superficial, durante a maior parte do ano, o que confere um caráter brejoso ao local.

- O subosque da mata ciliar recebe, em sua maioria, uma baixa incidência de luz, que não ultrapassa 2% da radiação (PAR) total, demonstrando a existência de uma cobertura vegetal densa.

- *Calophyllum brasiliense* apresenta um caráter perenifólio, com queda das folhas pouco evidente, o que deve estar relacionado com a condição hídrica do solo. Os primórdios foliares surgem ainda na estação seca e a brotação parece desencadear a floração, pois após o início da expansão das folhas, aparecem as gemas reprodutivas. A frutificação é a fenofase mais longa e os frutos estão disponíveis nas árvores por 10 meses.

- A população de *Calophyllum brasiliense* estudada apresenta padrões diferentes de floração e frutificação devido, principalmente, ao sistema reprodutivo da espécie. Esta diversificação dos padrões fenológicos deve favorecer a partilha de polinizadores e dispersores entre os indivíduos da população, auxiliando a manutenção da população.

- Os frutos do guanandi são dispersos pela água (hidrocoria), por morcegos (quiropteroquia), podendo ainda cair diretamente sob a copa da árvore. Esta diversificação no modo de dispersão proporciona uma variedade de microambientes para a germinação das sementes e o estabelecimento das plantas.

- As sementes de *Calophyllum brasiliense* são fotoblásticas neutras e não há diferenças na taxa de germinação entre sementes grandes e pequenas. A remoção da polpa (pericarpo) dos frutos, acelera o processo de germinação.

- Os indivíduos apresentam distribuição em classes de tamanho do tipo “J invertido”, que caracteriza uma população estável e auto-regenerativa. A taxa de mortalidade é baixa no intervalo de um ano (11,2%), e as mortes ocorrem devido, principalmente, ao soterramento dos indivíduos localizados próximos aos cursos d’água.

- A população apresenta uma distribuição contagiosa, principalmente nos estádios de plântula e jovem, havendo uma diminuição do grau de agregamento com o aumento do tamanho da parcela. Os pontos de origem deste tipo de distribuição podem ser o acúmulo de sementes encontrado nos poleiros dos morcegos, sob a copa dos indivíduos adultos ou em depressões próximas ao leito dos rios.

- Sementes de *Calophyllum brasiliense* semeadas em solo inundado permanecem viáveis por um longo período (10 semanas), mas somente germinam quando colocadas em solo na capacidade de campo.

- As plantas de *Calophyllum brasiliense* cultivadas em viveiro têm um crescimento lento, o que é confirmado pelas observações de campo. Surgem poucas raízes adventícias e lenticelas hipertróficas nas plantas inundadas. Não há diferença no crescimento (peso seco e comprimento) e na alocação de biomassa entre as plantas submetidas a solo inundado com água corrente, água parada e na capacidade de campo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As matas ciliares que ocorriam no estado de São Paulo, hoje estão restritas a pequenas manchas, ainda livres dos domínios da agricultura. A situação das matas de brejo não é diferente. Naturalmente estas formações ocorrem em fragmentos, com características singulares, condicionadas, principalmente, pela disponibilidade de água no solo, que seleciona a sobrevivência de poucas espécies vegetais. Por ocorrer em áreas restritas, as matas de brejo estão gradativamente desaparecendo, sem que se conheça suas características ecológicas e sua importância na proteção dos mananciais.

Dentre as espécies mais frequentes, *Calophyllum brasiliense* destaca-se pela abundância em que ocorre nas comunidades ciliares, como na mata aqui estudada, devido a sua capacidade de tolerar o ambiente anóxico. É uma espécie em que as sementes germinam mesmo após ficarem submersas por um longo período; esta germinação tem maior sucesso se o substrato for areia. As plântulas e os indivíduos jovens crescem na mesma proporção, quando estão em um solo saturado de água ou com arejamento normal, mas o crescimento é lento, nas duas situações.

Com relação à luz, as sementes germinam tanto em locais mais iluminados, como uma clareira na mata, quanto em lugares com menor radiação, no subosque. Os indivíduos mais jovens se desenvolvem melhor em locais com maior cobertura vegetal, onde a radiação solar é difusa.

As características do guanandi quanto à disponibilidade de luz e ainda o fato das sementes não formarem um banco sob o solo, sugerem que trata-se de uma espécie secundária tardia. No entanto, em locais como as matas de brejo, onde o fator abiótico determinante é a água, as características sucessionais das espécies arbóreas são diluídas, o que faz com que ocorram em um gradiente de situações, desde locais em início da sucessão secundária, até matas mais estruturadas ou clímax.

Calophyllum brasiliense tem uma frutificação longa, o que faz com que os frutos tenham uma parcela importante na dieta alimentar dos animais que os utilizam, principalmente morcegos (como na área de estudo) e papagaios (no litoral sul do país). Estes, por sua vez, contribuem para a dispersão dos frutos que passam a ocupar diferentes ambientes dentro da mata.

Os resultados encontrados no presente estudo demonstram que *Calophyllum brasiliense* possui um conjunto de características que permitem que seja uma espécie com potencial silvicultural, sendo recomendada para a recomposição e manejo de áreas marginais a cursos d'água, como tem sido realizado pela CESP (SALVADOR *et al.* 1992) em margens de reservatórios de usinas hidrelétricas no Estado de São Paulo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIESP (ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO) 1987. **Glossário de ecologia**. São Paulo. 271p.
- AGREN, J. & ZACKRISSON, O. 1990. Age and size structure of *Pinus sylvestris* populations on mires in central and northern Sweden. **Journal of Ecology**. 78:1049-1062.
- AGUIAR, F. F. A. 1990. Observações preliminares sobre a fenologia de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), em arboreto experimental. In: **Anais do VI Congresso Florestal Brasileiro**. pp:591-596.
- AIDAR, M. P. M. 1992. Ecologia do Araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth.-Fabaceae) e o ecótono mata ciliar da bacia do rio Jacaré-Pepira, São Paulo. **Dissertação de Mestrado**. (Ecologia). UNICAMP.
- ALENCAR, J. C. 1988. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne - Leguminosae, na Amazônia Central. IV. Interpretação de dados fenológicos em relação a elementos climáticos. **Acta amazônica**. 18(3-4):199- 209.
- ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A. & FERNANDES, N. F. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta amazônica**. 9(1):163-198.
- ALVIN, P. T. 1967. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: **Anais do XV Congresso Nacional de Botânica**. pp:405-422.
- AUGSPURGER, C. K. 1983. Seed dispersal of tropical tree *Platipodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. **Journal of Ecology**. 71: 759-771.
- AUGSPURGER, C. K. 1984. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. **Ecology**. 65(6):1705-1712.
- AUGSPURGER, C. K. & KELLY, C. K. 1984. Pathogen mortality of tropical tree seedlings: experimental studies of the effects of dispersal distance, seedling density, and light conditions. **Oecologia**. 61: 211-217.
- BORCHERT, R. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**. 61(5): 1065-1074.
- BROWER, J. E. & ZAR, J. H. 1984. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2^{ed}. W.C.B. Publishers. 226p.
- BULLOCK, S. H. & SOLIS-MAGALLANES, J. A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in México. **Biotropica**. 22(1):22-35.
- CAMARGO, J. C. G.; CESAR, A. L.; GENTIL, J. P.; PINTO, S. A. F. & TROPMAIR, H. 1971. Estudo fitogeográfico da vegetação ciliar do rio Corumbataí SP. **Biogeografia**. 3:1-14.
- CAVERS, P. B. 1983. Seed demography. **Can. J. Bot.** 61:3578-3590.
- CLARK, D. A. & CLARK, D. B. 1984. Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of Janzen-Connell model. **American Naturalist**. 124:769-788.
- CLARK, D. B. & CLARK, D.A. 1987. Population ecology and microhabitat distribution of *Dipteryx panamensis*, a neotropical rain forest emergent tree. **Biotropica**. 19(3):236-244.
- CONNELL, J. H.; TRACEY, J. G. & WEBB, L. J. 1984. Compensatory recruitment, growth, and mortality as factors maintaining rain forest tree diversity. **Ecological Monographs**. 54(2):141-164.
- CRAWFORD, R. M. M. 1977. Tolerance of anoxia and ethanol metabolism in germinating seeds. **New Phytolog**. 79:511-517.
- DAUBENMIRE, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. **Journal of Ecology**. 60(1):147-170.
- DE BELL, D. S. & NAYLOR, A. W. 1972. Some factors affecting of swamp tupelo seeds. **Ecology** 53(3):504-506.

- DIRZO, R. & DOMÍNGUEZ, C. A. 1986. Seed shadows, seed predation and the advantages of dispersal. In: **Frugivores and seed dispersal**. A. ESTRADA & T. H. FLEMING ed. Dr. W. Junk publishers. Boston.
- FALCÃO, M. A. & LLERAS, E. 1980. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do umari (*Poraqueiba sericea* Tulasne). *Acta amazônica*. **16**(3):445-462.
- FELLIPE, G. M. 1979. Fotomorfogênese. In: **Fisiologia vegetal**. vol II. M. G. FERRI coord. EDUSP. São Paulo.
- FISCHER, E. A. 1990. Distribuição de frequência de classes de tamanho e estratégia reprodutiva de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Guttiferae) em mata ciliar na estação ecológica estadual Juréia-Itatins, São Paulo. In: **Anais do II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**. vol II:337-347.
- FLEMING, T. H. 1981. Fecundity, fruiting pattern and seed dispersal in *Piper amalago* (Piperaceae), a bat-dispersal tropical shrub. *Oecologia*. **51**:42-46. o7 3
- FLEMING, T. H. 1982. Foraging strategies of plant-visiting bats. In: **Ecology of bats**. T. H. KUNZ ed. Plenum Publishing Corporation. New York.
- FLEMING, T. H. & HEITHAUS, E. R. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica* (suplemento). **13**:45-53.
- FOSTER, S. A. 1986. On the adaptive value of large seeds for tropical forest trees: a review and synthesis. *The Botanical Review*. **52**:260-299.
- FOSTER, S. A. & JANSON C. H. 1985. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology*. **66**(3):773-780.
- FOURNIER, L. A. 1969. Estudio preliminar sobre la floración en el roble de sabana, *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl. *Rev. Biol. Trop.* **15**(2):259-267.
- FOURNIER, L. A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de pre-montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba*. **26**(1):54-59.
- FOURNIER, L. A. & SALAS, S. 1966. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque tropical húmedo de Villa Colón. *Rev. Biol. Trop.* **14**(1):75-85.
- FOURNIER, L. A. & SALAS, S. 1967. Tabla de vida para el primer año de la población de *Dipterodendron costaricense* Radlk. *Turrialba*. **17**(3):348-350.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. & OPLER, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*. **62**:881-913.
- GALETTI, M. R. 1992. Sazonalidade na dieta de vertebrados frugívoros em uma floresta semidecídua no Brasil. **Dissertação de Mestrado** (Ecologia).
- GARWOOD, N. C. 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: A community study. *Ecological Monographs*. **53**(2):159-181.
- GATSUK, L. E.; SMIRNOVA, O. V.; VORONTZOVA, I.; ZAUGOLNOVA, L. B. & ZHUKOVA, L. A. 1980. Age states of plants of various growth forms: a review. *Journal of Ecology*. **68**:675-696.
- GENTRY, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*. **6**(1):64-68.
- GUTIERREZ, M. M. 1990. Fenología: fundamentos y metodos. **Memórias**. **18**:65-79.
- HALL, J. B. & SWAINE, M. D. 1980. Seed stocks in ghanain forest soils. *Biotropica*. **12**(4):256-263.
- HAMRICK, J. L. & LOVELESS, M. D. 1986. The influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of plant populations. In: **Frugivores and seed dispersal**. A. ESTRADA & T. H. FLEMING ed. Dr W. Junk Publishers. Boston.

- HARMS, W.R. 1973. Some effects of soil type and water regime on growth of tupelo seedlings. *Ecology*. **54**: 188-193.
- HARPER, J. L. 1977. **Population biology of plants**. Academic Press. London. 892p.
- HENRIQUES, R. P. B. & SOUSA, E. C. E. G. 1989. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Garapa guianensis* in northeastern Brazil. *Biotropica*. **21**(3):204-209.
- HETT, J. & LOUCKS, O. L. 1976. Age structure models of balsam fir and eastern hemlock. *Journal of Ecology*. **64**:1029-1044.
- HOOK, D. D. 1984. Adaptation to flooding with fresh water. In: **Flooding and plant growth**. KOZLOWSKI, T. T. ed. Academic Press. London.
- HOOK, D. D.; LANGDON, O. G.; STUBBS, J. & BROWN, C. L. 1970. Effects of water regimes on survival, growth, and morphology of tupelo seedlings. *Forest Science*. **16**:304-311.
- HOWE, H. F. 1990. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. *Journal of Tropical Ecology*. **6**:259-280.
- HOWE, H. F. & RICHTER, W. M. 1982. Effects of seed size on seedling size in *Virola surinamensis*; a within and between tree analysis. *Oecologia*. **53**:347-351.
- HOWE, H. F. & SMALLWOOD, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **13**:201-228.
- HOWE, H. F.; SCHUPP, E. W. WESTLEY, L. C. 1985. Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). *Ecology*. **66**(3):781-791.
- HUBBELL, S. P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science*. **203**:1299-1309.
- HUBBELL, S. P. 1980. Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests. *Oikos*. **35**:214-229.
- JANZEN, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*. **21**:620-637.
- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*. **940** (104):501-528.
- JOLY, C. A. 1982. Flooding tolerance mechanisms of some Brazilian trees. **PhD Thesis**. University of St. Andrews. Scotland.
- JOLY, C. A. 1986. Heterogeneidade ambiental e diversidade de estratégias adaptativas de espécies arbóreas de mata de galeria. *Anais do X Simpósio anual da ACIESP*. **50**:19-38.
- JOLY, C. A. 1991. Flooding tolerance in tropical trees. In: **Plant life under oxygen deprivation**. JACKSON, M. B.; DAVIES, D. D. & LAMBERS, H. eds. Academic Publishing. Hague.
- JOLY, C. A. & CRAWFORD, R. M. M. 1982. Variation on tolerance and metabolic responses to flooding in some tropical trees. *J. Exp. Botany*. **33**(135):799-809.
- JOLY, C. A. & SILVA, S. M. 1988. Variação da composição florística de uma mata ciliar ao longo de um gradiente de declividade. *Relatório de atividades do Curso Ecologia de Campo II*. 12p.
- KAGEYAMA, P. Y. & VIANA, V. M. 1991. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: **Anais do II Simpósio brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais**. pp:197-215.
- KELLMAN, M. C. The viable seed content of some forest soil in coastal British Columbia. *Can. J. Bot.* **48**:1383-1385.

- KELLMAN, M. 1985. Forest seedling establishment in neotropical savannas: transplant experiments with *Xylopia frutescens* and *Calophyllum brasiliense*. **Journal of Biogeography**. 12:373-379.
- KERSHAW, K. A. 1980. **Quantitative and dynamic plant ecology**. 2ª ed. Edward Arnold. London. 308p.
- KNOWLES, P. & GRANT, M. 1983. Age and size structure analyses of engelmann spruce, ponderosa pine, lodgepole pine, and limber pine in Colorado. **Ecology**. 64(1):1-9.
- KONINGS, H. & LAMBERS, H. 1991. Respiratory metabolism, oxygen transport and the induction of aerenchyma in roots. In: **Plant life under oxygen deprivation**. JACKSON, M. B.; DAVIES, D. D. & LAMBERS, H. eds. Academic Publishing. Hague.
- KOZLOWSKI, T. T. 1984. Responses of woody plants to flooding. In: **Flooding and plant growth**. KOZLOWSKI, T. T. ed. Academic Press. London.
- KUNZ, T. H. 1982. Roosting ecology of bats. In: **Ecology of bats**. T. H. KUNZ ed. Plenum Publishing Corporation. New York.
- LANG, G. E. & KNIGHT, D. H. 1983. Tree growth, mortality, recruitment, and canopy gap formation during a 10-year period in tropical moist forest. **Ecology**. 64(5):1075-1080.
- LEITÃO FILHO, H. F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**. 16A(1):197- 206.
- LEITE, A. M. C.; RANKIN, J. M. & LLERAS, E. 1982. Ecologia de plântulas de *Pithecolobium racemosum* Ducke. 2 - O comportamento populacional de plântulas. **Acta amazônica**. 12(3):529-548.
- LEITE, A. M. C. & SALOMÃO, A. N. 1992. Estrutura populacional de regenerantes de Copaíba (*Copaifera langsdorfii* Desf.) em mata ciliar do Distrito Federal. **Acta bot. brasil**. 6(1):123-134.
- LIEBERG, S. A. 1990. Tolerância à inundação e aspectos demográficos de *Inga affinis* D.C. **Dissertação de Mestrado** (Ecologia). UNICAMP.
- LIEBERG, S. A. & JOLY, C. A. (no prelo). *Inga affinis* (Mimosaceae): germinação e tolerância de plântulas à submersão. **Revta. brasil. Bot.**
- LIEBERMAN, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **Journal of Ecology**. 70:791-806.
- LIMA, W. P. 1989. Função hidrológica da mata ciliar. In: **Anais do Simpósio sobre mata ciliar**. L. M. BARBOSA ed. Fundação Cargill. pp:25-42.
- LONGMAN, K. A. & JENÍK, J. 1987. **Tropical forest and its environment**. 2ªed. Longman Scientific & Technical. New York. 347p.
- LORENZI, H. 1992. **Árvores brasileiras**. Editora Plantarum. Nova Odessa. p:116.
- MAGALHÃES, L. M. S. & ALENCAR, J. C. 1979. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. **Acta amazônica**. 9(2):227-232.
- MANTOVANI, W. 1989a. Conceituação e fatores condicionantes. In: **Anais do Simpósio sobre mata ciliar**. L. M. BARBOSA ed. Fundação Cargill. pp:11-19.
- MANTOVANI, W. 1989b. Dinâmica de populações. In: **Anais do Simpósio sobre mata ciliar**. L. M. BARBOSA ed. Fundação Cargill. pp:120-129.
- MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S. ASSAD-LUDWIGS, I. Y.; WANDERLEY, M. G. L.; MELO, M. M. R. S & TOLEDO, C. B. 1989. Estudos fitossociológicos da áreas de mata ciliar em Mogi- Guaçu, SP, Brasil. In: **Anais do Simpósio sobre mata ciliar**. L. M. BARBOSA ed. Fundação Cargill. pp:235-267.
- MARQUES, M. C. M. 1990. Aspectos ecofisiológicos de tolerância à inundação em *Cedrela fissilis* Vell. **Monografia de conclusão do curso de Ciências Biológicas**. UEL.

- MARQUES, M. C. M.; PIMENTA, J. A. & COLLI, S. 1992. Germinação de *Cedrela fissilis* Vell. e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Bren. após pré-tratamento em condições hipóxicas e posterior estocagem a seco. Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. **Revista do Instituto Florestal**. 4(2):620- 624.
- MARTINS, F. R. 1982. O balanço hídrico sequencial e o caráter semidecíduo da floresta do Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). **R. bras. Estat.** 43(170):353- 391.
- MARTINS, P. S. 1987. Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação "in situ". **IPEF**. (35):71-78.
- MEDRI M. E. & CORREA, M. A. 1985. Aspectos histológicos e bioquímicos de *Joannesia principis* e *Spatodea campanulata* crescendo em solos na capacidade de campo, encharcado e alagado. **Semina**. 6(3):147-154.
- MOREIRA, A. G. 1987. Aspectos demográficos de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers (Icacinaeae) em um cerradão distrófico no Distrito Federal. **Dissertação de Mestrado** (Biologia Vegetal). UNICAMP.
- MOREIRA, A. G.; RIBEIRO, J. F. & KLINK, C. A. 1986. O banco de sementes de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers em um cerradão de solos distróficos Brasília-DF. **Anais do VI Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo**. pp:91-95.
- MORELLATO, L. P. C. 1991. Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Dissertação de doutorado** (Ecologia). UNICAMP.
- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. & JOLY, C. A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revta. brasil. Bot.** 12:85-98.
- MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R. & JOLY, C. A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Rev. brasil. Biol.** 50(1):149-162.
- MORALLATO, L. P. C. & LEITÃO-FILHO, H. F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Rev. brasil. Biol.** 50(1):163-173.
- MORI, S. A. & KALLUNKI, J. A. 1976. Phenology and floral biology of *Gustavia superba* (Lecythidaceae) in Central Panama. **Biotropica**. 8(3):184-192.
- NEWSOME, R. D.; KOZLOWSKI, T. T. & TANG, Z. C. 1982. Responses of *Ulmus americana* seedlings to flooding of soil. **Can. J. Bot.** 60:1688-1695.
- NILSSON, C. 1992. Conservation management of riparian communities. In: **Ecological principles of nature conservation**. L. HANSSON ed. Elsevier Applied Science. London.
- NILSSON, C.; GRELSSON, G.; JOHANSSON, M. & SPERENS, U. 1988. Can rarity and diversity be predicted in vegetation along river banks? **Biological Conservation**. 44:201-212.
- NILSSON, C.; GARDFJELL, M. & GRELSSON, G. 1991. Importance of hydrochory in structuring plant communities along rivers. **Can. J. Bot.** 69:2631-2633.
- NIMER, E. 1977. Clima. In: **Geografia do Brasil - Região Sudeste**. IBGE. pp:51-89.
- OLIVEIRA, P. E. A. M.; RIBEIRO, J. F. & GONZALES, M. I. 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kielmeyera coriacea* Mart. de cerrados de Brasília. **Revta brasil. Bot.** 12:39-47.
- OPLER, P. A.; FRANKIE, G. W. & BAKER, H. G. 1976. Rainfall as factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**. 3:231- 236.
- PIÑERO, D.; MARTINEZ-RAMOS, M. & SARUKHÁN, J. 1984. A population model of *Astrocarium mexicanum* and a sensitivity analysis of its finite rate increase. **Journal of Ecology**. 72:977-991.

- PINTO, H. S. & SÁ, T. D. A. 1989. Fluxo de energia e eficiência de conversão na produção de forragem. In: **Anais do Simpósio sobre ecossistem de pastagem**. V. FAVORETO & RODRIGUES, L. R. A. eds. Funep. Jaboticabal. pp:1-30.
- PIO CORREA, M. 1984. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Vol III. Ministério da Agricultura, IBDF. Rio de Janeiro. pp:534-536.
- PONNAMPERUMA, F. N. 1984. Effects of flooding on soil. In: **Flooding and plant growth**. KOZLOWSKI, T. T. ed. Academic Press. London.
- RAMIREZ, N. & ARROYO, M. K. 1990. Estructura poblacional de *Copaifera publiflora* Benth. (Leguminosae; Caesalpinioideae) en los altos llanos centrales de Venezuela. **Biotropica**. **22**(2):124-132.
- RANKIN-DE-MERONA, J. M. & ACKERLY, D. D. 1987. Estudos populacionais de árvores em florestas fragmentadas e as implicações para conservação *in situ* das mesmas na floresta tropical da Amazônia Central. **IPEF**. (35):47-59.
- REICH, P. B. & BORCHERT, K. J. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). **Ecology**. **63**(2):294-299.
- REICH, P. B. & BORCHERT, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**. **72**:61-74.
- REID, D. M. & BRADFORD, K. J. 1984. Effects of flooding on hormone relations. In: **Flooding and plant growth**. KOZLOWSKI, T. T. ed. Academic Press. London.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M. & REIS, A. 1978. Projeto madeira de Santa Catarina. **Sellowia**. 28-30. 320p.
- RIBEIRO, J. F. & CASTRO, L. H. R. 1986. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. **Revta brasil. Bot.** **9**:7-11.
- RICHARDS, A. J. 1986. **Plant breeding systems**. George Allen & Unwin. London. 529p.
- RODRIGUES, R. R. 1989. Análise Estrutural das formações ripárias. In: **Anais do Simpósio sobre mata ciliar**. B. BARBOSA, L. M. ed. Fundação Cargill. pp:99-119.
- RODRIGUES, R. R. 1992. Análise de um remanescente de vegetação natural às margens do rio Passa Cinco, Ipeúna, SP. **Dissertação de Doutorado** (Biologia Vegetal). UNICAMP.
- RUMPHO, M. E. & KENNEDY, R. A. 1981. Anaerobic metabolism in germinating seeds of *Echinochloa crus-galli* (barnyard grass). **Plant Physiol**. **68**: 165-168
- SALVADOR, J. L. G. 1987. **Considerações sobre matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios**. CESP. São Paulo. 29p.
- SALVADOR, J. L. G.; OLIVEIRA, S. B.; OLIVEIRA, D. B. & SILVA, J. R. 1992. Comportamento do guanandi (*Calophyllum brasiliense*) em solos úmidos, periodicamente inundáveis e brejosos. In: **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP**. KAGEYAMA, P. Y. ed. IPEF. Piracicaba.
- SANTOS, F. A. M. 1991. Padrão espacial de jovens em relação a adultos de espécies arbóreas de cerrado que ocorrem no Estado de São Paulo. **Dissertação de Doutorado** (Ecologia). UNICAMP.
- SCHERER-NETO, P. 1989. Contribuição à biologia do papagaio-de- cara-roxa *Amazona brasiliensis* (Linnaeus, 1758) (Psittacidae, Aves). **Dissertação de Mestrado** (Zoologia). UFPR.
- SCHIAVINI, I. 1992. Estrutura das cominidades arbóreas de mata de galeria da Estação do Panga (Uberlândia, MG). **Dissertação de Doutorado** (Ecologia). UNICAMP.
- SENA GOMES, A. R. & KOZLOWSKI, T. T. 1980. Growth responses and adaptations of *Fraxinus pennsylvanica* seedlings to flooding. **Plant Physiology**. **66**:267-271.

- SENA GOMES, A. R. & KOZLOWSKI, T. T. 1988. Physiological and growth responses of *Hevea brasiliensis*. **Biotropica**. **20**:286- 293.
- SILVA, D. M. 1991. Estrutura de tamanho e padrão espacial de uma população de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) em mata mesófila semidecídua no município de Campinas, SP. **Dissertação de Mestrado**. (Biologia Vegetal). UNICAMP.
- SILVA, S. M.; BRITZ, R. M.; SOUZA, W. S. & JOLY, C. A. (no prelo). Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. In: **ACIESP, Anais do III Simpósio de ecossistemas da costa brasileira**.
- SILVERTOWN, J. W. 1987. **Introduction to plant population ecology**. Longman ed. London. 229p.
- SOLBRIG, O. T. 1981. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. **Evolution**. **35**(6):1080-1093.
- STEPHENSON, A. G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** **12**:253- 279.
- STERNER, R. W.; RIBIC, C. A. & SCHATZ, G. E. 1986. Testing for life historical changes in spatial patterns of four tropical tree species. **Journal of Ecology**. **74**:621-633.
- SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D. & PUTZ, F. E. 1987. The dynamics of tree population in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**. **3**:359-366.
- TANG, Z. C. & KOZLOWSKI, T. T. 1982. Some physiological and growth responses of *Betula papyrifera* seedlings to flooding. **Physiol. Plant**. **55**:415-420.
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. 1955. The balance water. Certerton, N. J. **Laboratory of climatology**. (publications in climatology vol 81). 104p.
- TOPA, M. A. & MCLEOD, K. W. 1986. Aerenchyma and lenticel formation in pine seedlings: a possible avoidance mechanism to anaerobic growth conditions. **Physiol. Plant**. **68**:540-550.
- TRIPEPI, R. R. & MITCHELL, C. A. 1984. Stem hipoxia and root respiration of flooded maple and birch seedlings. **Physiol. Plant**. **60**: 567-571.
- TROPPIAIR, H. & MACHADO, M. L. A. 1974. Variação da estrutura da mata galeria na bacia do rio Corumbataí (SP) em relação à água do solo, do tipo de margem e do traçado do rio. **Biogeografia**. **8**:1-28.
- TSUKAHARA, H. & KOZLOWSKI, T. T. 1985. Importance of adventitious roots to growth of flooded *Platanus occidentalis* seedlings. **Plant and Soil**. **88**:123-132.
- TURNER, I. M. 1990. Tree seedling growth and survival in a malaysian rain forest. **Biotropica**. **22**(2):146-154.
- VÁZQUEZ-YANES, C. & SMITH, H. 1982. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioner trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. **New Phytologist**. **92**:477-485.
- VIEIRA, S. 1988. **Introdução à bioestatística**. 5ªed. Campus. Rio de Janeiro. 294p.
- WEBB, L. J.; TRACEY, J. G. & WILLIAMS, W. T. 1972. Regeneration and pattern in the subtropical rain forest. **Journal of Ecology**. **60**:675-695.
- WEINER, J. 1985. Size hierarchies in experimental populations of annual plants. **Ecology**. **66**(3):743-752.
- YAMAMOTO, F. & KOZLOWSKI, T. T. 1987. Regulation by auxin and ethylene of responses of *Acer negundo* seedlings to flooding of soil. **Environmental and Experimental Botany**. **27**:329-340.
- ZILLER, S. R. 1992. Análise fitossociológica de caxetais. **Dissertação de Mestrado** (Ciências Florestais). UFPR.

8 ANEXOS

ANEXO 1 - Resultados das análises química e granulométrica do solo, a diferentes profundidades (cm). As amostras 0-25, 25-50 e 50-80 foram coletadas em um único ponto localizado em área brejosa, próxima à parcela 78. A amostra > 80 representa uma fração de solo rico em matéria orgânica, proveniente do carreamento pela água de camadas inferiores dos barrancos dos córregos. Extratores: * Melich, ** resina catiônica. LA=Limo- arenoso, A=Arenoso, LAB=Limo areno barrento, AB=Areno barrento.

		0-25	25-50	50-80	>80
Características Químicas					
pH	CaCl ₂	04.5	4.5	4.5	4.5
	H ₂ O	05.1	5.1	5.0	5.0
M.O.	%	01.3	1.3	5.4	15.6
P (ppm)	*	04.5	6.6	6.3	3.6
	**	03.5	5.9	4.7	2.3
mEq/100 ml (TFSA)	K*	0.02	0.01	0.02	0.09
	Ca	00.4	0.4	0.3	0.9
	Mg	00.2	0.2	0.2	0.4
	Al	00.5	0.4	1.5	1.8
	H	05.9	6.0	7.3	7.0
	CTC	07.0	7.0	9.3	10.2
V	%	08.9	8.7	5.6	13.6
Características Físicas					
(%)	areia grossa	71.4	73.2	66.3	49.1
	areia fina	19.3	23.4	23.5	23.1
	limo	1.1	1.1	6.8	14.8
	argila	8.2	2.3	3.4	13.0
	cascalho	0.0	0.0	0.0	0.0
Densidade	aparente	1.20	1.20	1.20	1.20
	real	2.56	2.56	2.53	2.47
Classe		LA	LA	LA	LA
Sub-classe		A	A	A	AB

ANEXO 2 - Valores da umidade do solo (%) nos 8 pontos amostrados na área amostrada, durante o período de estudo. A localização dos pontos encontram-se na FIGURA 7.

MESES	PONTOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
M	15.1	51.2	44.5	17.5	17.0	25.6	27.1	73.9
J	9.0	45.8	39.3	4.6	11.9	18.9	22.7	71.8
J	22.0	45.9	31.2	25.0	14.2	24.0	22.5	72.8
J	6.4	46.8	43.7	6.7	13.3	21.9	29.4	66.8
A	5.4	46.4	29.4	5.1	5.9	14.0	23.8	74.0
A	8.2	29.1	46.6	3.7	6.4	13.7	17.7	72.3
S	4.6	48.3	33.7	4.0	4.9	15.0	16.5	72.2
S	7.9	41.0	35.7	13.2	5.3	21.7	21.4	74.3
O	7.8	50.3	42.3	12.2	15.2	24.3	21.3	73.8
O	10.2	51.8	42.5	8.2	16.0	24.0	25.0	74.3
N	8.2	52.7	40.7	9.7	12.7	18.2	18.5	75.1
N	9.4	44.7	39.0	11.0	12.0	22.0	12.1	74.8
D	3.0	52.0	34.0	5.0	8.5	12.3	11.5	73.6
D	14.2	57.6	46.0	19.0	27.8	28.0	28.9	74.5
J	14.7	52.9	46.2	13.5	20.5	24.3	22.1	74.9
J	15.3	48.2	46.4	8.0	13.3	20.7	15.3	75.4
F	15.3	52.7	45.5	14.7	16.4	27.4	21.0	74.7
F	8.6	52.7	34.1	10.6	14.5	23.0	16.8	77.6
M	13.4	56.4	38.3	7.7	17.6	26.0	22.7	73.8
M	12.6	57.5	41.0	10.2	15.7	24.8	17.3	74.9
A	13.4	55.1	34.2	6.8	14.6	24.2	16.9	73.3
A	15.2	55.0	42.7	6.4	17.5	27.0	15.3	74.0
M	13.3	54.6	45.2	12.2	16.8	23.4	13.6	73.9
M	16.9	58.4	43.9	17.7	22.6	27.3	21.3	77.5
J	6.8	53.1	44.5	6.0	10.8	17.4	8.8	75.6
J	13.3	59.8	44.5	6.7	10.4	19.8	15.3	71.9
J	16.1	59.0	41.7	4.2	8.6	14.7	14.2	75.9
J	10.7	58.2	43.8	7.7	14.3	20.5	22.2	74.0

A) Resultados do teste t de Student para as médias da germinação (%) de sementes submetidas a diferentes condições de luminosidade. Probabilidade de 95%. (X = média, IC = intervalo de confiança).

SEMANA	CLARO		ESCURO	
	X	IC	X	IC
00	0	-	0	-
01	0.99	2.11	0.99	2.11
02	0.99	2.11	3.99	5.19
03	1.98	4.25	7.98	5.44
04	6.00	6.22	16.09	11.64
05	16.00	6.31	25.49	19.86
06	26.12	12.75	27.51	20.29
07	31.38	16.83	32.44	17.77
08	34.30	14.50	38.44	17.36
09	41.58	17.51	40.41	16.16
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	46.43	24.63	45.97	22.35

B) Resultados da análise de variância (ANOVA) para as médias do teste de germinação para diferentes tamanhos de sementes.

SEMANA	F	GL	p
01	1.24	2	>0.05
02	1.07	2	>0.05
03	3.64	2	>0.05
04	2.38	2	>0.05
05	1.42	2	>0.05
06	0.33	2	>0.05
07	0.03	2	>0.05
08	0.20	2	>0.05
09	0.10	2	>0.05
10	-	-	-
11	-	-	-
12	0.10	2	>0.05

ANEXO 4 - Número de indivíduos levantados por parcela, nos anos de 1991 e 1992: P = plântulas, J = jovens, SA = subadultos, A = adultos, T = total, M = mortas, N = novas (levantadas em 1992).

PARCELA	1991					1992						
	P	J	SA	A	T	P	J	SA	A	T	M	N
1	11	32	12	0	55	15	27	13	0	55	4	4
2	0	5	5	0	10	0	5	5	0	10	0	0
3	6	8	2	0	16	9	8	2	0	19	0	3
4	7	2	2	1	12	7	3	2	1	13	3	4
5	14	2	3	0	19	10	11	3	0	142	5	0
6	2	6	2	2	12	5	6	2	2	15	2	5
7	0	5	2	1	8	3	4	2	1	10	1	3
8	10	16	0	0	26	9	18	0	0	27	1	2
9	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
10	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
11	5	13	2	0	20	5	13	2	0	20	0	0
12	1	7	0	0	8	1	7	0	0	8	0	0
13	7	28	3	0	38	5	30	3	0	38	0	0
14	1	11	1	0	13	4	11	1	0	16	0	3
15	1	6	0	0	7	1	7	0	0	8	0	1
16	3	4	0	0	7	3	5	0	0	8	1	2
17	2	6	8	0	16	1	6	8	0	15	1	0
18	1	7	7	0	15	1	6	8	0	15	1	1
19	19	6	3	0	28	14	7	3	0	24	10	6
20	7	2	0	3	12	3	2	0	3	8	4	0
21	32	2	3	1	38	25	4	3	1	33	10	5
22	3	2	4	0	9	6	2	4	0	12	2	5
23	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
24	3	7	6	0	16	2	7	6	0	15	2	1
25	1	6	0	0	7	1	7	0	0	8	0	1
26	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
27	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	1
28	2	0	1	0	3	4	0	1	0	5	1	3
29	0	10	0	0	10	0	9	1	0	10	0	0
30	2	46	2	0	50	1	47	2	0	50	0	0
31	4	20	3	0	27	6	20	4	0	30	0	3
32	5	18	3	0	26	5	15	2	0	22	4	0
33	0	11	6	0	17	0	10	6	0	16	1	0
34	5	11	7	0	23	10	9	7	0	26	2	5
35	29	15	3	0	47	26	13	3	0	42	16	11
36	4	1	1	0	6	4	2	1	0	7	0	1
37	8	3	2	2	15	6	4	2	2	14	3	2
38	4	0	4	0	8	5	0	1	0	9	1	2
39	4	4	2	0	10	4	3	2	0	9	3	2
40	5	4	6	0	15	4	5	6	0	15	1	1
41	5	1	4	0	10	4	1	4	0	9	2	1
42	0	7	0	0	7	0	7	0	0	7	0	0
43	1	3	0	0	4	1	3	0	0	4	0	0
44	2	5	0	0	7	1	5	0	0	6	1	0
45	4	25	0	0	29	5	26	0	0	31	1	3
46	2	23	1	0	26	2	23	1	0	26	0	0
47	1	1	0	1	3	0	1	0	1	2	1	0
48	5	8	5	0	18	9	7	5	0	21	4	7
49	0	1	0	0	1	1	1	0	0	2	0	1
50	0	8	1	0	9	1	8	1	0	10	0	1
51	7	1	0	0	8	14	1	0	0	15	0	7
52	1	2	3	3	9	3	1	3	3	10	1	2
53	5	0	1	2	8	5	0	1	2	8	0	0
54	5	3	1	0	9	3	2	1	0	6	4	1
55	4	3	1	0	8	5	2	1	0	8	2	2
56	4	0	1	0	5	4	1	1	0	6	1	2
57	2	2	2	1	7	2	2	1	1	6	1	0
58	0	5	0	0	5	1	5	0	0	6	0	1
59	7	7	2	0	16	6	7	2	0	15	2	1
60	5	24	3	0	32	7	24	3	0	34	1	3
61	7	15	3	1	26	12	15	3	1	31	0	5
62	2	7	0	1	10	2	7	0	1	10	0	0
63	0	4	2	2	8	0	4	2	2	8	0	0
64	7	24	13	0	48	6	21	14	0	41	6	3
65	0	6	4	0	10	0	6	4	0	10	0	0
66	1	7	3	0	11	0	7	3	0	10	1	0
67	20	4	2	0	26	14	4	2	0	20	8	2
68	0	2	3	0	5	3	1	3	0	7	1	3
69	2	1	0	1	4	2	0	0	1	3	2	1
70	4	2	4	0	10	3	1	4	0	8	3	1
71	5	0	0	0	5	4	0	0	0	4	1	0
72	2	0	1	0	3	1	0	1	0	2	2	1
73	5	2	1	0	8	3	2	1	0	6	3	1
74	1	4	1	0	6	3	4	1	0	8	0	2
75	0	1	3	0	4	0	1	3	0	4	0	0
76	1	6	2	0	9	1	6	2	0	9	0	0
77	0	2	3	0	5	0	2	3	0	5	0	0

PARCELA	1991					1992						
	P	J	SA	A	T	P	J	SA	A	T	M	N
78	2	7	1	0	10	5	5	2	0	12	2	4
79	0	6	2	1	9	0	7	2	1	10	0	1
80	1	12	7	1	21	1	11	7	1	20	2	1
81	3	11	1	0	15	2	11	1	0	14	1	0
82	2	6	3	0	11	5	5	4	0	14	1	4
83	1	5	0	1	7	1	5	0	1	7	1	1
84	1	1	3	0	5	2	1	3	0	6	0	1
85	6	0	1	0	7	6	0	1	0	7	0	0
86	6	1	0	0	7	4	1	0	0	5	2	0
87	11	1	2	0	14	6	1	2	0	9	5	0
88	4	0	0	0	4	1	0	0	0	1	3	0
89	1	1	3	1	6	2	1	3	1	7	0	1
90	1	3	0	0	4	1	3	0	0	4	0	0
91	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
92	1	2	1	0	4	2	2	1	0	5	1	2
93	1	5	0	1	7	0	4	0	1	5	2	0
94	3	6	2	1	12	3	8	2	1	14	1	3
95	8	17	0	3	28	13	16	0	3	32	2	6
96	2	10	10	0	22	5	9	10	0	24	1	3
97	2	10	1	0	13	2	11	1	0	14	0	1
98	1	27	4	0	32	10	24	5	0	39	3	10
99	3	5	1	0	9	5	5	1	0	11	1	3
100	3	0	1	0	4	4	0	1	0	5	0	1
101	0	0	3	0	3	1	0	3	0	4	0	1
102	2	1	0	0	3	1	0	0	0	1	2	0
103	1	1	0	0	2	0	1	0	0	1	1	0
104	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	1
105	0	1	0	1	2	1	1	0	1	3	0	1
106	1	4	0	0	5	1	3	0	0	4	1	0
107	0	0	2	0	2	0	0	2	0	2	0	0
108	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	0
109	3	2	1	2	8	2	2	1	2	7	1	0
110	4	2	2	2	10	5	3	2	2	12	1	3
111	8	3	2	0	13	11	3	2	0	16	0	3
112	0	4	5	1	10	2	4	5	1	12	0	2
113	0	8	0	0	8	0	8	0	0	8	0	0
114	2	4	3	0	9	1	5	3	0	9	0	0
115	1	3	1	1	6	0	3	1	1	5	1	0
116	4	6	2	0	12	2	7	3	0	12	1	1
117	0	0	3	2	5	0	0	3	2	5	0	0
118	5	0	1	1	7	10	0	1	1	12	0	5
119	2	0	0	0	2	4	0	0	0	4	0	2
120	0	1	0	0	1	4	1	0	0	5	0	4
121	4	1	1	0	6	9	1	1	0	11	1	6
122	0	1	0	1	2	0	1	0	1	2	0	0
123	0	0	1	1	2	0	0	1	1	2	0	0
124	1	7	1	1	10	2	7	1	1	11	0	1
125	14	13	0	3	30	11	14	0	3	28	5	3
126	6	3	3	2	14	6	1	3	2	12	7	5
127	6	4	3	1	14	8	4	3	1	16	2	4
128	3	0	3	1	7	3	0	3	1	7	0	0
129	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
130	0	8	5	0	13	0	7	6	0	13	0	0
131	1	2	2	0	5	0	2	2	0	4	1	0
132	3	0	1	3	7	1	1	1	3	6	1	0
133	1	2	4	0	7	3	1	4	0	8	1	2
134	0	1	2	0	3	0	1	2	0	3	0	0
135	2	0	1	0	3	2	0	1	0	3	0	0
136	2	2	0	1	5	1	2	0	1	4	2	1
137	1	2	1	0	4	1	2	1	0	4	0	0
138	0	4	1	0	5	0	4	1	0	5	0	0
139	2	4	1	0	7	2	4	1	0	7	0	0
140	10	7	4	1	22	8	6	5	0	19	5	2
141	2	6	5	2	15	7	6	5	2	20	1	6
142	7	11	2	0	20	12	12	2	0	26	2	8
143	5	3	5	1	14	10	3	5	1	19	1	6
144	0	2	1	3	6	0	2	1	3	6	0	0
TOTAL	491	807	288	67	1653	547	785	301	67	1700	192	239

ANEXO 5 - Resultados da análise de variância (ANOVA) para o teste de tolerância em indivíduos jovens.**A) Peso seco**

DIAS	PARTE AÉREA			RAIZ		
	F	GL	p	F	GL	p
0	-	-	-	-	-	-
30	0.99	2	>0.05	0.55	2	>0.05
60	0.09	2	>0.05	0.81	2	>0.05
90	0.13	2	>0.05	1.46	2	>0.05
120	0.48	2	>0.05	0.93	2	>0.05
150	0.68	2	>0.05	2.01	2	>0.05

B) Comprimento

DIAS	PARTE AÉREA			RAIZ		
	F	GL	p	F	GL	p
0	-	-	-	-	-	-
30	0.88	2	>0.05	1.65	2	>0.05
60	1.97	2	>0.05	1.87	2	>0.05
90	2.29	2	>0.05	1.88	2	>0.05
120	2.41	2	>0.05	3.60	2	>0.05
150	1.24	2	>0.05	11.63	2	<0.05*

*d.m.s.=16.48, médias dos tratamentos: CC = 44.0 (a)

AC = 22.4 (b)

AP = 22.4 (b)