

Noemi Vianna João 1999

**DISSEMINAÇÃO DE SEMENTES E DISTRIBUIÇÃO  
ESPACIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NA  
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS,  
SANTARÉM - PARÁ**

**NOEMI VIANNA MARTINS LEÃO**  
Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

*Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Quelroz", da  
Universidade de São Paulo, para obtenção  
do título de Mestre em Engenharia Florestal.*

PIRACICABA  
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL  
NOVEMBRO DE 1990

DISSEMINAÇÃO DE SEMENTES E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL  
DE ESPECIES ARBÓREAS NA FLORESTA NACIONAL  
DO TAPAJÓS, SANTARÉM - PARÁ

NOEMI VIANNA MARTINS LEÃO

Aprovada em 29.11.1990

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama

ESALQ/USP

Prof. Dr. Virgilio Mauricio Vianna

ESALQ/USP

Dr. Milton Kanashiro

CPATU/EMBRAPA



Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama  
Orientador

Ao Celso,

um grande amigo, um grande amor  
e

Ao André,

uma grande alegria, uma semente  
deste amor

Dedico

Aos meus pais **Raymundo** e **Libania** pelo carinho, pelo amor e pela atenção redobrados neste período de minha vida;

Às minhas irmãs **Ana Margarida** e **Maria Stella**, amigas sempre presentes nesta caminhada; e

Ao meu tio **Camillo**, médico, preservacionista, pelos ensinamentos de respeito e amor à natureza amazônica.

Ofereço

**AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama, pela sua orientação e dedicação recebidos para a realização deste trabalho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU, nas pessoas dos Drs. Ítalo Cláudio Falesi, Dilson Augusto Capucho Frazão e Antonio Carlos Paula Neves da Rocha.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e em especial ao Dr. Rinaldo Rolo de Almeida, Diretor da Floresta Nacional do Tapajós.

A Sônia Helena Monteiro dos Santos, Maximiano Figueirêdo da Silva e à equipe do Campo Experimental de Belterra (CPATU), em especial ao Sr. José Valdir Cortinhas Siqueira e a Sra. Delcira Rodrigues Rocha, pela ajuda na implantação, condução e coleta dos dados.

Ao engenheiro florestal, João Luís Ferreira Batista, professor da ESALQ, pelo auxílio na elaboração deste trabalho e aos professores Fábio Poggiani, Antonio Natal Gonçalves e Mário Tomazelo pelos ensinamentos recebidos no decorrer do curso.

Aos colegas do CPATU, Silvio Brienza Junior, José do Carmo Alves Lopes, Jorge Alberto Gazel Yared, José Natalino Macedo Silva e Mário Dantas, pelo apoio recebido.

Às bibliotecárias Marialice Metzker Poggiani e Maria Ruth Martins Leão pela valiosa ajuda e atenção dispensadas.

Às funcionárias do Laboratório de Sementes da ESALQ, Elza Martins Ferraz, Sueli Penteado A. Sanches e Lúcia M. C. de Souza, pela amizade e apoio no curso.

Ao amigo Dilson Augusto Capucho Frazão pelo apoio, incentivo, amizade e carinho demonstrados ao longo de minha vida profissional.

Ao Dr. Emeleocípio Botelho de Andrade, do CPATU, pelo incentivo, apoio e consideração.

Aos colegas Lauro Charlet Pereira e Lucieta Martorano Henriques pelo grande auxílio dado na elaboração final deste trabalho.

Aos colegas Manoel Dantas e Ruth Rendeiro pela valiosa colaboração na digitação e correção gramatical deste texto.

Aos amigos Selma Ohashi, Mário Jardim, Tatiana Sá, Álvaro Garcia, Vera Lex Engel, Celina Ferraz, Silvana Cangiani, Chieno Suemitsu e João Carlos Matos pela amizade e companheirismo durante o curso.

Às famílias dos Srs. Miguel (Silvana) Kraide, Silvino (Dora) Ometto, Silvio (Cecília) Ometto, Vilson (Ana) Moraes, Luiz Carlos (Adriana) Rodriguez, Geneci (Cristina) Totti e Fábio (Inês) Spina pela amizade e acolhida oferecida durante minha estada em Piracicaba (SP).

A Celso Ruben Martins Leão, meu marido e a Ana Margarida Vianna Rodrigues, minha irmã, pela disponibilidade e paciência na análise minuciosa da correção gramatical e normalização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xv
RESUMO .....	xvii
SUMMARY .....	xix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Importância e fatores relacionados à disse- minação de sementes .....	3
2.1.1. Tipos de dispersão .....	6
a) Dispersão anemocórica em florestas tropicais .....	8
b) Trabalhos de pesquisa sobre dis- persão em florestas tropicais ....	10
2.2. Fenologia de frutificação e floração de es- pécies tropicais .....	12
2.2.1. Definição e importância da fenologia reprodutiva .....	12
2.2.2. Usos das informações fenológicas ....	13
2.2.3. Fatores que influenciam os eventos fenológicos .....	15
2.2.4. Padrões diferenciados de floresci- mento e frutificação .....	17
2.2.5. Estudos fenológicos desenvolvidos em florestas tropicais .....	19
2.3. Distribuição espacial dos indivíduos .....	21
2.3.1. Conceituação, importância e fatores que influenciam a distribuição es- pacial .....	21



2.3.2. Amostragem, dimensões de parcelas e obtenção de dados .....	23
2.3.3. Pesquisas desenvolvidas em florestas tropicais .....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1. Material .....	29
3.1.1. Área de estudo .....	29
3.1.2. Localização geográfica e ambiental da área estudada .....	29
3.1.3. Espécies selecionadas para estudo ..	31
a) Freijó-cinza .....	31
b) Sumaúma .....	33
c) Carapanaúba .....	34
d) Sucupira-preta .....	35
e) Quaruba-verdadeira .....	35
3.2. Métodos .....	37
3.2.1. Quantificação da disseminação de sementes .....	37
a) Instalação de bandejas e cronograma de coletas .....	39
b) Procedimento de coleta e avaliação da disseminação de sementes .	40
c) Tratamento preliminar do material coletado .....	41
d) Separação e contagem do material coletado .....	42
e) Avaliação do material disseminado	42
3.2.2. Observações das fenofases reprodutivas .....	45
a) Período e frequência das observações .....	46
b) Tipos de observações .....	46
c) Número de indivíduos observados .	46

3.2.3. Distribuição espacial dos indivíduos	47
a) Índice de McGinnies .....	47
b) Índice de Payandeh .....	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	50
4.1. Quantificação da dispersão de sementes ....	50
4.2. Observações fenológicas .....	70
4.2.1. Freijó-cinza .....	70
4.2.2. Sumaúma .....	79
4.2.3. Carapanaúba .....	81
4.2.4. Sucupira-preta .....	83
4.2.5. Quaruba-verdadeira .....	84
4.2.6. Fenologia reprodutiva e o manejo das espécies .....	86
4.3. Distribuição espacial dos indivíduos .....	87
4.3.1. Freijó-cinza .....	88
4.3.2. Sumaúma .....	92
4.3.3. Carapanaúba .....	95
4.3.4. Sucupira-preta .....	99
4.3.5. Quaruba-verdadeira .....	104
5. CONCLUSÕES .....	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	112
APÊNDICES .....	123

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Localização geográfica da Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA .....	30
2 Caracterização morfológica das sementes de: freijó-cinza (a), sumaúma (b), carapanaúba (c), sucupira-preta (d) e quaruba-verdadeira (e) ..	32
3 Demarcação da área total experimental e localização da área de estudo de dispersão de sementes (a). Croqui de uma quadra e localização das bandejas para a coleta de sementes (b) .....	38
4 Morfologia dos diásporos de espécies arbóreas dispersadas pelo vento, na ilha de Barro Colorado, Panamá (Reprodução do trabalho de AUGSPURGER, 1986) .....	43
5 Dados meteorológicos referentes à temperatura (a) e precipitação e umidade relativa (b) ....	51
6 Distribuição da freqüência do número de sementes (a) e de espécies (b) capturadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, em Santarém - PA. ....	53
7 Distribuição da freqüência do número de sementes (a) e de espécies (b) com e sem aparato de	

	vôo, em relação ao total de sementes e de espécies capturadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	55
8	Distribuição da frequência de bandejas vazias nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, em Santarém - PA. ....	57
9	Histograma de número de sementes do subgrupo helicóptero, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	65
10	Histograma de número de sementes do subgrupo flutuante, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	65
11	Histograma de número de sementes do subgrupo autogiro rolante, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. .	66
12	Histograma de número de sementes do subgrupo autogiro, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	66
13	Histograma de número de sementes do subgrupo planador, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	67
14	Histograma de número de sementes do subgrupo outros tipos, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	67

15	Distribuição da freqüência do número de sementes do subgrupo muito grande, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	69
16	Distribuição da freqüência do número de sementes do subgrupo pequeno, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	69
17	Distribuição da freqüência do número de sementes do subgrupo grande, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	71
18	Distribuição da freqüência do número de sementes do subgrupo médio, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	71
19	Distribuição da freqüência do número de sementes do subgrupo muito pequeno, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	72
20	Observações fenológicas dos indivíduos de freijó-cinza, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	73
21	Observações fenológicas dos indivíduos de sumaúma, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	74

22	Observações fenológicas dos indivíduos de carapanaúba, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	75
23	Observações fenológicas dos indivíduos de sucupira-preta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	76
24	Observações fenológicas dos indivíduos de guaruba-verdadeira, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	77
25	Localização espacial das árvores de <i>Cordia goeldiana</i> - freijó-cinza na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	90
26	Localização espacial das árvores de <i>Ceiba pentandra</i> - sumaúma na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	93
27	Localização espacial das árvores de <i>Aspidosperma oblongum</i> - carapanaúba na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	96
28	Localização espacial das árvores de <i>Diplostropis purpurea</i> - sucupira-preta na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	100

29	Localização espacial das árvores de <i>Vochysia maxima</i> - quaruba-verdadeira na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	105
----	---	-----

## LISTA DE TABELAS

	Página
1 Classificação de tipos de diásporos e características de vôo para as sementes com aparato para dispersão pelo vento. ....	44
2 Número total de sementes, de espécies e o número médio de sementes coletadas num período de treze meses na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	52
3 Número de espécies e de sementes com e sem aparato de vôo coletadas num período de treze meses na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	54
4 Distribuição de bandejas vazias por quadra nas diferentes datas de coletas, na área total do experimento. ....	58
5 Quantidade total de espécies de sementes dos subgrupos capturadas nas 27 coletas realizadas na área experimental da Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA. ....	62
6 Índice de agregação de McGinnies e Payandeh para freijó-cinza ( <i>Cordia goeldiana</i> Huber.), calculados para diferentes tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras. ....	89



- 7 Índice de agregação de McGinnies e Payandeh para sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), calculados para diferentes tamanhos de área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras ..... 94
- 8 Índice de agregação de McGinnies e Payandeh para carapanaúba (*Aspidosperma oblongum* A. DC.), calculados para diferentes tamanhos de área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras ..... 98
- 9 Índice de agregação de McGinnies e Payandeh para sucupira-preta (*Diploptropis purpurea* (Rich.) Amusch.), calculados para diferentes tamanhos de área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras ..... 102
- 10 Índice de agregação de McGinnies e Payandeh para guaruba-verdadeira (*Vochysia maxima* Ducke.), calculados para diferentes tamanhos de área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras ..... 105

DISPERSÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBÓREAS NA FLORESTA  
NACIONAL DO TAPAJÓS, SANTARÉM - PARÁ

Autora: NOEMI VIANNA MARTINS LEÃO

Orientador: PROF. DR. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

RESUMO

Foram estudados aspectos da fenologia de reprodução e de dispersão de sementes das espécies freijó-cinza (*Cordia goeldiana* Huber); carapanaúba (*Aspidosperma oblongum* A.DC.); sucupira-preta (*Diplotropis purpurea* (Rich) Amusch.); sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) e quaruba-verdadeira (*Vochysia maxima* Ducke). Os principais objetivos foram: a) quantificar a dispersão de sementes, classificando as espécies quanto ao aparato de vôo; b) avaliar as fenofases reprodutivas; e c) determinar o padrão de distribuição espacial dessas cinco espécies. Para estudar a fenologia e a distribuição espacial dos indivíduos foi demarcada uma área de 400 ha, a qual foi dividida em 100 quadras de quatro hectares cada uma (200 m X 200 m). Foi realizado um inventário a 100% dos indivíduos acima de 30 cm de diâmetro. Com esses dados confeccionaram-se mapas localizando todas as árvores das cinco espécies. Na parte central da área total do experimento escolheram-se nove quadras (36 ha) onde foram instaladas bandejas de coleta para o estudo de dispersão de sementes de todas as espécies da floresta. Verificou-se uma grande amplitude temporal sobre a qual se deu a dispersão de sementes na floresta estudada. Foi evidenciado que sementes com aparato de vôo apresentam propriedades aerodinâmicas distintas que tornam o seu movimento instável. Detectou-se uma relação direta entre o

tamanho de sementes e a sazonalidade da dispersão. Sementes sem aparato de vôo apresentaram dispersão mais abundante (89,3%) do que para as sementes com aparato de vôo (10,7%). As espécies com aparato de vôo apresentaram, na sua grande maioria, uma concentração da época de dispersão durante o período menos chuvoso. Freijó-cinza e sumaúma disseminaram seus propágulos entre o final do período menos chuvoso e o início do mais chuvoso, enquanto que a carapanaúba, a sucupira-preta e a quaruba-verdadeira disseminaram suas sementes no período de maior queda pluviométrica. Observou-se que, na área total do estudo, o freijó-cinza, a sumaúma, a carapanaúba, a sucupira-preta e a quaruba-verdadeira apresentaram distribuição espacial do tipo aleatória ou dispersa, com variações em função da metodologia empregada.

SEED DISPERSAL FOR TREE SPECIES IN THE TAPAJÓS NATIONAL  
FOREST, SANTARÉM - PARÁ

Author: NOEMI VIANNA MARTINS LEÃO

Adviser: PROF. DR. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

SUMMARY

Aspects of reproduction phenology and seed dispersal for freijó-cinza (*Cordia goeldiana* Huber); carapanaúba (*Aspidosperma oblongum* A.DC.); sucupira-preta (*Diplotropis purpurea* (Rich.) Amusch.); sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) and guaruba-verdadeira (*Vochysia maxima* Ducke), were studied. The main objectives were: a) to quantify the dispersal of seeds, classifying the species according to seed flight apparatus; b) to evaluate the reproductive phenology phases; and c) to determine spatial distribution patterns of the studied species. Phenology and spatial distribution of the individual trees were studied by demarcating a 400 ha area which was divided in a hundred 4 ha plots (200 m x 200 m). A 100% inventory of the individuals over 30 cm diameter was carried out. Maps were drawn locating all the trees belonging to the five studied species. In the central part of the 400 ha area, nine 4 ha plots were selected where collection traps were installed for seed dispersal study of all the species present in the area. A wide temporal amplitude was observed for seed dispersal in the studied forest. It was detected that seeds with flight apparatus present specific aerodynamic properties. A direct relationship between seed size and dispersal seasonality was observed. Seeds without flight apparatus present a more abundant dispersal (89.3%) than seeds with flight apparatus (10.7%). Dispersal of seeds with flight apparatus is mainly

concentrated in the dry season. "Freijó-cinza" and "sumaúma" disseminated their propagules in between the end of the dry season and the beginning of the rainy season whereas "carapanaúba", "sucupira-preta" and "quaruba-verdadeira" disseminated their seeds during the period of highest rainfall. It was observed that in the whole studied area "freijó-cinza", "sumaúma", "carapanaúba" "sucupira-preta" and "quaruba-verdadeira" present random spatial distribution with variation according to the methodology used.

# 1. INTRODUÇÃO

A Amazônia, por sua grande extensão territorial e diversidade de espécies, constitui-se em um rico patrimônio brasileiro, tanto sob o ponto de vista genético, como ecológico e econômico. Observa-se uma grande preocupação com as perturbações causadas aos seus ecossistemas, podendo-se atribuí-las à atuação indevida do homem e à pressão de ocupação dessas terras, frutos da inadequada política de utilização de seus recursos.

Ao lado disso, constata-se a falta de instituições de pesquisas envolvidas na busca do conhecimento sobre os ecossistemas tropicais do mundo, o que também se verifica em nosso país. Considera-se que são carentes os estudos básicos sobre a estrutura e funcionamento das florestas tropicais, que seriam imprescindíveis para qualquer decisão sobre seu uso racional ou conservação.

As pesquisas básicas sobre a biologia da reprodução das espécies arbóreas, visando ao entendimento dos eventos que culminam com a produção de propágulos e o estabelecimento de novas plantas, seriam de fundamental importância para o conhecimento da organização e dinâmica dos indivíduos de uma população, bem como para uma melhor intervenção no ecossistema florestal.

Dentre os diferentes enfoques da biologia reprodutiva, deve-se destacar as observações fenológicas do florescimento e frutificação, assim como a determinação do padrão de dispersão de sementes, como sendo básicos para o entendimento da comunidade da floresta tropical,

possibilitando sua utilização em projetos de regeneração natural ou artificial. Em face da necessidade de recuperação de extensas áreas já devastadas da Amazônia, fica patente a importância de tais estudos.

Dessa forma, visando obter informações sobre os aspectos de fenologia da reprodução e de dispersão de sementes da floresta Amazônica, uma amostra de espécies arbóreas da Floresta Nacional do Tapajós foi utilizada para esses estudos. Essas pesquisas devem se somar às desenvolvidas em outros ecossistemas florestais, permitindo ampliar os conhecimentos na área em questão.

O presente trabalho enfoca aspectos da biologia reprodutiva de espécies arbóreas da Floresta Nacional do Tapajós, na Amazônia, com os seguintes objetivos específicos:

- a) avaliar o estoque de sementes e a disseminação da comunidade, diferenciando-as quanto a morfologia e, associando-as às condições climáticas;
- b) avaliar as fenofases reprodutivas das espécies arbóreas: freijó-cinza (*Cordia goeldiana* Huber), carapanaúba (*Aspidosperma oblongum* A.DC.), sucupira-preta (*Diplotropis purpurea* (Rich.) Amusch.), sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) e guaruba-verdadeira (*Vochysia maxima* Ducke); e
- c) determinar o padrão de distribuição espacial dessas cinco espécies, avaliando os índices utilizados para determinar o grau de agregação das espécies.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Importância e Fatores Relacionados à Disseminação de Sementes

A disseminação ou dispersão de sementes é uma característica de grande importância no entendimento da estrutura genética e demográfica das espécies e que, por sua vez, são fundamentais para o manejo florestal, a forma de amostragem, a conservação e o melhoramento genético principalmente nas florestas tropicais, onde a diversidade florística é muito grande.

A dispersão de sementes faz parte do processo reprodutivo, e se caracteriza pelo desligamento do propágulo da planta mãe e o seu transporte até o local para o estabelecimento de uma nova planta. Este transporte varia de espécie para espécie, estando relacionado a vários fatores como: fenologia reprodutiva, tamanho da semente, suas características de odor e sabor, morfologia e número de sementes, os quais estão diretamente associados aos vetores de sementes.

HARPER et alii (1970) estudaram forma e tamanho das sementes e afirmam que o número e o tamanho das sementes representam alternativas estratégicas na disposição dos recursos reprodutivos da espécie. O tamanho das sementes varia entre espécies; varia dentro da planta e é afetado pelo controle genético. A forma das sementes tem variação interespecífica (pode ter olumas, asas e ganchos etc); variação intra-específica e controle genético. A forma está



ligada com a dispersão, aterrissagem e o estabelecimento das plântulas.

SMYTHE (1970) estudou as correlações entre estação de frutificação e os métodos de dispersão de sementes em uma floresta na ilha de Barro Colorado, no Panamá. O autor citado identificou variações sazonais no comportamento de animais roedores correlacionadas com a abundância do seu alimento, que são frutos e sementes. No entanto, o mesmo autor concluiu que fatores físicos ambientais podem ser mais importantes para determinar estações de frutificação.

ROCHE (1975) cita que a propagação de pólen e de sementes tem sua importância na criação da diversidade específica e em sua conservação. É o que determina o tamanho efetivo da população dessas espécies. A polinização depende da distância, da presença de vetores e da época da floração.

GRANT (1980), estudando a dispersão de sementes e pólen, revelou que elas apresentam um padrão comum, com suas curvas de frequência da distância da dispersão sendo leptocúrticas e assimétricas, ou seja, uma alta proporção de unidades dispersadas é distribuída próxima a árvore-mãe e a curva cai rapidamente com a distância.

LEVIN (1984), em um estudo sobre imigração de sementes ou grãos de pólen em plantas, mostra as diferenças existentes entre colonização e imigração. A colonização é a introdução de sementes em sítios aptos e vazios e, como resultado, o desenvolvimento de uma nova população; a imigração é a chegada de sementes ou grãos de pólen em uma população já existente. Ambos têm importantes conseqüências demográficas e genéticas. Do ponto de vista genético, LOVELESS & HAMRICK (1984) estudando fatores que afetam a estrutura das populações, destacam a fenologia e a dispersão de sementes que influenciam diretamente no fluxo gênico.

Esse fluxo gênico poderá inferir sobre a estrutura genética que a população pode apresentar.

KAGEYAMA (1987) ressalta a necessidade de se conhecer o ciclo de vida das espécies para que seja possível estabelecer estratégias de conservação genética das florestas. O mesmo autor refere-se, ainda, à biologia reprodutiva das espécies arbóreas tropicais, destacando os estudos de sistema reprodutivo, dispersão de sementes e de pólen.

O ciclo de vida das espécies é de fundamental importância para se entender o processo de dispersão de sementes. Vários autores estudaram e classificaram as espécies florestais tropicais, definindo grupos ecológicos de acordo com as exigências que as espécies apresentam quanto à necessidade de luz, ocorrência em clareiras, hábitos de crescimento etc. (BUDOWSKI, 1965; WHITMORE, 1974; DENSLOW, 1980; MARTINEZ-RAMOS, 1985; SWAINE & WHITMORE, 1988; e VIANA, 1989).

É possível destacar o trabalho de BUDOWSKI (1965), cuja classificação bastante didática apresenta várias características das espécies arbóreas tropicais, associadas a grupos ecológicos. O autor define quatro grupos: a) pioneiras; b) secundárias iniciais; c) secundárias tardias; e d) climaxes.

Recentemente, VIANA (1989), estudando a dispersão de sementes e a regeneração em clareira de três espécies arbóreas tropicais da Amazônia, sugere uma outra classificação com as espécies sendo divididas em quatro grupos: a) espécies que demandam luz, cujas sementes requerem luz para germinar, as plântulas não sobrevivem sob sombra e ocorrem em grandes clareiras; b) espécies oportunistas de clareiras, quando suas sementes não requerem clareiras para germinar, suas plântulas sobrevivem à sombra porém não

crecem à sombra até o estágio pré-reprodutivo; c) espécies tolerantes à sombra, são aquelas em que as sementes não requerem clareiras para germinar, suas plântulas sobrevivem e crescem à sombra até o estágio pré-reprodutivo, mas não se reproduzem à sombra; e d) espécies que se reproduzem à sombra, cujas sementes não requerem clareiras para germinar, as plântulas sobrevivem, crescem e se reproduzem à sombra.

### 2.1.1. Tipos de dispersão

FAHN & WERKER (1972), estudando os mecanismos de dispersão de sementes, destacam a abscisão e a dispersão como os fenômenos mais importantes para que a planta-mãe libere suas sementes e frutos. A abscisão pode ser de diásporo, de sementes e deiscências de fruto. A dispersão pode ser classificada de acordo com o agente dispersor. A hidrocoria ocorre quando as sementes são dispersadas pela água (geralmente frutos pouco densos que flutuam nos rios). A zoocoria, que é a dispersão realizada pelos animais, pode ocorrer de diversas maneiras, dentre elas a endozoocórica, quando as sementes passam pelo trato digestivo dos animais predadores que também fazem a dispersão e os pássaros que regurgitam as sementes. Com relação a anemocoria, as sementes são dispersadas pelo vento e parecem ter evoluído independentemente nas famílias de lenhosas tropicais, por exemplo: Bombacaceae, Apocynaceae, Sterculiaceae, Dipterocarpaceae, Leguminosae, Malpighiaceae, Bignoniaceae, Sapindaceae e Combretaceae.

MACEDO (1977) estudou a dispersão de plantas lenhosas da Amazônia, objetivando conhecer os agentes dispersores específicos. A autora dividiu as espécies em grupos de acordo com o vetor de disseminação: anemocórico, autocórico, barocórico, diszoocórico, ornitocórico, primatocórico e quiropterocórico.

HOWE & SMALLWOOD (1982), estudando a ecologia da dispersão de sementes, citam os principais tipos e os agentes responsáveis. Destacam a disseminação por animais, vento, água e a autodispersão. Para cada tipo os autores relatam a adaptação observada nas sementes, as modificações morfológicas e o modo como ocorre a dispersão.

HOPKINS & HOPKINS (1983) desenvolveram estudos sobre biologia do fruto e da semente de uma espécie do gênero *Parkia*, na Amazônia; constataram que pequenas diferenças na morfologia e no comportamento dos frutos refletiam diferentes mecanismos de dispersão: vagens adaptadas à dispersão pela água, por animais roedores e grandes herbívoros.

BAKER et alii (1983) estudaram os métodos de dispersão de sementes, os quais envolvem vento, água e animais que se alimentam dos frutos e/ou sementes, ou apenas os carregam como simples vetores. Os mesmos autores citam que pode ocorrer a queda de sementes próximo à árvore mãe e, secundariamente, um animal dispersá-las para outros sítios. Com relação à Amazônia, esses autores destacam a dispersão através de peixes.

WIKANDER (1984), estudando mecanismos de dispersão de diásporos em uma floresta, na Venezuela, determinou a percentagem de ocorrência dos diversos tipos, tais como anemocoria (42%), zoocoria (30%), barocoria (19%) e autocoria (9%). O mesmo autor observou que os mecanismos de dispersão têm uma distribuição relacionada com a topografia e a estrutura da população: a) anemocoria domina em áreas de alta elevação e nos estratos superiores da vegetação e, b) zoocoria é mais comum em áreas de elevações mais baixas e no estrato inferior da floresta.

COATES-ESTRADA & ESTRADA (1986) relatam pesquisas desenvolvidas com frutificação e frugívoros de uma espécie arbórea (*Ficus* aff. *cotinifolia* H.B.K.) em Los

Tuxtlas, no México. Estes autores verificaram que a dispersão desta espécie foi realizada por pássaros e mamíferos, constatando para a espécie vários tipos de dispersão.

**a) Dispersão anemocórica em florestas tropicais**

A dispersão de propágulos através do vento revela-se de grande importância nas regiões tropicais, podendo levá-los a longas distâncias, o que pode proporcionar maior abrangência de ocorrência das espécies.

A existência de diversos tipos de aparato de vôo nas sementes, tornando-as passíveis de serem dispersadas pelo vento, evidenciam o caráter evolutivo para as espécies, pois cada morfotipo deve apresentar um diferente alcance de vôo.

FAHN & WERKER (1972) citam que, no caso da anemocoria, dois fatores contribuem para os mecanismos de vôo e flutuação: a convergência no formato dos frutos e sementes e a grande variedade de estruturas de frutos e sementes (asas, plumas etc.)

AUGSPURGER (1986) estudou a morfologia e o potencial de dispersão de sementes pelo vento em árvores, na ilha de Barro Colorado, no Panamá. O autor identificou seis grupos aerodinâmicos: flutuante, planador, helicóptero, autogiro rolante, autogiro e saltador, encontrando diferentes alcances de vôo para cada tipo.

Alguns estudos foram realizados visando a quantificação da chuva de sementes (ou dispersão) em florestas tropicais e sub-tropicais, que é importante para entender o processo de regeneração natural.

AUGSPURGER & FRANSON (1988) estudaram a deposição de sementes através de espécies dispersadas ou não pelo vento, dentro de clareiras e sub-bosque florestal

intacto adjacente, durante onze semanas, na ilha de Barro Colorado, no Panamá. Os autores citados encontraram 52.467 sementes dispersadas pelo vento, das quais 61% em sítios de clareira e 39% em áreas florestais, o que representa uma densidade de 328,1 sementes/m<sup>2</sup> em clareiras e de 207,0 sementes/m<sup>2</sup> em não clareiras. Nesse estudo foram utilizadas esferas de alumínio como armadilhas de sementes, com 0,114 m<sup>2</sup> de área. Essas armadilhas ficaram suspensas em um piquete alto num total de 20 unidades em cada sítio amostrado. Como era considerado o valor total dos dados coletados nas 20 bandejas, somava-se uma área de 2,3 m<sup>2</sup>. Esses autores propõem que, para coletar sementes cujo processo de dispersão é anemocórico, faz-se necessário mudar a posição das bandejas, de horizontal para vertical.

O alcance de vôo das sementes também tem sido objeto de estudo, visando determinar a distância que as sementes atingem, para relacioná-la com a capacidade de ocupação de clareiras na mata.

RAMIREZ (1986) estudando a dispersão anemocórica das sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil.), em uma floresta natural, em Bauru - SP, encontrou que esta espécie dispersa suas sementes nos dois últimos meses da época menos chuvosa, terminando a sua dispersão no início do período mais chuvoso da região. O autor observou também que as sementes foram levadas a distâncias superiores a 160 m da árvore-mãe. O autor citado considerou que esta espécie pode ocupar clareiras em uma área maior do que oito hectares ao redor da matriz.

Entretanto, o alcance de vôo de sementes dispersas pelo vento, nem sempre é tão longo. Estudos sobre padrões de disseminação de uma espécie anemocórica (gonçalo-alves - *Astronium concinnum* Schott), mostraram que a distância máxima de disseminação foi de 40 m, apresentando

maior densidade na faixa entre 5 a 15 m da árvore-mãe (DANIEL, 1988). Essas sementes foram dispersadas no período menos chuvoso da região.

Como foi possível constatar, a espécie paineira pode ser considerada como anemocórica de longo alcance, enquanto que o gonçalo-alves seria classificado como de curto alcance de vôo em relação à primeira. Mais estudos são necessários nessa linha de pesquisa, visando a determinar os diferentes padrões de alcance de vôo dos diversos morfotipos das sementes anemocóricas.

#### **b) Trabalhos de pesquisa sobre dispersão em florestas tropicais**

Vários autores vêm pesquisando a dispersão de sementes enfocando os processos qualitativos e quantitativos nela envolvidos. Os autores procuram determinar o número de sementes que caem, o tamanho e o peso dessas sementes, tanto para espécies de zona temperada como tropical (AUGSPURGER, 1986; AUGSPURGER & FRANSON, 1988; JACKSON, 1981; e ROCKWOOD, 1985), relacionando a época de frutificação com os dados meteorológicos.

JACKSON (1981) verificou a queda de sementes em uma floresta neo-tropical, no Espírito Santo, durante um ano, usando 120 armadilhas. O autor citado coletou nesse período um total de 22.000 sementes de 227 espécies, concluindo que as espécies dispersadas pelo vento liberam suas sementes principalmente durante o final da estação seca e o início da estação chuvosa. As espécies não dispersadas pelo vento possuem sementes grandes que amadurecem, principalmente, na estação chuvosa e as espécies de sementes pequenas são muito menos sazonais.

Outros autores relacionam a frutificação com a germinação, a época de ocorrência e a distância de

dispersão que os propágulos atingem. A determinação do agente dispersor também tem sido objeto de estudo.

VINHA & LOBÃO (1982) estudaram a frutificação e a germinação das espécies arbóreas nativas do sudeste da Bahia, constatando a existência do maior pico de frutificação no final do período menos chuvoso e início do período mais chuvoso. Os mesmos autores verificaram que na estação mais chuvosa houve a menor frutificação da floresta.

AUGSPURGER (1983) pesquisou a dispersão de sementes de *Platypodium elegans*, na ilha de Barro Colorado, no Panamá, observando que estas sementes têm disseminação através do vento, alcançando distâncias variáveis. O mesmo autor estudou, ainda, os padrões temporais e espaciais de sobrevivência e causas de mortalidade da espécie.

HOWE (1983), estudando a variação anual da dispersão de sementes da *Viola surinamensis*, na ilha de Barro Colorado, no Panamá, durante três anos, determinou que, dentre as 78 espécies de pássaros frugívoros e mamíferos existentes na floresta, somente seis espécies de pássaros e uma de macaco dispersam as sementes dessas espécies.

ROCKWOOD (1985), estudando sementes de 365 espécies encontradas na Costa Rica, Panamá e Peru, determinou o peso seco das sementes após a coleta, objetivando uma possível correlação entre tamanho de sementes com a forma de vida e aspectos do meio ambiente físico. Observou que a média do tamanho de semente de uma planta ou de uma população está relacionada com o fruto, com o tipo de dispersão e com a forma de vida, tanto quanto com o meio ambiente físico no qual ela é encontrada.

FOSTER (1986) estudou o ritmo da sazonalidade da frutificação em uma floresta da Ilha de Barro Colorado, no Panamá, encontrando dois picos e duas depressões na dispersão durante o ano. O mesmo autor observou que o ritmo da



frutificação é dominado pelas árvores do dossel e que a dispersão das plantas anemocóricas aproveita a época seca, quando há desfolha das árvores; as plantas zoocóricas, ao contrário, dispersam suas sementes nos dois picos. Segundo o autor o tempo de frutificação representa um compromisso adaptativo para as sementes germinarem justamente no período chuvoso.

## 2.2. Fenologia de frutificação e floração de espécies tropicais

### 2.2.1. Definição e importância da fenologia reprodutiva

A fenologia é o estudo do período sazonal dos eventos do ciclo de vida (EVANS, 1980) ou o estudo das mudanças nas características de comportamento em relação ao meio ambiente (HUXLEY et alii, 1986). Para as plantas, esses episódios constituem-se críticos para a sua reprodução e sobrevivência. Os autores citados consideram a fenologia uma atividade descritiva, que fornece informações úteis para se avaliar a adaptabilidade das espécies e para se definir metas preliminares nas operações de manejo das plantas. Os mesmos autores consideram que as plantas possuem diferentes estratégias para conseguir o seu estabelecimento em um dado local no seu nicho. Essas estratégias estariam envolvidas com as fenofases relacionadas com mudanças sazonais climáticas, padrões de crescimento e desenvolvimento.

RATHCKE & LACEY (1985) relatam que o padrão fenológico de algum evento pode ser definido quantitativamente através de parâmetros, tais como: tempo de ocorrência, duração, sincronia e assimetria, e discutidos a nível de indivíduos, populações, espécies e comunidades. Os autores citados apresentam uma revisão sobre padrões

fenológicos de germinação, florescimento e frutificação, constatando que esses padrões sofrem alterações devido a fatores genéticos e/ou ambientais.

FOURNIER (1974) ressalta a importância do registro da variação das características fenológicas das árvores, não só na compreensão da dinâmica das comunidades florestais, mas, também, como um indicador da resposta destes organismos às condições climáticas e edáficas de um local.

### 2.2.2. Usos das informações fenológicas

As informações fenológicas têm vários usos práticos já registrados por diferentes autores. FRANKIE et alii (1974a) citam que os dados fenológicos envolvendo muitos indivíduos podem ser usados em análises da organização biológica de comunidades e ecossistemas. Em ambientes tropicais esses dados podem ser usados para estudar as interações planta-animal e, conseqüentemente, a polinização, a dispersão e a predação de sementes. Esses mesmos autores relatam que em análise de ecossistema e comunidades os dados sobre padrões de periodicidade podem ser subdivididos, considerando-se a floração e a frutificação.

Outro uso muito citado da fenologia é em estudos de polinização. Tem sido documentado por diversos autores, tais como BAKER et alii (1983), FRANKIE et alii (1974a), OPLER et alii (1976) e RATHCKE & LACEY (1985), a importância dos animais como vetores de pólen nas regiões tropicais, associando-se à fenologia de florescimento e ao comportamento dos polinizadores.

BAWA (1974) estudou os sistemas de cruzamento de espécies florestais em uma floresta seca da Costa Rica, onde a fenologia também havia sido estudada. O autor demonstrou que uma alta proporção de espécies arbóreas eram auto-incompatíveis e dióicas, sendo então preferencialmente

de fecundação cruzada, o que pode representar também dependência de animais na transferência de pólen.

Na mesma floresta da Costa Rica, os períodos de florescimento ocorreram, em mais de 60 espécies arbóreas, durante os três meses e meio da estação seca, tentando evitar a sobreposição do florescimento preliminar, conforme foi constatado por FRANKIE et alii (1974b). Como cerca de 65% dessas espécies eram polinizadas por abelhas, foi possível considerar que evolutivamente o período de florescimento deve ter sido distribuído de tal modo a evitar a competição por polinizadores.

A informação fenológica é usada também nos estudos de dispersão de sementes em florestas tropicais, conforme constataram FRANKIE et alii (1974a). Segundo os autores, a fenologia tem um aspecto evolutivo que influencia os níveis de organização de uma comunidade e de um ecossistema.

HUXLEY et alii (1986) usaram dados fenológicos para estudar a adaptabilidade das espécies e suas necessidades edáficas e climáticas, a fim de adotar práticas adequadas ao seu manejo em sistemas agroflorestais.

Segundo NIENSTAEDT (1974), a preocupação com os estudos de variação genética em algumas características fenológicas surgiu após constatação da avaliação de danos de geadas para diferentes espécies, populações e progênies do gênero *Picea*, encontrando variações significativas em todos os níveis estudados. O autor ressalta o fato de que a variação de árvores individuais, clones ou famílias tem sido estudada em poucas espécies. No caso de espécies florestais, esses estudos de variação genética na fenologia têm sido restritos às zonas temperadas e somente para a periodicidade no crescimento vegetativo, relacionados à iniciação e a parada do crescimento.

FRANKIE et alii (1974b) citam que o comportamento periódico dos eventos reprodutivos de plantas tropicais tem sido pouco estudados. Os dados disponíveis provêm de trabalhos de botânica e, principalmente, com espécies de valor econômico. Os trabalhos limitam-se à quantificação da fenologia e à apresentação dos principais padrões fenológicos.

### 2.2.3. Fatores que influenciam os eventos fenológicos

Vários são os fatores que influenciam a fenologia de uma espécie, população e/ou comunidade. Dentre os abióticos estão a precipitação, a radiação solar, o "stress" hídrico, a temperatura e o fotoperíodo. Há ainda vários fatores bióticos relacionados à associação entre plantas e animais.

REICH & BORCHERT (1984) estudaram a fenologia de doze espécies arbóreas de uma floresta seca na Costa Rica, associando-a ao "stress" hídrico e aos padrões de crescimento dessas espécies. Os autores citados relacionaram o florescimento ao "stress" hídrico, mostrando que, em árvores sempre verdes, as flores podem se abrir durante ou pouco depois do período de crescimento dos brotos; na maioria das espécies decíduas tropicais e árvores temperadas, isso se daria após um período de dormência dos botões florais quando, então, as árvores estão sem folhas.

JANZEN (1976) e FRANKIE et alii (1974a) constataram que o florescimento ocorre geralmente durante a estação seca nas florestas tropicais decíduas. Isto deve estar relacionado ao fato da abertura das flores ser comandada pela queda das folhas e subsequente rehidratação das árvores previamente com "stress" hídrico, conforme observação de REICH & BORCHERT (1984).

OPLER et alii (1976) estudaram a precipitação pluviométrica como um fator na abertura, período e sincronização da antese de árvores e arbustos tropicais. Os autores citados evidenciaram que, através do término do "stress" hídrico e da repentina redução da temperatura, provocados pela precipitação ocorrida no final da estação seca, havia uma paralisação da dormência e o início dos estádios finais do desenvolvimento dos botões florais para muitas espécies. Isso levaria a uma seqüência de anteses sincronizadas de muitas espécies tropicais semidecíduas na Costa Rica. Acreditam os mesmos autores que este fato ocorreria em outras épocas do ano e em outros ecossistemas tropicais.

ALVIM (1965), estudando cacau (*Theobroma cacao*) na Costa Rica, sugeriu que a brotação das gemas era induzida por um mecanismo termo-periódico, isto é, que requer temperaturas relativamente alta e baixa durante o dia e à noite, respectivamente. O autor observou que a brotação aparentemente só ocorria quando esta variação de temperatura era superior a 9°C.

Mais recentemente, ALVIM & ALVIM (1978) estudaram o florescimento de plantas adultas de cacau na Bahia, verificando um padrão sazonal para o mesmo. Conforme os autores, normalmente não há florescimento de julho a setembro e os fatores que controlam esse fato seriam a competição entre crescimento de frutos e botões florais e, em menor escala, as temperaturas mais baixas que prevalecem nessa época. Já entre outubro e junho, o florescimento é variável sendo afetado pelo padrão de precipitação ou a hidroperiodicidade ambiental, representados pela alternância de períodos chuvosos e secos.

OPLER et alii (1976) consideraram inadequado o uso do fotoperiodismo para explicar a interrupção da

dormência e a subsequente antese sincronizada, que são características de muitas espécies tropicais de árvores, arbustos e trepadeiras.

#### 2.2.4. Padrões diferenciados de florescimento e frutificação

Estudando os padrões de dispersão de sementes de árvores tropicais, JANZEN (1976) encontrou uma grande variedade de comportamento das espécies que abrange desde as que frutificam durante o ano todo (*Ficus* spp, na pequena ilha de San Andres, no Caribe) até aquelas que frutificam em intervalos de 120 anos (o bambu, *Phyllostachys banbusoides*); e entre esses extremos há uma infinidade de padrões de reprodução via sementes. Segundo o autor, há um significado adaptativo desses padrões e é necessário conhecer qual a participação que os animais podem ter tido na sua evolução, especialmente para as espécies cujas sementes são por eles dispersadas nas florestas tropicais.

BAWA (1983), estudando os padrões de florescimento em plantas tropicais, verificou que elas exibem uma ampla variação nesses padrões, os quais incluem época, duração e frequência de florescimento. Além das diferenças intra e inter-específicas, foram verificadas que as plantas macho e fêmeas das espécies dióicas eram normalmente diferentes em seus padrões de florescimento. O mesmo autor relata, ainda, que esses padrões são aparentemente moldados por pressões de seleção conflitantes. Recomenda, então, estudos de fenologia de florescimento e sua interação com a fenologia de inflorescências individuais, com toda a fenologia da planta e com a biologia dos polinizadores.

BAKER et alii (1983) relatam a carência de estudos sobre o comportamento periódico das plantas nas regiões tropicais, ressaltando vários trabalhos recentes sobre padrões de desfolha, florescimento e frutificação, para

muitas espécies nas comunidades florestais tropicais. Os autores citam que, no futuro, trabalhos de fenologia poderão ser desenvolvidos em períodos mais longos, para se entender as causas da variabilidade dos padrões de ano para ano. Destacam, ainda, a necessidade de estudar os padrões fenológicos em habitats naturais e perturbados.

CARABIAS-LILLO & GUEVARA-SADA (1985) realizaram estudos fenológicos no México, na Estação de Los Tuxtlas, com 41 espécies de vegetação secundária, durante 4,5 anos em três sítios diferentes, em três períodos do ano: estação seca, chuvosa e fria-chuvosa. Os autores citados agruparam as espécies em: a) as que respondem à falta d'água; b) as que respondem à chuva com temperatura alta; e c) as que respondem à chuva com temperatura baixa. Houve diferença entre as árvores e os arbustos, uma vez que as primeiras florescem preferencialmente no início das chuvas, porém, para as últimas, a floração ocorre intensamente no período seco. Os autores citados identificaram uma grande variabilidade de padrões fenológicos entre os três sítios estudados na Estação de Los Tuxtlas, no México. Verificaram, ainda, variação entre as espécies, entre os anos e entre os indivíduos de uma mesma espécie. Esta variabilidade faz com que as espécies apresentem diferentes estratégias de reprodução, verificando-se uma grande quantidade de propágulos durante o ano todo, fato este que favorece a recuperação de uma área após um distúrbio.

Para se realizar estudos fenológicos em regiões tropicais, foi necessário desenvolver metodologias adequadas aos diversos objetivos dos trabalhos. FRANKIE et alii (1974a) citam que a pesquisa fenológica nos ecossistemas tropicais deve ser realizada em áreas sem perturbação e que sejam representativas da vegetação da região. Os autores citados destacaram que apenas uma amostra representativa para

cada espécie permite conhecer a variação entre e dentro de populações, além de ter uma duração de vários anos para quantificar a variação ano a ano.

Com relação ao tamanho da amostra, FOURNIER & CHARPANTIER (1975) recomendam que, para boa informação fenológica em regiões tropicais, o mesmo deve ser de dez árvores. Para conhecer a frequência ideal das observações fenológicas, realizaram verificações semanais das características fenológicas (floração, frutificação, queda de folhas e brotação) e analisaram os resultados considerando intervalos mensais, quinzenais e semanais. Os autores concluíram que é recomendável uma frequência quinzenal, pelo menos para obter uma informação fenológica.

Sobre a quantificação dos eventos fenológicos, FOURNIER (1974) considerou que a informação deve ter caráter quantitativo, cobrindo o início, a plenitude e o declínio da manifestação fenológica. O método desenvolvido por este autor avalia cada característica individualmente, usando-se uma escala que varia de 0 a 4. Estes valores significam ausência e presença do fenômeno, sendo o 4 o valor máximo, correspondente a 100% de ocorrência do evento. A soma dos valores dos indivíduos da amostra informa sobre o estágio em que se encontra a população em relação a uma dada fenofase.

### 2.2.5. Estudos fenológicos desenvolvidos em florestas tropicais

Vários são os trabalhos de fenologia de floração e frutificação que já foram realizados nos diferentes ecossistemas florestais do Brasil (BARROS & CALDAS 1980, BIANCO & PITELLI 1986, ENGEL & POGGIANI 1985, GURGEL FILHO & PASZTOR 1963, e JESUS & MENANDRO 1982). Os autores estudaram a periodicidade dos eventos em diversas espécies, em amostras que variaram de 1 a 10 indivíduos selecionados em diferentes locais e realizaram observações em intervalos



geralmente de quinze dias. Foram consideradas as características relacionadas às fases reprodutivas, desde botões florais até frutos maduros em disseminação.

Na região amazônica, algumas instituições de pesquisa florestal vêm desenvolvendo estudos fenológicos há mais de duas décadas. Os trabalhos foram realizados com espécies de valor silvicultural e/ou ecológico, visando o seu emprego em plantações ou em recuperação de áreas perturbadas. Em alguns estudos o objetivo foi o conhecimento da biologia reprodutiva das espécies nativas da Amazônia.

ARAÚJO (1970) estudou a fenologia de 36 espécies, de 16 famílias, em Manaus (AM), analisando as fenofases de floração, frutificação e mudança foliar. Encontrou uma percentagem de 11,11% de espécies caducifólias, 36,11% semicaducifólias e o restante (52,78%) perenifólias. O autor relata que a floração ocorreu em 52,77% das espécies, durante o período seco. No caso da frutificação verificou-se o contrário, com 38,88% das espécies apresentando frutos no período chuvoso.

PEREIRA & PEDROSO (1973) apresentaram dados fenológicos das principais espécies florestais que ocorrem na Estação Experimental de Curuá-Una, no Pará. Os autores citados consideraram 57 espécies nativas, observando floração (presença de botões florais e flores abertas); frutificação (frutos verdes, maduros e vazios); disseminação (queda dos frutos ou liberação das sementes); e mudanças foliares (ocorrência de folhas novas, folhas maduras e desfolha parcial ou total). Os dados foram coletados durante dez anos consecutivos em uma frequência quinzenal.

CARVALHO (1980a) estudou a fenologia de 473 árvores, de 66 espécies florestais de interesse econômico que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós (Santarém - PA), em uma área de 90 ha, durante 32 meses. Seu objetivo principal

foi o de obter informações para determinar a época adequada para coletar as sementes. O autor citado concluiu que há uma variação entre e dentro das espécies com relação aos períodos de florescimento, frutificação e disseminação e que 70% das espécies floresceram e 60% frutificaram no período seco. O autor ressaltou a necessidade de estudos semelhantes por um período mais longo, para verificar a ocorrência de todos os fenômenos dos indivíduos, principalmente para as espécies com características monocárpicas, como *Tachigalia myrmecophylla* Ducke, ou aquelas de frutificação extremamente irregular.

## 2.3. Distribuição espacial dos indivíduos

### 2.3.1. Conceituação, importância e fatores que influenciam a distribuição espacial

A distribuição espacial dos indivíduos arbóreos em uma floresta é uma das principais características da estrutura populacional das espécies. Constitui-se na forma como os indivíduos de uma mesma espécie ocorrem na mata. É influenciada pelo comportamento ecológico dos agentes de fluxo gênico envolvidos, tais como a dispersão de pólen e de sementes.

BROWER & ZAR (1977) denominam como dispersão, a maneira como os indivíduos de uma espécie são distribuídos em um habitat e afirmam que há um padrão para essa não aleatoriedade na vegetação. Os mesmos autores citam que, quando esses indivíduos tomam a forma de uma agregação, a distribuição é denominada de contágio e, ainda, se a distribuição é uniforme na área, diz-se que há regularidade.

O primeiro passo que influencia a distribuição espacial de indivíduos em uma floresta é a dispersão de sementes, por esta ser o fator determinante da distância que

a semente atinge em relação a planta mãe (FLEMMING & HEITHAUS, 1981). Porém, outros fatores são essenciais para que esta semente possa germinar e se estabelecer como o fator predação (AUGSPURGER, 1983) e a exigência de habitat (HUBBEL & FOSTER, 1986).

A questão da predação influenciando a distribuição espacial pode ser entendida por AUGSPURGER (1983) que, estudando o recrutamento de plântulas, notou que existe uma dependência desta fase com a predação das plântulas, pois quanto menor for a predação das plântulas, mais agrupada será a espécie. Segundo a mesma autora, vários são os fatores de mortalidade que agem sobre a densidade da regeneração natural e na distância da dispersão, sendo principalmente: patógenos, predadores de sementes pós-dispersão, herbívoros, alelopatia e a competição entre a descendência e a planta-mãe.

Quanto à exigência de habitat, HUBBEL & FOSTER (1986) atribuem a aleatoriedade e/ou a raridade das espécies arbóreas às necessidades de sítios de clareira para a regeneração e, ainda, a especialização de habitat (áreas com declives, alagados etc.). Neste caso, as variáveis principais são a topografia e as condições edáficas pelas características do sítio (umidade e nutrientes) e pelas clareiras de queda de árvores (qualidade e quantidade de luz).

A principal importância do conhecimento da distribuição espacial das espécies arbóreas é o fornecimento de subsídios ao aproveitamento da mata ou de uma determinada espécie. Os projetos de manejo, exploração e conservação genética, dentre outros, necessitam desta informação para o seu equacionamento.

Ressalta-se que o estudo da distribuição espacial das espécies de alto valor comercial e/ou ecológico

possibilita uma adequada definição da forma da amostra nos trabalhos de inventários florestais (HEINSDIJK, 1965). Além disso, o estudo de biologia das populações também é facilitado pela determinação da distribuição espacial dos indivíduos jovens e adultos da floresta.

SOLOMON (1980) estudou o número de indivíduos e a sua distribuição, ressaltando sua importância e a necessidade de se conhecer as características biológicas das espécies para entender a dispersão e a densidade dos indivíduos numa população.

KAGEYAMA & PATIÑO-VALERA (1985), analisando os mecanismos de fluxo gênico de espécies tropicais, constataram a existência de padrões distintos na estrutura genética e na distribuição populacional influenciados pelo comportamento ecológico dos agentes de fluxo gênico envolvidos.

HUBBEL & FOSTER (1986) discutiram estratégias de conservação para espécies tropicais e os diferentes padrões de ocorrência e distribuição que elas apresentam. Os autores citados questionam se esses padrões dependem da escala, como por exemplo o tamanho da área da reserva que foi estudada, que neste caso foi igual a 50 ha, subdividida em parcelas de 1 ha cada.

Desta maneira, surgem os questionamentos sobre os métodos empregados para se estudar agregação e abundância de espécies tropicais. Atualmente é defendida a idéia de que grandes áreas são necessárias para obter amostras adequadas das populações.

### 2.3.2. Amostragem, dimensões de parcelas e obtenção de dados

A distribuição espacial das espécies tropicais pode ser conhecida através de métodos de levantamento

fitossociológico, que podem ser divididos em métodos de parcelas ou amostras (que variam em tamanho, forma e quantidade) e métodos que utilizam as distâncias entre os indivíduos.

MCGINNIES (1934) estudou a relação entre a frequência e a abundância para aplicá-las no estudo de populações de plantas. Por outro lado, PAYANDEH (1970) estudou a distribuição das espécies tropicais desenvolvendo um método não aleatório, que determina o grau de agregação das espécies considerando a relação entre a variância e a média do número de árvores em cada parcela.

SOLOMON (1980) relata que a distribuição espacial de uma população na área que ela ocupa não é freqüentemente regular, destacando a necessidade de se ter um conhecimento prévio do padrão de dispersão da população, ao se decidir sobre o tamanho e número de amostras que devem ser obtidas.

SILVA & LOPES (1982), estudando a distribuição espacial de regeneração natural em uma floresta tropical, na Amazônia, empregaram o método do índice de não-aleatoriedade de Pielou, o qual baseia-se no processo de distâncias de pontos aleatórios para a planta mais próxima.

CARVALHO (1982) analisou a agregação de espécies em floresta tropical úmida, através de quatro métodos: a) índices de McGinnies e o de Fraker & Brischle, que determinam o grau de agregação das espécies através da relação entre a densidade observada e a esperada; b) índice de Payandeh, que é chamado não aleatorizado e determina o grau de agregação através da relação entre a variância e a média do número de árvore por quadrado; e c) índice de Hazen, que usa a relação entre a variância e a média do número de árvores por parcela.

BARROS (1986) pesquisou a estrutura da vegetação de uma floresta tropical úmida, utilizando o índice de Morisita para determinar os padrões de distribuição espacial das espécies. Esse índice é pouco influenciado pelo tamanho das amostras e tem bom uso na detecção do grau de dispersão.

### 2.3.3. Pesquisas desenvolvidas em florestas tropicais

Com relação às espécies arbóreas da Amazônia, os dados disponíveis na literatura são insuficientes para atender à necessidade de uso dessa importante característica das populações florestais tropicais.

Algumas pesquisas têm sido desenvolvidas em regiões tropicais visando a conhecer a distribuição espacial das espécies arbóreas. Vários métodos têm sido utilizados, destacando-se o de quadrados (PAYANDEH, 1970).

CARVALHO (1982) estudou a regeneração natural em uma floresta tropical úmida no Estado do Pará, encontrando entre as espécies estudadas 21 com distribuição espacial em agrupamentos e 29 com tendência a se agrupar. Com distribuição aleatória ou uniforme ocorreram 56 espécies.

Em um ensaio realizado por SILVA & LOPES (1982) na Amazônia, encontrou-se distribuições fortemente agrupadas para nove espécies. Nenhuma espécie mostrou tendência à distribuição uniforme, confirmando o fato de ser muito rara sua ocorrência em florestas naturais.

CARVALHO (1983) determinou a abundância, a posição sociológica e o grau de agregação de pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans) em uma área de 35 ha na Floresta Nacional do Tapajós. Encontrou uma grande irregularidade na distribuição da espécie; as plantas com menos de 3 metros mostraram tendência a agrupamento e, as maiores, de ocorrerem em grupos.

BARROS (1986) estudou 78 espécies em Curuá-Una, no Pará, encontrando 28 com distribuição agrupada ou contagiosa e 17 com tendência ao agrupamento, somando 57,7% do total. Foram detectadas 31 espécies com distribuição aleatória, o que representa um percentual de 39,7% do total. Apenas duas espécies apresentaram tendência a uniformidade.

THORINGTON et alii (1986) estudaram a distribuição de árvores adultas na ilha de Barro Colorado, no Panamá, encontrando 856 árvores representando 112 espécies. Das 63 espécies mais comuns, 26 tiveram a maioria dos seus indivíduos em um único hectare, ou seja, apresentaram uma distribuição espacial agrupada.

STERNER et alii (1986) estudaram os padrões espaciais de mortalidade de árvores tropicais, de quatro espécies, na Costa Rica. Os autores confeccionaram mapas dos indivíduos, usaram modelos de agrupamento ou uniformidade para as diferentes classes de tamanho, comparando os juvenis e os adultos. Observaram que as quatro espécies tinham adultos e juvenis com distribuição aleatória. Os mesmos autores acreditam que a sobrevivência pós-germinação conduziu a uma agregação uniforme.

Possíveis explicações para esses padrões devem ter sua origem nas características biológicas e ecológicas das espécies. A maioria dos trabalhos sobre fitossociologia de espécies arbóreas tropicais considera os índices matemáticos para determinação da agregação das espécies, sem considerar as implicações ecológicas que podem estar envolvidas no processo.

A esse respeito, LEÃO et alii (1988) estudaram a distribuição espacial dos indivíduos de *Carapa guianensis* Aubl., *Bertholletia excelsa* Ducke, *Goupia glabra* Aubl. e *Qualea* sp em uma floresta densa, no município de Santarém, no

Pará. Os autores utilizaram o índice de agregação de McGinnies e variaram o tamanho da área e das parcelas, o número de parcelas e o local de amostragem. Os resultados evidenciaram que as espécies estudadas variaram na classificação de agrupadas ou dispersas de acordo com o tamanho da área, o tamanho da amostra e o local de amostragem.

Esses resultados mostram divergência com os estudos realizados em populações e/ou comunidades arbóreas na Amazônia considerando os indivíduos já adultos. Nesses estudos foi verificada uma dominância de distribuição espacial na forma de agrupamentos ou com tendência à agregação.

Provavelmente o estudo de HUBBEL (1979) explique esse fato, uma vez que trabalhou com indivíduos jovens e adultos, estudando a dispersão de árvores, a abundância e a diversidade em uma floresta tropical seca. Concluiu que não é possível generalizar que as árvores tropicais ocorrem uniformemente na mata. O mesmo autor verificou nesse estudo que os indivíduos adultos da maioria das espécies não se encontravam dispersos uniformemente, sendo que apenas 28% apresentou distribuição mais uniforme e o restante, ou seja, 72% das espécies encontrava-se em agrupamentos. O autor utilizou o índice de Morisita, com parcelas quadradas para determinar a agregação de indivíduos adultos e juvenis. O mesmo autor cita que a distribuição espacial das espécies arbóreas é influenciada pela dispersão de sementes e pelo recrutamento de plântulas nas populações.

É necessário considerar a ocorrência da predação das sementes após o processo de dispersão. AUGSPURGER (1983) conceitua a dispersão como um meio da semente escapar de predadores. O autor cita que as sementes que caem próximo à planta mãe têm pouca chance de



sobrevivência devido à predação. Para o autor, a dispersão é um evento que conduz as sementes a locais com diferentes graus de segurança em relação às condições ambientais, à competição e à ação de herbívoros.

Desta maneira, os indivíduos passam a apresentar baixa densidade e uniformidade na distribuição. Nem sempre isto torna-se realidade e novos trabalhos têm procurado provar que a distribuição espacial dos indivíduos de uma população deve ser estudada à luz dos conhecimentos biológicos e ecológicos das comunidades, além dos índices matemáticos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido em uma amostra de 400 hectares da Floresta Nacional do Tapajós, que será denominada de área total experimental. Esta floresta tem a coordenação e o gerenciamento do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

##### 3.1.2. Localização geográfica e ambiental da área estudada

A área estudada fica situada no município de Santarém, Estado do Pará, na latitude 2°38' Sul e 54°57' Longitude Oeste de Greenwich, a 175 m do nível do mar (Figura 1).

O clima da região é do tipo Ami, de acordo com Köppen, com temperatura média em torno de 25°C; umidade relativa média de 86%, precipitação média anual de 2.111 mm e um total médio de 2.150 horas de brilho solar (CARVALHO, 1978). Seus solos acham-se representados predominantemente pelo Latossolo Amarelo Distrófico textura muito argilosa (BRASIL. DNPM. PROJETO RADAMBRASIL, 1976), cuja fertilidade natural depende fundamentalmente do seu teor de matéria orgânica (PEREIRA, 1987). A vegetação é classificada como mata alta sem babaçu, bastante representativa da região amazônica (DUBOIS, 1976). O relevo apresenta-se plano e suave ondulado e geologicamente a área é formada por sedimentos da Formação

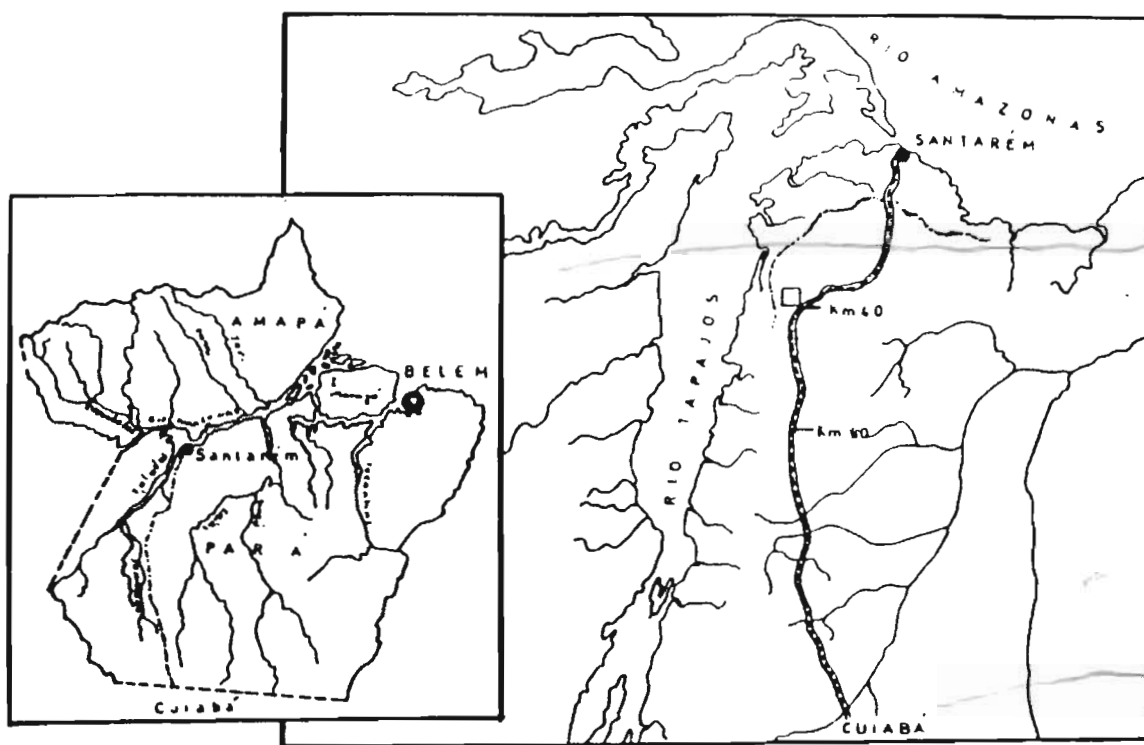


Figura 1 - Localização geográfica da Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

Alter do Chão, do Terciário (BRASIL. DNPM. PROJETO RADAMBRASIL, 1976).

### 3.1.3. Espécies selecionadas para estudo

#### a) Freijó-cinza

O freijó-cinza (*Cordia goeldiana* Huber) é uma espécie da família Borraginaceae, também chamado frei-jorge, freijó-preto e freijó-verdadeiro. São árvores de grande porte podendo chegar até 20 ou 30 m de altura e 1 m de diâmetro. Possui casca cinzenta, folhas longo pecioladas, ramificação verticilada, com ramos rugosos (BRASIL. SUDAM 1979 e CORREA 1975). Informações coletadas na área experimental pela autora, demonstraram que suas flores são brancas de tamanho médio, sendo bastante visitadas por pequenos insetos voadores (abelhas, vespas e borboletas). Possui fruto-semente (Figura 2a) formado por cálice que é gamossépalo, globoso, pequeno (2 cm de diâmetro em média), alado, sendo provavelmente dispersado pelo vento, porém com pouco alcance de vôo. Suas sementes são predadas por uma broca.

Segundo HEINSDIJK (1965), o freijó-cinza apresentou 35,17% de árvores na cobertura dominante, classificando-a no grupo de 30-40%, pois em um total de 1.000 árvores da espécie 351,7 foram observadas na cobertura dominante, considerando indivíduos acima de 25 cm de diâmetro.

É uma espécie semidecídua, que floresce entre setembro e outubro e frutifica nos meses de janeiro até março em Curuá-Una, na Amazônia, conforme BRASIL. SUDAM (1979). O mesmo trabalho cita que a espécie apresenta um índice de sobrevivência entre 60-70% em plantios e possui baixa regeneração natural.

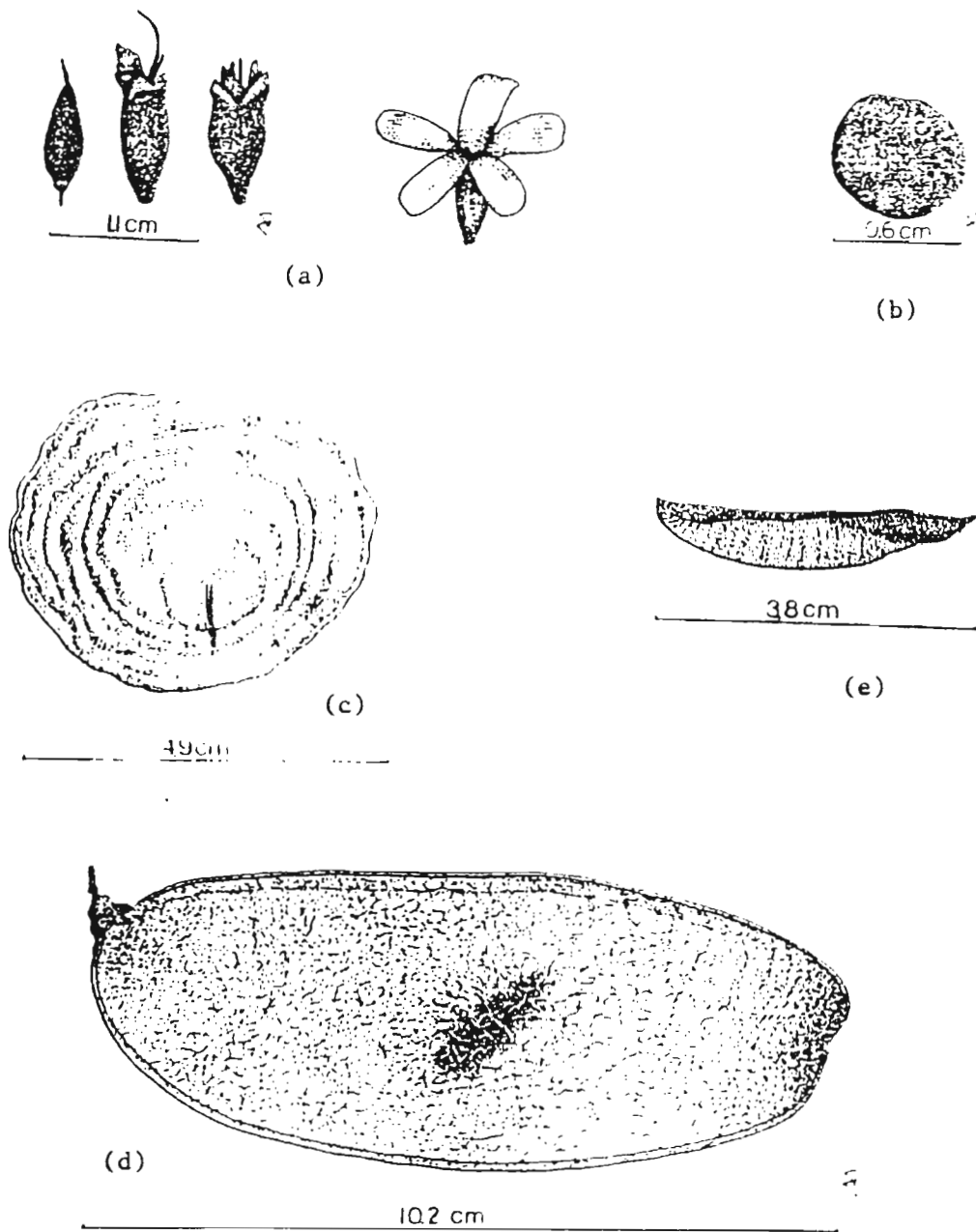


Figura 2 - Caracterização morfológica das sementes de: freijó-cinza (a), sumaúma (b), carapanaúba (c), sucupira-preta (d) e quaruba-verdadeira (e) (Desenho por José Carlos Rodrigues Macedo).

O freijó é uma espécie madeireira das mais exportadas da Amazônia. É uma das espécies arbóreas fundamentais para a silvicultura tropical, adaptando-se a várias modalidades de plantios, como a pleno sol, em sombra seletiva e em consorciação com culturas agrícolas temporárias (BRIENZA JUNIOR 1982, CARPANEZZI & YARED 1981, CARPANEZZI et alii 1983, DUBOIS 1967, INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL 1976 e YARED et alii 1980).

#### b) Sumaúma

A sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) pertence à família Bombacaceae e é também chamada de samaúma e sumaúma-da-várzea. Ocorre na Amazônia apenas em lugares de terra preta. Cresce preferencialmente em solos inundáveis, sendo raramente encontrada em floresta de terra firme. É uma espécie de crescimento rápido, podendo atingir 50 m de altura e até 2 m de diâmetro, com grandes saposemas. É uma árvore da cobertura dominante, sendo exigente em luz (BRASIL. SUDAM 1979, CORREA 1975 e HEINSDIJK 1965).

*Ceiba pentandra* é uma espécie caducifólia e que apresenta desfolha total nos meses de outubro e novembro, floresce de junho a agosto e frutifica em setembro e outubro. Sua regeneração natural é considerada regular (50% em média) e em plantios artificiais tem ótimo índice de sobrevivência (80-90%), bom incremento médio anual, sendo uma espécie de rápido crescimento na várzea (BRASIL. SUDAM 1979, INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL 1976 e DUBOIS 1967).

As flores da espécie são brancas e com cheiro forte e são campanuladas, com pétalas de 3 cm. Seu fruto é uma cápsula fusiforme, amarelada, grande, com até 30 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro (Figura 2b). No seu interior, envolvendo as sementes, encontram-se filamentos sedosos, brancos ou pardacentos chamados de paina, que

funcionam como aparato de vôo, levando as sementes a longas distâncias (CORREA 1975). Seu poder germinativo é de 60 a 70% e o tempo de germinação varia de uma a duas semanas (BRASIL. SUDAM 1979).

Observações realizadas na área experimental pela autora, constataram que as flores de sumaúma são de cor branca, porém um pouco avermelhada, de cheiro forte e ocorrem em cacho. Seu fruto é uma cápsula e quando amadurece abre-se, liberando as sementes que, envolvidas pela paina, conseguem flutuar no ar, sendo dispersadas pelo vento. Não foi constatado predador das sementes.

### c) Carapanaúba

A carapanaúba (*Aspidosperma oblongum* A.DC.) é uma espécie da família Apocynaceae que é muito comum na Amazônia. São árvores de grande porte, com caule sulcado no sentido vertical e septado (CORREA 1975).

Segundo HEINSDIJK (1965), a carapanaúba apresentou 52,92% de árvores na cobertura dominante ou, de 1.000 árvores, 529,2 estavam na cobertura dominante, considerando indivíduos com DAP maior ou igual a 25 cm.

Suas flores são brancacentas aveludadas, dispostas em cimeiras corymbosas densas; o fruto é um folículo de 5 a 6 cm de largura, muito rugoso, segundo CORREA (1975).

Já na área experimental foram identificadas algumas características da biologia da espécie. Suas flores são brancas (escuras ou amareladas), muito pequenas e em forma de um cálice alongado. Seus frutos são achatados, pequenos (de 5 a 6 cm de diâmetro), arredondados e sua casca é bem grossa, com espinhos; possui várias sementes aladas dentro dele. O fruto quando verde é predado por pássaros como arara, papagaio e curica; depois de maduro, já no chão,

é atacado por roedores como cutia e rato. Suas sementes são aladas (Figura 2c).

#### d) Sucupira-preta

A sucupira-preta (*Diploptropis purpurea* (Rich.) Amush.) é uma espécie da família Leguminosae Papilinoideae, muito comum na região amazônica. Suas árvores ocorrem na cobertura dominante da floresta, de acordo com HEINSDIJK (1965); de 1.000 árvores dessa espécie com mais de 25 cm de diâmetro, 512 encontravam-se no dossel superior da mata.

CORREA (1975) relata que a espécie tem brácteas e bractéolas muito pequenas, cálice oblíquo, curvado e persistente; suas pétalas são róseas ou violáceas.

Observações da autora, realizadas na área experimental, mostram que suas flores são roxas, pequenas e ocorrem em cachos. São visitadas por pequenos animais (abelhas, vespas, borboletas e besouros). Seu fruto é uma vagem, com cerca de 10-15 cm de comprimento e 2-3 cm de largura, esbranquiçado, membranáceo, oblongo, contendo três sementes, em média. As sementes são oblongas, com tegumento duro e do tipo samara (Figura 2d). Os frutos abrem-se liberando as sementes que provavelmente são dispersadas por anemocoria.

#### e) Quaruba-verdadeira

A quaruba-verdadeira (*Vochysia maxima* Ducke) pertence à família Vochysiaceae, sendo conhecida também como cedrorana. É uma árvore dominante no dossel, de altura entre 25 e 40 m, com fuste reto, sem sapopemas, e com copa média e ramosa (BRASIL. SUDAM 1979 e CORREA 1975). Na floresta é uma árvore da cobertura dominante, segundo HEINSDIJK (1965), que registrou 48% dos seus indivíduos nessa parte do dossel, em um estudo realizado na Amazônia.



A quaruba-verdadeira apresenta desfolha parcial, floresce de outubro a novembro e frutifica de março a abril. Possui excelente regeneração natural e em plantios artificiais apresenta boa sobrevivência (80%, em média) e bom incremento médio anual, conforme observado por BRASIL. SUDAM (1979) e DUBOIS (1967).

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (1976) relata que em ensaios desenvolvidos em Igarapé-Açu (PA), a quaruba teve bom crescimento em viveiro e com ótima resistência à repicagem (93,1% de sobrevivência). O autor considera a quaruba uma espécie prioritária à produção de mudas em grande escala, por considerá-la promissora para projetos de reflorestamento. Com relação às informações fenológicas, foi verificado que nessa região a espécie frutifica nos meses de maio a junho.

Suas flores são amarelo-alaranjadas, claras, pequenas e com pétalas longas. As sementes são aladas, pequenas (1 kg tem 20.800, em média) e seu fruto é classificado como uma cápsula de tamanho médio e triangular. Seu poder germinativo é alto (entre 70 e 90%) e o tempo de germinação é de dez a quinze dias, de acordo com BRASIL. SUDAM (1979).

Em observações da autora na área experimental, foi verificado que suas flores são amareladas, pequenas e ocorrem em cachos. Seu fruto é uma cápsula trilocular contendo sementes aladas (Figura 2e), cujo provável dispersor é o vento. Os frutos geralmente são atacados por pássaros quando ainda estão verdes, o que causa a predação das sementes. Os animais mais comuns são arara e papagaio.

## 3.2. Métodos

O presente trabalho consta de três ensaios, sendo eles: a) quantificação de sementes dispersas; b) fenologia reprodutiva; e c) distribuição espacial. A seguir são discutidos a metodologia utilizada para cada um.

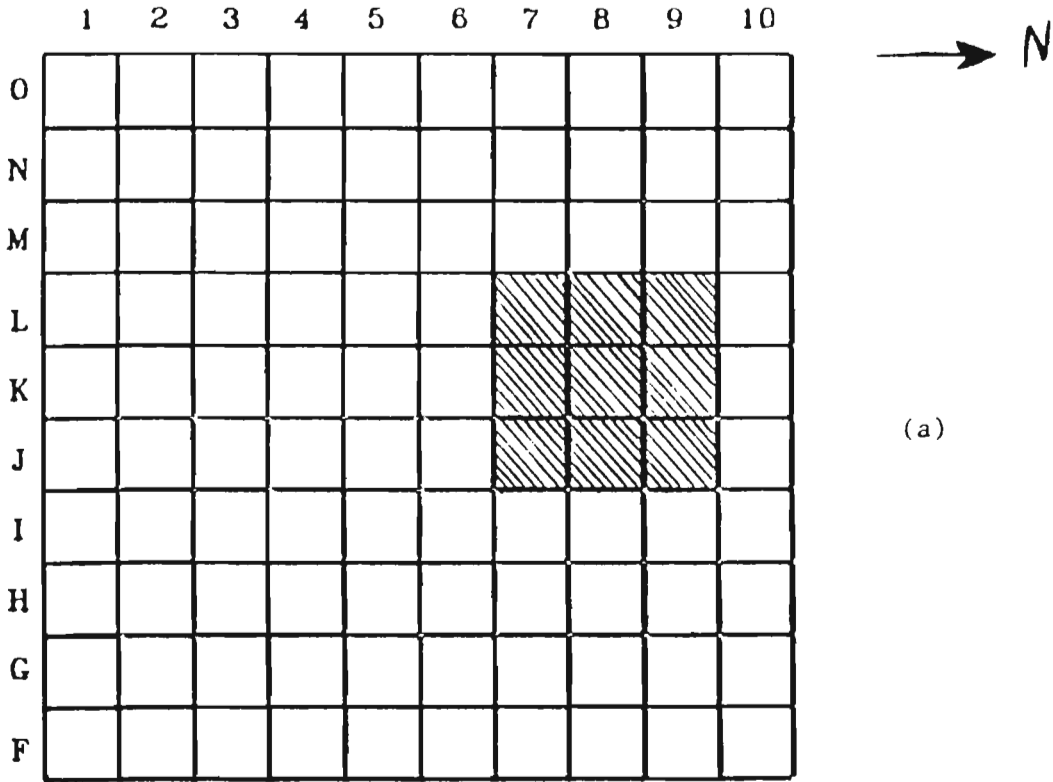
### 3.2.1. Quantificação da disseminação de sementes

A área experimental foi dividida em 100 quadras de 4 ha (200 m x 200 m) cada (Figura 3a). Essas quadras foram marcadas a cada 50 m, com piquetes, os quais foram interligados por trilhas abertas para facilitar o deslocamento na mata, bem como a localização das quadras (Figura 3b).

Selecionaram-se nove quadras contíguas centrais na área total experimental, onde foram instaladas as bandejas coletoras (Figura 3b). Essas bandejas foram distribuídas em número de 16 por quadra, a uma distância de 50 m uma da outra, correspondendo a 4 bandejas por hectare (Figura 3b).

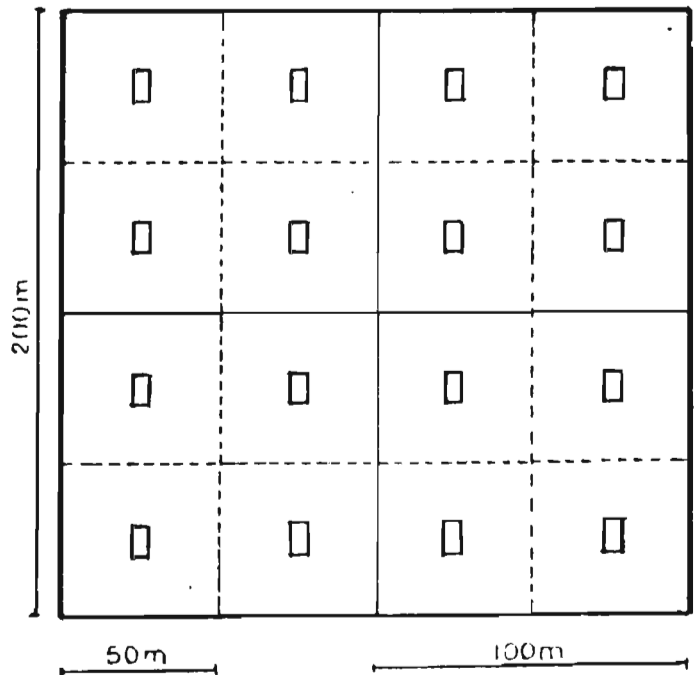
MEDWECKA-KORNAS (1971) recomenda o uso de 25 a 30 bandejas por hectare, dispostas sistematicamente ou ao acaso, para estudos de coleta de material decíduo. O mesmo autor cita que esse número deverá ser relacionado à intensidade da amostragem, assim como de características da fenologia do local. Entretanto, considera que para estudos dessa natureza a área a ser pesquisada não deve ser superior a 1 ha.

O número de bandejas para esse estudo de disseminação de sementes foi planejado em função dos estudos prévios similares já conduzidos, assumindo que uma distância de 50 metros entre bandejas seria suficiente para capturar a



(a)

Figura 3 - Demarcação da área total experimental e localização da área de estudo de dispersão de sementes (a). Croqui de uma quadra e localização das bandejas para a coleta de sementes (b).



(b)

maioria das espécies. Foi também considerada a capacidade de trabalho da equipe de pesquisa, com a coleta de sementes das 144 bandejas a cada quinze dias, com a análise do conteúdo de 288 bandejas por mês.

No presente estudo, as bandejas utilizadas foram construídas com 1 m<sup>2</sup> de área receptora, usando-se sacos de nylon medindo 115 cm x 87 cm, sendo sua armação confeccionada com varas de bambu e estando sua área coletora a 50 cm de altura, para mantê-las suspensas do solo, minimizando os problemas de predação das sementes. As 144 bandejas foram instaladas, na posição horizontal, nas nove quadras do estudo.

O tamanho das bandejas para esse estudo baseou-se em trabalhos de dispersão de sementes, realizados em vários tipos de florestas, cujos autores utilizaram bandejas com 1 m<sup>2</sup> de área receptora ou valores próximos a esse (DANIEL 1988, JACKSON 1981, RAMIREZ 1986 e ZASADA & DENSMORE 1979).

#### a) Instalação das bandejas e cronograma de coletas

As bandejas foram instaladas no início do mês de março de 1987, e a primeira coleta foi realizada no dia 09.04.87. A partir daí, o material coletado nas bandejas foi recolhido a cada quinze dias, sendo a última coleta feita no dia 05.04.88, totalizando 27 coletas. A cada coleta reuniu-se o material das 144 bandejas, somando 288 sacos de material disseminado a cada mês, totalizando 3.456 amostras de material coletado nas bandejas durante o período de realização do experimento.

No presente estudo não se seguiu um intervalo de coletas próximo a uma semana, preferindo-se a coleta a cada quinze dias, em razão dos objetivos do trabalho. Do

material orgânico depositado nas bandejas, somente os frutos e as sementes tiveram interesse para esta pesquisa.

**b) Procedimento de coleta e avaliação da disseminação de sementes**

Na avaliação do material coletado nas bandejas, foi verificado o aspecto qualitativo do material capturado, determinando-se diferentes tipos de sementes capturadas nas bandejas, caracterizando-as por morfotipos.

Sob o ponto de vista quantitativo, foi determinado o número total de sementes capturadas para cada período de coleta, examinando-se todos os tipos de sementes depositadas nas bandejas.

As sementes foram divididas em dois grupos diferentes: a) com aparato de vôo; e b) sem aparato de vôo. No primeiro grupo foram incluídas todas as espécies que tinham algum tipo de estrutura incorporada a elas e que permitia à espécie apresentar dispersão preferencialmente pelo vento. Foi realizada uma divisão em subgrupos com base nas suas formas aerodinâmicas, seguindo a classificação feita por AUGSPURGER (1986). Esta autora sugere sete tipos morfológicos: flutuador, planador, helicóptero, autogiro, autogiro rolante, saltador e sem classificação. No grupo b foram consideradas todas as sementes sem qualquer tipo de aparato de vôo e, portanto, não sendo dispersadas preferencialmente pelo vento, muito embora se saiba que as sementes de tamanho diminuto podem ser consideradas como anemocóricas.

A seguir, foi calculada a área de cada espécie de semente e, então, as mesmas foram subdivididas de acordo com o seu tamanho em: muito grande (área maior ou igual a 800 mm<sup>2</sup>); grande (área menor que 800 mm<sup>2</sup> e maior ou igual a 300 mm<sup>2</sup>); média (área menor que 300 mm<sup>2</sup> e maior ou igual a 80

mm<sup>2</sup>); pequena (área menor que 80 mm<sup>2</sup> e maior ou igual a 20 mm<sup>2</sup>); e muito pequena (área menor que 20 mm<sup>2</sup> e maior ou igual a 5 mm<sup>2</sup>). Sementes com área inferior ao limite fixado não foram consideradas nesse estudo por possuírem um comportamento semelhante à poeira devido não só ao seu tamanho diminuto, como também ao seu pouco peso.

A classificação utilizada foi adaptada de JACKSON (1981) que, estudando as diferenças temporais para sementes não dispersadas pelo vento, dividiu-as pela área (maior largura x maior comprimento) em dois grupos: 1) maiores que 130 mm<sup>2</sup>; e 2) menores que 130 mm<sup>2</sup>. Este autor comprovou uma correlação entre o tamanho da semente e a extensão temporal e espacial da sua dispersão.

Todos os diásporos dispersados pelo vento e coletados neste trabalho foram de uma só semente. Dessa forma, consideraram-se diásporos como sementes no contexto no presente trabalho.

A caracterização de sementes como dispersas ou não pelo vento foi feita com base em observações de sua morfologia. Em cada amostra, as sementes foram contadas e identificadas pelo morfotipo ou espécie.

#### c) Tratamento preliminar do material coletado

O material dispersado foi retirado das bandejas a cada intervalo de coleta e transferido para sacos de polietileno devidamente etiquetados, com a identificação das bandejas, e levado da mata para o Laboratório de Sementes da EMBRAPA, em Belterra - PA, distante 35 Km do local do ensaio. No laboratório de Sementes, o material de cada saco, mantido aerado durante o transporte, era imediatamente espalhado sobre pedaços de jornal para secar à sombra durante dois ou três dias. Após essa secagem, procedia-se à separação do material, conservando-se apenas sementes e

frutos; e eliminando-se folhas e galhos. Em seguida, guardava-se o material em sacos de papel já devidamente identificados, pesando-se o seu conteúdo e fazendo a remessa para Piracicaba - SP, via aérea, acondicionando-as em caixas de isopor.

#### **d) Separação e contagem do material coletado**

O material remetido à Piracicaba - SP ficou armazenado em câmara fria, no Laboratório de Sementes do Departamento de Silvicultura da ESALQ-USP, para que o mesmo não se deteriorasse. Foi procedida a separação das sementes em grupos diferenciados pelas suas características morfológicas. No grupo A ficaram as sementes dispersadas pelo vento, dividindo-as em subgrupos de acordo com a classificação de AUGSPURGER (1986), considerando suas formas aerodinâmicas: helicóptero, autogiro, flutuante, autogiro rolante, planador e outros tipos (Figura 4). A Tabela 1 contém modelo de voo e formas para os diferentes diásporos das espécies estudadas neste ensaio, descritas em diferentes fontes. No grupo B ficaram as sementes de espécies não dispersadas pelo vento, dividindo-as em cinco subgrupos: muito grande, grande, média, pequena e muito pequena. Após a separação foram contadas todas as sementes de cada grupo e subgrupo coletadas, para cada uma das 27 coletas efetuadas.

#### **e) Avaliação do material disseminado**

Para a análise estatística dos dados coletados na experimentação de dispersão de sementes, tomou-se como unidade, ou parcela, o total de sementes de cada espécie ou de cada grupo quanto ao aparato de voo e tamanho da semente. Foram calculadas as médias e seus respectivos desvios padrões para cada época de coleta e foram comparadas dentro e entre coletas.

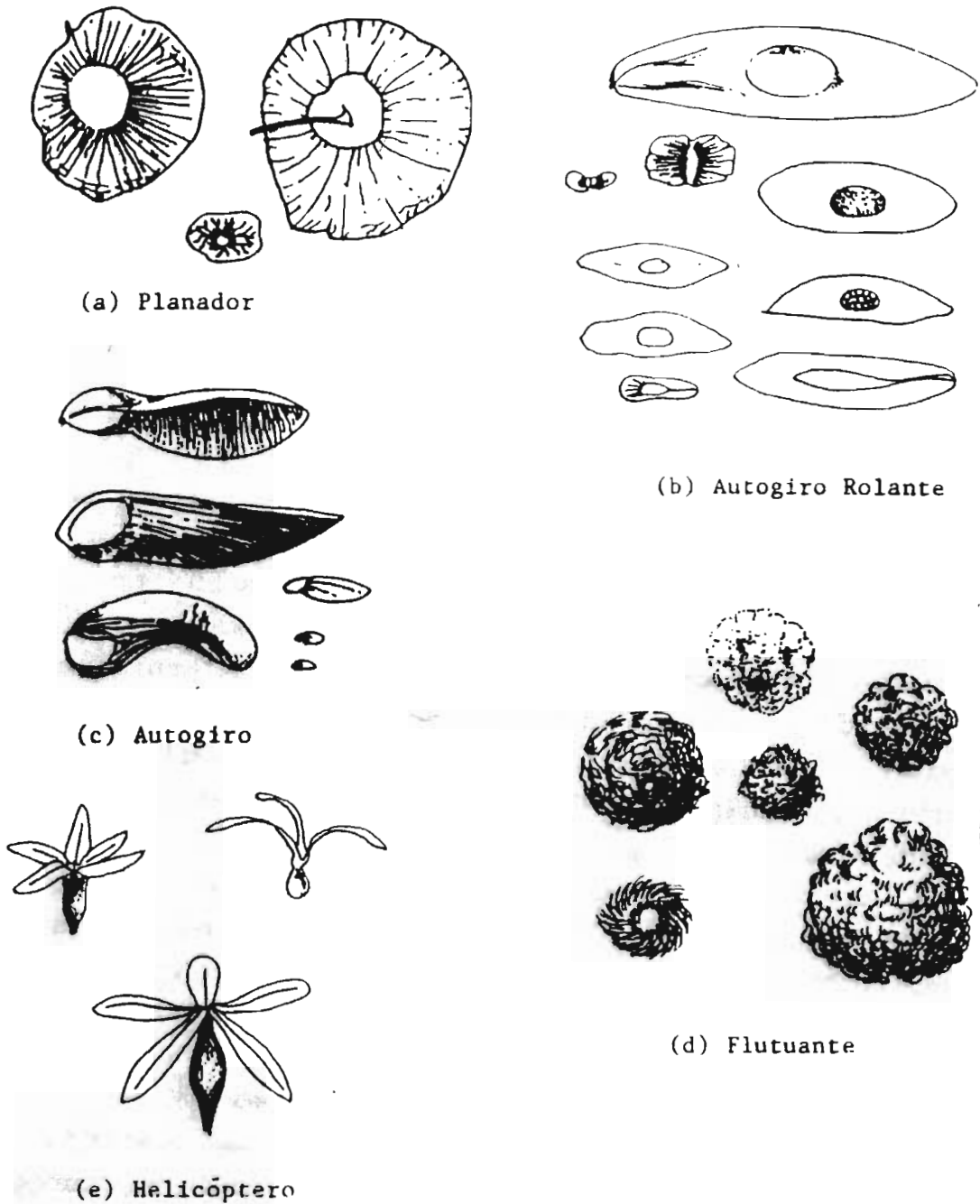


Figura 4 - Morfologia dos diásporos de espécies arbóreas dispersadas pelo vento, na ilha de Barro Colorado, Panamá (Reprodução do trabalho de AUGSPURGER, 1986).



TABELA 1 - Classificação de tipos de diásporos e características de voo para as sementes com aparatos para dispersão pelo vento.

Tipo de diásporo	Modelo de voo e forma do diásporo	Fontes
Helicóptero	Gira firmemente em volta de uma linha vertical; similar ao autogiro com asas adicionais.	AUGSPURGER (1986)
Flutuante	Flutua em direção ao chão em uma linha vertical; sementes ou frutos plumosos, raros nas florestas mas frequentes em vegetações abertas.	AUGSPURGER (1986) PIJL (1972)
Autogiro rolante	Gira em dois eixos ao mesmo tempo: 1) em volta do eixo longitudinal do diásporo; 2) em volta de uma extremidade do diásporo em uma espiral pouco apertada.	AUGSPURGER (1986)
Autogiro	Sementes aladas de um lado só, fornecendo os meios para propulsão dinâmica; gira firmemente ao redor da semente no final do diásporo.	PIJL (1972) AUGSPURGER (1986)
Planador	Sementes aladas dos dois lados (asas planas) permitindo voo como planador. Pode ter asa ao redor da semente toda; plana e ondulada, mas não com movimento frontal cumulativo.	PIJL (1972) AUGSPURGER (1986)

### 3.2.2. Observações das fenofases reprodutivas

Foi realizado um inventário florestal a 100% de intensidade, considerando diâmetro mínimo de 30 cm.

As espécies prioritárias para esse estudo foram selecionadas considerando-se a morfologia diferenciada de suas sementes, incluindo-as em grupos aerodinâmicos bem distintos. Apesar de todas elas serem dispersas pelo vento, seu alcance é muito diferenciado, em função de seu aparato de voo.

A escolha de espécies com diásporos tão diferentes visou a estudar a variação da dispersão anemocórica das sementes que existem na floresta tropical em questão.

Outro aspecto considerado na escolha das espécies foi a sua representatividade na região, assim como a ocorrência regular de indivíduos das espécies na amostra total.

A seleção de árvores para o estudo de fenologia foi realizada em duas etapas. A primeira baseou-se na distribuição espacial de cada espécie, escolhendo-se indivíduos distantes uns dos outros a fim de se diminuir a probabilidade de parentesco entre os mesmos e avaliar a variabilidade intra-específica. Na segunda fase, considerou-se as características fenotípicas de cada árvore, escolhendo-se aquelas com fenótipos não defeituosos, copa maior e bom estado de sanidade. Todas as matrizes escolhidas foram identificadas botanicamente.

As matrizes foram marcadas por ocasião do levantamento, sendo numeradas por quadra e número de identificação, e riscados com "unha-de-sogra" (marcador especial) no seu tronco, à altura do peito. A partir do levantamento a 100% que foi realizado na área, foram elaborados mapas de localização das árvores para cada uma das

espécies. Pelos mapas tem-se a posição correta de cada matriz na quadra.

Este trabalho seguiu a metodologia recomendada por FOURNIER & CHARPANTIER (1975), com as adaptações que se fizeram necessárias. Essa metodologia foi testada por CARVALHO (1980a) em um trabalho realizado na Floresta Nacional do Tapajós, em Santarém - PA, em espécies arbóreas.

#### **a) Período e freqüência das observações**

As fenofases foram observadas durante um período de 36 meses, com exceção da carapanaúba que foi estudada por somente doze meses. A freqüência das observações utilizada nesse estudo foi de quinze dias, considerada pelos autores já citados como sendo suficiente para avaliar o comportamento fenológico das espécies arbóreas da mata tropical.

#### **b) Tipos de observações**

Foi realizado um estudo da fenologia reprodutiva das espécies prioritárias, utilizando-se uma amostra de indivíduos da população, e uma análise qualitativa fornecendo-se informações sobre a ocorrência de determinado evento, seguindo o recomendado por FOURNIER (1974).

Foram considerados os seguintes eventos: desfolha (parcial e total), floração (botão floral e flor) e frutificação (fruto verde, fruto maduro e disseminação).

#### **c) Número de indivíduos observados**

Foram selecionados dez indivíduos de cada espécie para serem submetidos a observações fenológicas quinzenais. Esse tamanho de amostra foi considerado adequado para esse tipo de estudo, pelos autores do trabalho no qual essa metodologia foi baseada (FOURNIER & CHARPANTIER 1975).

No caso das espécies cujo número de indivíduos adultos na área não foi superior a dez, foram utilizados todos aqueles disponíveis.

### 3.2.3. Distribuição espacial dos indivíduos

A partir do inventário realizado na área total do experimento, foram elaborados mapas de localização das árvores para cada uma das cinco espécies, anteriormente referidas no estudo de fenofases. Nesse levantamento anotou-se a localização de cada árvore nas quadras.

O estudo de distribuição espacial, por se constituir num parâmetro da estrutura populacional das espécies, complementa os estudos de dispersão de sementes e de fenologia das espécies, realizados neste trabalho, e são importantes para o conhecimento de sua biologia reprodutiva.

A distribuição espacial das espécies foi analisada através da agregação ou agrupamento dos indivíduos das populações em estudo, usando-se dois tipos de "métodos de quadrados" para a determinação do índice de agregação. Esses métodos baseiam-se em observações de campo, que consistem no cálculo do número de indivíduos em uma área com parcelas quadradas. De acordo com PAYANDEH (1970), os resultados são fortemente influenciados pelo tamanho do quadrado usado na coleta dos dados. Entretanto, o autor conclui que o método de quadrado tem uma performance muito boa e ligeiramente melhor do que os outros métodos testados.

Para minimizar os prováveis efeitos do tamanho do quadrado, nos cálculos do presente ensaio, foram usados dois diferentes tamanhos de quadrado (1 e 4 ha).

#### a) Índice de McGinnies

As análises de agregação das espécies foram realizadas através do cálculo do índice de McGinnies, que

determina o grau de agregação das espécies usando uma relação entre a densidade observada e a densidade esperada, expressa da seguinte maneira:

$$IGA = D/d$$

onde:

IGA = índice de agregação de McGinnies

D = densidade observada

$$D = \frac{\text{número total de árvores por espécie}}{\text{número total de parcelas examinadas}}$$

d = densidade esperada =  $-\ln [1 - (F/100)]$ , onde:

F = frequência

$$F = \frac{\text{número de parcelas em que ocorre a espécie}}{\text{número total de parcelas examinadas}} \times 100$$

$\ln$  = logaritmo neperiano

A interpretação do grau de agregação varia com os valores de IGA. Sempre que o valor calculado for menor que 1,0, significa tendência a uma distribuição regular. A indicação de agregação é observada quando o valor de IGA for maior que 2,0, de acordo com MCGINNIES (1934).

**b) Índice de Payandeh**

Este índice determina o grau de agregação das plantas de uma população, usando a relação entre a variância e a média do número de árvores por quadrado. É considerado por PAYANDEH (1970) como um dos métodos não aleatorizados mais eficientes na determinação do padrão de distribuição espacial das espécies, além de ser de mais fácil uso, devido a sua simplificação na coleta dos dados. É obtido através da seguinte expressão:

$$IAP = V/M$$

onde:

IAP = índice de agregação de Payandeh

V = variância dos números de árvores por quadrado

M = média do número de árvores por quadrado

A interpretação dos valores de IAP é a seguinte: menores que 1,0 indicam que não há agrupamento das espécies; entre 1,0 e 1,5 significa que existe tendência ao agrupamento; e maiores que 1,5 certificam que há agrupamento.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Quantificação da dispersão de sementes

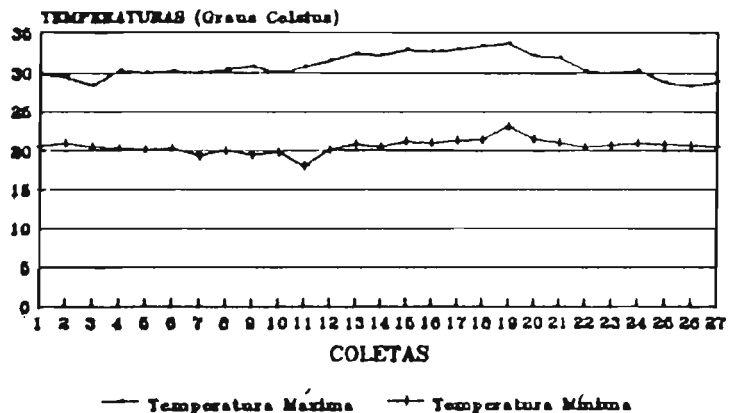
Este estudo verificou as interrelações de parâmetros reprodutivos em uma floresta tropical, considerando o tamanho e a forma das sementes em relação à dimensão temporal da sua queda, analisando também a sua interrelação com a distribuição de variáveis meteorológicas no período (Figura 5).

Foi possível quantificar a chegada de sementes livres em locais fixos, representados pelas bandejas instaladas na área de estudo. A possibilidade de chegada nos locais mencionados constitui-se num componente importante da dispersabilidade das espécies arbóreas.

Através do uso de 144 bandejas coletoras, instaladas em 36 ha, foram capturadas 25.677 sementes de 292 espécies vegetais, cujas distribuições das frequências de coletas estão representadas na Tabela 2 e graficamente na Figura 6. Desse total, a maioria pertence ao grupo de espécies cujas sementes não têm aparato de vôo, somando 22.931 (89,3%) sementes de 224 (76,7%) espécies. No grupo de espécies com aparato de vôo foi registrado um número bem inferior, totalizando 2.745 (10,7%) sementes e 68 (23,3%) espécies (Tabela 3, Figura 7).

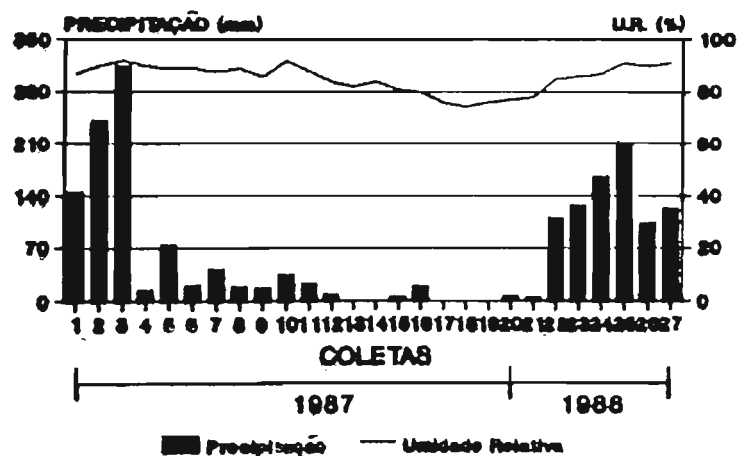
Os resultados obtidos nesse estudo são compatíveis com os dados de JACKSON (1981) que, estudando a dispersão de sementes numa floresta úmida, encontrou um total de 22.242 sementes de 227 espécies. Desse número, 4.698

## TEMPERATURAS



(a)

## DADOS METEOROLÓGICOS PRECIPITAÇÃO E UMIDADE RELATIVA



(b)

Figura 5 - Dados meteorológicos referentes a temperatura (a) e precipitação e umidade relativa (b). Período de 09/04/89 a 05/04/88. Fonte: Estação Meteorológica do Ministério da Agricultura, Belterra (PA).



TABELA 2 - Número total de sementes e de espécies e número médio de sementes coletadas num período de treze meses na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

Coletas	Datas	Número total de sementes/ coleta	Número total de espécies/ coleta	Número médio de sementes/ espécie
1	09.04.87	1757	111	15,83
2	23.04.87	2032	77	26,38
3	07.05.87	539	66	8,17
4	21.05.87	538	59	9,12
5	04.06.87	1501	67	22,40
6	19.06.87	858	66	13,00
7	02.07.87	728	54	13,48
8	16.07.87	248	56	4,43
9	28.07.87	294	71	4,14
10	11.08.87	587	66	8,89
11	25.08.87	632	76	8,31
12	09.09.87	1053	98	10,74
13	23.09.87	2552	89	28,67
14	06.10.87	567	59	9,61
15	19.10.87	1252	95	13,18
16	04.11.87	790	93	8,49
17	17.11.87	919	103	8,92
18	01.12.87	615	83	7,41
19	16.12.87	1177	94	12,52
20	30.12.87	575	90	6,39
21	12.01.88	910	75	12,13
22	26.01.88	1061	104	10,20
23	09.02.88	1416	101	14,02
24	23.02.88	774	111	6,97
25	08.03.88	741	90	8,23
26	22.03.88	929	138	6,73
27	05.04.88	632	116	5,45
T O T A L		25677	-	-
M É D I A		951		
DESVIO PADRÃO (s)		527,37		

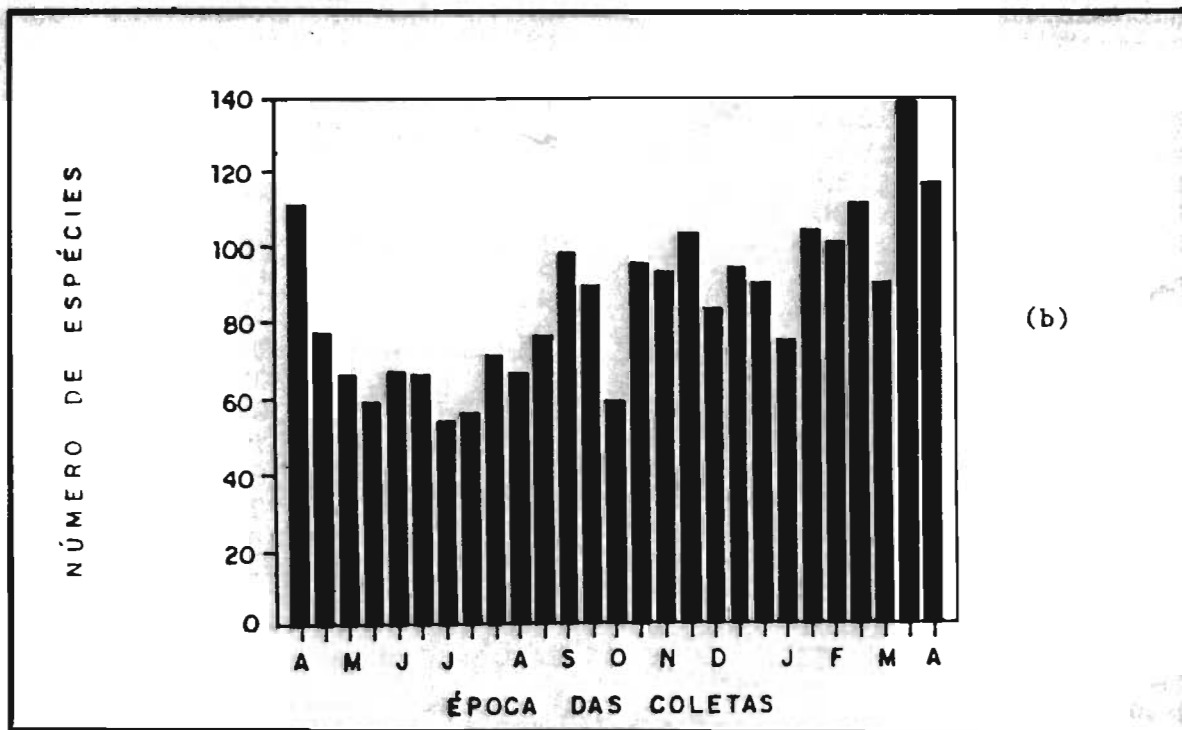
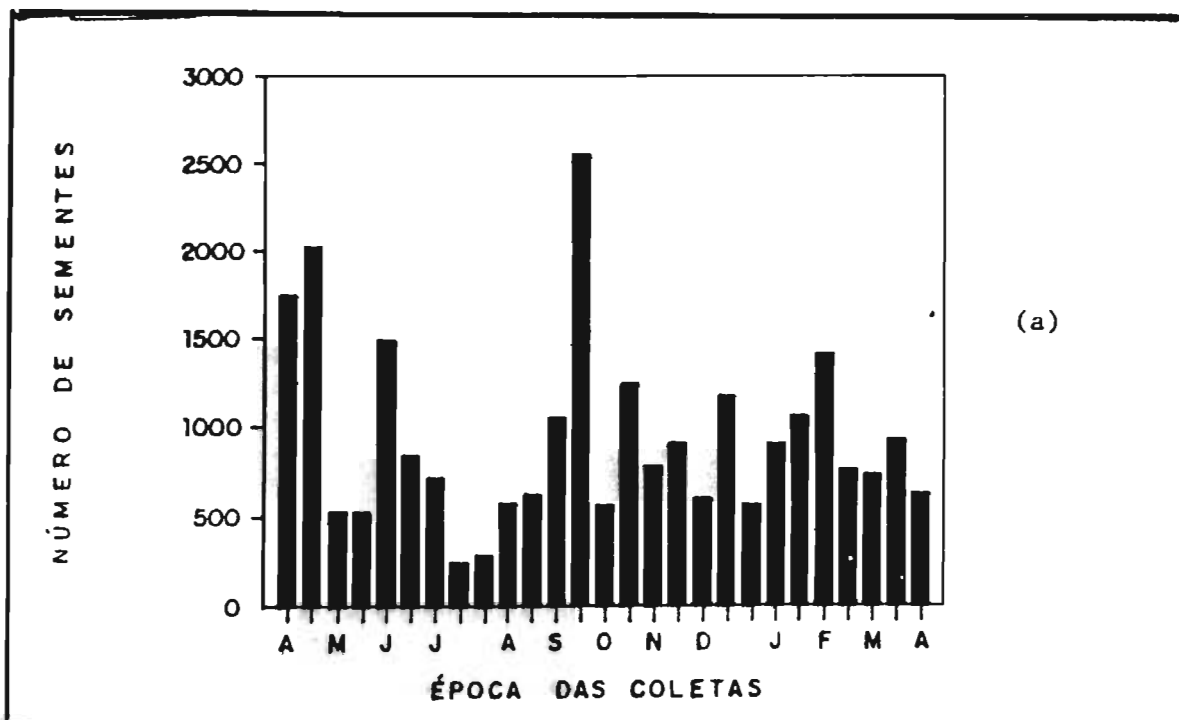


Figura 6 - Distribuição da frequência do número de sementes (a) e de espécies (b) capturadas nas diferentes épocas de coleta (Abril/87 a Abril/88), na Floresta Nacional do Tapajós, em Santarém - PA.

TABELA 3 - Número total de espécies e de sementes com e sem aparato de vôo coletadas num período de treze meses na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém (PA).

Coleta	Data	Aparato de vôo				Bandejas vazias NQ(%)
		Com		Sem		
		Esp.	Sem.	Esp.	Sem.	
1	09.04.87	34	433	77	1324	39(27,1)
2	23.04.87	13	67	64	1965	69(47,9)
3	07.05.87	7	29	59	510	78(54,2)
4	21.05.87	4	9	55	529	87(60,4)
5	04.06.87	4	15	63	1486	77(53,5)
6	19.06.87	8	68	58	790	87(60,4)
7	02.07.87	4	46	50	682	88(61,1)
8	16.07.87	4	4	52	244	83(57,6)
9	28.07.87	3	8	68	286	75(52,1)
10	11.08.87	5	11	61	576	81(56,2)
11	25.08.87	6	28	70	604	76(52,8)
12	09.09.87	11	175	87	878	55(38,2)
13	23.09.87	10	601	79	1951	66(45,8)
14	06.10.87	3	87	56	480	53(36,8)
15	19.10.87	8	197	87	1055	48(33,3)
16	04.11.87	10	116	83	674	54(37,5)
17	17.11.87	13	195	90	724	44(30,5)
18	01.12.87	9	60	74	555	73(50,7)
19	16.12.87	9	56	85	1121	66(45,8)
20	30.12.87	4	11	86	564	63(43,8)
21	12.01.88	9	77	66	833	62(43,0)
22	26.01.88	9	35	95	1026	59(41,0)
23	09.02.88	4	31	97	1385	51(35,4)
24	23.02.88	7	76	104	698	66(45,8)
25	08.03.88	8	64	82	677	63(43,8)
26	22.03.88	15	82	123	847	57(39,6)
27	05.04.88	14	165	102	467	46(31,9)
TOTAL		2.746		22.931		1.766
MÉDIA		101,7		849,2		65,4(45,4)
DESVIO PADRÃO (s)		134,45		444,71		14,05

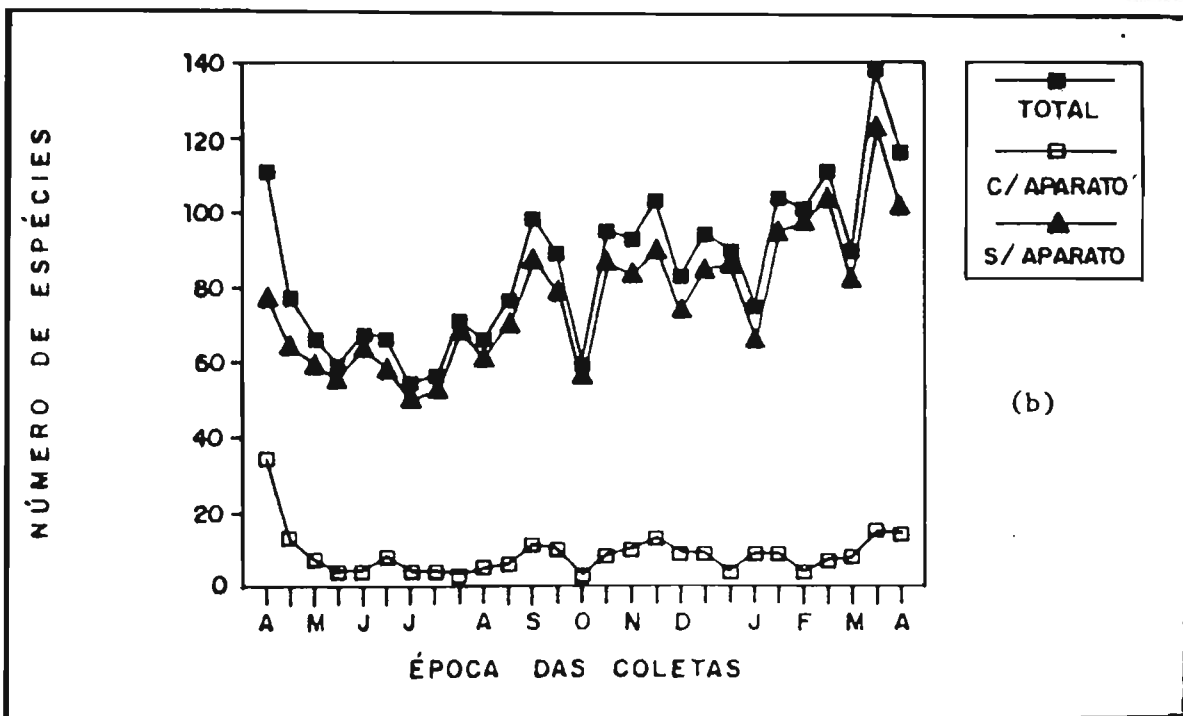
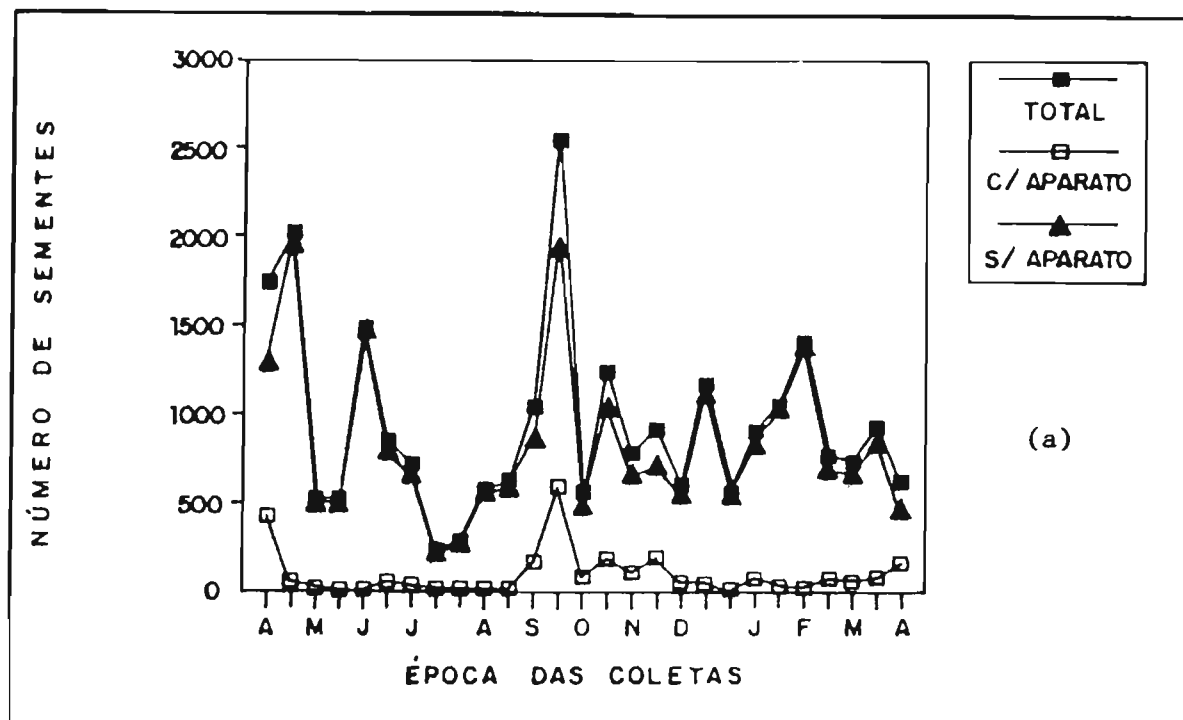


Figura 7 - Distribuição da frequência do número de sementes (a) e de espécies (b) com e sem aparato de vôo, em relação ao total de sementes e de espécies capturadas nas diferentes épocas de coleta (Abril/87 a Abril/88), na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

(21,1%) eram de espécies dispersadas pelo vento e 17.544 (78,9%) eram de espécies não dispersadas pelo vento. Para o total de espécies, o autor encontrou que 209 (92,1%) morfo-espécies não eram dispersadas pelo vento e que apenas 18 (7,9%) tinham morfologia adaptada para dispersão anemocórica.

Entretanto, os dados obtidos no presente ensaio diferem daqueles encontrados por AUGSPURGER & FRANSON (1988), que coletaram um total de 52.467 (95,0%) sementes dispersas pelo vento e somente 2.782 (5,0%) sementes de espécies não dispersadas pelo vento. Deve-se ressaltar que a metodologia usada pelos autores citados, diferiu da utilizada neste ensaio, com relação à posição das bandejas coletoras de sementes, intensidade da amostragem e época de instalação do ensaio, assim como o tipo de floresta.

É necessário considerar o grande número de bandejas onde não foram capturados propágulos no decorrer do presente ensaio. Foi constatada uma média igual a 65,4 (desvio padrão 14,05) de bandejas sem sementes (45,4%) nas diferentes épocas de coleta, de acordo com os dados mostrados na Tabela 3. Na Figura 8 e na Tabela 4 são apresentados os totais de bandejas vazias durante as coletas realizadas.

Com relação ao total de bandejas vazias, houve uma diminuição do seu número entre os meses de setembro a novembro, que coincidem com a menor precipitação pluviométrica na região. Registrou-se neste período o maior pico de dispersão de sementes (Figura 6a), não existindo entretanto, um local determinado para maior ou menor coleta de sementes. O inverso também não foi observado na área experimental.

Neste ensaio não foi possível conhecer a distribuição espacial das clareiras existentes na floresta, uma vez que não foi realizado um inventário para

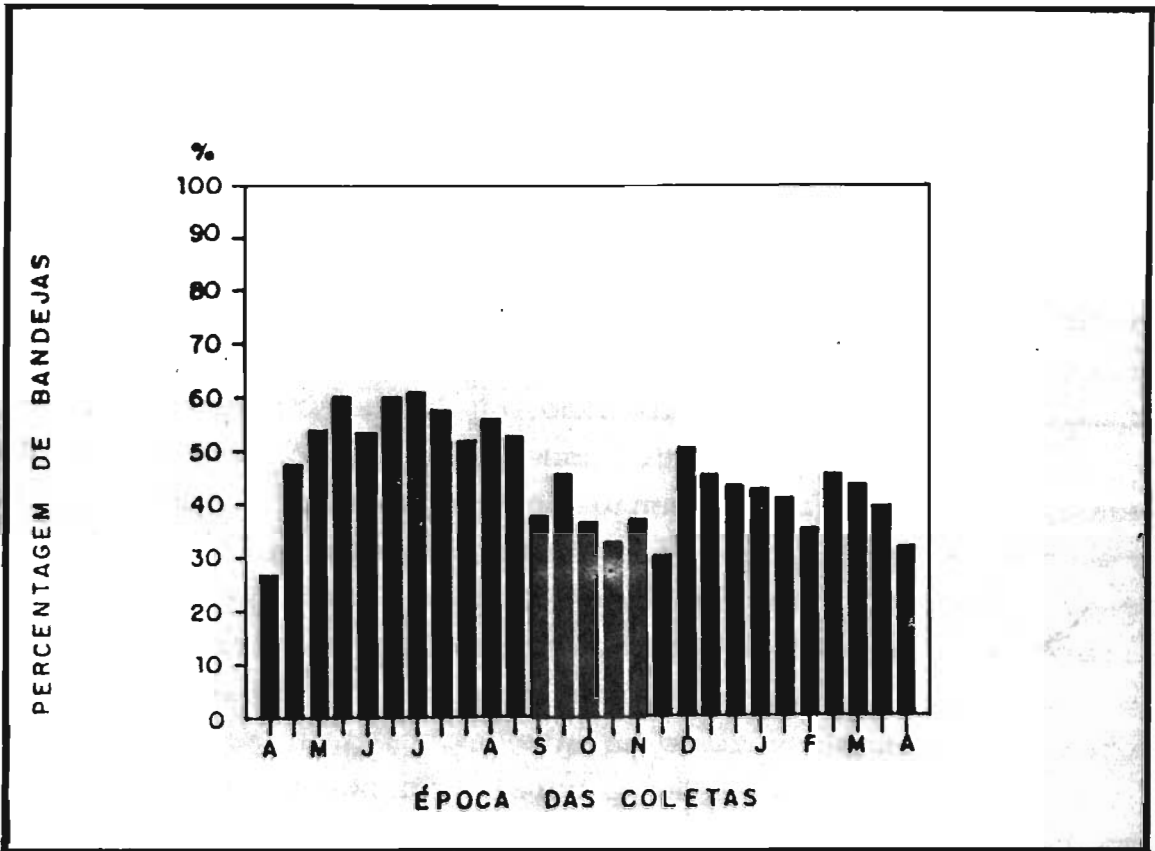


Figura 8 - Distribuição da freqüência de bandejas vazias nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, em Santarém - PA.

Tabela 4 - Distribuição de bandejas vazias por quadra nas diferentes datas de coletas, na área total do experimento.

COLETAS		QUADRAS (16 armadilhas/quadra)									TOTAL	
Nº	DATAS	J7	J8	J9	K7	K8	K9	L7	L8	L9	BV	SEMENTES
01	09.04.87	7	-	4	1	5	4	5	8	5	39	1.691
02	23.04.87	6	1	7	8	9	10	8	7	13	69	2.086
03	07.05.87	10	1	8	9	11	9	11	7	11	77	539
04	21.05.87	11	10	10	6	9	6	12	8	7	79	577
05	04.06.87	9	7	9	11	11	11	8	5	7	77	1.510
06	19.06.87	11	9	10	9	9	8	14	11	6	87	852
07	02.07.87	12	9	13	13	6	7	13	7	8	88	730
08	16.07.87	11	13	10	8	11	9	9	6	7	84	484
09	28.07.87	6	7	8	6	11	9	11	10	7	75	324
10	11.08.87	9	6	11	12	11	9	6	7	10	81	958
11	25.08.87	12	10	10	7	9	7	9	4	6	74	671
12	09.09.87	3	2	6	6	7	6	8	7	10	55	1.132
13	23.09.87	8	6	9	4	7	6	7	9	10	66	2.051
14	06.10.87	5	2	7	8	8	6	4	3	6	49	1.873
15	19.10.87	6	3	9	8	9	4	4	1	1	45	1.086
16	04.11.87	5	5	4	4	10	9	3	8	3	51	835
17	17.11.87	7	2	9	4	4	5	3	3	4	41	957
18	01.12.87	11	7	9	9	7	5	6	5	11	70	749
19	16.12.87	11	11	7	9	10	10	2	2	5	67	1.358
20	30.12.87	5	5	6	10	10	8	3	7	9	63	785
21	12.01.88	9	9	7	6	9	8	4	2	6	60	1.190
22	26.01.88	10	7	4	5	6	5	5	3	10	55	1.291
23	09.02.88	6	5	2	3	8	6	5	6	7	48	1.512
24	23.02.88	7	5	7	6	8	9	7	5	5	59	861
25	08.03.88	7	6	3	-	4	9	7	8	3	47	998
26	22.03.88	7	7	4	4	5	4	4	2	8	45	1.145
27	05.04.88	2	2	5	5	6	6	7	4	5	42	749

BV = Bandejas Vazias

MÉDIA = 65,4

quantificá-las na área experimental e, por conseguinte, não foi avaliada a forma de distribuição das mesmas.

Essa alta ocorrência de bandejas onde não foram encontradas sementes, pode, em parte, ser explicada pelo fato de que nas áreas de mata primária, de cobertura vegetal densa, é incerto o número de sementes dispersadas e que conseguem atingir um determinado ponto do solo, devido à interceptação realizada pelo sub-bosque. As sementes ficam presas aos galhos e às folhas das árvores, chegando ao solo em um número inferior ao total da frutificação e, talvez, bastante localizadas. A esse respeito, AUGSPURGER & FRANSON (1988) sugerem que o fato estaria relacionado com os padrões e velocidade do vento, que são alterados próximo às clareiras, atraindo as sementes para dentro das mesmas, em face da ocorrência de mudança na direção do vento nas áreas abertas das clareiras.

Os efeitos das mudanças de direção do vento, foram discutidos por GEIGER (1961), onde o mesmo evidencia que os fenômenos que ocorrem no espaço aéreo próximo do solo estão diretamente ligados com o movimento convectivo e que existe maior contribuição na dispersão de sementes quando o movimento é ascendente, favorecendo a permanência das mesmas na atmosfera.

AUGSPURGER & FRANSON (1988) citam, ainda como possíveis causas, a presença de indivíduos próximos às clareiras, que são ambientes com muita luz, o que aumenta a sua fecundidade. Outro aspecto importante relatado pelos autores é a ausência de galhos nas clareiras, garantindo que as sementes não sejam capturadas antes de chegarem ao solo, onde foram localizadas as bandejas coletoras.

Para confirmar que em clareiras há maior deposição de sementes, AUGSPURGER & FRANSON (1988) compararam a abundância relativa da queda de sementes em mata fechada e



em clareiras. Foi observado que as sementes dispersadas pelo vento foram coletadas em maior número em clareiras (61%) do que em mata fechada (39%).

Este fato não pode ser comprovado no presente ensaio pois a metodologia empregada não previu a colocação de bandejas em clareira, mas sim de forma sistemática dentro da mata. Porém, observou-se que as sementes com aparato de vôo foram coletadas em muito menor quantidade do que as sementes sem aparato, o que confirma os dados de AUGSPURGER & FRANSON (1988) de que as sementes anemocóricas são encontradas em maior quantidade quando a captura é realizada em clareiras abertas.

O tamanho e a forma das sementes têm sido considerados como fatores capazes de influenciar o padrão temporal da queda de sementes em florestas tropicais. Este aspecto pode ser observado no presente ensaio, verificando-se uma correlação entre tamanho de semente e a época de disseminação. Observou-se que sementes grandes foram dispersadas mais nos meses de dezembro a maio, quando houve maior índice pluviométrico, enquanto que as sementes menores foram dispersadas nos meses de setembro a novembro, coincidindo com o período de menores índices de pluviosidade (Figura 5b).

HARPER et alii (1970) estudaram forma e tamanho das sementes, considerando-os como um dos aspectos ecológicos relacionados à sua dispersão. O tamanho das sementes envolve compromisso com o número de sementes, enquanto que a forma está relacionada à dispersão, à aterrissagem e ao estabelecimento das plântulas. Os autores citados relatam, ainda, que o tamanho pode variar entre espécies, no mesmo indivíduo e que é uma característica controlada geneticamente. Com relação à forma das sementes, os mesmos autores constataram alta variabilidade

interespecífica, a qual está relacionada à dispersão, pois a semente representa um veículo apropriado a esta fase, uma vez que não é enraizada e não está fixada.

Várias diferenças podem ser detectadas a partir dos dados apresentados neste ensaio (Tabela 3). Destaca-se, entretanto, a variação entre a sazonalidade da frutificação das diferentes espécies. O ritmo de frutificação de sementes dispersadas pelo vento é muito diferente daquele apresentado por propágulos não dispersados por anemocoria, fato este comprovado também por FOSTER (1986).

Observa-se na Tabela 3, que o número de sementes com aparato de vôo aumenta nos meses de setembro até novembro, coincidindo com o período de menor queda pluviométrica na região, fato este que deve propiciar a dispersão dos propágulos através de anemocoria, devido a maior demanda evaporativa que ocorre nesta época, propiciando maior facilidade de vôo às sementes.

Constatou-se uma sincronização temporal nas espécies de sementes grandes, enquanto que para as espécies de sementes pequenas verificou-se que foram menos sazonais quanto à época de disseminação, confirmando SMYTHE (1970) que cita ser o tamanho da semente um fator que influencia a sua época de dispersão.

Com relação ao grupo de espécies cujas sementes possuem algum tipo de aparato de vôo, foi possível coletar 68 espécies distribuídas entre os cinco subgrupos considerados prioritários nesse estudo, que foram os seguintes: helicóptero, flutuante, autogiro rolante, autogiro e planador (Tabela 5). Todas as outras espécies que não se enquadram nessa divisão foram agrupadas como outros tipos.

TABELA 5 - Quantidade total de espécies e sementes dos grupos e dos subgrupos capturadas nas 27 coletas realizadas na área experimental da Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

Grupo	Subgrupo	Total de		Número médio de sementes/ espécie
		Esp.	Sem.	
Com aparato de voo	Helicóptero	13	1.410	108,5
	Flutuante	5	203	40,6
	Autogiro rolante	19	570	30,0
	Autogiro	11	133	12,1
	Planador	7	44	6,3
	Outros tipos	13	385	29,6
SUB-TOTAL		68	2.745	40,4
Sem aparato de voo	Muito grande	7	28	4,0
	Grande	15	157	10,5
	Médio	59	1.632	27,7
	Pequeno	67	7.449	111,2
	Muito pequeno	76	13.665	179,9
SUB-TOTAL		224	22.931	102,4
TOTAL GERAL		292	25.676	87,9

O subgrupo mais abundante em número de espécies foi o autogiro rolante com 19 morfotipos, seguido do helicóptero, com treze representantes, enquanto que o menos abundante foi o flutuante, com apenas cinco espécies (Tabela 5). O subgrupo outros tipos também totalizou treze morfotipos. A reduzida freqüência do subgrupo flutuante talvez se deva ao fato dessas sementes se separarem do seu aparato de vôo, que é uma paina, perdendo dessa forma seu aspecto de dispersão pelo vento. Estas sementes chegam ao solo como sendo sem aparato de vôo, tornando muito difícil a diferenciação daquelas sem aparato de vôo propriamente dito.

A respeito do número de sementes coletadas dentro de cada subgrupo, foi possível observar a grande superioridade do subgrupo helicóptero, com 1.410 unidades coletadas no decorrer do ensaio (Tabela 5). Em contraposição, tem-se o subgrupo planador com apenas 44. Os demais subgrupos apresentam valores intermediários, devendo-se salientar, no entanto, uma pequena superioridade do subgrupo autogiro rolante com um total de 570 sementes, conforme verificado na Tabela 5.

Com relação ao número médio de sementes por espécie, verificou-se que, excetuando os subgrupos flutuante e helicóptero, todos os demais apresentaram proporcionalidade entre suas médias e a quantidade total de sementes e de espécies.

Analisando o subgrupo helicóptero, verificou-se que, apesar de apresentar maior valor da média e do total de sementes dentre todos, não totalizou maior número de espécies (Tabela 5). Sobre esta situação, podem ser levantadas as seguintes hipóteses: a) o pequeno alcance de vôo apresentado pelas espécies com sementes do tipo helicóptero que, de acordo com DANIEL (1988), as espécies

desse morfotipo não atingem longas distâncias na dispersão; b) a grande produção de sementes, devido talvez a uma estratégia reprodutiva visando à perpetuação da espécie, pois, de acordo com VIANNA (1982), sementes de freijó-cinza, que pertencem a esse morfotipo, apresentam curta longevidade natural, além do reduzido tamanho e poder germinativo relativamente baixo; ou c) uma combinação das duas hipóteses anteriores, isto é, o pequeno alcance de vôo e a grande produção de sementes.

O subgrupo flutuante, embora tenha apresentado o menor número de espécies, com apenas cinco, totalizou um valor relativamente alto de sementes, fato que certamente explica o seu segundo maior valor da média de sementes/espécie (Tabela 5). Possivelmente este fato pode ser explicado em função de: a) uma alta fecundidade das espécies resultando numa maior produção de sementes desse subgrupo; b) a migração de sementes de espécies que se encontram nas áreas circunvizinhas para a área total experimental, concorrendo para um acréscimo na quantidade total de sementes desse subgrupo; e c) a existência desses dois fatores, ou seja, maior fecundidade e ingresso de sementes vindas de outras áreas próximas da área experimental total.

Quanto ao aspecto da dispersão de sementes versus pluviometria, somente o subgrupo helicóptero apresentou uma nítida concentração de queda de sementes no período menos chuvoso da região, ao passo que todos os outros subgrupos apresentaram uma maior queda de sementes no período mais chuvoso, conforme Figuras de 9 a 14.

Portanto, os resultados de dispersão temporal das sementes mostram que para as espécies com aparato de vôo há, no geral, uma concentração da época de dispersão durante

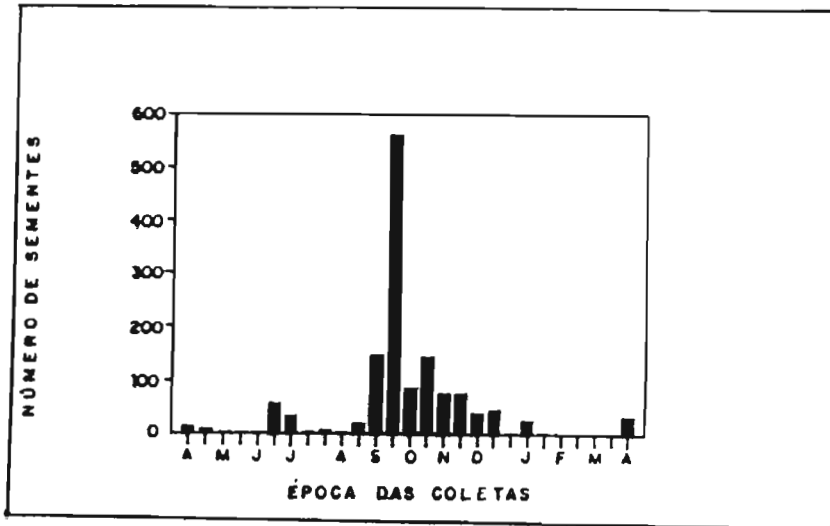


Figura 9 - Histograma de número de sementes do subgrupo heli-cóptero, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

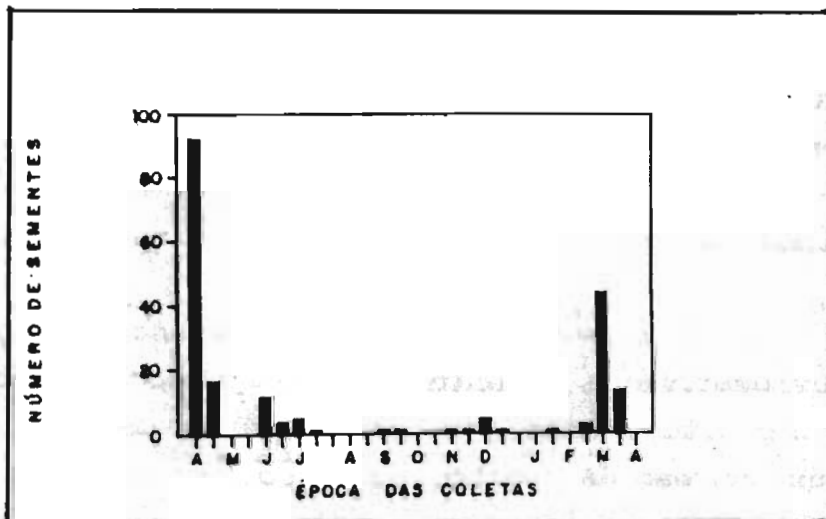


Figura 10 - Histograma de número de sementes do subgrupo flutuante, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

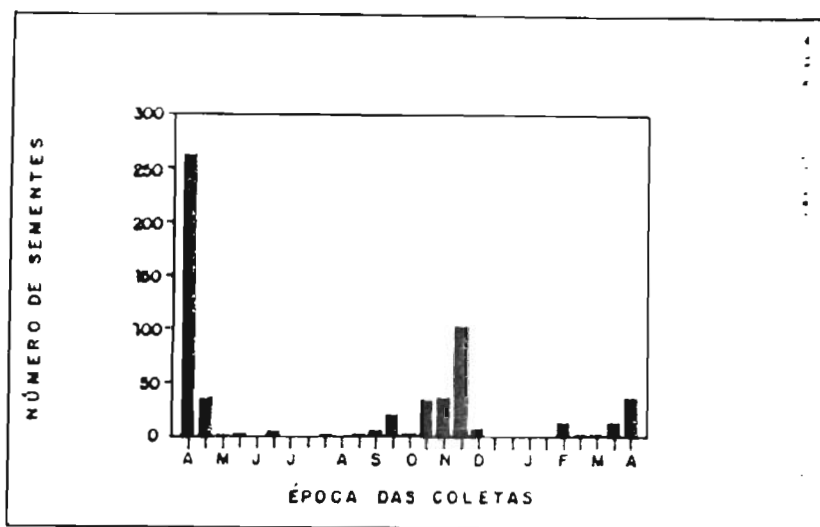


Figura 11 - Histograma de número de sementes do subgrupo autogiro rolante, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

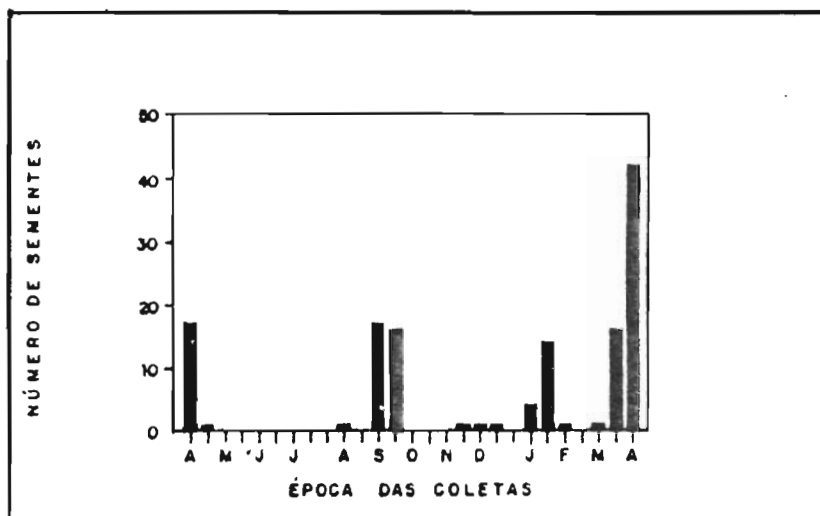


Figura 12 - Histograma de número de sementes do subgrupo autogiro, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

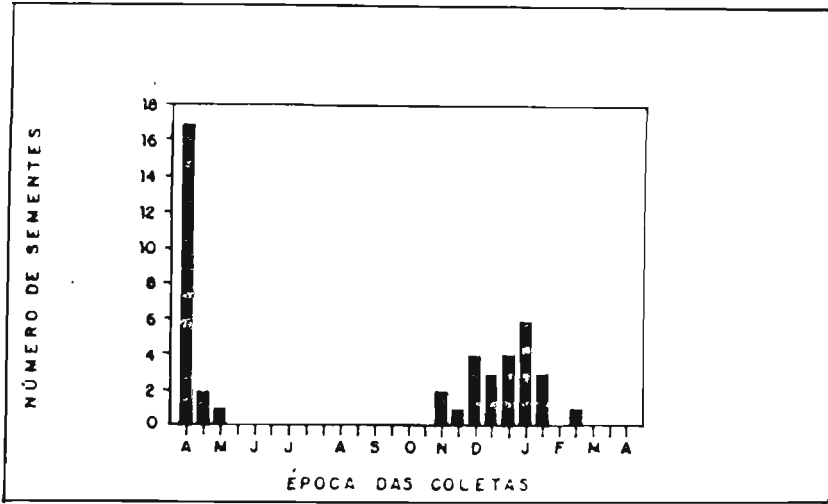


Figura 13 - Histograma de número de sementes do subgrupo planador, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

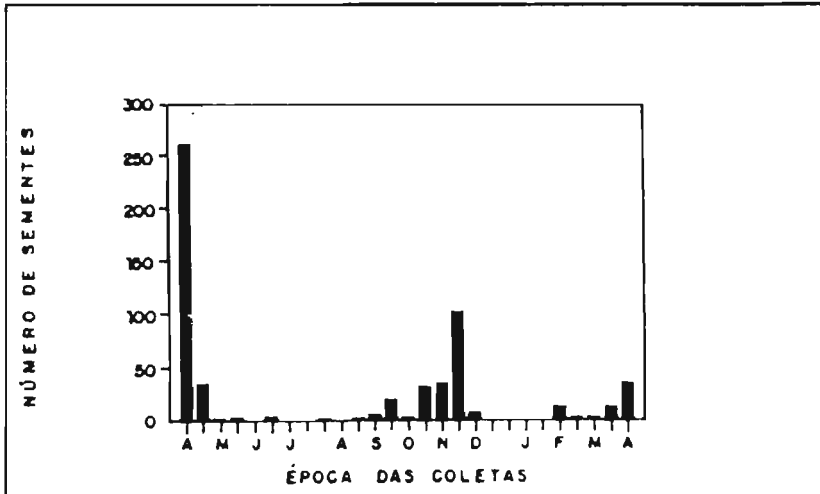


Figura 14 - Histograma de número de sementes do subgrupo outros tipos, nas 27 coletas efetuadas na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.



os meses de menor precipitação pluviométrica na região, muito embora com variações para cada tipo de semente dentro desse grupo. Esse fato sugere a necessidade de um ensaio com mais intensa freqüência de coletas no período menos chuvoso da região, conforme realizado por AUGSPURGER & FRANSON (1988).

Com relação ao grupo das sementes sem aparato de vôo, foi possível observar que os subgrupos das médias, pequenas e muito pequenas se destacaram quanto ao número de espécies, com valores iguais a 59, 67 e 76, respectivamente (Tabela 5). Os subgrupos grande, com quinze espécies, e muito grande, com sete, totalizaram os menores valores. Houve uma nítida tendência para o número total de espécies e de sementes com a diminuição do tamanho das sementes.

No que se refere ao número total de sementes, o maior destaque coube ao subgrupo muito pequena, cujo valor foi de 13.665 (Tabela 5). Em seguida, estão os subgrupos pequena e média, com valores de 7.449 e 1.632, respectivamente. Os subgrupos grande, com 157 unidades, e muito grande, com apenas 28, foram os que totalizaram os menores valores de sementes. A média do número de sementes foi proporcional à quantidade total de sementes, bem como ao total do número de espécies.

Quanto à análise da dispersão de sementes em relação à pluviometria, verificou-se que no subgrupo muito grande, a maior concentração de dispersão coincidiu com o período mais chuvoso e que, no subgrupo pequeno, ocorre o inverso, ou seja, a maior disseminação correspondeu ao período de menor índice pluviométrico, conforme Figuras 15 e 16.

Quanto aos subgrupos grande, médio e muito pequeno, verificou-se que os mesmos disseminaram sementes o ano inteiro. Todavia, o primeiro subgrupo apresenta as

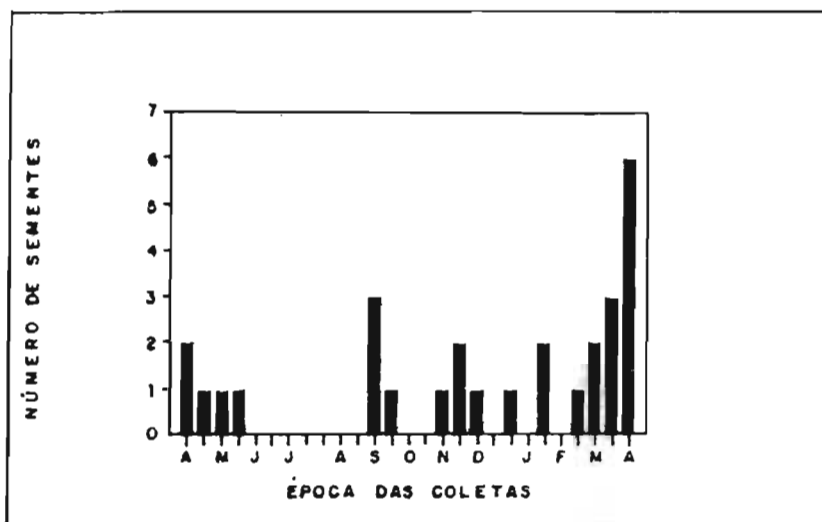


Figura 15 - Distribuição da frequência do número de sementes do subgrupo muito grande, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

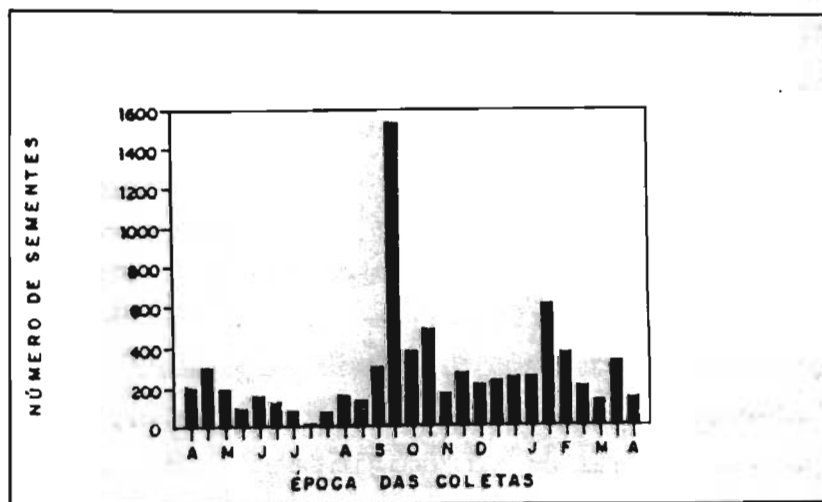


Figura 16 - Distribuição da frequência do número de sementes do subgrupo pequeno, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

maiores concentrações apenas no período mais chuvoso, enquanto que nos dois outros subgrupos as concentrações ocorreram tanto no período seco como no período chuvoso, conforme Figuras 17, 18 e 19.

## 4.2. Observações Fenológicas

Os resultados obtidos nas observações realizadas, para as cinco espécies arbóreas estudadas, durante os 36 meses do ensaio estão ilustrados nas Figuras 20 a 24.

### 4.2.1. Freijó-cinza

O registro das fenofases do freijó-cinza foi realizado durante três anos consecutivos, em seis indivíduos selecionados na população. A Figura 20 apresenta os dados fenológicos da espécie.

Com relação ao comportamento da população quanto à desfolha total, observou-se que isso deixou de ocorrer apenas em um indivíduo, mostrando variabilidade quanto a sua persistência. Houve uma grande variação para esses fatos entre os anos estudados. Com relação à época de ocorrência da queda de folhas, MONTAGNER & YARED (1983) relatam que esta fenofase ocorreu no período menos chuvoso, durante os meses de setembro a outubro, em um estudo realizado em Belterra, no município de Santarém (PA), em plantios experimentais.

Como é possível observar na Figura 20, a fase de botão floral foi detectada em cinco plantas, geralmente nos meses de reduzida queda pluviométrica (setembro a novembro) e com curta duração. A floração também exibiu comportamento similar e, algumas vezes, ocorreu simultaneamente, considerando a população e o período como um

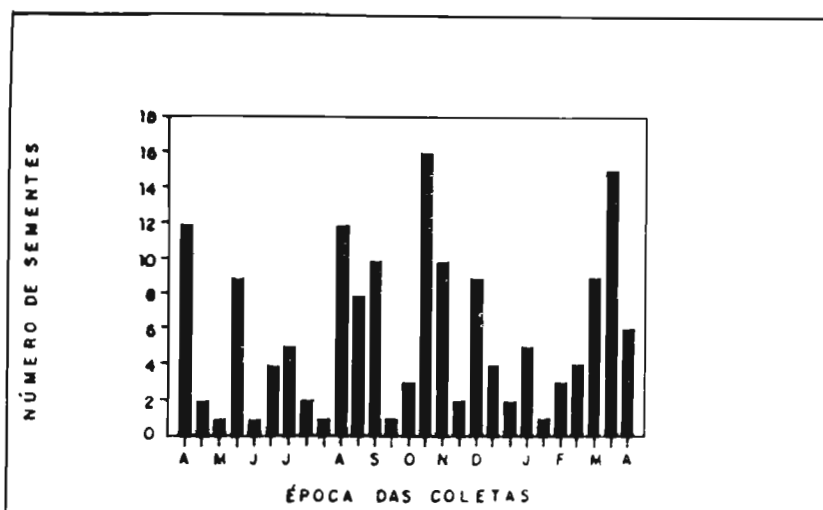


Figura 17 - Distribuição da frequência do número de sementes do subgrupo grande, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

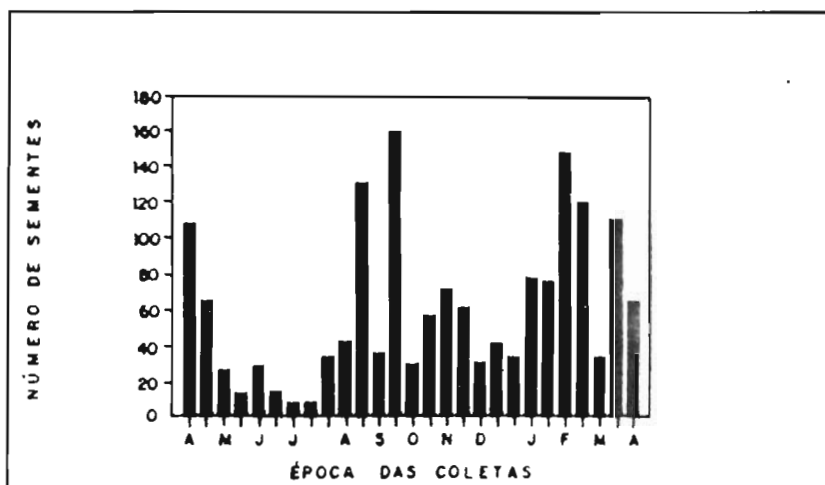


Figura 18 - Distribuição da frequência do número de sementes do subgrupo médio, coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

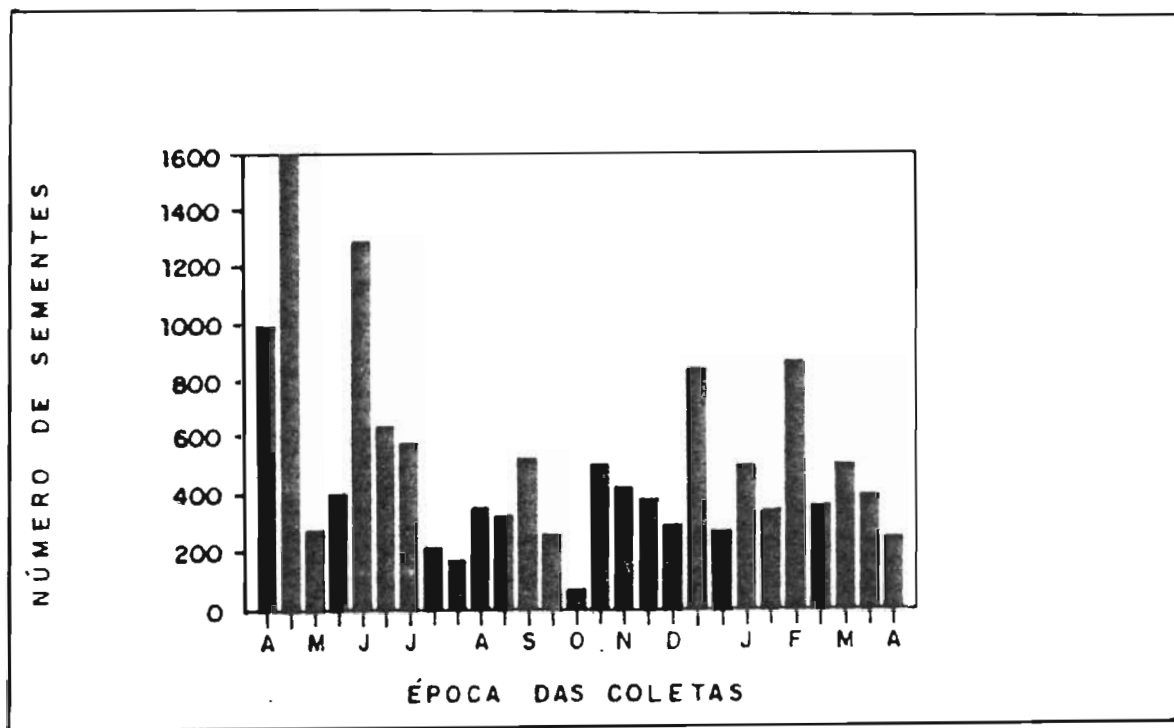


Figura 19 - Distribuição da freqüência do número de sementes do sub-grupo muito pequeno coletadas nas diferentes épocas de coleta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

ESPECIE: Cordia goeldiana

INDIVÍDUOS	1985			1986			1987			1988														
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								

Figura 20 - Observações fenológicas dos indivíduos de freijão-cinza, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

p = desfolha parcial

f = flor

t = desfolha total

v = frutos verdes

b = botão floral







ESPECIE: Bowdichia nitida

INDIVÍDUOS	1985			1986			1987			1988														
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
1							f	f	f	f	f	f												
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								

Figura 23 - Observações fenológicas dos indivíduos de sucupira-preta, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

p = desfolha parcial

b = botão floral

f = flor

v = fruto verde

m = fruto maduro

d = disseminação

ESPECIE: *Vochisia maxima*

INDIVÍDUOS	1985			1986			1987			1988																	
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J			
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											

Figura 24 - Observações fenológicas dos indivíduos de quaruba-verdadeira, na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

p = desfolha parcial

b = botão floral

f = flor

v = fruto verde

m = fruto maduro

d = disseminação

todo. Esta fase foi verificada nos meses de setembro a novembro, que correspondem ao período menos chuvoso da área. Dados similares foram observados em Curuá-Una, no Pará (BRASIL. SUDAM 1979) e por CARPANEZZI & KANASHIRO (1982), que estudaram o freijó-cinza em sua ocorrência natural, e relatam que a floração inicia-se no período de menor queda pluviométrica na região.

A frutificação limitou-se ao aparecimento de frutos verdes que ocorrem na transição entre o período menos chuvoso e o mais chuvoso, porém apenas durante um ano para cada planta, referente aos anos de 1986 e 1987 (Figura 20). Desta maneira, foi evidenciada uma considerável variação intra-específica, provavelmente de origem genética, podendo sugerir uma estratégia evolutiva da espécie.

Não houve registro de frutos maduros e de disseminação, porém, este fato pode estar associado à metodologia de observações quinzenais utilizada neste ensaio.

Associando a fenologia desta espécie com a dispersão de sementes do sub-grupo helicóptero, ao qual esta espécie pertence, verifica-se que existe uma similaridade entre eles (Figuras 9 e 20), em que a dispersão concentra-se nos meses de menor precipitação pluviométrica na região, estendendo-se até o início do período mais chuvoso.

Este comportamento da espécie/sub-grupo pode estar evidenciando um processo adaptativo, uma vez que suas sementes tem curta longevidade natural (VIANNA, 1982), não tem dormência e apresentam boa regeneração natural em clareiras. Ao serem dispersadas no período mais seco, tentam escapar das chuvas fortes que provocam a queda das sementes antes mesmo delas terem atingido a maturação fisiológica e danificam seus frutos/sementes que são tenros e sem casca protetora. Porém, seu período de disseminação se estende até o início da época chuvosa, propiciando aos propágulos

encontrarem umidade suficiente para germinar, logo após a disseminação, pois as chuvas garantem o suprimento hídrico para a fase inicial de desenvolvimento das plântulas.

#### 4.2.2. Sumaúma

As fenofases da sumaúma foram registradas durante três anos consecutivos, em dez indivíduos selecionados na população. A Figura 21 apresenta os dados de acompanhamento fenológico da espécie.

No caso de desfolha parcial observou-se que o fenômeno geralmente cessa durante a estação menos chuvosa, nos meses de julho a outubro (Figura 21), havendo poucas exceções na população. A desfolha total ocorreu em todos os indivíduos, sendo o seu final verificado nos meses de outubro a dezembro, que caracterizam o final do período menos chuvoso.

Esta informação mostrou concordância com a avaliação realizada por CARABIAS-LILLO & GUEVARA-SADA (1985), que estudaram a fenologia em uma selva tropical úmida e constataram que os indivíduos de *Ceiba pentandra* apresentaram caducifolia, perdendo suas folhas durante a estação seca. Os autores citados observaram ainda, que o processo de renovação das folhas é lento, permanecendo os indivíduos por alguns meses sem folhas.

Pesquisas realizadas por BRASIL. SUDAM (1979), na Estação Experimental de Curuá-Una, no Pará, verificaram que a desfolha total das árvores de sumaúma ocorreu nos meses de outubro e novembro, que são os de menor precipitação pluviométrica.

De acordo com a Figura 21 o aparecimento de botão floral e o florescimento ocorreram apenas em quatro indivíduos, sendo que, em três deles, essa formação surgiu nos meses menos chuvosos, de agosto a outubro de 1985 e no

quarto indivíduo ocorreu em janeiro e fevereiro de 1988, período mais chuvoso na região, evidenciando uma variação intra-específica. Contudo, essa observação difere de BRASIL. SUDAM (1979) que registrou essa fenofase nos meses de junho a agosto, em uma floresta tropical, na Amazônia.

BAKER et alii (1983) encontraram árvores de um ecotipo de *Ceiba pentandra*, em uma savana em Ghana, que florescem anualmente. Contudo, o mesmo autor observou árvores grandes de um ecotipo de floresta que podem permanecer vegetativos por vários anos entre os episódios de florescimento, conforme verificado no presente ensaio, realizado em uma mata natural, na Amazônia.

Apesar da presença de florescimento em quatro indivíduos, a frutificação ocorreu apenas em dois, podendo este fato ser atribuído a condições climáticas e/ou falta de polinizadores na área. Dos dois indivíduos com frutos, foram detectados frutos maduros e a fenofase de disseminação em apenas um, ocorrendo este evento no mês de fevereiro, período de elevada precipitação pluviométrica na região. A não ocorrência de frutos maduros em um dos indivíduos, pode ser atribuído a condições climáticas de elevada precipitação que pode ter ocasionado a queda dos frutos ainda verdes.

Comparando estes resultados com a literatura, verifica-se que pelo menos dois autores encontraram resultados discordantes a este. BRASIL. SUDAM (1979) verificou que a frutificação da sumaúma em Curuá-Una, no Pará, ocorreu nos meses de reduzida queda pluviométrica (setembro e outubro) e CARVALHO (1980a) constatou que os indivíduos de sumaúma frutificam e disseminam nos meses de novembro e dezembro, final do período seco e início do período mais chuvoso, que reforça a tese de condições inadequadas para a disseminação dos frutos.

Outros fatores importantes e que devem ser levados em consideração são: a) metodologia utilizada de observações quinzenais, que pode ser um período muito longo entre as observações e b) o tempo do estudo igual a três anos pode ser pequeno para definir o padrão fenológico desta espécie.

Neste ensaio observou-se que apenas 30% da população apresentou evento reprodutivo. A disseminação de suas sementes foi detectada neste trabalho em fevereiro, que coincide com o final do período seco e início do chuvoso, o que deve representar um comportamento adaptativo, uma vez que suas sementes têm curta longevidade natural e possuem poucas reservas. Ao dispersar suas sementes no período mais chuvoso, a espécie garante a sua perpetuação através de boa regeneração natural. Porém, pelas características de seu fruto (tegumento espesso), a espécie tem a necessidade de uma seqüência de dias sem precipitação pluviométrica, quando há maior atividade evaporativa e, dessa maneira, diminuir o teor de umidade dos frutos, provocando a sua abertura. Além disso, ocorre a secagem das sementes e de suas painas ou pelos, que precisam perder umidade para diminuir o peso e funcionar como aparato de vôo, podendo atingir distâncias variáveis de dispersão.

#### 4.2.3. Carapanaúba

As observações fenológicas desta espécie foram feitas em dez indivíduos, durante o período de julho de 1987 a julho de 1988, estando os eventos demonstrados na Figura 22.

Para a carapanaúba foi observado apenas desfolha parcial durante o mês de maio, estendendo-se por períodos diferenciados entre os indivíduos. Durante o período das observações, dois indivíduos apresentaram-se com

registro de uma única fenofase que foi a desfolha parcial (Figura 22).

Observando-se esta Figura, verifica-se que o início de aparecimento de botões florais e florescimento ocorreu durante o período de julho a setembro, que coincide com o período menos chuvoso do ano, podendo este fato estar relacionado com a atividade do polinizador que pode se locomover com mais facilidade nesta época e as flores apresentam um risco menor de caírem por ação das chuvas.

Os frutos verdes ocorreram, na maioria dos indivíduos da população amostrada, durante os meses de setembro a fevereiro, que correspondem à transição do período menos chuvoso para o início do período mais chuvoso (Figura 22).

Os frutos maduros e a disseminação ocorreram em seis indivíduos nos meses de janeiro a abril, que coincidem com a época mais chuvosa da região.

É possível inferir que a espécie aguarde um período de baixa precipitação pluviométrica, para dispersar suas sementes. Em razão dessas sementes terem curta longevidade natural e poucas reservas nutritivas, elas aproveitam a oferta de umidade no solo para germinar logo após a disseminação, pois não apresentam dormência, portanto, não se mantêm no banco de sementes do solo.

A carapanaúba tem como aparato de vôo uma asa circundante à semente, sendo por isso do sub-grupo planador. Este sub-grupo tem por característica grande autonomia de vôo, de onde é possível predizer que as sementes de carapanaúba teriam longo alcance de dispersão.

Apesar de se ter detectado o aparecimento de frutos e disseminação na maioria das árvores, é necessário um período mais longo de observações fenológicas para se ter um padrão de comportamento reprodutivo da espécie.

#### 4.2.4. Sucupira-preta

Para a sucupira-preta foram estudados oito indivíduos, durante três anos consecutivos (julho/1985 a julho/1988), estando as fenofases demonstradas na Figura 23. Observou-se que apenas três indivíduos apresentaram desfolha parcial. Essa fenofase foi observada em diferentes épocas, mas foi possível detectar que sua duração é consideravelmente extensa.

Analisando-se a Figura 23, verifica-se que, em geral, o surgimento de botão floral e florescimento ocorreu nos meses de janeiro a março, período de maior precipitação pluviométrica na região. Porém, foi observado um indivíduo (n° 8) onde este evento ocorreu no período de junho a setembro (em 1985), quando houve menor precipitação pluviométrica, podendo este fato ser atribuído à variabilidade entre os indivíduos na população ou às condições de microclima do local habitado pelo indivíduo, uma vez que no ano de 1988, este evento ocorreu no período de janeiro a março, quando a precipitação foi abundante.

Em observações fenológicas de CARVALHO (1980a), o surgimento de botões florais e florescimento coincidem com o período de maiores quedas pluviométricas, similar aos resultados deste trabalho.

Os frutos verdes ocorreram em cinco indivíduos, nos meses de fevereiro a junho, com duração média de dois meses (Figura 23). Dos cinco indivíduos com frutos verdes, quatro chegaram a maturação e disseminação, no período de abril a julho, quando as chuvas já estão diminuindo.

A característica desta espécie, cuja disseminação ocorre nos meses de transição entre o final do período mais chuvoso e o início da estação de menor precipitação pluviométrica, pode estar relacionada ao modo de



dispersão de semente, sendo necessário à espécie aguardar o início da época seca para diminuir a umidade dos frutos e permitir que eles adquiram possibilidade de vôo, dispersando suas sementes a longas distâncias.

Em razão de suas sementes apresentarem curtíssima longevidade natural (inferior a 30 dias), a dispersão nesta época propicia que as sementes ainda encontrem o solo com uma umidade elevada, que é adequada ao início do processo germinativo das mesmas, permitindo que a regeneração natural se efetive.

A espécie apresentou uma grande variação nos eventos fenológicos durante os anos estudados, possivelmente em resposta à disponibilidade de água devida a distribuição variável de cada ano. A variação desses eventos pode também estar relacionada às diferenças individuais das plantas quanto ao seu balanço nutricional.

#### 4.2.5. Quaruba-verdadeira

Foram estudados dez indivíduos de quaruba-verdadeira, durante os 36 meses do ensaio (julho/1985 a julho/1988). A espécie apresentou somente desfolha parcial, podendo ser considerada semicaducifólia. Em geral, essa fase foi prolongada, tendo seu período variado intensamente entre os indivíduos (Figura 24). BRASIL. SUDAM (1979) discorda deste resultado, classificando a espécie como perenifólia.

Analisando-se a Figura 24, verifica-se que a fase de botão floral e florescimento ocorreu em todos os indivíduos da amostra, abrangendo de novembro até abril, sendo portanto a periodicidade de florescimento anual, com exceções (indivíduos 1, 3, 7, 8 e 9 em 1985 e indivíduo 9 em 1986). Dados similares foram observados por CARVALHO (1980a).

A fase de frutos verdes também mostrou-se de longa duração, variando muito entre os indivíduos e prolongando-se de três a cinco meses. Essa variação dentro da espécie pode estar evidenciando um comportamento evolutivo sincronizado com a dispersão de sementes da espécie, que deve ocorrer em período menos chuvoso. Este período de cinco meses também foi observado por CARVALHO (1980a), que registrou o aparecimento de frutos verdes durante os meses de dezembro até abril, de intensa queda pluviométrica.

Os frutos amadurecem e simultaneamente vão dispersando suas sementes, o que ocorre em um curto período de tempo, igual a um mês, em média.

Analisando-se os dados deste ensaio verifica-se que a guaruba-verdadeira dissemina suas sementes no final do período chuvoso e início do período de menor precipitação pluviométrica, podendo esta forma de ocorrência estar relacionada com as necessidades ecológicas em relação a disseminação e germinação de sementes.

A disseminação no final do período chuvoso pode ser suficiente para secar os frutos, forçando a sua abertura e, conseqüentemente, a liberação das sementes. Como o solo ainda contém alta umidade, as sementes que não apresentam dormência, atingirem o chão da floresta após a dispersão, germinam imediatamente. Isso promove uma excelente regeneração natural da espécie, o que garante um "banco" de plântulas na mata, particularmente de forma agrupada nas clareiras, já que tem exigência de luz na fase juvenil. Este agrupamento na fase juvenil de regeneração já foi encontrado por CARVALHO (1982).

#### 4.2.6. Fenologia reprodutiva e o manejo das espécies

Algumas considerações podem ser feitas a partir dos resultados encontrados para as cinco espécies do presente estudo, com relação a sua fenologia reprodutiva.

A fenologia de espécies tropicais é um dos estudos básicos essenciais para a silvicultura, por possibilitar a coleta de sementes em época adequada para os programas de reflorestamento, e ao manejo florestal, por indicar o período apropriado para intervenções na floresta, de modo a garantir a reprodução das espécies e formação de novos indivíduos na população.

Analisando-se as épocas de disseminação e possibilidade de germinação das espécies com o manejo correto, pode-se inferir que o freijó, a carapanaúba e a sumaúma, que são espécies que em termos gerais não apresentam sementes dormentes e disseminam entre o final do período seco e início do período chuvoso (período entre outubro a abril), têm suas sementes germinadas após um ou poucos meses, ou logo após a disseminação por encontrar um ambiente adequado para isto. Isso pode produzir uma regeneração natural que dará continuidade ao ciclo populacional da espécie, desde que as condições de sítio atingido pelas sementes sejam favoráveis, tais como luz, umidade, tipo de solo etc., assim como outros fatores limitantes ao estabelecimento da plântula.

A sucupira-preta e a quaruba-verdadeira apresentaram disseminação entre abril a julho, portanto quando já começa a diminuir a quantidade de chuvas na região. Este fato pode estar associado ao processo de disseminação de sementes. Para que as suas sementes tenham condições de vôo, há uma relação direta com o seu conteúdo de umidade, que é sazonal, em função da precipitação pluviométrica e da demanda evaporativa. Em dias de sol, aumenta a demanda evaporativa,

fazendo com que as sementes percam umidade, facilitando a dispersão, devido, provavelmente, a diminuição do seu peso.

As sementes destas espécies não apresentam dormência e germinam normalmente logo após a disseminação, quando a umidade do solo neste período continua alta.

O manejo dessas espécies/sub-grupos deve considerar todas essas peculiaridades da biologia reprodutiva das espécies, para que seja possível preservá-las nas áreas de reserva de conservação, nas regiões de sua ocorrência natural. Os planos de manejo devem obedecer a um cronograma de época de exploração, necessariamente após a fase de disseminação dos seus propágulos, para garantir o suprimento de sementes, pois o manejo deve estar baseado na condução da sua regeneração natural (plântulas), uma vez que suas sementes têm curta viabilidade natural, não permanecendo no banco de sementes do solo. Outro aspecto é o número de indivíduos, de cada espécie, que poderá ser retirado durante a exploração da floresta. Não deve ser muito grande para não diminuir o tamanho efetivo da população (número de indivíduos que participam da reprodução) e, dessa maneira, haverá comprometimento na reprodução da espécie.

### 4.3. Distribuição espacial dos indivíduos

A distribuição espacial dos indivíduos adultos de uma espécie na floresta foi determinada por três métodos: a) método gráfico, onde foi efetuado e mapeado um levantamento a 100% dos indivíduos adultos da população; b) índice de McGinnies; e c) índice de Payandeh. Nestes índices, foram considerados diversos tamanhos de áreas e amostras, assim como diferentes números de amostras e locais de amostragem. Os resultados alcançados serão discutidos para cada espécie separadamente.

### 4.3.1. Freijó-cinza

A Tabela 6 apresenta os valores obtidos para os índices de McGinnies e Payandeh e a Figura 25 o mapa da distribuição espacial dos indivíduos na população.

Observando-se a Figura 25, verifica-se que o freijó-cinza tem oito indivíduos adultos, apresentando-se sete deles próximos uns aos outros na área total. Sua frequência absoluta nessa área é de 5% (parcelas de 4 ha), provavelmente devido à intensa exploração seletiva a que a espécie foi submetida na região, de acordo com registro de CARVALHO (1980b). Ao se observar essa frequência, é possível considerar o freijó como uma espécie de baixa ocorrência nessa mata.

Através dos valores obtidos para o índice de McGinnies (Tabela 6), foi possível observar que na maioria das situações testadas, dentro dos limites da área total, a espécie apresentou uma distribuição aleatória ou regular.

Contudo, em um único caso, a espécie apresentou distribuição agrupada, como verificado na segunda área de 100 ha. Observou-se uma tendência a agrupamento na área total considerando-se amostras de 4 ha na primeira área de 200 ha (Tabela 6). Esse índice mostrou, portanto, influência do tamanho e do número de amostras.

Pelos resultados do índice de Payandeh, a espécie apresentou-se agrupada em cinco situações, além de ter mostrado tendência a agrupamento em outras quatro condições, das catorze possibilidades propostas (Tabela 6).

Os resultados contrastantes obtidos para os dois métodos evidenciam, por um lado, as diferentes condições de classificação da espécie, quanto à agregação, nas amostras efetuadas na mata. Por outro lado, diferentes locais e

TABELA 6 - Índice de agregação de McGinnies e Payandeh para freijó-cinza (*Cordia goeldiana* Huber.), calculados para diferentes tamanhos de área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras.

Área (ha)	Tamanho das amostras (ha)	Índice de McGinnies					Índice de Payandeh			
		Número de Amostras	Frequência Árvores (%)	Índice IGA	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	Média do número de árvores por amostra (M)	Variância do número de árvores por quadrado (V)	Índice (V/M)	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	
400	4	100	8	5,00	1.60	Tendência a agrupamento	0.08	0.1349	1.69	Agrupada
400	1	400	8	2.00	1.00	Aleatória	0.02	0.0196	0.98	Aleatória
200	4	50	5	6.00	1.67	Tendência a agrupamento	0.10	0.1735	1.73	Agrupada
200	1	200	5	2.50	1.00	Aleatória	0.02	0.0245	1.22	Tendência a agrupamento
200	4	50	3	4.00	1.50	Tendência a aleatoriedade	0.06	0.0984	1.64	Agrupada
200	1	200	3	1.50	1.00	Aleatória	0.01	0.0148	1.48	Tendência a agrupamento
100	4	25	1	4.00	1.00	Aleatória	0.04	0.0400	1.00	Tendência a agrupamento
100	1	100	1	1.00	1.00	Aleatória	0.01	0.0100	1.00	Tendência a agrupamento
100	4	25	4	8.00	2.00	Agrupada	0.16	0.3067	1.92	Agrupada
100	1	100	4	4.00	1.00	Aleatória	0.04	0.0388	0.97	Aleatória
100	4	25	0	-	-	Não ocorre na área	-	-	-	Não ocorre na área
100	1	100	0	-	-	Não ocorre na área	-	-	-	Não ocorre na área
100	4	25	3	8.00	1.50	Tendência a aleatoriedade	0.12	0.1933	1.61	Agrupada
100	1	100	3	3.00	1.00	Aleatória	0.03	0.0294	0.98	Aleatória
M É D I A					1.27	Aleatória			1.35	Tendência a agrupamento

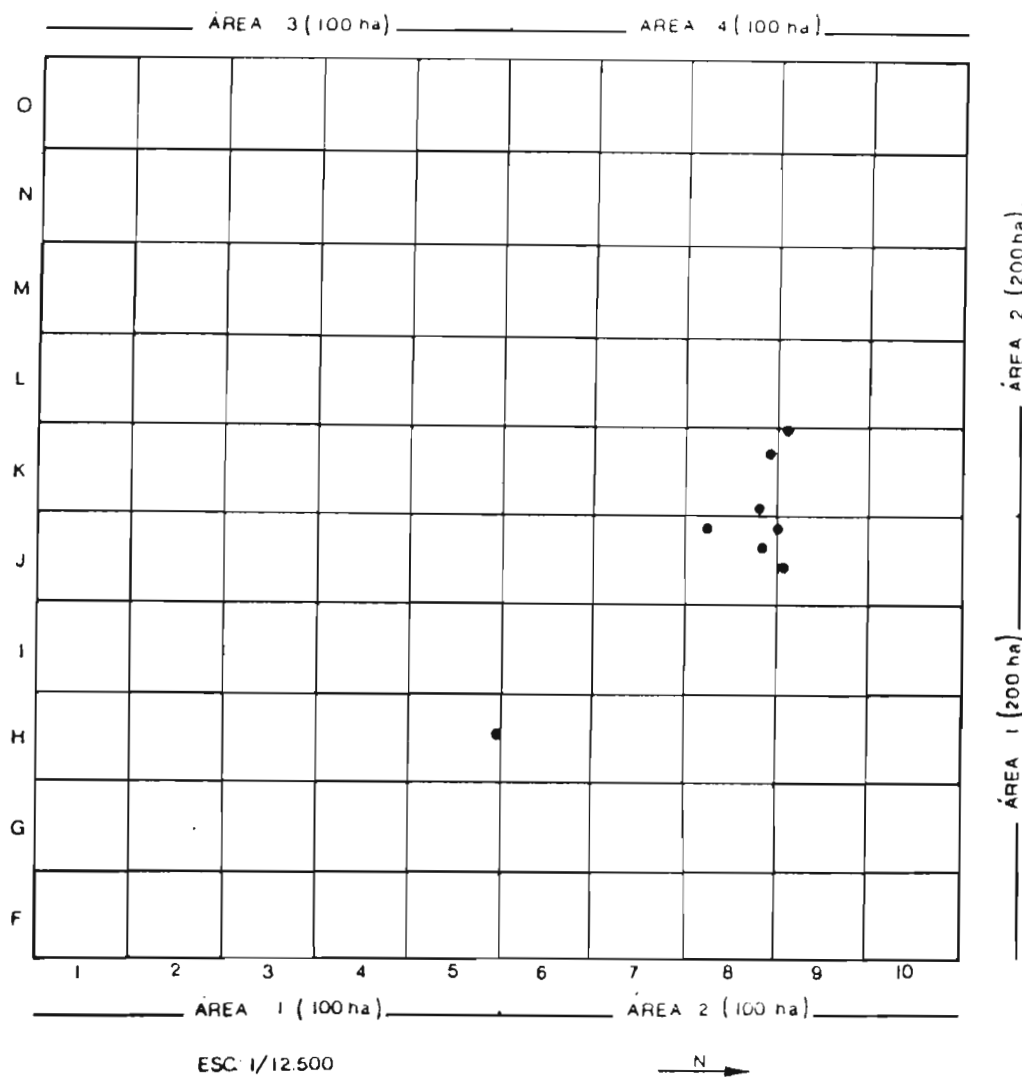


Figura 25 - Localização espacial das árvores de *Cordia goeldiana* - freijão-cinza na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós - Santarém, PA.

tamanhos de amostras também apresentam resultados diversos, evidenciando a não uniformidade da distribuição nos vários pontos da floresta. No presente estudo esse aspecto foi agravado pelo histórico de exploração a que a área foi submetida.

O freijó-cinza, sendo uma espécie oportunista de clareira (VIANA, 1989) e requerendo condições de luminosidade para o seu crescimento (CARPANEZZI & YARED, 1981 e CARPANEZZI & KANASHIRO, 1982), sua ocorrência na mata está associada à abertura de clareiras que propiciem condições adequadas ao seu desenvolvimento.

Associando as características da semente com a distribuição espacial, pode-se inferir que a espécie que apresenta como aparato de vôo das sementes, as sépalas remanescentes da flor, podem ser consideradas sementes pesadas e com menor velocidade de vôo (NIEMBRO, 1983). Esta não chegam a atingir longas distâncias, tendo poucas chances de alcançar diferentes sítios na mata e, desta maneira, maior dificuldade de se estabelecer, embora tenha se verificado sua boa capacidade de regeneração natural em clareiras.

Os resultados de distribuição espacial encontrados para esta espécie neste trabalho, alternando-se entre distribuição desde aleatória até agrupada, podem estar refletindo a ocorrência de clareiras de diferentes magnitudes na mata. Assim é que, na presença de uma fonte de sementes próxima à área perturbada, pequenas ou médias clareiras proporcionariam uma distribuição aleatória ou regular, enquanto que clareiras de maior área ou pequenas clareiras próximas e simultâneas permitiriam a formação de agrupamentos da espécie.

De qualquer modo o tamanho da área e o tamanho da amostra, no índice de McGinnies, apresentaram grande



influência na determinação do tipo de distribuição espacial dos indivíduos na mata.

O índice de Payandeh, apesar de apresentar variação nos resultados, é o que melhor representa o padrão de distribuição da espécie, se compararmos com o método gráfico que representa a realidade da distribuição da espécie na floresta. Porém, estes resultados podem ser irreais devido à exploração seletiva que esta espécie sofreu na área do ensaio, em épocas anteriores.

#### 4.3.2. Sumaúma

Na visualização gráfica, a sumaúma apresenta-se regularmente na mata (Figura 26), ou seja, possui uma distribuição espacial do tipo aleatória. A ocorrência da sumaúma é, em média, de uma árvore adulta a cada 30 ha e sua frequência absoluta é de 12%. É considerada uma espécie rara em condições de mata natural de acordo com BRASIL. SUDAM (1979), que cita a pouca ocorrência da espécie na Amazônia, excetuando-se os locais de terra preta.

Pelos dados obtidos no índice de agregação de McGinnies (Tabela 7), observou-se uma tendência a distribuição regular ou aleatória, em quase todas as situações simuladas neste ensaio, o que consubstancia a hipótese da espécie ter de fato uma distribuição aleatória ou dispersa na mata.

Por outro lado, o índice de Payandeh (Tabela 7) apresentou resultados contrastantes, com sete indicações para aleatoriedade e sete para agrupamento. Comparando estes resultados com o método gráfico, verifica-se que a espécie apresenta distribuição aleatória na área, sendo o índice de Payandeh, portanto, não compatível com este resultado.

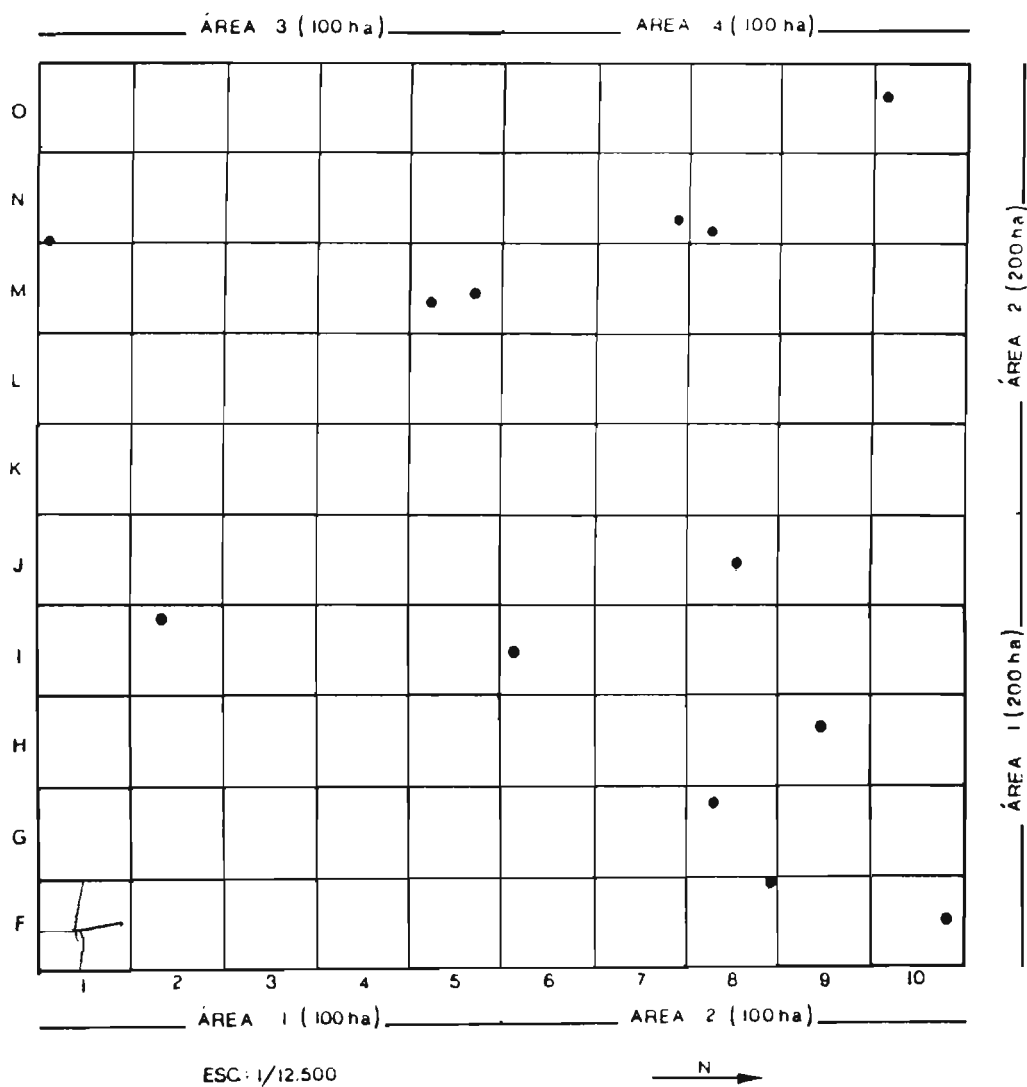


Figura 26 - Localização espacial das árvores de *Ceiba pentandra* - sumatã na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós - Santarém, PA.

TABELA 7 - Índice de agregação de McGinnies e Payandeh para *Caiba pentandra* (L.) Gaertn., calculados para diferentes tamanhos de Área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras.

Área	Tamanho das amostras	Índice de McGinnies					Índice de Payandeh				
		Número de Amostras	Frequência Árvores	Índice (%)	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	Média do número de árvores por amostra (M)	Variância do número de árvores por quadrado (V)	Índice (V/M)	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice		
400	4	100	13	12.00	1.00	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.13	0.1344	1.03	Tendência a agrupamento	
400	1	400	13	3.25	1.00	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.03	0.0315	1.05	Tendência a agrupamento	
200	4	50	7	14.00	0.93	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.14	0.1229	0.88	Aleatória	
200	1	200	7	3.50	1.00	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.03	0.0339	1.13	Tendência a agrupamento	
200	4	50	6	10.00	1.20	Tendência intermediária	0.12	0.1486	1.12	Tendência a agrupamento	
200	1	200	6	3.00	1.00	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.03	0.0292	0.97	Aleatória	
100	4	25	1	4.00	1.00	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.04	0.0400	1.00	Tendência a agrupamento	
100	1	100	1	1.00	1.00	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.01	0.0100	1.00	Tendência a agrupamento	
100	4	25	6	24.00	0.89	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.24	0.1900	0.79	Aleatória	
100	1	100	6	6.00	1.00	Tendência a distribuição regular ou aleatória	0.06	0.0570	0.95	Aleatória	
100	4	25	2	8.00	1.50	Tendência intermediária	0.12	0.1933	1.61	Agrupada	
100	1	100	2	2.00	1.00	Tendência a distribuição aleatória	0.02	0.0294	0.98	Aleatória	
100	4	25	3	2.00	0.92	Tendência a distribuição aleatória	0.12	0.1100	0.92	Aleatória	
100	1	100	3	3.00	1.00	Tendência a distribuição aleatória	0.03	0.0294	0.98	Aleatória	
M É D I A					1.03	Tendência a aleatoriedade			1.03	Tendência a agrupamento	

Associando-se a distribuição espacial com a característica de disseminação de sementes, pode-se inferir que sendo as sementes de sumaúma leves, pequenas e possuindo uma paina ou pelo, que funciona como aparato de vôo, permitindo que esses propágulos alcancem longas distâncias e aumentando a probabilidade de atingirem sítios favoráveis ao estabelecimento de suas plântulas.

Este fato é explicado por NIEMBRO (1983) que estudando a distância e a velocidade de dispersão de frutos e sementes cita, como regra geral, que sementes cujo aparato de vôo é constituído por pelos, como no caso da sumaúma, são mais lentas no seu processo de dispersão, pois essas estruturas oferecem maior resistência ao ar, o que permite aos propágulos atingir maiores distâncias, já que permanecem mais tempo no ar.

Esta maior autonomia de vôo pode condicionar uma distribuição espacial uniforme ou aleatória como foi verificado através da aplicação do índice de McGinnies neste ensaio e comprovada pelo método gráfico.

Outro aspecto determinante do tipo de distribuição espacial que a espécie apresenta na mata é a sua exigência com relação ao habitat (HUBBEL & FOSTER, 1986), uma vez que ela só ocorre em áreas de terra firme quando está associada a boas condições edáficas (umidade e nutrientes), o que é citado por BRASIL. SUDAM (1979).

#### 4.3.3. Carapanaúba

Foram encontrados 57 indivíduos adultos de carapanaúba na área experimental de 400 ha (Figura 27). A frequência absoluta de ocorrência da espécie é de 45%, apresentando um indivíduo a cada 7 ha, podendo ser

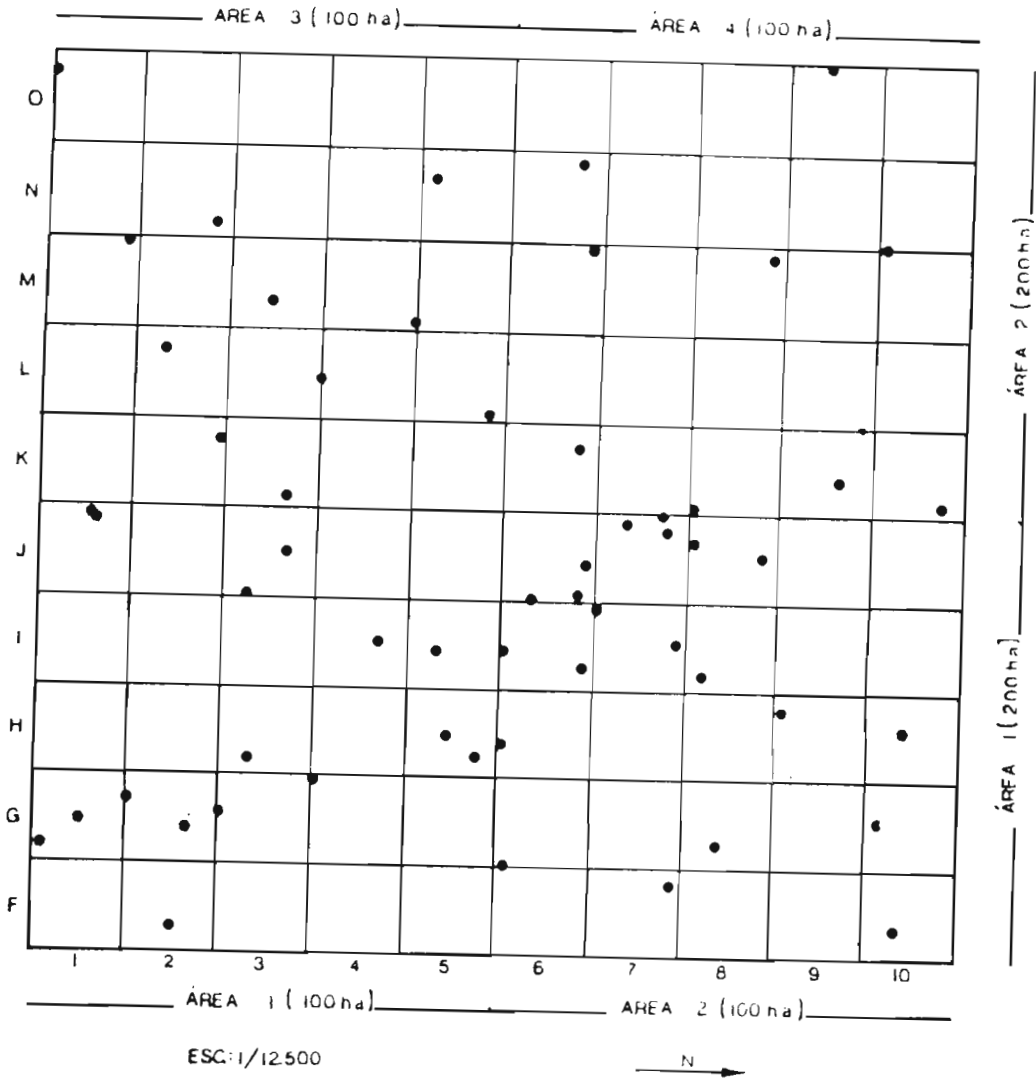


Figura 27 - Localização espacial das árvores de Aspidosperma oblongum - carapanaúba na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós - Santarém, PA.

considerada uma espécie de ocorrência regular ou média nesta mata.

Pelos cálculos do índice de McGinnies (Tabela 8), observa-se que houve, também para esta espécie, uma tendência à distribuição aleatória ou regular na maioria das situações propostas. Apenas em quatro casos o índice foi superior a um, situando-se em um limite que não é determinado pelo método, porém os valores apresentados foram bem próximos a um, o que pode estar ligado a uma tendência à aleatoriedade.

CARVALHO (1982), estudando a análise estrutural da regeneração natural, encontrou para a carapanaúba um valor do índice de McGinnies igual a 0,7, indicando igualmente uma tendência à aleatoriedade. Embora os resultados do autor citado sejam relativos à fase juvenil, fornecem uma indicação de que os resultados do presente ensaio, considerando os indivíduos adultos, são coerentes com a distribuição que a espécie apresenta na floresta em estudo.

Quando foi usado o índice de Payandeh (Tabela 8), os resultados observados foram um pouco mais contrastantes, pois em uma situação a espécie apresentou distribuição agrupada e em outras três mostrou tendência ao agrupamento. No entanto, nas outras dez situações ensaiadas, a espécie apresentou distribuição aleatória ou regular. CARVALHO (1982) encontrou para esse índice um valor igual a 1,0, o que indica tendência ao agrupamento, quando estudou a regeneração natural da espécie na Amazônia.

BARROS (1986) realizou um estudo fitossociológico em uma floresta em Curuá-Una, empregando o índice de Morisita para conhecer a distribuição espacial das espécies. Para a carapanaúba, o autor determinou uma distribuição espacial aleatória para seus indivíduos na mata.

TABELA 8 - índice de agregação de McGinnies e Payandeh para carapanaúba (*Aspidosperma oblongum* A.DC.), calculados para diferentes tamanhos de área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras.

Área	Tamanho das amostras	Índice de McGinnies				Índice de Payandeh				
		Número de Amostras	Frequência Árvores (%)	Índice IGA	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	Média do número de árvores por amostra (M)	Variância do número de árvores por quadrado (V)	Índice (V/M)	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	
400	4	100	57	45.00	0.95	Tendência a distribuição aleatória	0.57	0.5304	0.93	Aleatória
400	1	400	57	13.25	1.00	Tendência a distribuição aleatória	0.14	0.1375	0.24	Aleatória
200	4	50	37	50.00	1.06	Tendência a distribuição aleatória	0.74	0.7678	1.04	Tendência a agrupamento
200	1	200	37	16.50	1.00	Tendência a distribuição aleatória	0.19	0.1817	0.96	Aleatória
200	4	50	20	40.00	0.78	Tendência a distribuição aleatória	0.40	0.2449	0.61	Aleatória
200	1	200	20	10.00	0.91	Tendência a distribuição aleatória	0.10	0.0904	0.90	Aleatória
100	4	25	16	44.00	1.10	Tendência a distribuição aleatória	0.64	0.6567	1.03	Tendência a agrupamento
100	1	100	16	14.00	1.07	Tendência a distribuição aleatória	0.16	0.2570	1.60	Agrupada
100	4	25	21	56.00	1.02	Tendência a distribuição aleatória	0.84	0.8900	1.06	Tendência a agrupamento
100	1	100	21	19.00	1.00	Tendência a distribuição aleatória	0.21	0.2080	0.99	Aleatória
100	4	25	11	44.00	0.76	Tendência a distribuição aleatória	0.44	0.2567	0.58	Aleatória
100	1	100	11	11.00	0.92	Tendência a distribuição aleatória	0.11	0.0989	0.90	Aleatória
100	4	25	9	36.00	0.80	Tendência a distribuição aleatória	0.36	0.2400	0.67	Aleatória
100	1	100	9	9.00	1.00	Tendência a distribuição aleatória	0.09	0.0827	0.92	Aleatória
M É D I A					0.96	Tendência a aleatoriedade			0.89	Aleatória

É possível fazer algumas inferências sobre a distribuição espacial da espécie, considerando as suas características ecológicas e biológicas.

A carapanaúba tem como aparato de vôo uma asa circundante à semente, sendo por isso do sub-grupo planador (AUGSPURGER, 1986), que possui uma grande autonomia de vôo, podendo permanecer mais tempo no ar, de onde é possível inferir que as suas sementes teriam longo alcance de dispersão. Essa característica propicia, portanto, uma distribuição espacial concordante com a sugerida pela interpretação média dos índices matemáticos e pelo método gráfico utilizados neste ensaio.

Essa distribuição deve estar associada, principalmente, ao tipo e alcance de dispersão de suas sementes, e a exigência de sítios úmidos para germinar devido a sua curta longevidade natural. Além desses fatores, observa-se uma frequência absoluta de ocorrência da espécie igual a 45%, sendo considerada de média ocorrência na mata. Diante do exposto, é possível inferir que os trabalhos de manejo e conservação com essa espécie devem ser realizados com cautela, observando-se suas peculiaridades de ocorrência na mata, dispersão de sementes e distribuição espacial dos seus indivíduos.

Um fato que preocupa é a questão da interpretação do tipo de distribuição espacial das árvores ser um tanto variável, dependendo do tamanho da amostra e do local estudado, o que indica que se tenha cautela quando se conclui sobre uma espécie em somente um local amostrado.

#### 4.3.4. Sucupira-preta

A sucupira-preta tem 55 indivíduos adultos distribuídos regularmente na área do ensaio (Figura 28). A frequência absoluta da espécie é de 40%, apresentando um



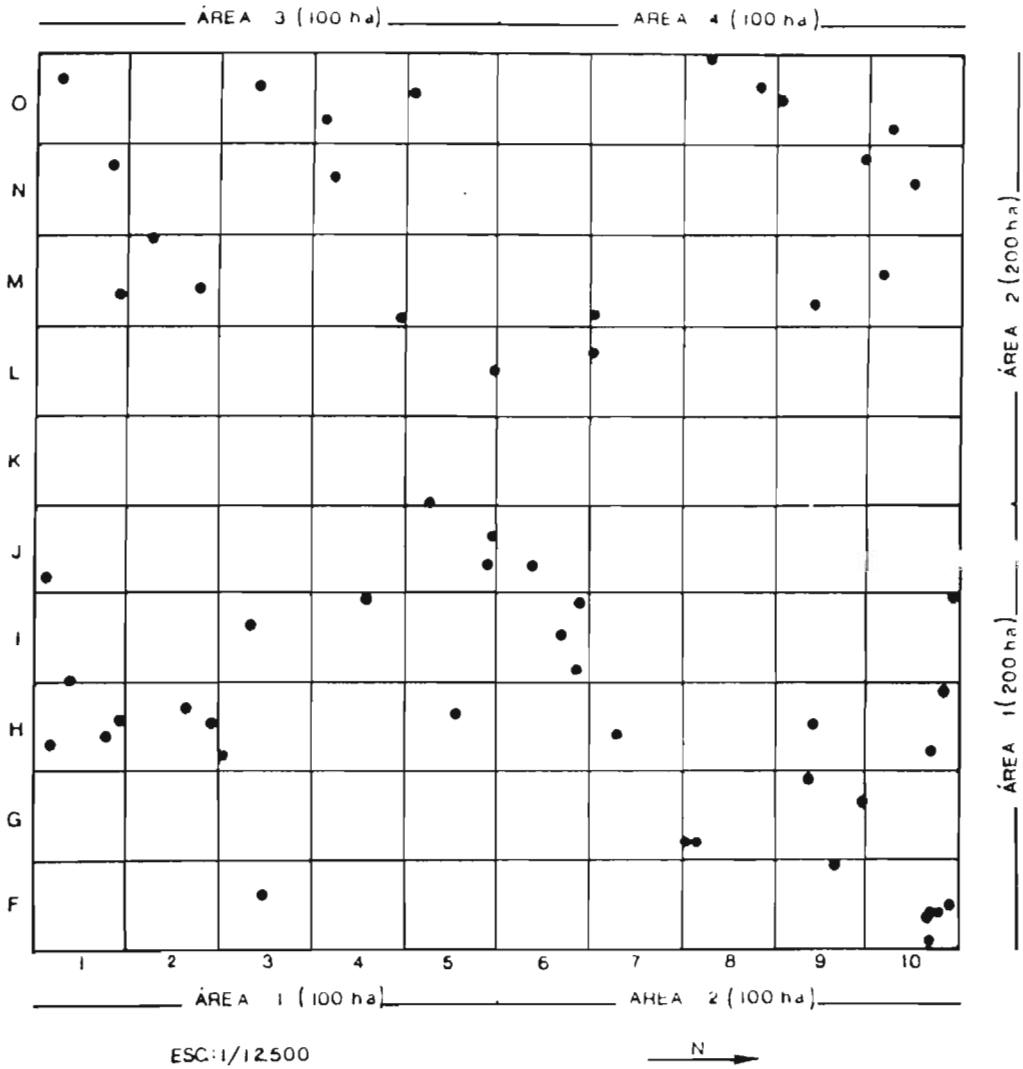


Figura 28 - Localização espacial das árvores de *Diplotropis purpurea* - sucupira-preta na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós - Santarém, PA.

indivíduo a cada 7 ha, mostrando ser uma espécie de média ocorrência na área, comparativamente às outras espécies estudadas.

Os valores calculados do índice de McGinnies (Tabela 9) indicaram para esta espécie uma tendência à distribuição regular ou aleatória para a metade das situações testadas. Nos outros casos, os valores situaram-se numa faixa intermediária, entre 1,0 e 2,0, onde o índice não fornece interpretação. Porém, devido à proximidade dos valores a 1,0, considera-se que deve estar ocorrendo tendência à aleatoriedade.

Esses resultados contrastam com os encontrados por CARVALHO (1982) que, em um estudo realizado considerando apenas a regeneração natural, encontrou que a espécie possui distribuição agrupada, de acordo com o índice de McGinnies estimado.

No índice de Payandeh (Tabela 9), os valores foram mais contraditórios. Considerando-se a área experimental total de 400 ha, houve tendência ao agrupamento para os dois tamanhos da amostra. Isso se repetiu na primeira área de 200 ha, com amostras de 1 ha, enquanto que em amostras de 4 ha o índice indicou que a espécie é agrupada. Contrariamente, na segunda área de 200 ha, o índice mostrou que a distribuição é aleatória, o que se repetiu na terceira e na quarta área de 100 ha. Na primeira área de 100 ha, houve tendência ao agrupamento para qualquer tamanho de amostra ou parcela, enquanto que, na segunda área de 100 ha, a espécie exibiu comportamento de agrupada.

Usando esse mesmo índice, CARVALHO (1982) encontrou uma distribuição do tipo agrupada, considerando apenas a regeneração natural da espécie, na Floresta Nacional do Tapajós, no Pará.

TABELA 9 - índice de agregação de McGinnies e Payandeh para sucupira-preta (*Diploptropis purpurea* (Rich.) Amusch.), calculados para diferentes tamanhos de área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras.

Área (ha)	Tamanho das amostras (ha)	Índice de McGinnies				Índice de Payandeh				
		Número de Amostras	Frequência de Árvores (%)	Índice IGA	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	Média do número de Árvores por amostra (M)	Variância do número de Árvores por quadrado (V)	Índice (V/M)	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	
400	4	100	55	40.00	1.08	0.55	0.7146	1.30	Tendência a agrupamento	
400	1	400	55	12.25	1.08	0.14	0.1640	1.17	Tendência a agrupamento	
200	4	50	33	42.00	1.22	0.66	1.0861	1.64	Agrupada	
200	1	200	33	13.50	1.21	0.17	0.2289	1.35	Tendência a agrupamento	
200	4	50	22	40.00	0.86	0.44	0.3331	0.76	Aleatória	
200	1	200	22	11.00	0.92	0.11	0.0984	0.89	Aleatória	
100	4	25	14	40.00	1.10	0.56	0.6733	1.20	Tendência a agrupamento	
100	1	100	14	13.00	1.00	0.14	0.1418	1.01	Tendência a agrupamento	
200	4	25	19	40.00	1.49	0.76	1.5233	2.00	Agrupada	
100	1	100	19	14.00	1.27	0.19	0.3171	1.67	Agrupada	
100	4	25	12	44.00	0.83	0.48	0.3433	0.71	Aleatória	
100	1	100	12	12.00	0.92	0.12	0.1067	0.89	Aleatória	
100	4	25	10	36.00	0.92	0.12	0.1067	0.89	Aleatória	
100	1	100	10	10.00	1.00	0.40	0.3333	0.83	Aleatória	
						0.10	0.0909	0.91		
M É D I A					1.06	Tendência a aleatoriedade			1.17	Tendência a agrupamento

Os índices matemáticos de Payandeh e McGinnies, como já discutido anteriormente, apresentam resultados contrastantes. Porém, de acordo com a Tabela 9, verifica-se que o McGinnies foi o que melhor representou a distribuição espacial visualizada pelo método gráfico. Na área 2 de 100 ha, nota-se um pequeno agrupamento e na aplicação do índice de McGinnies obteve-se um valor intermediário, ou seja, os indivíduos de sucupira-preta existentes nesta área situam-se numa posição intermediária entre a distribuição aleatória à agrupada.

Para melhor interpretar os diferentes resultados dos índices, faz-se necessário considerar as características biológicas da espécie. Suas sementes são aladas do tipo sâmara, preferencialmente dispersadas pelo vento. A espécie é considerada como autogiro rolante de acordo com AUGSPURGER (1986), que foi a classificação adotada no presente trabalho. Esse autor registra que sementes deste tipo caem mais rapidamente ao solo quando cessa o vento, do que as do tipo autogiro. Esse aspecto diminui suas chances de dispersar sementes em grandes áreas, reduzindo as possibilidades de atingir sítios de diferentes graus de luminosidade e condições edáficas.

É possível inferir que em razão da dispersão ocorrer a curtas e médias distâncias, a espécie apresente distribuição espacial do tipo aleatória, porém, em alguns pontos da área estudada, a espécie parece tender a uma distribuição do tipo agrupada ou com tendência a agrupamento.

Outro fator que pode estar influenciando a distribuição espacial da sucupira-preta é o sítio que suas sementes atingem, uma vez que por não terem longo alcance de vôo têm diminuídas suas chances de atingir diferentes sítios

de clareiras, cuja luminosidade seja adequada à germinação das suas sementes.

Para os trabalhos de manejo, esta espécie exige mais cuidados, uma vez que além da especificidade de habitat, ainda apresenta frequência absoluta considerada baixa na mata (40%), conforme atestam os dados deste estudo. O fato de suas sementes não terem grande autonomia de vôo, aliado a exigência de sítios com luz para estabelecer sua descendência, também vem dificultar os trabalhos de manejo e conservação dessa espécie.

#### 4.3.5. Quaruba-verdadeira

Existem 127 indivíduos adultos de quaruba-verdadeira na área total (Figura 29) do experimento, registrando-se um indivíduo a cada 3 ha, em média. A frequência absoluta nos 400 ha foi igual a 78%, sendo uma espécie de alta ocorrência nesta mata.

Os cálculos do índice de McGinnies (Tabela 10), para a maioria das situações ensaiadas, indicaram tendência à distribuição aleatória. Somente na primeira área de 100 ha, com amostras de 1 ha, o valor do índice foi superior a 1,0, situando-se no limite de indefinição do índice. No entanto, como o valor foi bem próximo a 1,0, sugere que a espécie apresenta tendência à aleatoriedade.

A distribuição agrupada, segundo o índice de McGinnies, encontrado por CARVALHO (1982) para a regeneração natural da quaruba-verdadeira, demonstra que na fase de vida adulta a distribuição espacial dos indivíduos de uma mesma espécie pode ser modificada.

Através do índice de Payandeh (Tabela 10), a espécie apresenta também uma distribuição aleatória na maioria das situações estudadas. Apenas em três condições a espécie mostrou tendência ao agrupamento, embora com valores

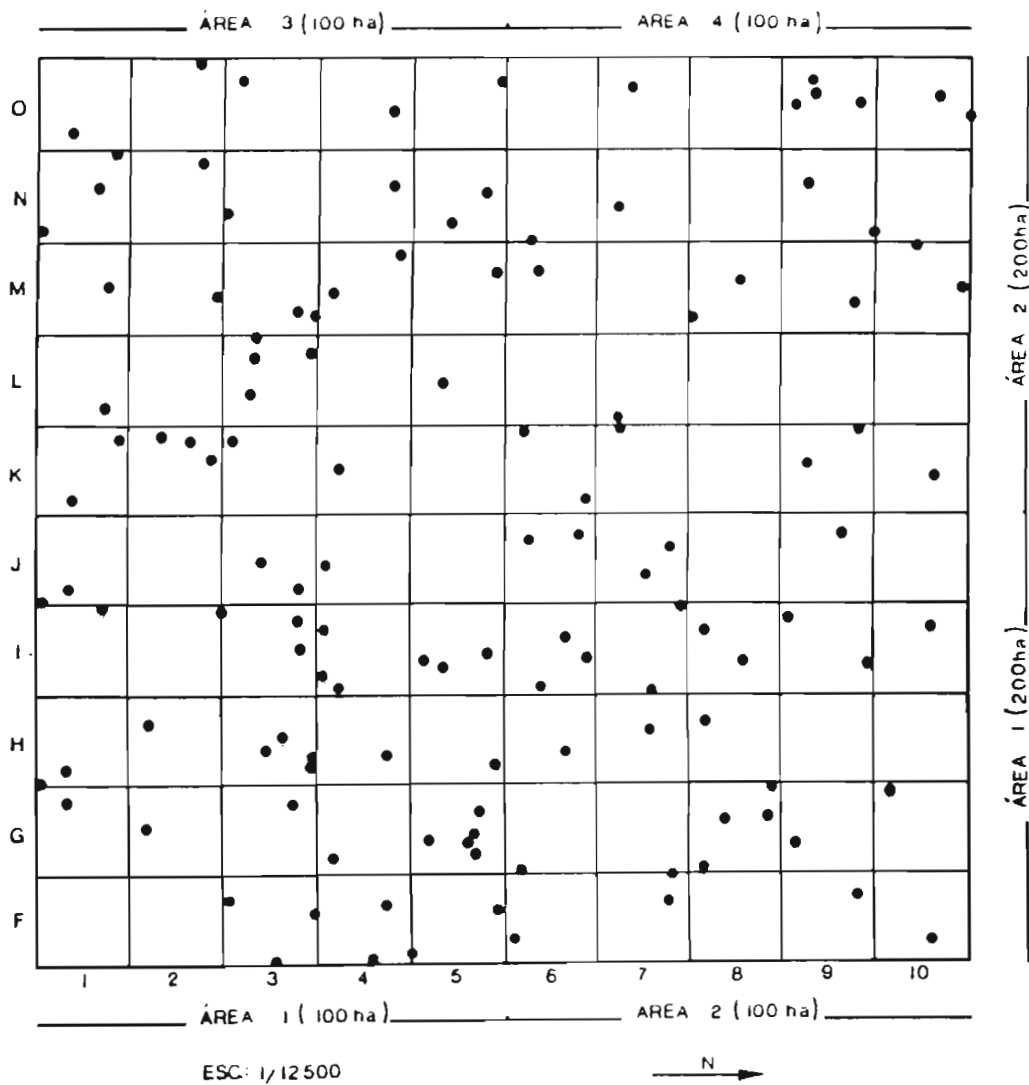


Figura 29 - Localização espacial das árvores de *Vochysia maxima* - quarubá-verdadeira na área total experimental de 400 ha na Floresta Nacional do Tapajós - Santarém, PA.

TABELA 10 - Índice de agregação de McGinnies e Payandeh para quaruba-verdadeira (*Vochysia maxima* Ducke), calculados para diferentes tamanhos de área, tamanhos de amostras, locais de amostragem e número de amostras.

Área	Tamanho das amostras	Índice de McGinnies				Índice de Payandeh				
		Número de Amostras	Freqüência Árvores (%)	Índice IGA	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	Média do número de árvores por amostra (M)	Variância do número de árvores por quadrado (V)	Índice (V/M)	Interpretação do padrão de distribuição baseado no índice	
400	4	100	127	78.00	0.84	Tendência a distribuição aleatória	1.27	1.1486	0.90	Aleatória
400	1	400	127	27.75	1.00	Tendência a distribuição aleatória	0.32	0.2999	0.94	Aleatória
200	4	50	70	80.00	0.87	Tendência a distribuição aleatória	1.40	1.3469	0.96	Aleatória
200	1	200	70	29.50	1.00	Tendência a distribuição aleatória	0.35	0.3442	0.98	Aleatória
200	4	50	57	76.00	0.80	Tendência a distribuição aleatória	1.14	0.9392	0.82	Aleatória
200	1	200	57	26.00	0.97	Tendência a distribuição aleatória	0.29	0.2550	0.88	Aleatória
100	4	25	40	84.00	0.87	Tendência a distribuição aleatória	1.60	1.6667	1.04	Tendência a agrupamento
100	1	100	40	31.00	1.08	Tendência a distribuição aleatória	0.40	0.4343	1.09	Tendência a agrupamento
100	4	25	30	76.00	0.84	Tendência a distribuição aleatória	1.20	1.0000	0.83	Aleatória
100	1	100	30	27.00	0.97	Tendência a distribuição aleatória	0.30	0.2525	0.84	Aleatória
100	4	25	33	88.00	0.62	Tendência a distribuição aleatória	1.32	0.8933	0.68	Aleatória
100	1	100	33	29.00	0.97	Tendência a distribuição aleatória	0.33	0.3041	0.92	Aleatória
100	4	25	24	64.00	0.94	Tendência a distribuição aleatória	0.96	0.9567	1.00	Tendência a agrupamento
100	1	100	24	23.00	0.92	Tendência a distribuição aleatória	0.24	0.2044	0.85	Aleatória
M É D I A					0.91	Tendência a aleatoriedade ou regular			0.90	Aleatória

próximos ao limite inferior que lhe conferiria uma distribuição aleatória. Usando esse mesmo índice, CARVALHO (1982) encontrou que a espécie apresentou distribuição agrupada, quando considerada apenas a sua regeneração natural.

Pelo método gráfico, verifica-se que a espécie apresenta distribuição aleatória na floresta. Neste caso o índice de McGinnies foi o que melhor representou a distribuição da espécie na floresta, em que o índice mostrou aleatoriedade em todos os casos estudados.

Pode-se interpretar melhor os diferentes resultados dos índices, considerando-se as características ecológicas da espécie.

Suas sementes apresentam como aparato de vôo uma asa lateral, sendo classificada por AUGSPURGER (1986) como uma espécie do sub-grupo autogiro, cujo alcance de vôo pode ser considerado longo. Possivelmente, este tipo de dispersão seja um dos fatores que contribuem para que a distribuição espacial da espécie seja do tipo aleatória, ocorrendo em toda a área deste experimento, considerando sua população adulta.

É possível inferir que o manejo da espécie não deve apresentar grandes problemas, pois ela ocorre aleatoriamente na mata, registra uma alta ocorrência na área estudada (frequência absoluta igual a 78%) nos 400 ha, dispersa suas sementes na época propícia a regeneração natural, deixando um banco de plântulas na mata, o qual pode vir a ser manejado. Assim, é importante saber conduzir a regeneração natural da espécie para que ela não desapareça do local, pois suas sementes não apresentam dormência, e portanto, não resistem a um período de estocagem no Banco de Sementes.



## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos e discutidos neste ensaio sobre disseminação de sementes, fenologia reprodutiva e distribuição espacial de indivíduos em uma floresta tropical permitiram as seguintes conclusões:

### - Para a disseminação de sementes em floresta tropical

A disseminação de sementes na área em estudo apresentou grande amplitude e uma sazonalidade relacionada diretamente com a forma e o tamanho de sementes:

a) a disseminação de sementes sem aparato de vôo foi mais abundante (89,3%) do que as sementes com aparato de vôo (10,7%), sendo portanto o processo de disseminação por outros meios que não pelo vento, mais representativo na floresta tropical estudada;

b) as sementes com aparato de vôo foram disseminadas nos meses de menor precipitação, em contraposição às sementes sem aparato de vôo, que foram disseminadas com maior frequência nos meses de maior queda pluviométrica;

c) o grupo com aparato de vôo apresentou o seguinte número de morfotipos, em ordem decrescente de número de espécies coletadas nas bandejas: autogiro rolante (19), helicóptero (13), outros tipos (13), autogiro (11), planador (07) e

flutuante (05). As sementes do tipo helicóptero foram as mais abundantes na área;

d) no grupo sem aparato de vôo, as sementes foram classificadas de acordo com o tamanho e obedeceu a seguinte ordem decrescente de número de espécies encontrados: muito pequeno (76), pequeno (67), médio (59), grande (15) e muito grande (07). A quantidade de sementes muito pequenas (13.665) foi muito maior do que o do sub-grupo muito grande (28), com uma gradação entre os dois extremos, evidenciando uma tendência de aumento da quantidade de sementes em função da diminuição do seu tamanho;

**- Para a fenologia reprodutiva de espécies tropicais com aparato de vôo**

A fenologia de reprodução das cinco espécies estudadas diferiu muito, principalmente em relação à época e frequência, indicando uma grande variabilidade intra e interespecífica, assim como entre anos:

e) o freijó-cinza (sub-grupo helicóptero) apresentou disseminação no final do período seco e início do chuvoso. A sumaúma e a carapanaúba dispersaram suas sementes no período chuvoso, a sucupira-preta e a quaruba-verdadeira, no final do período de elevada precipitação pluviométrica e início da época de menor queda pluviométrica na região;

f) as espécies estudadas apresentaram variabilidade quanto à frequência de florescimento, frutificação e disseminação. A sumaúma e a sucupira-preta, apresentaram frutificação e disseminação apenas uma vez. O freijó-cinza e a quaruba-verdadeira apresentaram frutificação anual.

**- Para a distribuição espacial das espécies em estudo**

A distribuição espacial dos indivíduos das espécies na área do estudo apresentou uma forma geralmente aleatória ou regular, sendo bem distribuídos em toda a área.

g) Os dois índices apresentaram resultados discordantes para a agregação dos indivíduos das cinco espécies estudadas com a variação do local, do tamanho da área e do tamanho da amostra, devendo-se ter cuidado quando da utilização de um único índice para determinar a distribuição espacial dos indivíduos na floresta;

h) os índices de agregação apresentaram diferenças de sensibilidade na determinação da distribuição espacial, sendo que o índice de McGinnies demonstrou maior sensibilidade para expressar o padrão de agregação das espécies estudadas. O índice de Payandeh mostrou pouca precisão para as espécies de distribuição aleatória;

i) a distribuição espacial do freijó-cinza, da sumaúma, da carapanaúba, da sucupira-preta e da quaruba-verdadeira foi do tipo aleatória ou dispersa, na área total do experimento. Pelo índice de McGinnies a ordem de menor para maior aleatoriedade foi de freijó-cinza, sucupira-preta, sumaúma, carapanaúba e quaruba-verdadeira.

**- Considerações sobre a Produção de Sementes na Floresta Tropical Estudada**

j) a coleta de sementes de espécies arbóreas deve considerar a distribuição espacial e a frequência dos indivíduos nas populações locais. As espécies de distribuição aleatória devem ter uma ampla área de coleta, enquanto que para as espécies de distribuição agrupada a estratégia é considerar

a ocorrência dos agrupamentos, visando obter alta diversidade;

k) devido a variação na produção de sementes das espécies estudadas, seriam necessários desenvolver métodos de armazenamento a médio e longo prazos, técnicas de propagação vegetativa, como também submeter parcelas experimentais a seleção massal para garantir material reprodutivo para programas de reposição florestal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, P. T. & ALVIM, R. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H. ed. Tropical trees as living systems. Cambridge, Cambridge University, 1978. p.445-64.
- ALVIM, P.T. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. Itabuna, CEPLAC, 1965. 16p.
- ✓ ARAÚJO, V.C. de. Fenologia de essências florestais amazônicas. I. Manaus, INPA, 1970. 25p. (Boletim do INPA. Pesquisas Florestais, 4).
- AUGSPURGER, C.K. & FRANSON, S.E. Input of wind-dispersed seeds into light-gaps and forest sites in a Neotropical forest. J. Trop. Ecol., 4:239-52, 1988.
- AUGSPURGER, C.K. Morphology and dispersal potential of wind-dispersed diaspores of neotropical trees. Amer.J.Bot. 73(3):353-63, 1986.
- AUGSPURGER, C.K. Seed dispersal of the tropical tree, *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. J.Ecol., 71:759-71, 1983.
- BAKER, M.G.; BAWA, K.S.; FRANKIE, G.W.; OPLER, P.A. Reproductive biology of plants in tropical forests. In: GOLLEY, F.B. Tropical rain forest ecosystems. Amsterdam, Elsevier, 1983. p.183-214.

J BARROS, M.A.G. & CALDAS, L.S. Acompanhamento de eventos fenológicos apresentados por cinco gêneros nativos do cerrado (Brasília - DF). Brasil Florestal, 10(42):7-14, 1980.

J BARROS, P.L.C. de. Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia Brasileira. Curitiba, 1986. 147p. (Doutorado - Universidade Federal do Paraná).

BAWA, K.S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. Evolution, 28(1):85-92, 1974.

BAWA, K.S. Patterns of flowering in tropical plants. In: JONES, C.E. & LITTLE, R.J., ed. Handbook of experimental pollination biology. New York, Von Nostrand Reinhold Co., 1983. p.394-410.

J BIANCO, S. & PITELLI, R.A. Fenologia de quatro espécies de frutíferas nativas dos cerrados de Selvíria, MS. Pesq.Agropec.Bras., Brasília, 21(11):1229-32, 1986.

\* BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SA-21-Santarém; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 522p. (Levantamento de Recursos Naturais, 10).

→ BRASIL. SUDAM. Departamento de Recursos Naturais. Centro de Tecnologia Madeireira. Pesquisas e informações sobre espécies florestais da Amazônia. Belém, 1979. 111p.

→ BRIENZA JUNIOR, S. Cordia goeldiana Huber (freijó) em sistema "Taungya" na Região do Tapajós - Estado do Pará. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 10p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 33).

BROWER, J.E. & ZAR, J.H. Field and laboratory methods for general ecology. Wm.C.Brown Company, 1977. 194p.

J BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. Turrialba, 15(1):40-2, 1965.

CARABIAS-LILLO, J. & GUEVARA SADA, S. Fenologia en una selva tropical humeda y en una comunidad derivada; los Tuxtlas, Veracruz. In: GOMEZ-POMPA, A. & DEL AMO, S., ed. Investigaciones sobre la regeneracion de las selvas altas en Vera Cruz, Mexico. II. México, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, 1985. p.27-66.

D CARPANEZZI, A.A. & KANASHIRO, M. Informações sobre a ecologia de freijó-cinza (Cordia goeldiana Huber). Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 13p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 14).

D CARPANEZZI, A.A. & YARED, J.A.G. Crescimento de freijó (Cordia goeldiana Huber) em plantios experimentais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1981. 10p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 26).

D CARPANEZZI, A.A.; YARED, J.A.G.; BRIENZA JUNIOR, S.; MARQUES, L.C.T.; LOPES, J. do C.A. Regeneração artificial de freijó (Cordia goeldiana Huber). Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983. 21p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 11).

CARVALHO, J.O.P. de. Abundância, frequência e grau de agregação do pau-rosa (Aniba duckei Kostermans) na Floresta Nacional do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983. 18p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 53).

CARVALHO, J.O.P. de. Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará. Curitiba, 1982. 128p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).

CARVALHO, J.O.P. de. Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na Floresta Nacional do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980a. 15p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 20).

CARVALHO, J.O.P. de. Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em área da Floresta Nacional do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980b. 20p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 2).

CARVALHO, J.O.P. de. Manejo experimental em matas altas sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós. In: CURSO Multinacional de Capacitação em Silvicultura e Manejo de Florestas Amazônicas. Belém, 1978. (não publicado).

COATES-ESTRADA, R. & ESTRADA, A. Fruiting and frugivores at a strangler fig in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. J.Trop.Ecol. 2:349-57, 1986.

CORRÊA, M.P. Dicionário das plantas úteis do Brasil. Rio de Janeiro, IBDF, 1975. 6v.

DANIEL, O. Padrões de disseminação, qualidade fisiológica de sementes e sobrevivência inicial de *Astronium concinum* Schott (gonçalo-alves). Viçosa, 1988. 100p. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).

DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rainforest. Tropical Sucession, p.47-55, 1980.

DUBOIS, J. A floresta amazônica e sua utilização face aos princípios modernos de conservação da natureza. In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA. Atas. Belém, 1967. v.7, p.115-46. (Conservação da natureza e recursos naturais).

DUBOIS, J. Preliminary forest management guidelines for the National Forest of Tapajós. Belém, IBDF-PRODEPEF, 1976. 41p.

ENGEL, V.L. & POGGIANI, F. Estudo fenológico das principais espécies arbóreas plantadas no parque da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em Piracicaba - SP. O Solo, Piracicaba, 77, (1-2):42-56, 1985.

EVANS, L.T. The natural history of crop yield. Am.Sci, 68:388-97, 1980.



- FAHN, A & WERKER, E. Anatomical mechanisms of seed dispersal. In: KOZLOWSKI, T.T. Seed biology. New York, Academic Press, 1972. v.1, p.151-221.
- FLEMING, T. & HEITHAUS, E. Frugivorous bats, seed shadows and the structure of tropical forests. Biotropica, Lawrence, 13(2 supl.):45-53, 1981.
- FOSTER, R.B. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. In: LEIGH JR, E.G.; RAND, A.S.; WINDSOR, D.M. The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes. Washington DC, Smithsonian Institution. 2 printing. 1986. p.151-72.
- FOURNIER, L.A. & CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características de los árboles tropicales. Turrialba, 25(1):45-8, 1975.
- FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba, 24(4):422-23. 1974.
- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. J.Ecol., 62:881-919, 1974a.
- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. Tropical plant phenology: Applications for studies in community ecology. In: LIETH, H. ed. Phenology and seasonality modeling. Berlin, Springer-Verlag, 1974b. p.287-96.
- GEIGER, R. Manual de microclimatología: o clima da camada de ar junto ao solo. 4.ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1961. 556p.
- GRANT, V. Gene flow and the homogeneity of species populations. Biol.Zbl. 99:157-69, 1980.

- GURGEL FILHO, O.A. & PASZTOR, Y.P. de C. Fenologia e comportamento em alfobre de espécies florestais e ornamentais. Silvic.S.Paulo, 1(2):291-304, 1963.
- HARPER, J.L.; LOVELL, P.H.; MOORE, K.G. The shapes and sizes of seeds. A.Rev.Ecol.Supt., 1:327-57. 1970.
- HEINSDIJK, D. O diâmetro dos troncos e o estrato superior das florestas tropicais. [Belém] SPVEA/FAO, 1965. 56p.
- HOPKINS, H.C. & HOPKINS, M.J.G. Fruit and seed biology of the neotropical species of *Parkia*. In: SUTTON, S.L. et alii. Tropical rain forest: ecology and management. Oxford, Blackwell, 1983. p.197-209.
- HOWE, H.F. & SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. Am.Rev.Ecol.Syst., 13:201-28, 1982.
- HOWE, H.F. Annual variation in a neotropical seed-dispersal system. In: SUTTON, S.L. et alii. Tropical Rain Forest: ecology and management. Oxford, S. Blackwell, 1983. p.211-27.
- HUBBELL, S.P. & FOSTER, R.B. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation. In: SOULÉ, M.E. ed. Conservation Biology - the diversity. Sunderlands, Sinauer Associates, 1986. p.205-31.
- HUBBELL, S.P. Tree dispersion abundance and diversity in a tropical dry forest. Science, 203(4387):1299-309, 1979.
- HUXLEY, P.A.; AKUNDA, E.; REPOLLO, A. Climate and plant responses: a note on the use of phenological data for the design and management of agroforestry systems. Nairobi, ICRAF, 1986. 19p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal. Centro de Pesquisas Florestais da Amazônia. Programação técnica. Brasília, 1976. 75p. (IBDF-PRODEPEF. Divulgaçãc 9).

- JACKSON, J.F. Seed size as a correlate of temporal and spatial patterns of seed fall in a neotropical forest. Biotropica, Lawrence, 13(2 supl.): 121-30, 1981.
- JANZEN, D.H. Seeding patterns of tropical trees. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H. Tropical trees as living systems. London, Cambridge University Press, 1976, p.83-128.
- JANZEN, D.H. Ecology of plants in the tropics. London: E. Arnold, 1977. 66p. (The Institute of Biology's. Studies in Biology, 58).
- JESUS, R.M. & MENANDRO, M.S. Estudo das fenofases em essências florestais nativas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão - SP, 1982. Anais. São Paulo, Instituto Florestal, 1982. p.257-68.
- KAGEYAMA, P.Y. & PATIÑO-VALERA, F. Conservacion y manejo de recursos geneticos forestales: factores que influyen en la estructura y diversidad de los ecosistemas forestales. Trabalho apresentado ao 9º Congresso Mundial Florestal, México, 1985.
- KAGEYAMA, P.Y. Conservação "in situ" de recursos genéticos de plantas. IPEF, Piracicaba, (35):7-37, 1987.
- LEÃO, N.V.M.; OHASHI, S.T.; KAGEYAMA, P.Y. Distribuição espacial dos indivíduos de espécies arbóreas na Amazônia. Trabalho apresentado ao 39º Congresso Nacional de Botânica, Belém, 1988.
- LOVELESS, M.D. & HAMRICK, J.L. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. Ann. Rev. Ecol. Syst., 15:65-95. 1984.
- MACEDO, M. Dispersão de plantas lenhosas de uma campina amazônica. Manaus, CNPq-INPA, 1977. 69p. (CNPq-INPA. Acta Amazonica, 7 supl. 1).

- McGINNIES, W.G. The relationship between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semi-arid region. Ecology, 15(3):263-82, 1934.
- MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneracion natural de las selvas altas perenifolias. In: GOMEZ-POMPA, A. & DEL AMO R., S. (eds.). Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas en Veracruz, Mexico. Xalapa, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, 1985, v.2, p.191-239.
- MEDWECKA-KORNAS, A. Plant litter. In: PHILLIPSON, J. ed. Methods of study in quantitative soil ecology: population, production and energy flow. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1971. p.24-33. (IBP Handbook, 18).
- MONTAGNER, L.H. & YARED, J.A.G. Aspectos da fenologia de Cordia goeldiana Huber e suas relações com alguns parâmetros climáticos. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983. 18p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 54).
- NIEMBRO R., A. Diseminacion natural de especies forestales mexicanas. In: REUNIÓN sobre problemas em semillas forestales tropicales, p.124-226, 1983.
- NIENSTAEDT, H. Genetics variation in some phenological characteristics of forest trees. In: LIETH, H., ed. Phenology and seasonality modeling. Berlin, Springer-Verlag, 1974. p.389-400.
- OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. J. Biogeography, 3:231-6, 1976.
- PAYANDEH, B. Comparison of method for assessing spatial distribution of trees. For.Sci., 16(3):312-17, 1970.

PEREIRA, A.P. & PEDROSO, L.M. Dados fenológicos das principais espécies florestais que ocorrem na Estação Experimental de Curuá-Una, Pará. SUDAM. Doc. Amaz., Belém, 5(1/4):53-9, 1973.

\*PEREIRA, L.C. Características químicas de latossolo amarelo da região Amazônica brasileira. Piracicaba, 1987. 96p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)

PIJL, L. van der. Principles of dispersal in higher plants. 2nd ed. Berlin, Springer Verlag, 1972. 162p.

RAMIREZ, C.A.C. Dispersão anemocórica das sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil.), na região de Bauru, Estado de São Paulo. Piracicaba, 1986. 140p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

RATHCKE, B. & LACEY, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. Am.Rev.Ecol.Syst. 16:179-214, 1985.

REICH, P.B. & BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. J. Ecol., 72:61-74, 1984.

ROCHE, L.R. Frondosas Tropicales. In: \_\_\_\_\_ et alii. Informe sobre um estudio piloto acerca de la metodologia de la conservación de los Recursos Genéticos Forestales. Roma, FAO/PNUMA, 1975. p.67-81.

ROCKWOOD, L.L. Seed weight as a function of life form elevation and life zone in neotropical forests. Biotropica, Lawrence, 17(1):32-9, 1985.

SILVA, J.N.M. & LOPES, J. do C.A. Distribuição espacial de árvores na Floresta Nacional do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 14p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 26).

- SMYTHE, N. Relationship between fruiting season and seed dispersal methods in a neotropical forest. Am.Nat., 104:25-35, 1970.
- SOLOMON, M.E. Dinâmica de populações. São Paulo, EDUSP, 1980. 78p.
- STERNER, R.W.; RIBIC, C.A.; SCHATZ, G.E. Testing for life historical changes in spatial patterns of four tropical tree species. J.Ecol. 74(3):621-33, 1986.
- SWAINE, M.D. & WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. Vegetatio. 75:81-86, 1988.
- THORINGTON JR, R.W.; TANNENBAUM, B.; TARAK, A.; RUDRAN, R. Distribution of trees on Barro Colorado Island: a five hectare sample. In: LEIGH JR, E.G.; RAND, A.S. & WINDSOR, D.M. The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes. Washington DC, Smithsonian Institution. 2 printing. 1986. p.83-94.
- VIANA, V.M. Seed dispersal and gap regeneration: the case of three amazonian tree species. Cambridge, Harvard University, 1989. 270p. (Doutorado - Harvard University).
- VIANNA, N.G. Produção e tecnologia de sementes de freijó (*Cordia goeldiana* Huber). Belém, EMBRAPA-CPATU, 1982. 14p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 37).
- VINHA, S.G. da & LOBÃO, D.E.V.P. Frutificação e germinação das espécies arbóreas nativas do sudeste da Bahia. Boletim Técnico CEPLAC. (94):1-19, 1982.
- WHITMORE, T.C. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMAN, M.H. (eds.). Tropical Trees as Living Systems. Cambridge, Cambridge University, 1978.
- WIKANDER, T. Mecanismos de dispersión de diásporas de uma selva decídua en Venezuela. Biotropica, 16(4):276-83, 1984.

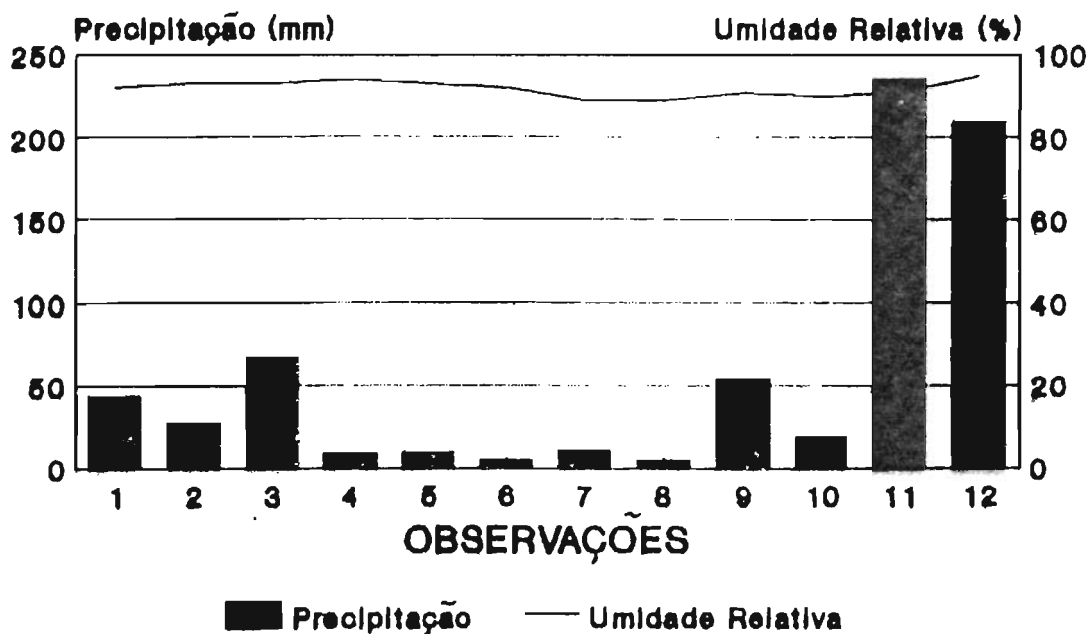
- YARED, J.A.G.; CARPANEZZI, A.A.; CARVALHO FILHO, A.P. Ensaio de espécies florestais no planalto do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU. 1980. 22p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 11).
- ZASADA, J.C. & DENSMORE, R. A trap to measure *Populus* and *Salix* seed fall. Canadian Field - Naturalist. 93(11):77-9, 1979.

**A P Ê N D I C E S**



## DADOS METEOROLÓGICOS - 1985

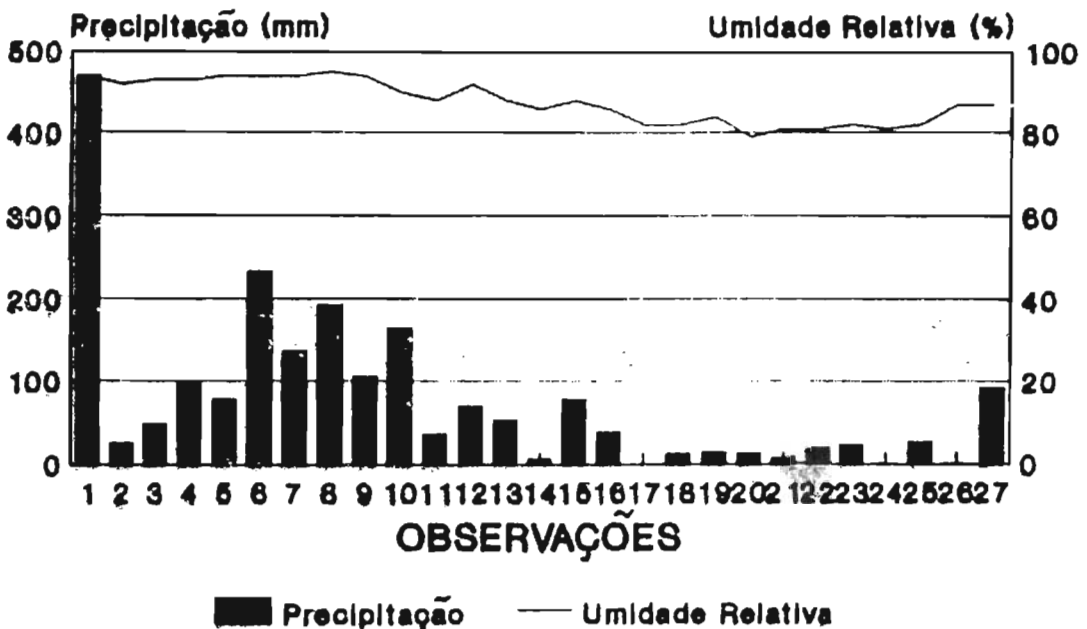
### Precipitação e Umidade Relativa



Apêndice 1 - Dados meteorológicos coletados mensalmente, em Belterra, no município de Santarém - PA, durante o ano de 1985.

## DADOS METEOROLÓGICOS - 1986

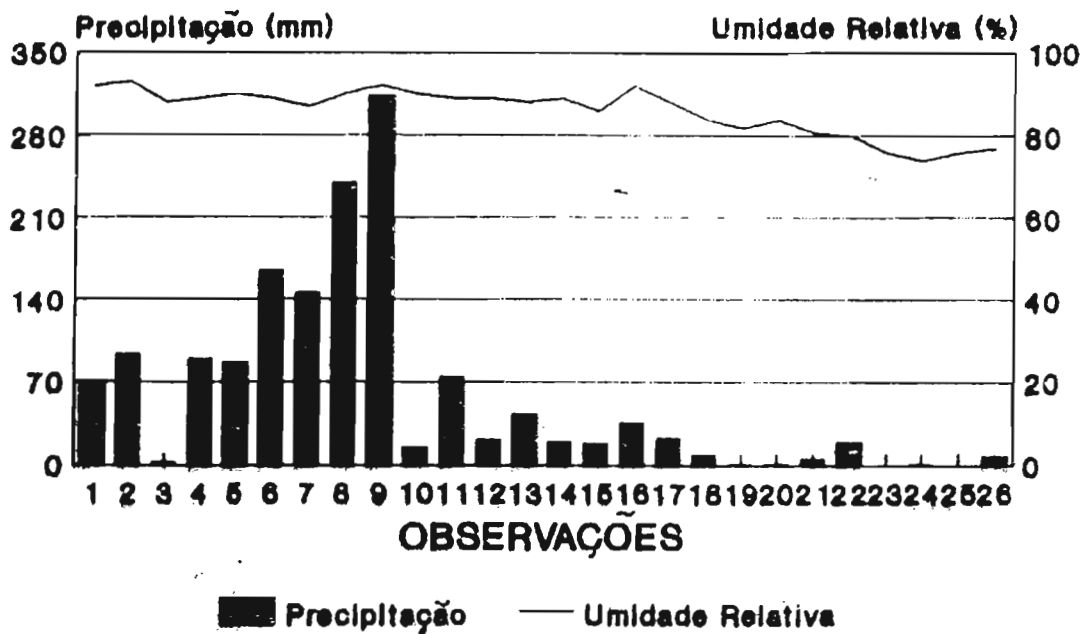
### Precipitação e Umidade Relativa



Apêndice 2 - Dados meteorológicos coletados mensalmente, em Belterra, no município de Santarém, PA, durante o ano de 1986.

## DADOS METEOROLÓGICOS - 1987

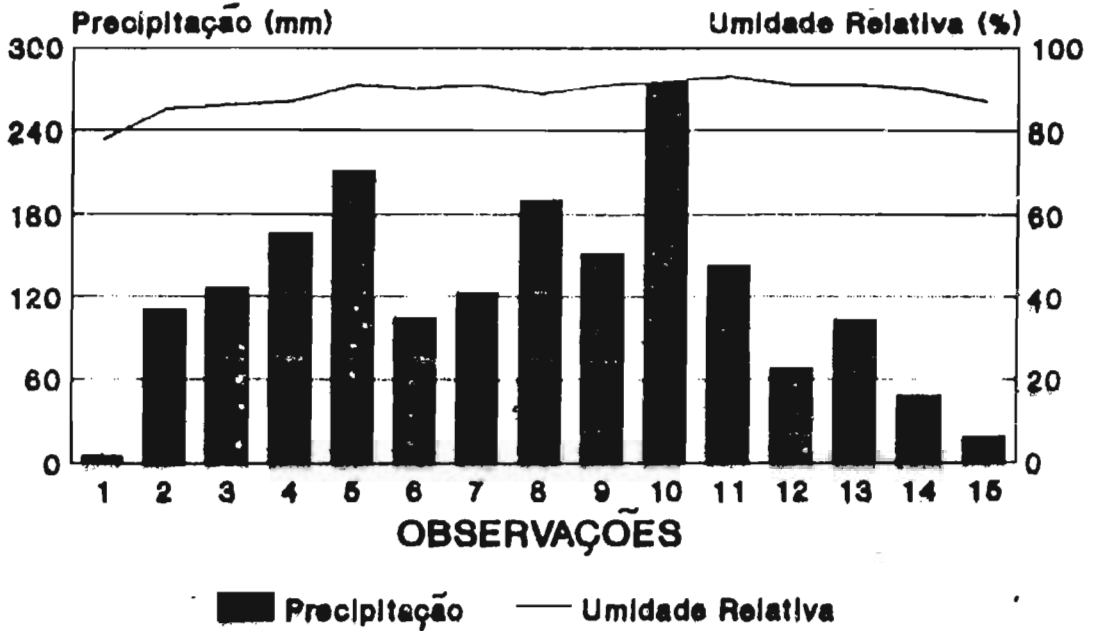
### Precipitação e Umidade Relativa



Apêndice 3 - Dados meteorológicos coletados mensalmente, em Belterra, no município de Santarém - PA, durante o ano de 1987.

## DADOS METEOROLÓGICOS - 1988

### Precipitação e Umidade Relativa



Apêndice 4 - Dados meteorológicos coletados mensalmente, em Belterra, no município de Santarém - PA, durante o ano de 1988.

Apêndice 5 - Número de espécies e sementes com aparato de voo, agrupadas pelas características do aparato, coletadas durante treze meses na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

Época de coleta	Número de sementes e espécies com aparato de voo											
	Helicóptero		Planador		Flutuante		Autogiro		Autogiro rolante		Outros tipos	
	spp	sem	spp	sem	spp	sem	spp	sem	spp	sem	spp	sem
1	4	13	4	17	5	92	8	17	9	261	4	33
2	3	9	2	2	3	17	1	1	3	35	1	3
3	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	4	26
4	1	1	-	-	-	-	-	-	1	2	2	6
5	1	1	-	-	1	12	-	-	-	-	2	2
6	4	59	-	-	1	4	-	-	2	4	1	1
7	1	37	-	-	1	5	-	-	-	-	2	4
8	3	3	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
9	2	7	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
10	3	3	-	-	-	-	1	1	-	-	1	7
11	3	20	-	-	-	-	-	-	1	1	2	7
12	5	149	-	-	1	1	1	17	2	5	2	3
13	2	561	-	-	1	1	1	16	5	19	1	4
14	1	85	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
15	2	144	-	-	-	-	-	-	4	32	2	21
16	4	78	1	2	1	1	-	-	4	35	-	-
17	4	78	1	1	1	1	1	1	4	101	2	13
18	3	41	1	4	1	5	1	1	1	7	1	1
19	4	48	1	3	1	1	1	1	-	-	2	3
20	2	2	1	4	-	-	-	-	-	-	1	5
21	3	28	2	6	-	-	1	4	-	-	3	39
22	1	1	3	3	1	1	3	14	-	-	1	16
23	1	1	-	-	-	-	1	1	1	13	1	16
24	-	-	1	1	1	3	-	-	2	2	3	70
25	2	2	-	-	1	44	1	1	2	2	-	215
26	2	3	-	-	3	14	3	16	4	13	3	36
27	2	35	-	-	-	-	3	42	5	35	4	53
<b>TOTAL</b>	1.410		44		203		133		570		385	
<b>MÉDIA</b>	52,22		1,63		7,52		4,92		21,11		14,26	

spp = espécie

sem = semente

CEDRUS DEODORA

PINACEAE

Apêndice 6 - Número de espécies e sementes sem aparato de voo, agrupadas pelas características do aparato, coletadas durante treze meses na Floresta Nacional do Tapajós, Santarém - PA.

Época de coleta	Número de sementes e espécies sem aparato de voo									
	Muito grande		Grande		Média		Pequena		Muito pequena	
	spp	sem	spp	sem	spp	sem	spp	sem	spp	sem
1	1	2	5	12	18	108	22	211	31	991
2	1	1	2	2	14	65	23	306	24	1.591
3	1	1	1	1	15	27	24	199	18	282
4	1	1	2	9	10	14	18	100	24	405
5	-	-	1	1	15	29	27	163	20	1.293
6	-	-	4	4	10	15	20	133	24	638
7	-	-	2	5	5	9	17	87	26	581
8	-	-	1	2	6	9	13	16	32	217
9	-	-	1	1	15	34	24	80	28	171
10	-	-	3	12	10	42	23	162	25	360
11	-	-	1	8	12	130	26	139	31	327
12	1	3	1	10	10	36	30	304	45	525
13	1	1	1	1	11	160	33	1.530	33	259
14	-	-	2	3	20	30	21	377	15	70
15	-	-	5	16	16	56	35	475	31	508
16	1	1	7	10	12	71	31	167	31	425
17	1	2	2	2	19	61	34	272	34	387
18	1	1	3	9	15	31	31	214	25	301
19	-	-	3	4	19	41	31	233	32	843
20	1	1	2	2	16	34	30	254	37	273
21	-	-	3	5	19	78	24	251	20	499
22	1	2	1	1	21	76	33	605	39	342
23	-	-	2	3	21	148	31	367	43	867
24	1	1	3	4	21	120	38	207	41	346
25	2	2	5	9	10	34	23	134	42	498
26	3	3	4	15	29	110	42	323	45	396
27	4	6	6	6	26	64	36	140	30	251
<b>TOTAL</b>		26		157		1.632		7.449		13.666
<b>MÉDIA</b>		1.04		5.81		60.44		275.89		506.15

spp = espécie

sem = semente