

dupl. ok



n. d. aut.

Flavio Antonio Maes dos Santos

BC/13556

IB/80298

**PADRAO ESPACIAL DE JOVENS EM RELAÇÃO A ADULTOS DE ESPÉCIES
ARBÓREAS DE CERRADO QUE OCORREM NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sodero Martins

n. d. aut.

9103235/3

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual de
Campinas, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor em
Biologia, área de Ecologia.

*Estu exemplar corresponde a redação final da tese
defendida pelo candidato Flávio Antônio Maes dos Santos
e aprovada pela Comissão julgadora.*

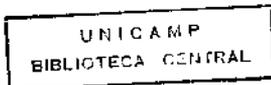
*21 ped Ltr.
22/09/91*

T/UNICAMP

Campinas - São Paulo

Sa59
p

1991



ÍNDICE

Agradecimentos	1
Resumo	ii
Summary	iii
Introdução	1
O Problema	2
Dispersão	2
Sobrevivência	4
Padrões Espaciais e Padrões de Recrutamento ..	5
Objetivos	11
Material e Métodos	12
As Espécies	12
<i>Anadenanthera falcata</i>	12
<i>Copaifera langsdorffii</i>	14
<i>Xylopia aromatica</i>	17
As Áreas de Estudo	20
Reserva Biológica de Moji Guaçu	20
Estação Experimental de Luís Antônio	22
Estação Experimental de Assis	23
Estação Experimental de Itirapina	24
O Método	25
As Premissas Assumidas	29
Resultados	36
<i>Anadenanthera falcata</i>	36
Densidade e Estrutura de Tamanhos	36
Relações de Densidade	44
Relações entre Densidade, Altura e Distância .	47
Padrão Espacial de Recrutamento	55
Direcionamento no Padrão Espacial de Recrutamento	89
<i>Copaifera langsdorffii</i>	102
Densidade e Estrutura de Tamanhos	102
Relações de Densidade	109
Relações entre Densidade, Altura e Distância .	113
Padrão Espacial de Recrutamento	119
Direcionamento no Padrão Espacial de Recrutamento	147
<i>Xylopia aromatica</i>	161
Densidade e Estrutura de Tamanhos	161
Padrão Espacial de Recrutamento	167
Discussão	182
Densidade e Estrutura de Tamanhos	182
Relações de Densidade	188
Relações entre Densidade, Altura e Distância	190
Padrão Espacial de Recrutamento	192
Direcionamento no Padrão Espacial de Recrutamento .	195
Conclusões	197
Bibliografia	201

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Paulo Sodero Martins, pela orientação e por "me deixar navegar por mares tão distantes".

Aos Drs. Miguel Petrere Jr., Carlos Alfredo Joly, Fernando Roberto Martins e Virgílio M. Viana, membros da pré-banca, pelas sugestões e críticas.

Aos Drs. George J. Shepherd e John D. Hay e ao Prof. Jorge Tamashiro, pelas críticas e sugestões ao manuscrito.

Aos amigos que auxiliaram no trabalho de campo e aos alunos das disciplinas Ecologia de Campo II e IV dos anos de 1986, 1987, 1988, 1989 e 1990, que muito contribuíram não só na coleta de dados, como também na discussão dos resultados.

Aos professores e amigos Hermógenes de Freitas Leitão Filho, Fernando Roberto Martins e Carlos Alfredo Joly, pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho, especialmente pelo apoio durante a realização das disciplinas de Ecologia de Campo.

Aos professores e pesquisadores Jader S. Marinho Filho, Rita M.C. Okano, I. Cristina S. Machado, Ary T. Oliveira Filho e Clara P. Ferreira, por permitirem a utilização de dados obtidos em co-autoria.

Ao Instituto Florestal de São Paulo e ao Instituto de Botânica de São Paulo por permitir o acesso às áreas de estudo.

Ao FAP/FUNCAMP e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

A todos os meus amigos, cujo apoio e incentivo foram fundamentais em todas as fases deste trabalho.

A Ceres, Edu e Renata, pela ajuda e estímulo.

É extremamente difícil não cometer omissões inconscientes em um item de agradecimentos. Da mesma forma, seria impossível agradecer nominalmente a todos os que contribuíram, das mais diversas formas, para a realização deste trabalho, de forma resumida e em tão pouco espaço.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo identificar padrões de distribuição espacial de indivíduos jovens em relação a adultos de espécies arbóreas que ocorrem em áreas de cerrado no estado de São Paulo, e analisar os resultados em termos dos padrões de recrutamento de indivíduos na população.

As espécies escolhidas para o estudo foram *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae: Mimosoideae), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae: Caesalpinioideae) e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae).

O estudo foi desenvolvido em quatro áreas de cerrado no estado de São Paulo: (1) Reserva Biológica de Moji Guaçu, Fazenda Campininha, Moji Guaçu; (2) Estação Experimental de Luís Antônio, Fazenda Jataí, Luís Antônio; (3) Estação Experimental de Assis, Assis; e (4) Estação Experimental de Itirapina, Itirapina.

Os dados foram obtidos utilizando-se parcelas circulares com 6 ou 10m de raio, centradas em um adulto da espécie em questão. Todos os indivíduos não adultos no interior da parcela foram amostrados. Para cada indivíduo foram registradas a altura e a distância ao adulto mais próximo, da mesma espécie. As premissas assumidas e as implicações do uso de tal metodologia são discutidas.

Os resultados indicam: (1) uma distribuição de tamanhos em forma de J reverso para os jovens de *Anadenanthera* e *Copaifera* e uma distribuição de tamanhos bimodal para *Xylopia* em todas as áreas do estudo; (2) a densidade de adultos parece não ter uma influência simples e direta na densidade de jovens; (3) a densidade de indivíduos parece não ter influência sobre o tamanho médio dos jovens; (4) a densidade de adultos tem um efeito sobre a distância média de jovens a adultos, o mesmo não ocorrendo com a densidade de jovens; (5) o número de jovens cai com o aumento da distância a adultos, com excessão das primeiras classes de distância, onde esse número geralmente é baixo; (6) a altura média dos jovens parece não ser influenciada pela distância a adultos; (7) ausência de diferenças na distância média de jovens a adultos, entre as classes de tamanho de jovens, ou quando ocorrem diferenças, estas não sugerem um padrão simples de aumento da distância média com um aumento de tamanho dos indivíduos; (8) não houve diferença significativa entre as curvas ajustadas de estabelecimento de jovens a diferentes classes de distância a adultos; (9) embora o padrão geral de recrutamento para cada espécie seja semelhante nas diferentes áreas, eles parecem ser resultado de diferentes processos dependentes da distância, agindo diferencialmente nos diferentes estádios de desenvolvimento dos indivíduos; e (10) não existem tendências a um padrão de direcionalidade no recrutamento de novos indivíduos nas populações estudadas.

SUMMARY

This study investigates the spatial distribution of juveniles in relation to adult trees that occur in cerrado areas of São Paulo State, SE Brazil. The results are analyzed in terms of the recruitment pattern in populations of three species (*Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae: Mimosoideae), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae: Caesalpinioideae) e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae)) in four cerrado areas ((1) Reserva Biológica de Moji Guaçu, Fazenda Campininha, Moji Guaçu; (2) Estação Experimental de Luís Antônio, Fazenda Jataí, Luís Antônio; (3) Estação Experimental de Assis, Assis; e (4) Estação Experimental de Itirapina, Itirapina).

Data were obtained with circular plots of 6 or 10m radius centered on adult plants. All juveniles in the plots were sampled and had their height and distance to the nearest conspecific adult measured.

The results indicate that: (1) the size distribution has a J reverse shape for juveniles of *Anadenanthera* and *Copaifera* and a bimodal shape for *Xylopia* in all study areas; (2) the density of juveniles are not influenced by the density of adults; (3) the mean size of juveniles is not influenced by the density; (4) the mean distance between juveniles and conspecific adults is affected by the adult density but not by the juvenile density; (5) the number of juveniles decreases with an increase in the distance from adult plants, except in the nearest distance classes where the number of juveniles is low; (6) the mean height of juveniles is not affected by the distance from adults; (7) the mean distance from adults does not differ among size classes of juveniles; (8) the establishment curves of juveniles does not differ among the distance classes from adults; (9) the recruitment pattern does not differ among the areas for each species, but the results seems to be consequence of different process which act not equally in different size classes; and (10) there were no differences indicating a directional pattern of the recruitment in the populations studied.

INTRODUÇÃO

Informações sobre a estrutura e a dinâmica de populações de espécies de plantas de cerrado são escassas, embora seja uma das formações vegetais mais estudadas no Brasil e ocupe cerca de 25% do território nacional. A maioria dos estudos envolvendo a vegetação dessas áreas tem como objetivo a descrição florística e fitossociológica da comunidade, principalmente das plantas arbóreo-arbustivas, a comparação com outros ambientes ou com outras áreas de cerrado, e o estudo fisiológico ou ecofisiológico de algumas espécies. Em sua maioria, esses estudos não oferecem informações sobre possíveis mudanças temporais nas comunidades. Porém, as características ligadas à estrutura e à organização da comunidade não são estáticas, pois os padrões de abundância e distribuição de indivíduos adultos das diferentes espécies estão diretamente relacionados com os processos ligados à dispersão de sementes e ao estabelecimento e sobrevivência dos indivíduos até a maturidade, resultando em diferentes padrões de regeneração. Dessa forma, a distribuição espacial de plantas adultas, reflete o padrão espacial de recrutamento e a influência dos fatores de mortalidade, os quais diferem em intensidade tanto no espaço como no tempo. Sendo assim, torna-se importante o entendimento do comportamento de populações e dos fatores que influenciam a sua densidade e distribuição.

O Problema

A probabilidade de recrutamento de um novo indivíduo na população, em qualquer ponto no espaço, é função do número de sementes dispersas e da probabilidade de sobrevivência destas até a maturidade (Cook 1980, Fleming & Heithaus 1981). Estes dois parâmetros são determinantes nas mudanças numéricas das populações e nos padrões espaciais dos diversos estádios de desenvolvimento dos indivíduos. Estes, por sua vez, influenciam a aptidão da planta parental, o tamanho, a estrutura genética (Hamrick & Loveless 1986) e espacial das populações e, em última análise, a diversidade de espécies e os padrões de abundância e estrutura dentro das comunidades (Augspurger 1983a).

Dispersão

Os processos de dispersão são freqüentemente interpretados como adaptações no sentido de aumentar a probabilidade de sobrevivência da prole, embora a distância em relação a árvore parental para que isto ocorra geralmente seja desconhecida (Augspurger 1983a).

A maior parte dos estudos quantitativos sobre dispersão de sementes tem mostrado uma distribuição leptocúrtica, com uma alta densidade de sementes próximo à planta parental e uma grande redução numérica com o aumento da distância da fonte de sementes (Levin & Kerster 1974, Janzen et al. 1976, Harper 1977, Augspurger 1980, 1983b, 1987, Howe et al. 1985, Dirzo & Domínguez 1986, Moreira 1987).

Os estudos sobre a dispersão de sementes de espécies de cerrado são ainda escassos (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983). Os dados existentes na literatura geralmente referem-se apenas à caracterização morfológica das unidades de dispersão, das síndromes associadas a essas características e à observação de possíveis agentes dispersores. Em muitos casos, verifica-se que autores diferentes apresentam interpretações distintas (ver Mantovani 1983, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983, Mantovani & Martins 1988) sobre os mecanismos de dispersão de algumas espécies. É provável que isto se deva a diferenças nos objetivos dos estudos, nas premissas assumidas pelos autores (ver Herrera 1986), e ao fato de que os estudos de dispersão geralmente são feitos de forma isolada, sem considerar o contexto ambiental em que as espécies estão inseridas, as relações com outras espécies que coexistem na área, e o destino das sementes tanto em termos espaciais, como também temporais relacionados às demais fases do ciclo de vida das plantas. Como consequência, na maioria dos casos, as interpretações das síndromes são baseadas em suposições e não em observações concretas sobre o sucesso da dispersão, isto é, em um aumento nas chances de sobrevivência e estabelecimento de novos indivíduos. Tais considerações assumem uma importância ainda maior no caso de áreas naturais que freqüentemente vêm sendo devastadas. Os dados existentes na literatura indicam que a maioria das espécies arbóreo-arbustivas do cerrado

apresentam síndromes de zoocoria (ver Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983, Mantovani & Martins 1988, Moreira 1990) e que as áreas de cerrado vêm sendo constantemente reduzidas, tanto no estado de São Paulo, onde a maioria dos trabalhos publicados foram desenvolvidos, bem como no resto do país. Isto deve ter implicações importantes sobre a fauna de dispersores, e estudos que levem em conta tais considerações são de fundamental importância.

Sobrevivência

Vários estudos têm mostrado que a sobrevivência de diásporos até a maturidade pode ser afetada pela densidade, pela distância de plantas adultas, pela interação com outras espécies de plantas, pela distribuição de sítios favoráveis para germinação e crescimento no ambiente e pelo efeito de predadores de sementes e/ou plântulas (Janzen 1970, 1971, 1972, Connell 1971, Harper 1977, Hubbell 1980, Augspurger 1983a, 1983b, 1984, Dirzo & Domínguez 1986, Murray 1986, Platt & Hermann 1986, Ramírez & Arroyo 1987, Howe 1990, Turner 1990).

Existem poucas informações sobre os padrões de mortalidade de espécies do cerrado. Um dos motivos para isso, talvez seja o fato de que os primeiros trabalhos sobre a vegetação do cerrado sempre destacaram a importância da propagação vegetativa no estabelecimento das plantas e a excepcionalidade da entrada de novos indivíduos através da germinação de sementes (ver Labouriau 1963). No entanto,

estudos posteriores não corroboraram tais observações (Labouriau et al. 1963, 1964, Moreira 1987, entre outros). Embora a controvérsia permaneça até hoje, nenhum esforço no sentido de quantificar a proporção de espécies que utilizam as duas estratégias de propagação (vegetativa e por sementes) foi feito até o momento.

Dentre os dados existentes (Moreira 1987, Hay & Barreto 1988), os valores obtidos para as taxas de mortalidade são semelhantes àqueles observados para outros ecossistemas (Hay 1990). Entretanto, a escassez de informações não permite maiores generalizações.

Padrões Espaciais e Padrões de Recrutamento

Várias hipóteses têm sido propostas para explicar diferentes padrões espaciais observados em diferentes espécies de plantas. As suposições contidas nas diferentes hipóteses não são totalmente exclusivas e podem ter maior ou menor importância, dependendo da população em estudo (Howe & Smallwood 1982).

Janzen (1970) e Connell (1971), independentemente, propuseram um modelo qualitativo em que a chance de recrutamento de indivíduos numa população é maior a uma certa distância da planta parental. Tal distância seria uma função das curvas médias de dispersão e sobrevivência até a maturidade, dos diásporos de indivíduos da população. Por sua vez, tais curvas estariam relacionadas com as características de dispersão no espaço e no tempo e com os

fatores de mortalidade dependentes da distância e/ou densidade. Tal idéia foi amplamente aceita, embora relativamente poucos estudos apresentem evidências que suportem o modelo. Ao contrário, dados sobre o padrão espacial de árvores tropicais têm sido usados como base para rejeição da hipótese ou de algumas de suas previsões (ver Hubbell 1979, 1980, Fleming & Heithaus 1981). Hubbell (1980), sugeriu que o número de indivíduos recrutados deve ser máximo próximo à planta parental, a menos que a mortalidade seja 100 % nas proximidades do adulto parental. Ele argumenta que a densidade de sementes é tão alta próximo ao adulto que, mesmo com uma alta mortalidade, a probabilidade de um diásporo atingir a maturidade deve ser uma função inversa da distância, pois mesmo com um aumento na probabilidade de sobrevivência, a densidade de sementes seria muito baixa a distâncias maiores.

Muita controvérsia surgiu na literatura a partir dessas idéias. Boa parte dos argumentos contrários ao modelo de Janzen (1970) refere-se ao fato de que a maioria dos dados existentes indica um padrão espacial agregado de adultos de árvores tropicais. Entretanto, o padrão espacial de adultos não necessariamente testa a hipótese sobre os processos populacionais envolvidos no recrutamento de novos indivíduos. Se existe um componente espacial relacionado com a dispersão, sobrevivência ou desenvolvimento, então as diferenças no padrão espacial de indivíduos de diferentes classes etárias em uma população devem ser consideradas. Ou

seja, o que é importante saber é se as árvores adultas são mais ou menos agrupadas do que o padrão espacial esperado, caso a mortalidade nos estádios de desenvolvimento anteriores seja ao acaso (Sternner et al. 1986).

Uma grande ênfase tem sido dada a tais modelos teóricos. Entretanto, os modos pelos quais são feitos os testes geralmente têm causado controvérsias. Augspurger (1983b) cita que os estudos baseados nesses modelos têm enfatizado o padrão espacial da mortalidade em um dado período de tempo no ciclo de vida das plantas, como, por exemplo, as sementes dispersas antes de germinarem. Ela enfatiza que pouca ou nenhuma atenção é dada à possibilidade de variações temporais nas funções de probabilidades de sobrevivência. Verifica-se ainda uma dicotomia no modo de encarar os métodos utilizados em estudos desse tipo. Por um lado, alguns autores apontam para o problema de que vários estudos fazem inferências a partir de um padrão estático obtido por mapeamento de indivíduos jovens, ignorando ou dando pouca importância para a natureza dinâmica dos padrões de dispersão ou para a identificação de fatores específicos responsáveis pela determinação dos padrões de mortalidade de cada classe etária em uma população, (Augsburger 1983b, Clark & Clark 1984). Por outro lado, outros colocam que a distribuição espacial dos indivíduos, especialmente os mais velhos, deve ser resultado de processos importantes a longo prazo, os quais devem estar refletidos nas características estruturais das populações, evitando que seja dada

importância exagerada a processos ecológicos que ocorram especificamente em um ou poucos anos (Sternner et al. 1986).

Clark & Clark (1984), apresentam uma revisão de 24 conjuntos de dados de árvores tropicais, os quais, em sua maioria, indicam uma mortalidade de progênie dependente da densidade ou da distância como previsto por Janzen (1970) e Connell (1971). Em alguns casos ainda, existem evidências relacionadas a uma distância crítica mínima de recrutamento para algumas espécies arbóreas tropicais. Por outro lado, alguns casos não se ajustam a nenhuma das previsões anteriores. Em tais situações possivelmente podem ocorrer outros fatores de mortalidade mais importantes, tais como uma grande heterogeneidade ambiental relacionada com a distribuição espacial de locais apropriados para a germinação e desenvolvimento dos indivíduos, interferência interespecífica, mecanismos de alelopatia, entre outros, todos estes importantes na determinação dos padrões espaciais. Dentre alguns estudos desenvolvidos nesse sentido, que não se encontram listados no trabalho de Clark & Clark (1984), pode-se citar o de Ramírez (1978) e Ramírez & Arroyo (1982, 1987, 1990) com *Copaifera pubiflora* em uma área de savana na Venezuela; o de Leite & Rankin (1981) com *Pithecolobium racemosum* e o de Alencar (1984) com *Copaifera multiflora* em áreas de mata na Amazônia; o de Forget (1989) com *Eperua falcata* em uma área de mata na Guiana Francesa; o de Henriques & Sousa (1989) com *Carapa guianensis* em floresta no Maranhão. Todos esses estudos apresentam dados

que indicam uma alteração no padrão espacial dos diferentes estádios de desenvolvimento, no sentido de uma redução no grau de agregação dos indivíduos com o aumento do estágio de desenvolvimento. Kitajima & Augspurger (1989) apresentam dados sobre *Tachigalia versicolor*, em uma área de floresta no Panamá, onde a probabilidade de sobrevivência de plântulas aumenta com a distância à planta parental. Entretanto, eles não encontraram nenhuma evidência acerca de uma distância mínima para recrutamento, encontrando muitas plântulas que persistem por mais de 2 anos próximas ou sob a copa da planta parental e poucos indivíduos a distâncias superiores a 40 m da planta de origem. Encontraram ainda uma maior probabilidade de sobrevivência e um maior crescimento de plântulas imediatamente abaixo de árvores parentais mortas. Por outro lado, Fleming & Williams (1990) apresentam dados indicando uma maior probabilidade de recrutamento próximo a indivíduos adultos de *Cecropia peltata* em área de floresta na Costa Rica. Nesse caso, por tratar-se de uma espécie que ocupa clareiras no interior da floresta, a distribuição dessas clareiras no espaço e no tempo parece ter uma importância maior na determinação desse padrão. Tais situações servem para chamar a atenção de que a natureza e as estratégias adaptativas (sensu Jain 1979, ver também Harper 1982) das plantas têm que ser consideradas nesses estudos, antes que se possam fazer generalizações e inferências acerca do comportamento geral esperado, tanto a nível da espécie envolvida, como a nível dos ambientes em

que foram desenvolvidos os trabalhos. Para o cerrado podemos citar o trabalho de Moreira (1987) com *Emmotum nitens* em uma área de cerrado em Brasília, indicando uma variação na distribuição espacial da população estudada de acordo com os estádios de desenvolvimento dos indivíduos e uma mortalidade diferencial das plântulas ao longo do seu desenvolvimento, dependente da distância à planta parental. Em um outro trabalho, Oliveira et al. (1989) indicam um efeito da densidade sobre o padrão de recrutamento de novos indivíduos para *Kielmeyera coriacea* em uma área de cerrado em Brasília.

Embora exista uma relativa abundância de dados florísticos e fitossociológicos sobre a vegetação do cerrado, muito pouco existe nesses trabalhos que forneça informações quantitativas sobre os padrões espaciais locais das espécies encontradas, o que seria de fundamental importância, como ponto de partida em estudos populacionais.

OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo identificar padrões espaciais de indivíduos jovens em relação a adultos de espécies arbóreas que ocorrem em áreas de cerrado no estado de São Paulo e analisar os resultados em termos de padrões de recrutamento de indivíduos nessas populações.

Algumas das questões envolvidas com esse objetivo e que serão discutidas são:

- Existe um padrão comum entre diferentes áreas de cerrado para uma mesma espécie?
- Existe um padrão comum entre espécies em uma mesma área de cerrado?
- Existe um padrão comum para espécies de cerrado?
- Existe um padrão diferencial entre espécies com diferentes abundâncias locais?

MATERIAL E MÉTODOS

As Espécies

Anadenanthera falcata (Benth.) Speg. (Leguminosae: Mimosoideae).

Fanerógama arbórea, típica de matas secas semi-decíduas, aparecendo também no cerrado em formações mais higrófilas. A casca do tronco é extremamente grossa, rígida, formando "picos" e caniculada. O fuste pode chegar a 10 m, sendo a copa rala. A madeira é amarelada e produz goma (Rizzini 1962). As raízes são túbero-lenhosas (ou tuberculosas) (Rizzini 1979). A espécie está distribuída nas regiões centro-oeste, sudeste e alguns estados do sul do Brasil (Costa 1988). É vulgarmente conhecida como angico. Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983) assinalam que se trata de uma árvore observada em áreas de cerrado e cerradão. Já Goodland & Ferri (1979), assinalam que trata-se de uma espécie que ocorre principalmente em áreas de cerradão, enquanto Heringer et al. (1977) descrevem-na como uma árvore típica de matas secas que pode coabitar o cerradão.

Segundo Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1984), pode-se encontrar plantas reproduzindo-se no cerrado e no cerradão, que possuem 3 m de altura ou mais e têm 10 cm ou mais de perímetro (medido entre 30 e 50 cm acima do solo), enquanto que no cerrado pode-se encontrar também indivíduos

com menos de 3 m de altura, mas com a mesma circunferência em estágio reprodutivo.

Floresce na estação chuvosa, durante os meses de agosto a novembro. Possui síndrome de polinização de melitofilia e é predominantemente alógama, com alto grau de auto-incompatibilidade genética e com defasagem no tempo de receptividade dos órgãos masculino e feminino (dicogamia do tipo protandria). As inflorescências são pequenos glomérulos, contendo aproximadamente 120 flores, das quais apenas 20 % são hermafroditas, sendo as demais unissexuais masculinas ou estaminadas. As flores são pequenas em glomérulos brancos, actinomorfas, pentâmeras, heteroclamídeas, unissexuais masculinas ou hermafroditas. Possuem cálice tubuloso com cerca de 2 mm e corola dialipétala, com pétalas de 4 mm de comprimento. O androceu é diplostêmone (10 estames), com longos filetes brancos com cerca de 1,2 mm. As anteras são bitecas, de deiscência rimosa, com pólen pulverulento branco. O gineceu é formado por um pistilo simples. Os ovários medem cerca de 2 mm. O estilete é longo, branco, com cerca de 1,5 mm, e o estigma é quase imperceptível. As flores duram aproximadamente dois dias na planta após a abertura (Costa 1988).

Frutifica nos meses de fevereiro a abril e apresenta síndrome de dispersão autocórica passiva (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983). Entretanto, Mantovani (1983) cita que a espécie apresenta síndrome de dispersão anemocórica, enquanto Costa (1988) coloca que a dispersão

das sementes é barocórica e coincide com o final da estação seca e início das chuvas, favorecendo a germinação e estabelecimento das plântulas.

Os frutos são legumes achatados deiscentes, com numerosas sementes escuras orbiculares. A maturação dos frutos ocorre num período longo (aproximadamente 10 meses) (Costa 1988). Os frutos se rompem vagarosamente, sem um mecanismo explosivo e as sementes achatadas algumas vezes planam até o solo (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983). Possui sementes livres, secas, pesando menos de 1 g, em número de 10 a 15 por fruto, de testa macia, coriácea, permeável, que apresentam germinação rápida e em alta porcentagem (Costa 1988). Segundo Rizzini (1971a), colocadas para germinar com a testa íntegra, apresentam germinação de 90 % após 4 a 6 dias.

Copaifera langsdorffii Desf. (Leguminosae:
Caesalpinioideae).

Fanerógama, arbusto ou árvore muito ramificada. Folhas alternas, pinadas. Folíolos peciolulados, opostos ou alternos, ovados, às vezes obtusos, outros brevemente acuminados, com base arredondada, às vezes inequiláteros (Ferri 1969). Possuem glândulas nas folhas (Carvalho 1967) e mantém suas folhas entre os meses de seca (maio a agosto) na região de Moji Guaçu (Mantovani & Martins 1988). A radícula, os cotilédones e as folhas novas contêm uma antocianina que lhes dá forte coloração vermelha (Labouriau 1963) e a casca

é rimosa (Rizzini 1971b). É vulgarmente conhecida como pau-d'óleo.

Possui camadas de crescimento aparentemente demarcadas por faixas de parênquima terminal. Apresenta canais secretores verticais nas faixas do parênquima terminal (Pinho 1966).

Labouriau (1963), cita que a existência de anéis de crescimento nítidos nessa espécie faz com que haja necessidade de estudos no sentido de relacionar esses anéis com as estações chuvosas. Por outro lado, mesmo no caso de impossibilidade de determinação da idade das árvores, tais anéis poderiam ser utilizados para reconstituição de alterações climáticas nas áreas onde ocorrem.

Segundo Ratter (1971), trata-se de espécie de grande amplitude ecológica. Heringer et al. (1977) colocam que trata-se de uma árvore típica de matas secas que pode coabitar o cerradão, além de classificarem a espécie como acessória silvestre no cerrado, onde se torna uma das principais árvores. Segundo Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983), trata-se de árvore observada apenas em áreas de cerradão, enquanto que Goodland & Ferri (1979) citam a espécie como sendo uma árvore bastante comum nos cerrados, ocorrendo preponderantemente em áreas de cerradão e não ocorrendo em áreas mais abertas.

É citada como uma espécie de grande interesse ecológico porque ocorre nos cerrados e nas matas e porque forma, nos cerrados, sob sua copa, um microclima que permite o

desenvolvimento de vegetação estranha ao cerrado. Desta forma, a espécie pode ser tanto uma relíquia das matas que conseguiu sobreviver nos cerrados, como uma pioneira da colonização florestal dos cerrados (Labouriau 1963).

As flores são pequenas, reunidas em panículas terminais pouco ramosas (Ferri 1969, Crestana & Giannotti 1985). Possuem nectários e apresentam discreto perfume. A antese é diurna e a flor dura um dia, sendo ligeiramente protândrica. A espécie é dicógama, com predominância de alogamia, apresentando auto-incompatibilidade e síndrome de polinização de melitofilia (Crestana & Giannotti 1985). Floresce geralmente em fevereiro (Mantovani 1983).

O fruto é do tipo legume minuto, arredondado, achatado, acuminado, com uma semente, algumas vezes duas, de forma elipsóide, com 8-10 X 10-15 mm, negra, com testa dura, lisa, nítida, provida de amplo arilo amarelo vivo a amarelo-avermelhado, carnoso, proveniente do funículo, possuindo leve odor de cumarina (Ferri 1969, Rizzini 1971b).

O número de sementes, produzidas no inverno, por árvore, é bastante grande. Após a deiscência dos frutos, caem ao solo as sementes, parcialmente envolvidas pelos arilos, que logo se decompõem. As sementes, pesam em média 4 g cada uma. Contêm apreciável concentração de cumarina, um conhecido inibidor de germinação (Labouriau 1963).

Segundo Rizzini (1971a), as sementes possuem dormência tegumentar por dureza e impermeabilidade da testa e quando

colocadas para germinar com a testa íntegra, apresentam germinação de 92% em 18 a 45 dias.

Frutifica regularmente de julho a setembro (Rizzini 1971b). Apresenta síndrome de dispersão sinzoocórica e endozoocórica, sendo as sementes dispersas por pássaros (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983). Porém, segundo Mantovani (1983), apresenta síndrome de dispersão autocórica.

Xylopia aromatica (Lam.) Mart. (Annonaceae).

Fanerógama, árvore esguia, apresentando ramos alongados e horizontais, com folhas acuminadas, com pilosidade densa e ferrugíneo-tomentosa na face dorsal. A entrecasca fornece fibras das quais podem ser feitas cordas e até mesmo redes (Rizzini 1962). É vulgarmente conhecida como pindaíba ou pimenta de macaco.

Trata-se de árvore típica de matas secas que pode coabitar o cerrado (Heringer et al. 1977). Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983) citam a espécie como uma árvore de cerrado e cerrado. Segundo Goodland & Ferri (1979), ocorre principalmente em áreas de cerrado, mas chega a ser encontrada até em áreas de campo sujo. Sua abundância decai conforme a redução na cobertura (Goodland & Ferri 1979). Heringer et al. (1977) citam a espécie em uma lista das principais árvores do cerrado e como uma das espécies arbóreas dominantes em cerrado em Goiás e Minas Gerais. Segundo Costa (1988), esta espécie está distribuída

desde as Guianas até Pernambuco, encontrada na região centro-oeste, São Paulo e Minas Gerais

No cerrado e no cerradão, podem ser encontradas plantas reproduzindo-se que possuem 3 m de altura ou mais e têm 10 cm ou mais de perímetro (medido entre 30 e 50 cm acima do solo), bem como indivíduos com menos de 3 m de altura, mas com a mesma circunferência (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1984).

Apresenta flores axilares, actinomorfas, andróginas e tomentosas, com uma bráctea de aproximadamente 3 mm de comprimento e outra mais acima com o mesmo tamanho. Corola com 6 pétalas também valvares em duas séries, a primeira série constituída de 3 pétalas, medindo cada uma de 40 a 41 mm de comprimento, pilosas externamente, lanceoladas, de base alargada e avermelhada internamente, a segunda série é constituída de 3 pétalas de 25 a 36 mm de comprimento por 3 mm de largura, de forma aproximadamente acicular, pilosas e avermelhadas na base. Androceu polistêmone, estames amarelados, pequenos filetes. Anteras bitecas, deiscência longitudinal (rimosa), grãos de pólen pulverulento. Gineceu constituído de diversos ovários livres (Costa 1988).

Floresce na estação chuvosa, durante os meses de novembro a abril. Possui síndrome de polinização de cantarofilia. Trata-se de espécie predominantemente alógama, com alto grau de auto-incompatibilidade genética e defasagem no tempo de receptividade dos órgãos masculino e feminino (dicogamia do tipo protoginia). As flores duram

aproximadamente três dias na planta após a abertura. Existe uma sobreposição de fenofases, sendo que nos meses de janeiro a março pode-se observar num mesmo indivíduo botões florais, flores abertas e frutos em desenvolvimento ou totalmente desenvolvidos (Costa 1988).

Os frutos são coricárpicos, do tipo multifolículo lenhoso, aromáticos, sendo que os carpelos se abrem e expõem as sementes azuladas as quais contrastam com o interior vermelho dos frutículos quando maduros. Os frutos possuem diversos carpídios pedunculados, deiscente e livres entre si (Costa 1988). Frutos com 4 a 7 sementes, podendo chegar a 9. Semente elipsóide (obovóide) achatada com 3-4 X 4-7 mm. Arilo carnosos-oleoso-aromático, em depressões à volta do hilo. Sementes livres, de testa macia, coriácea, permeável, com endosperma (Rizzini 1971b). As sementes têm uma sarcotesta macia e um arilo branco, sendo muito atrativas para diferentes espécies de pássaros, os quais engolem as sementes por inteiro (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983).

A maturação dos frutos ocorre num período relativamente curto (aproximadamente 3 meses) e a dispersão das sementes (zoocórica) se dá de forma irregular, abrangendo parte da estação chuvosa e início da estação seca. A imaturidade do embrião das sementes quando dispersas impede a germinação rápida e é possível que existam inibidores de germinação (Costa 1988). Entretanto, Mantovani (1983) coloca que a espécie apresenta síndrome de dispersão do tipo autocórica.

Já Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983) citam a espécie como apresentando síndrome de dispersão endozoocórica, sendo dispersas por pássaros.

As sementes pesam menos de 1 g, possuindo cerca 14% de água. A frutificação geralmente ocorre nos meses de março a maio (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983).

As Áreas de Estudo

O estudo foi desenvolvido em várias áreas de cerrado no estado de São Paulo (Fig. 1). Abaixo segue uma breve descrição de cada uma das áreas.

Reserva Biológica de Moji Guaçu, Fazenda Campininha, Moji Guaçu, SP (22°15'S, 47°09'W)

A altitude varia de 585 a 635 m, o solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, álico, a moderado, textura média a argilosa. O clima, segundo o sistema de Köppen, enquadra-se no tipo Cwa, isto é, clima mesotérmico, com inverno seco, chuvas de menos de 30 mm no mês mais seco, temperatura média acima de 22° C no mês mais quente e abaixo de 18° C no mês mais frio. A precipitação pluviométrica média é de 1380 mm anuais (Mantovani 1983).

Uma descrição da composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação encontra-se em Gibbs et al. (1983) e Mantovani (1983, 1987).

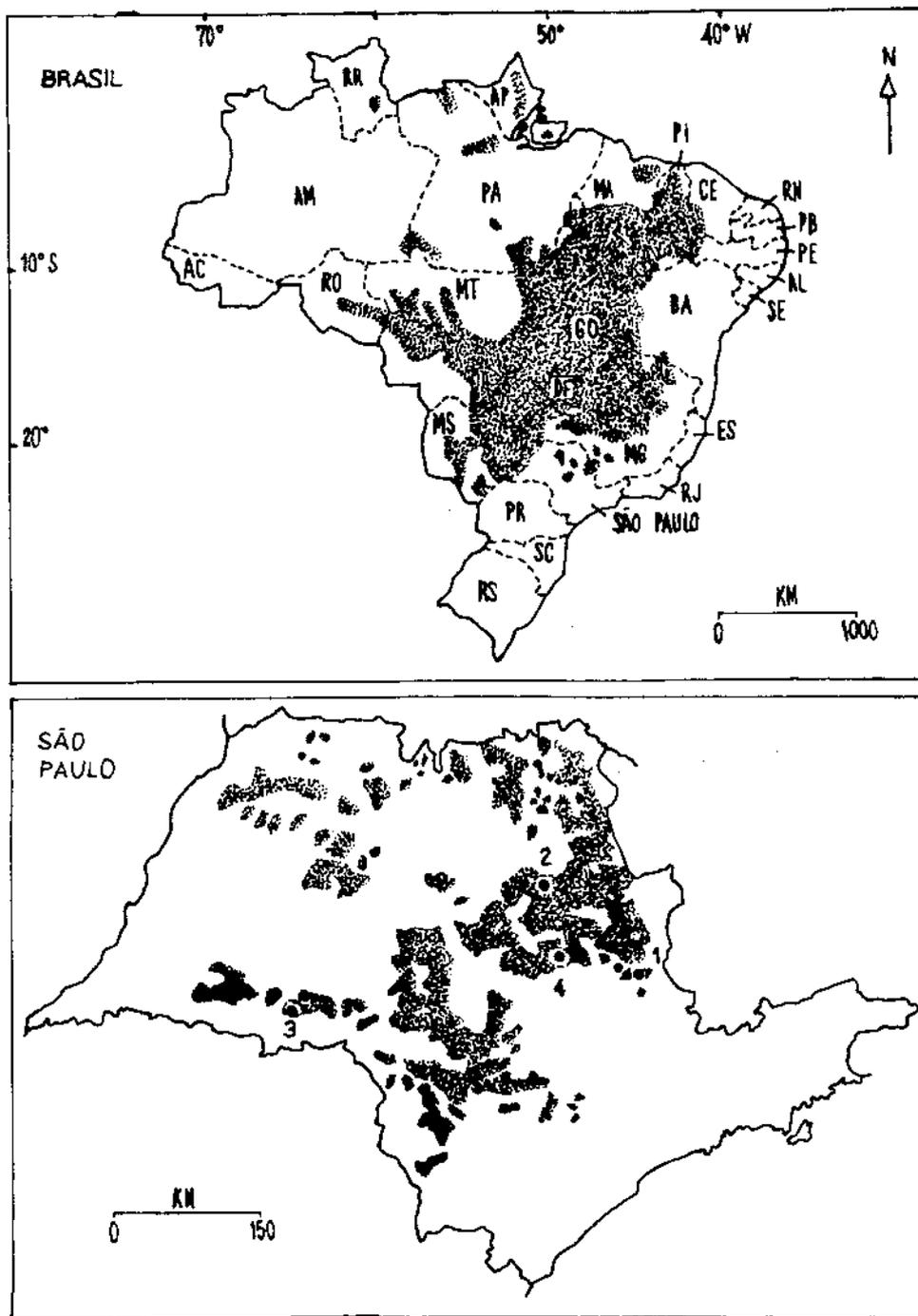


FIGURA 1: Mapas mostrando a distribuição da vegetação de cerrado (área sombreada) no Brasil e no estado de São Paulo (segundo Borgonovi & Chiarini 1965). Os números no interior do mapa de São Paulo referem-se aos locais de amostragem: (1) Moji Guaçu, (2) Luís Antônio, (3) Assis, (4) Itirapina.

As espécies amostradas nesta área foram *Anadenanthera falcata* e *Copaifera langsdorffii*. Essas duas espécies são bastante abundantes na área, sendo que *Anadenanthera falcata* é bastante freqüente desde uma área de cerradão até uma área de transição entre cerrado e cerradão, enquanto que *Copaifera langsdorffii* é bastante freqüente apenas na área de cerradão, tornando-se bastante escassa em direção ao cerrado mais aberto. Gibbs et al. (1983) apresentam uma freqüência absoluta de 56,6% para *A. falcata* e de 10,0% para *C. langsdorffii* em 60 parcelas amostradas na área, considerando-se indivíduos com 3 cm ou mais de diâmetro do caule ao nível do solo.

Estação Experimental de Luís Antônio, Fazenda Jataí, Luís Antônio, SP (21°40'S, 47°49'W)

A altitude média é de 632 m, o solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa, fortemente ácido (Toledo-Filho 1984). O clima, segundo Nimer (1979), é classificado como tropical do Brasil Central, subquente e úmido, com três meses secos, tendo duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca. A temperatura média anual é de 21,7° C e a do mês mais frio, igual ou superior a 18° C. A precipitação pluviométrica média é de 1433 mm anuais (Toledo-Filho 1984).

Uma descrição da composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação encontra-se em Toledo-Filho (1984).

A espécie amostrada nesta área foi *Copaifera langsdorffii*. Toledo-Filho (1984), considerando indivíduos com 3 cm ou mais de diâmetro, obteve nesta área uma densidade de 641,6 indivíduos por ha, uma frequência absoluta de 100 % e um IVI de 33,60 (o segundo dentre as espécies amostradas na área). O autor observa que de 401 indivíduos amostrados, 141 possuíam altura entre 1 e 4 m, 209 entre 4 e 8 m e 51 indivíduos entre 8 e 15 m.

Estação Experimental de Assis, Assis, SP (22°35'S, 50°25'W)

A altitude média é de 562 m, o solo, de acordo com Freitas & Silveira (1977) é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro distrófico de textura média, profundo, bem drenado, muito poroso, bastante permeável, ácido e de baixa fertilidade (Durigan et al. 1987). O tipo climático, segundo Blanco & Godoy (1967) com base no sistema de Köppen é Cwa, em que a temperatura média do mês mais quente é superior a 22° C e a do mês mais frio, inferior a 18° C. A precipitação pluviométrica média é de 1200 mm anuais (Durigan et al. 1987).

Uma descrição da composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação encontra-se em Durigan et al. (1987).

As três espécies foram amostradas nesta área. Durigan et al. (1987), considerando indivíduos com 5 cm ou mais de diâmetro do caule à altura do peito, obtiveram uma densidade de 52,92 indivíduos por hectare, uma frequência absoluta de

23,53 % e um IVI de 10,07 (o sétimo dentre as espécies amostradas) para *Anadenanthera falcata*. Para *Copaifera langsdorffii*, obtiveram uma densidade de 358,68 indivíduos por hectare, uma frequência absoluta de 79,41 % e um IVI de 54,22 (o primeiro dentre as espécies amostradas). Já com relação a *Xylopia aromatica*, não foram apresentados dados no trabalho.

Estação Experimental de Itirapina, Itirapina, SP (22°15'S, 47°49'W)

A altitude média é de 760 m, o solo, de acordo com Oliveira e Souza (1977) é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo fase arenosa e Regossolo (Mantovani 1987). O clima é tipo mesotérmico de inverno seco, classificado como Cwa pelo sistema de Köppen (Veiga 1975). A pluviosidade média anual é de 1350 mm, com temperatura média anual de 20° C (Costa 1988).

Uma descrição da composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação encontra-se em Giannotti (1986) e em Mantovani (1987).

As três espécies foram amostradas nesta área. Giannotti (1986), considerando indivíduos com 3 cm ou mais de diâmetro do caule ao nível do solo, obteve uma densidade de 36,8 indivíduos por hectare, uma frequência absoluta de 8 % e um IVI de 3,06 (o vigésimo quinto dentre as espécies amostradas) e um volume de madeira de 2,75 m³/ha (o quarto dentre as espécies amostradas) para *Anadenanthera falcata*.

Para *Copaifera langsdorffii* obteve uma densidade de 123,2 indivíduos por hectare, uma freqüência absoluta de 56 % e um IVI de 5,81 (o décimo segundo dentre as espécies amostradas) e um volume de madeira de 2,46 m³/ha (o quinto dentre as espécies amostradas). Já com relação a *Xylopia aromatica* a densidade foi de 401,6 indivíduos por hectare, a freqüência absoluta de 76 % e o IVI de 11,20% (o sétimo dentre as espécies amostradas), obtendo um volume de madeira de 1,50 m³/ha (o décimo quinto dentre as espécies amostradas).

O Método

O método utilizado nesse estudo foi baseado em uma amostragem pontual de indivíduos nas diferentes áreas:

Para a identificação do padrão espacial dos indivíduos jovens em relação aos adultos, foram utilizadas parcelas circulares centradas em um adulto da espécie em questão (Fig. 2). Os adultos foram escolhidos sem um critério específico. Percorrendo-se a área, ao encontrar um indivíduo adulto, este era considerado como centro da parcela. A partir do tronco principal deste foi arbitrado um raio que definia os limites da parcela. Tal raio serviu para delimitar os jovens a serem amostrados. Os raios utilizados nas diferentes áreas, para as diferentes espécies, bem como o número de parcelas e os anos em que foram feitas as amostragens, encontram-se na tabela I.

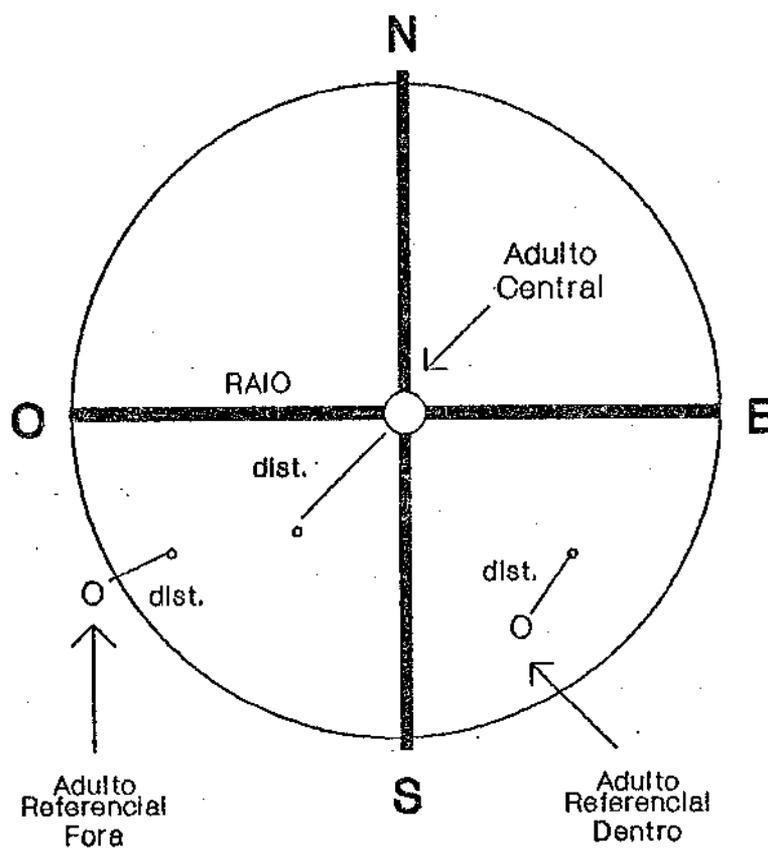


FIGURA 2: Esquema geral da parcela, mostrando a orientação da mesma, o adulto central e adultos referenciais dentro e fora da parcela.

TABELA I: Raios utilizados e nº de parcelas amostradas para cada espécie em cada local de coleta. Locais: MG: Moji Guaçu; LA: Luís Antônio; AS: Assis; IT: Itirapina. Entre parênteses, encontra-se o ano em que foi feita a amostragem, sempre nos meses de fevereiro ou março. Espécies: A.f.: *Anadenanthera falcata*; C.l.: *Copaifera langsdorffii*; X.a.: *Xylopia aromatica*.

		<u>A.f.</u>	<u>C.l.</u>	<u>X.a.</u>
MG	raio(m)	6	6	-
(86)	nºparc.	17	17	-
LA	raio(m)	-	10	-
(87)	nºparc.	-	4	-
AS	raio(m)	10	10	6
(88)	nºparc.	5	6	34*
IT	raio(m)	10	10	-
(89)	nºparc.	13	16	-
IT	raio(m)	10	-	10
(90)	nºparc.	15	-	11

*Foram considerados apenas os indivíduos que estavam mais próximos ao adulto central, desprezando-se os demais.

No caso da amostragem feita na Reserva Biológica de Moji Guaçu em 1986, os dados foram obtidos dividindo-se cada parcela em quatro quadrantes, compreendidos pelos pontos cardeais principais, de modo a possibilitar a análise de direcionamento no recrutamento de jovens na população. No caso da amostragem feita para *Xylopia aromatica* em Assis em 1988, foram desprezados os setores das parcelas circulares que estariam sob influência de outro adulto que não o central. Por outro lado, nesse último caso, foram obtidos dados referentes à distribuição de sementes no solo, em relação aos adultos referenciais, utilizando-se parcelas de 30 X 30 cm, dispostas a intervalos de 1 m, a partir de 0,5 m do adulto referencial. Nos demais casos, a tomada dos dados não incluiu essas particularidades.

A partir da delimitação da parcela, foram feitas medidas da altura de todos os indivíduos considerados jovens, bem como uma estimativa da altura dos indivíduos considerados adultos que se encontravam no interior das parcelas. Além disso, foi feita uma medida da distância de cada jovem ao adulto mais próximo, independente deste último estar ou não no interior da parcela. Tal adulto mais próximo é referido daqui por diante como adulto referencial. Para os adultos, foram registrados o perímetro à altura do peito, a altura e a distância ao adulto mais próximo.

Os dados brutos obtidos em Luís Antônio (1987), Assis (1988, para *Anadenanthera falcata* e *Copaifera langsdorffii*)

e Itirapina (1990) não são disponíveis, não possibilitando análises diferentes das apresentadas posteriormente.

As Premissas Assumidas

A maioria dos estudos envolvendo padrões de recrutamento de espécies arbóreas trata de espécies raras, onde há poucas dúvidas sobre a origem da prole. Neste estudo porém, as espécies escolhidas são abundantes nas áreas de estudo e, para tanto, precisou-se assumir uma premissa que possibilitasse o estudo, pois é praticamente impossível estabelecer relações de parentesco entre os jovens e adultos amostrados. A premissa assumida é que, considerando-se uma espécie, o efeito da distância de qualquer adulto sobre os indivíduos jovens é o mesmo, independente de qual seja a planta parental. Essa premissa tem suas limitações dentro da teoria e dos modelos propostos sobre padrões de regeneração, pois não considera o efeito genético envolvido nas probabilidades de sobrevivência e escape da prole. Por outro lado, se considerarmos que estamos lidando com espécies abundantes e de fecundação cruzada predominante, tal problema provavelmente é amenizado. Estudos preliminares utilizando-se metodologia de eletroforese, indicam a possibilidade de utilização de tal método como forma de determinação de variações entre e dentro de proles, que forneçam indicações que embasem a premissa assumida.

Uma outra forma de testar a premissa assumida seria o acompanhamento de sementes de origem conhecida colocadas a

diferentes distâncias da planta mãe e de outros adultos da mesma espécie, bem como o acompanhamento de plântulas também de origem conhecida, germinadas em laboratório, seguindo o mesmo esquema das sementes. Isso não foi feito aqui, pois necessitaria de um tempo prolongado para que se pudesse chegar a alguma conclusão. Mesmo assim, tal premissa é testável e torna o estudo possível, embora se devam reconhecer suas limitações.

O raio utilizado nas amostragens faz um corte nas curvas de recrutamento, dado que o modelo proposto por Janzen (1970) é qualitativo, sendo possível apenas determinar o que acontece até a distância utilizada. O que ocorre além da distância estipulada foi ignorado. Uma das maneiras de determinar o raio de amostragem seria um conhecimento prévio da curva de dispersão de sementes da espécie em questão. Outra maneira está relacionada a um conhecimento prévio do padrão espacial de adultos nas áreas. A partir daí poder-se-ia delimitar transecções entre vários adultos e acompanhar a variação do número de plântulas e jovens da espécie em questão, entre os adultos. Embora tenha sido arbitrada a priori, a distância máxima de amostragem utilizada nos diferentes casos mostrou-se adequada ao estudo, dada a distribuição de adultos das espécies nas áreas de estudo, pois uma distância maior englobaria um número maior de adultos vizinhos nas parcelas, sem acrescentar mais informações com relação aos jovens, dada a

premissa assumida anteriormente, não sendo assim, um problema maior a ser considerado.

O segundo ponto a ser considerado é a curva de dispersão de sementes das espécies em estudo. Isso é importante principalmente no caso de amostragens pontuais, pois embora seja possível estimar uma curva de probabilidades de recrutamento a partir das curvas de dispersão e de sobrevivência, o inverso não é possível. Ao obter uma curva de distribuição de plântulas e jovens com relação à distância de indivíduos adultos, não é possível distinguir se o encontrado é resultante da interação das curvas de dispersão e sobrevivência, ou se simplesmente é um reflexo da curva de dispersão. Foi assumido que as curvas de dispersão de sementes das três espécies seguem um padrão leptocúrtico, com uma grande quantidade de sementes caindo próximo à árvore mãe e diminuindo bruscamente com a distância da fonte de sementes. Embora não se disponha de medidas dos padrões de dispersão de sementes, observações feitas no campo, bem como citações obtidas na literatura sobre a dispersão de sementes e as estimativas de número de sementes a diferentes distâncias de adultos referenciais, obtidas para *Xylopia aromatica* na Estação Experimental de Assis, indicam que tal premissa corresponde à situação real de campo, mesmo considerando-se as pequenas distâncias envolvidas nesse estudo. Deve-se considerar ainda que a análise da distribuição de sementes em relação aos adultos parentais não seria simples e direta, dada a distribuição

dos adultos nas áreas. Além disso, é importante ressaltar que não foram feitas estimativas de predação e possíveis efeitos de competição interespecífica foram ignorados neste estudo, mas podem ser importantes e devem ser considerados como fatores a serem medidos. Estudos nesse sentido devem ser os próximos passos a serem abordados.

A consideração seguinte refere-se muito mais a um conhecimento prévio das espécies em estudo do que a uma premissa assumida. A determinação do que é um indivíduo é um dos problemas freqüentes em estudos de populações de plantas. Uma população de plantas pode ser composta por indivíduos geneticamente distintos ("genets") e por indivíduos geneticamente iguais ("ramets"), provenientes de reprodução assexuada (agamospermia e propagação vegetativa) (Harper & White 1974, Abrahamson 1980). Como a predominância de propagação vegetativa em plantas de cerrado é freqüentemente citada na literatura, isso poderia ser um inconveniente ao estudo. Todos os indivíduos aqui observados, foram considerados como provenientes de sementes ("genets"). Isso se deve a dois fatos: (1) não foi observada em nenhum dos casos, a presença ou vestígios de ligações subterrâneas entre os vários indivíduos das três espécies que foram desenterrados e (2) não foi encontrada nenhuma referência na literatura quanto à ocorrência de agamospermia ou propagação vegetativa nas espécies aqui estudadas.

O problema seguinte está relacionado com o estabelecimento de critérios de idade das plantas e a

definição dos estádios jovens e adulto. Foi assumido que a probabilidade de estabelecimento deve depender mais do tamanho do que da idade das plantas. Solbrig & Solbrig (1984) e Weiner & Solbrig (1984) têm chamado a atenção para este fato e apresentam uma revisão sobre o assunto. Gatsuk et al. (1980) apresentam também uma revisão sobre a utilização e determinação de estádios etários em plantas e as justificativas para sua utilização em estudos de demografia. Frequentemente em estudos de demografia de espécies arbóreas com ciclos de vida longos, se tem tomado como medidas do estágio de desenvolvimento o perímetro do tronco, a altura da planta, correlações entre idade e alguma variável ligada ao crescimento (ver Davis 1970 sobre a relação entre variações no tamanho dos entrenós e a pluviosidade para *Cecropia*, e Sarukhán et al. 1985 para relação entre número de cicatrizes foliares e idade para *Astrocaryum*) ou mesmo uma combinação dessas variáveis. Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1984) indicam que a maioria das plantas do cerrado tem sua reprodução definida principalmente pela altura e diâmetro do tronco e isso é mais claramente delimitado no cerradão do que no cerrado. A maioria das espécies lenhosas no cerradão só se reproduz quando atinge o porte arbóreo, enquanto que no cerrado a reprodução geralmente ocorre mais cedo no desenvolvimento das plantas. Ramírez (1978) cita em seu trabalho com *Copaifera pubiflora* que pelo menos para os indivíduos jovens existe uma correlação maior entre a idade e a altura das

plantas do que entre idade e perímetro das plantas. Os critérios adotados aqui, baseados em observações do porte de alguns indivíduos se reproduzindo nas áreas do estudo foram os seguintes:

(1) Foram considerados adultos, indivíduos de *Anadenanthera falcata* que possuíssem 2 m ou mais de altura, desde que tivessem mais de 4 cm de diâmetro do tronco à altura do peito. No caso de *Copaifera langsdorffii*, foram considerados adultos os indivíduos com 2,5 m ou mais de altura, que tivessem mais de 4 cm de diâmetro à altura do peito e que apresentassem ramificações. Para *Xylopiá aromática*, foram considerados adultos todos os indivíduos com mais de 3 m de altura.

(2) Dentre os jovens, o critério utilizado foi a altura, arbitrando-se em 20 cm os intervalos de classe entre as faixas de estádios de desenvolvimento. A partir de 1 metro de altura, os intervalos de classe passam a ser variáveis.

Tal critério envolve problemas relacionados a indivíduos que têm seus ramos quebrados em alguma fase de desenvolvimento e rebrotam posteriormente. Nesse caso, os indivíduos podem ultrapassar várias faixas de desenvolvimento em um intervalo de tempo, dependendo de onde começam a rebrotar. Além disso, no caso de *A. falcata*, muitas vezes encontra-se um espessamento no sistema subterrâneo, onde se observam vestígios de ramos anteriores que se quebraram. O problema é que esses indivíduos devem possuir probabilidades de estabelecimento diferentes dos que

são agrupados na mesma classe de altura, e certamente possuem probabilidades maiores de passagem para classes de altura maiores. Entretanto, observações no campo fazem crer que estes casos são diluídos com o tamanho da amostra, pois não se trata da situação mais freqüente.

Os dados referentes à estrutura da população foram grupados em classes de distância a adultos. Foram então feitos ajustes de curvas de estabelecimento à distribuição de tamanhos observada. Em verdade, as curvas básicas utilizadas aqui referem-se às curvas de sobrevivência (sensu Deevey 1947, ver também Silvertown 1982). Entretanto, como estamos tratando com distribuições de tamanhos e dadas as considerações feitas anteriormente, podemos falar apenas em probabilidades de um indivíduo atingir um certo tamanho, as quais podem ou não estar relacionadas com as probabilidades de um indivíduo sobreviver até um certo tamanho. Uma comparação entre as curvas de estabelecimento ajustadas fornece indicações sobre o efeito da distância nas probabilidades de estabelecimento.

Finalmente, considerando-se que o método não limita o número de adultos referenciais por parcela, foi dada prioridade ao número de jovens amostrados, sem que houvessem preocupações maiores com o número de parcelas a serem amostradas por área.

RESULTADOS

Anadenanthera falcata

Densidade e Estrutura de Tamanhos

O número de indivíduos jovens e adultos amostrados nas diferentes áreas, nos diferentes anos, bem como as respectivas densidades estimadas encontram-se na tabela II. Pode-se observar uma grande variação na densidade de indivíduos entre as unidades amostrais em todas as áreas. Em todos os casos, as populações apresentam um alto coeficiente de dispersão (s^2/\bar{x}), sugerindo um forte padrão de agregação tanto para os estádios jovens como para os adultos (entretanto, ver Hurlbert 1990 para discussão sobre problemas do uso desse coeficiente como índice de agregação). Pode-se observar ainda que a densidade de jovens em Itirapina nos 2 anos foi cerca de 4 vezes menor do que nas outras áreas, enquanto que a de adultos não apresentou grandes diferenças.

As distribuições de indivíduos jovens por classe de altura no total da amostragem, para cada área, encontram-se na figura 3. Na área de Moji Guaçu, observa-se que 73 % dos indivíduos jovens encontram-se nas duas primeiras classes de tamanho, além de uma desproporcionalidade acentuada entre as classes 2 (39 % dos indivíduos) e 3 (12 % dos indivíduos) (Fig. 3a). Na área de Assis, embora a maior parte dos indivíduos jovens esteja ainda nas duas primeiras classes de tamanho (52 %) as diferenças entre as classes de tamanho são

quase que proporcionais até a classe 4 e não tão acentuadas (Fig. 3b). Na área de Itirapina, observa-se novamente, que a maioria dos indivíduos amostrados encontra-se nas duas primeiras classes de tamanho (60 % em 1989 e 75 % em 1990). Entretanto, as maiores desproporcionalidades ocorrem entre as classes de tamanho 1 (41 % em 1989 e 55 % em 1990) e 2 (19 % em 1989 e 21 % em 1990) (Figs. 3c e 3d). De qualquer forma, mesmo com algumas variações, em todas as áreas observa-se uma distribuição em forma de J invertido, com mais da metade dos indivíduos nas duas primeiras classes de tamanho, diminuindo sensivelmente nas classes de altura maiores, sugerindo um potencial constante de regeneração das populações estudadas.

Na figura 4 estão representadas as curvas de Lorenz e seus respectivos coeficientes de Gini para as quatro amostragens. Em todos os casos verifica-se que existe uma desproporcionalidade nas curvas, mostrando mais uma vez uma grande quantidade de indivíduos nas classes de tamanho menores em relação aos indivíduos maiores, sendo que essa desproporcionalidade é mais evidente nas populações de Itirapina (Figs. 4c e 4d).

Por outro lado, as curvas de estabelecimento ajustadas ($N_x = N_0 \cdot e^{-dx}$) para cada população não apresentam diferenças significativas entre as inclinações, embora apresentem entre as elevações (tabela III). Isso indica que embora hajam diferenças no número inicial de plântulas (elevações das

TABELA II: Tamanho e nº de parcelas amostradas, e o nº de indivíduos jovens e adultos encontrados de *Anadenanthera falcata* em cada local de coleta. Locais: MG: Moji Guaçu; AS: Assis; IT: Itirapina. Entre parênteses, encontra-se o ano em que foi feita a amostragem, sempre nos meses de fevereiro ou março. A área das parcelas corresponde a $\pi.r^2$. Os desvios padrão referem-se aos dados médios apresentados na linha imediatamente acima.

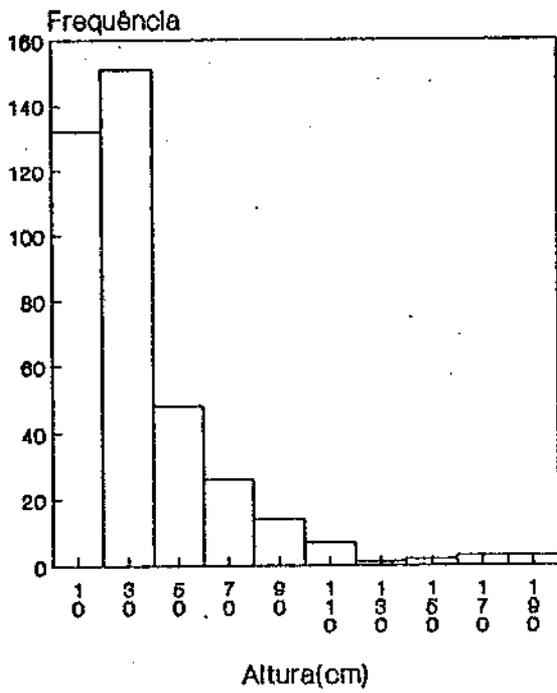
	MG(86)	AS(88)	IT(89)	IT(90)
raio(m)	6	10	10	10
nº parcelas	17	5*	13	15
nº total de jovens	387	302	223	231
nº total de adultos	45	42	118	?
nº total de indivs.	432	305	341	?
nº máx. jov./parc.	81	106	65	?
nº mín. jov./parc.	2	26	0	?
nº jovens/ha	2013	2224	546	490
desvio padrão	1842	1247	570	?
nº máx. ad./parc.	5	11	20	?
nº mín. ad./parc.	1	5	1	?
nº adultos/ha	234	242	289	?
desvio padrão	143	162	202	?

*Uma das parcelas foi amostrada somente pela metade. Para efeito do cálculo das densidades considerou-se apenas metade da área correspondente ao raio.

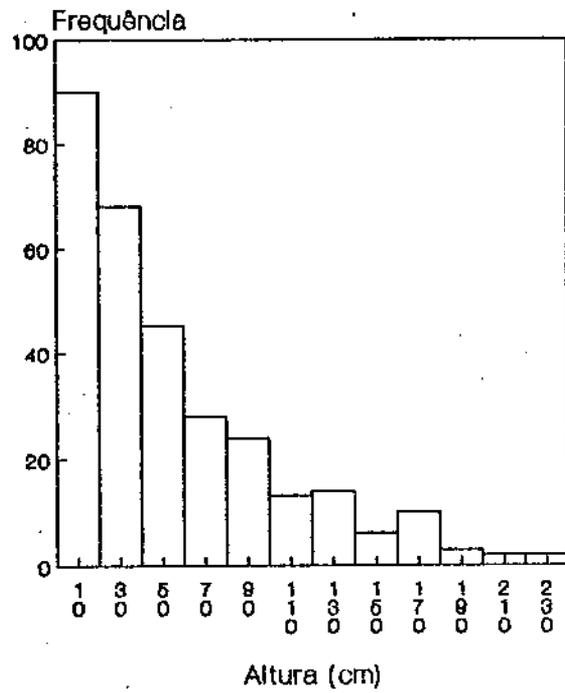
?Falta de registro dos dados.

FIGURA 3: Distribuições de frequências de indivíduos jovens de *Anadenanthera falcata* por classe de altura, para cada área. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Assis (1988) (c) Itirapina (1989); (d) Itirapina (1990).

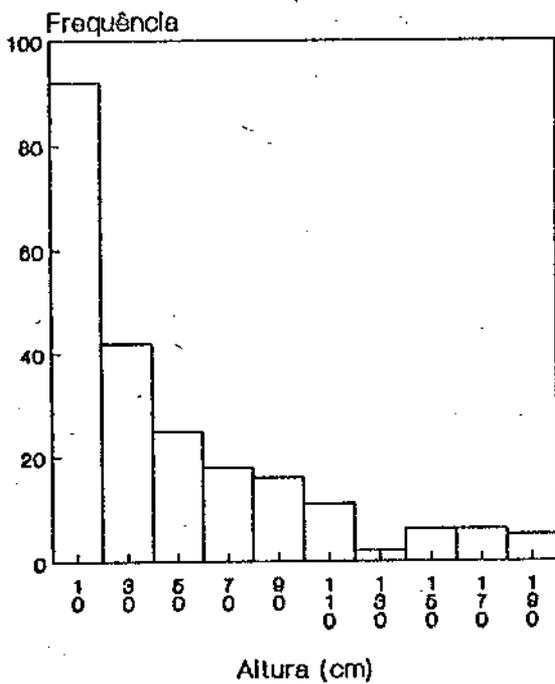
(a)



(b)



(c)



(d)

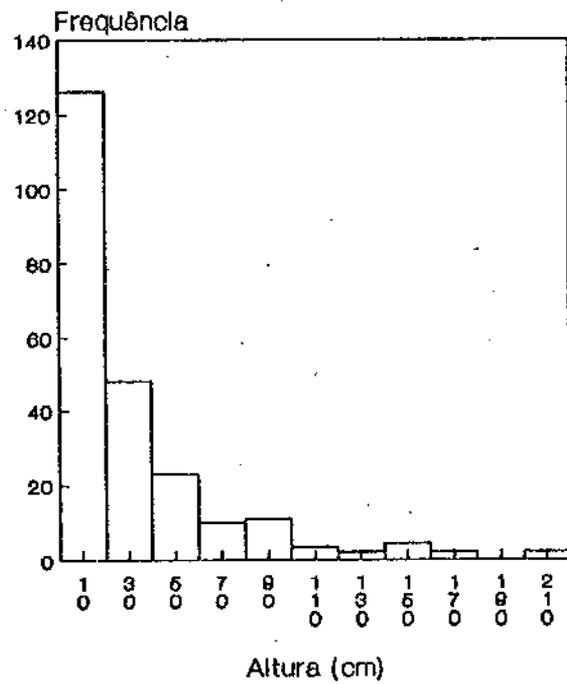
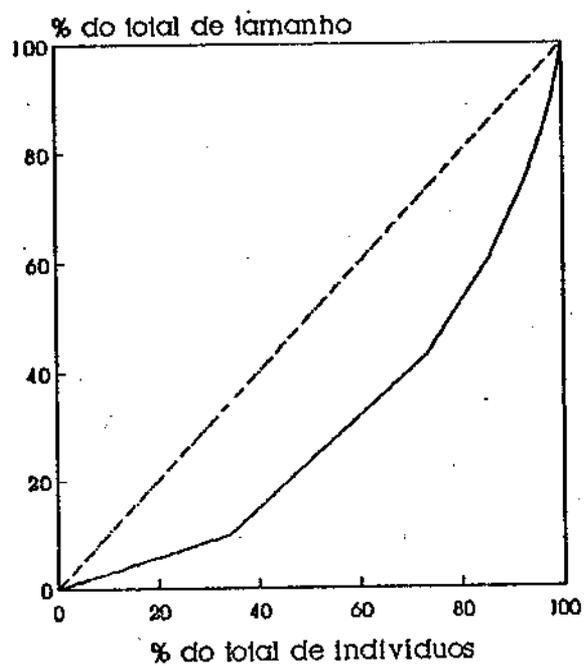
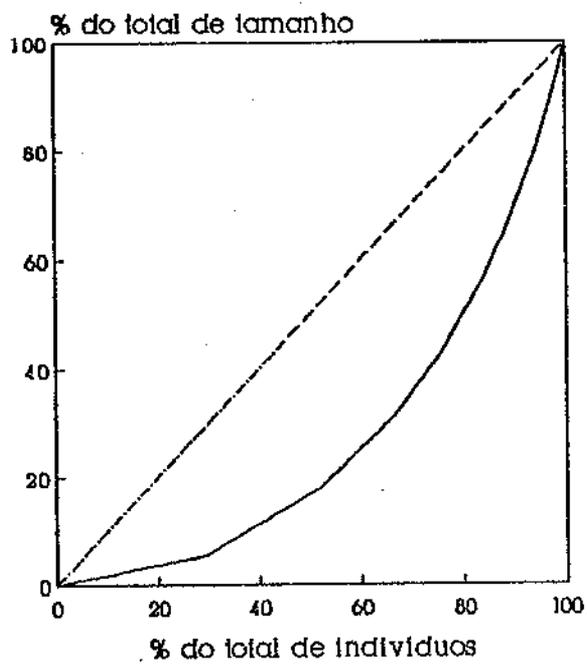


FIGURA 4: Curvas de Lorenz e coeficientes de Gini (G) para as distribuições de freqüências de indivíduos jovens de *Anadenanthera falcata* por classe de altura, para cada área. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Assis (1988) (c) Itirapina (1989); (d) Itirapina (1990). A linha tracejada representa uma igualdade perfeita entre o que cada indivíduo representa em termos numéricos e em termos de biomassa (no caso, tamanho) na população. O total de tamanho é um somatório das alturas de todos os indivíduos amostrados, sendo que esta altura foi considerada, para efeitos do cálculo, como o ponto médio dos intervalos de classe apresentados na figura 3. Para efeitos de cálculo do coeficiente de Gini e de utilização das curvas de Lorenz, ver Weiner & Solbrig (1984) e Solbrig & Solbrig (1984).

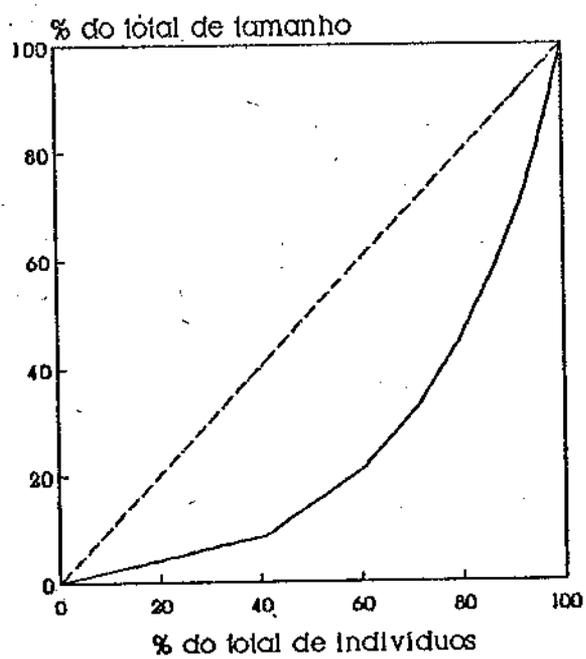
(a)
G = 0,4106



(b)
G = 0,4671



(c)
G = 0,5044



(d)
G = 0,5024

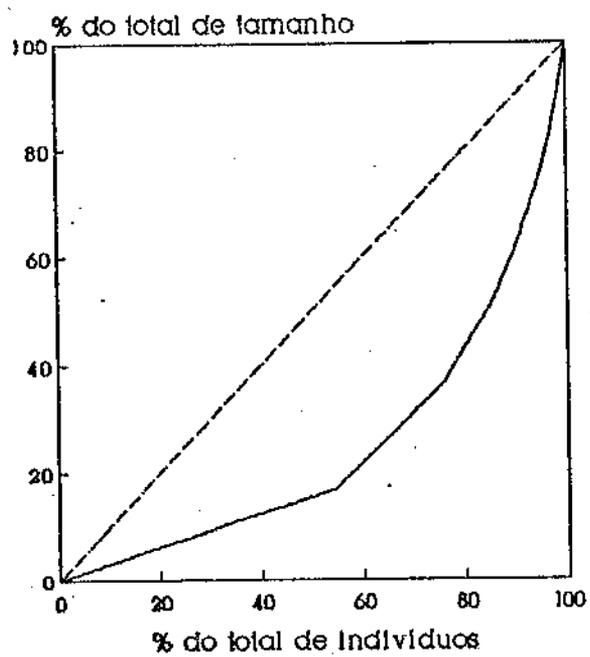


TABELA III: Coeficientes das regressões ($\ln N_x = \ln N_0 + dx$), onde $\ln N_x = \log_e$ do número de indivíduos na classe de tamanho x , x = classe de tamanho expressa como o ponto médio dos intervalos de classe de altura, para cada área de amostragem, $\ln N_0 = \log_e$ do número inicial de indivíduos e, d = probabilidade de estabelecimento (inclinação da reta). A análise de covariância (Sokal & Rohlf 1969) entre as linhas de regressão indicou que não há diferenças significativas entre as inclinações ($F(3,35)=2,4294$; $p=0,0806$) e que há diferenças entre as elevações ($F(3,38)=4,2469$; $p=0,0111$). O valor estimado da inclinação para o conjunto de dados foi - 0,0184. E.P. = erro padrão dos parâmetros estimados. Os locais seguem a mesma abreviação utilizada na tabela II.

	MG(86)	AS(88)	IT(89)	IT(90)
$\ln N_0$	5,0515	4,6213	4,1694	4,2738
E.P.	0,4057	0,1319	0,3101	0,3555
d	-0,0241	-0,0160	-0,0151	-0,0198
E.P.	0,0035	0,0010	0,0027	0,0028
r^2	0,8540	0,9657	0,7976	0,8469
F	46,7819	281,5152	31,5296	49,7905
GL	1 ; 8	1 ; 10	1 ; 8	1 ; 9
p	0,0003	<0,0001	0,0008	0,0002

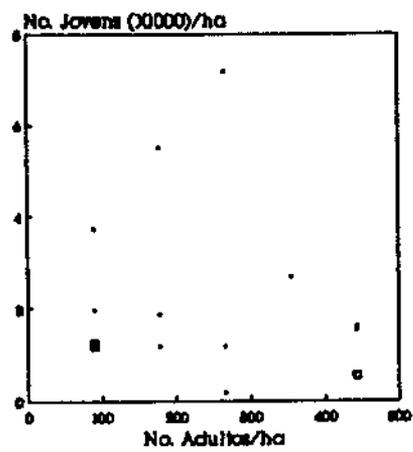
curvas), as taxas de estabelecimento (inclinações das curvas) não diferem entre as áreas.

Relações de Densidade

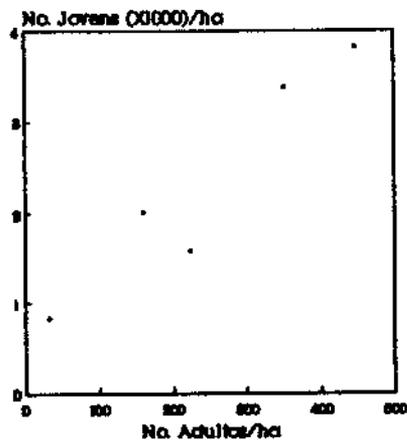
Para se observar a relação entre a densidade de adultos e a densidade de jovens por parcela em cada uma das áreas de amostragem, foram feitos diagramas de dispersão e análises de correlação entre essas variáveis (Fig. 5). Pode-se esperar uma das duas relações: (1) quanto maior a densidade de adultos, maior a densidade de jovens, devido a uma maior contribuição de sementes no total, ou (2) quanto maior a densidade de adultos, menor a densidade de jovens, devido a uma redução na probabilidade de estabelecimento de novos indivíduos. Pode-se observar que nenhuma das duas alternativas serve para explicar os dados obtidos, com exceção da área de Assis, onde uma maior densidade de adultos está relacionada a uma maior densidade de jovens (Fig. 5b). Nos demais casos, não dá nem para se estabelecer uma tendência positiva ou negativa da relação (Figs. 5a e 5c). Tal situação poderia ser atribuída a diferenças no tamanho dos adultos. Algumas parcelas poderiam ter muitos indivíduos adultos pequenos, enquanto outras, poucos indivíduos grandes. Entretanto, novamente, este parece não ser o caso como podemos observar na figura 6, onde a soma das áreas basais de adultos nas parcelas não está correlacionada com a densidade de jovens, permanecendo inclusive, a dificuldade de se estabelecer tendências. Os

FIGURA 5: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de adultos contra a densidade de jovens em cada parcela, para as áreas de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Assis (1988), (c) Itirapina (1989).

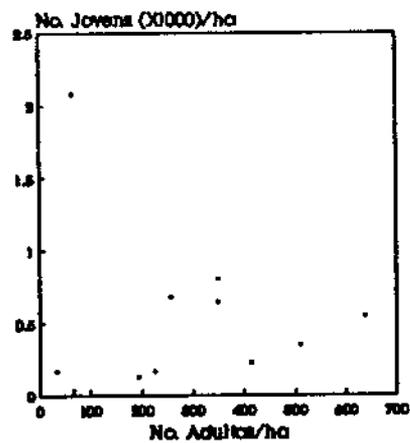
(a)
 $r = -0,1324$; $p = 0,6175$



(b)
 $r = 0,9588$; $p = 0,0086$



(c)
 $r = 0,1633$; $p = 0,5991$



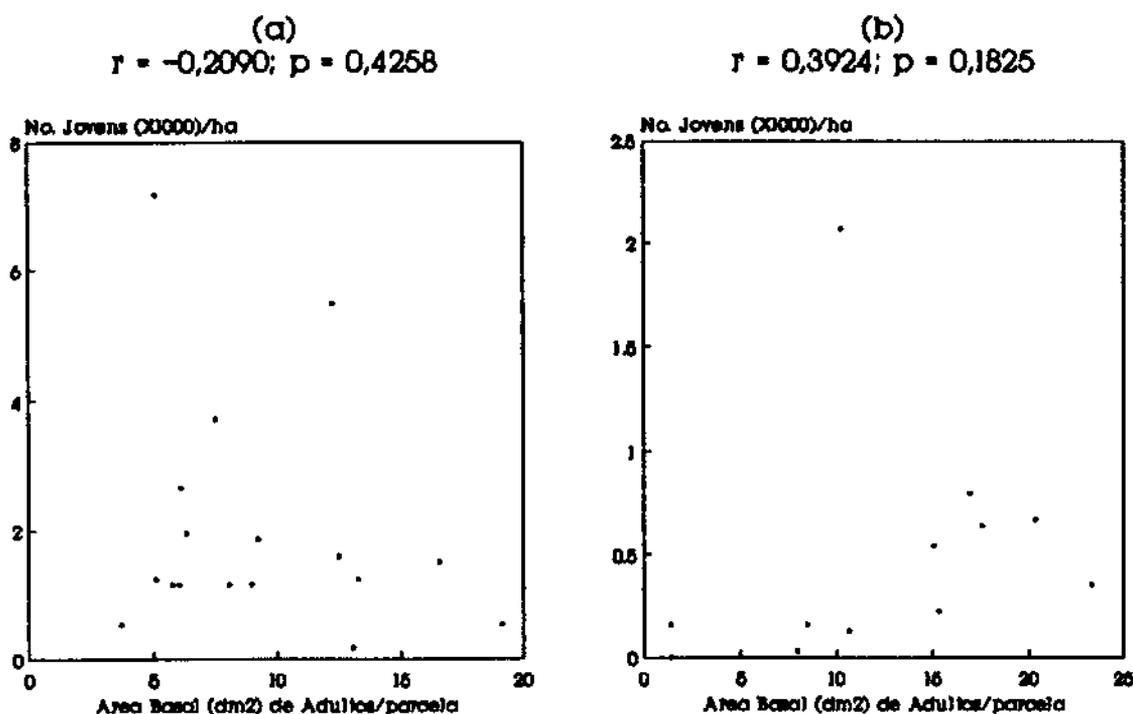


FIGURA 6: Diagrama de dispersão para os dados de área basal de adultos contra a densidade de jovens em cada parcela, para as áreas de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Itirapina (1989).

dados parecem indicar que a relação entre essas variáveis, se existe, não é simples e direta.

Relações entre Densidade, Altura e Distância

A densidade de indivíduos adultos parece não ter qualquer influência na altura média dos indivíduos jovens (Figs. 7 e 8). Em nenhum dos casos analisados se observou uma correlação significativa entre essas variáveis. O único dado que pode sugerir uma tendência é para Itirapina (Fig. 8b), onde um aumento na densidade de jovens pode estar

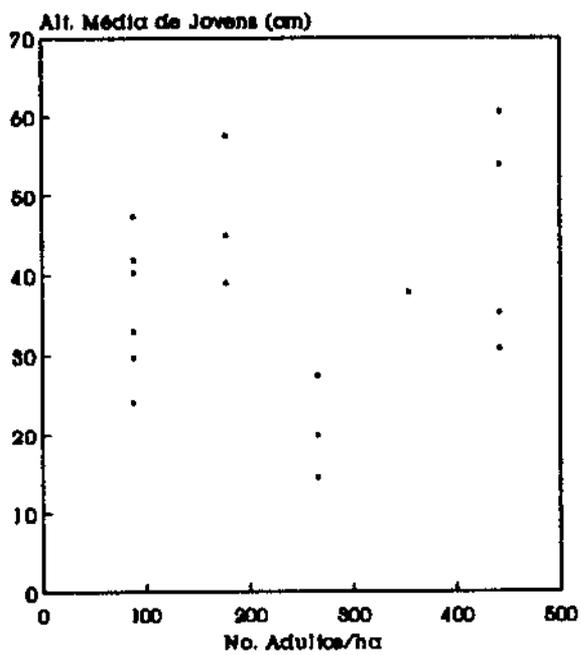
relacionado com uma redução no tamanho médio dos indivíduos. Provavelmente aqui, fatores como interferência de outras espécies, bem como um efeito de vizinhança, já que as densidades consideradas foram para o geral das parcelas, não considerando variações dentro das parcelas, devem interferir na relação entre essas variáveis.

Como a densidade de adultos variou bastante entre as parcelas para cada área (Tab. II) e como os dados de distância foram obtidos tomando-se como referencial o adulto mais próximo, resolveu-se testar o efeito da densidade sobre as distâncias médias de jovens a adultos. Espera-se que quanto maior a densidade na parcela, menor deve ser a distância média. Tal relação pode ser verificada na figura 9 para a densidade de adultos, com exceção da amostra feita em Assis (Fig. 9b), onde embora ocorra uma tendência nesse sentido, a correlação não foi significativa, talvez devido ao pequeno tamanho da amostra. Entretanto, considerando-se o número de indivíduos amostrados por parcela (Fig. 10), pode-se verificar que todos os casos apresentam uma correlação negativa significativa, sendo possível se estimar uma função que descreva a relação observada. Na verdade, se for considerado que foi nessa área onde uma das parcelas foi amostrada apenas pela metade e que a distância média refere-se apenas a essa metade pode-se verificar que o número de adultos envolvidos nas amostras de distância é que deve ter um efeito sobre a mesma. Isto quer dizer que os valores de distância média obtidos são dependentes do número de adultos

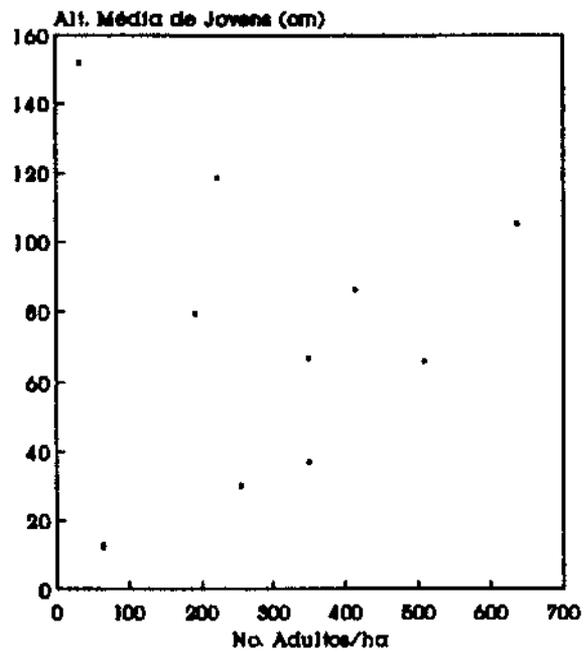
FIGURA 7: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de adultos contra a altura média de jovens por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Itirapina (1989).

FIGURA 8: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de jovens contra a altura média de jovens por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Itirapina (1989).

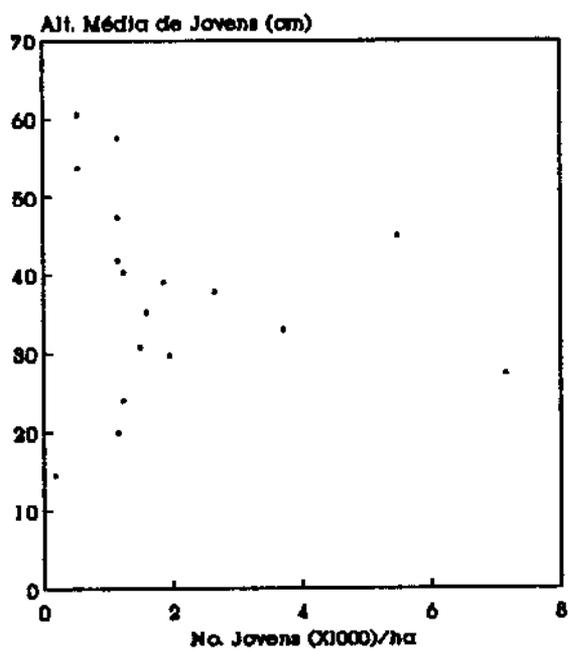
(a)
 $r = 0,1488$; $p = 0,5747$



(b)
 $r = 0,0636$; $p = 0,8240$



(a)
 $r = -0,1357$; $p = 0,6088$



(b)
 $r = -0,5030$; $p = 0,0929$

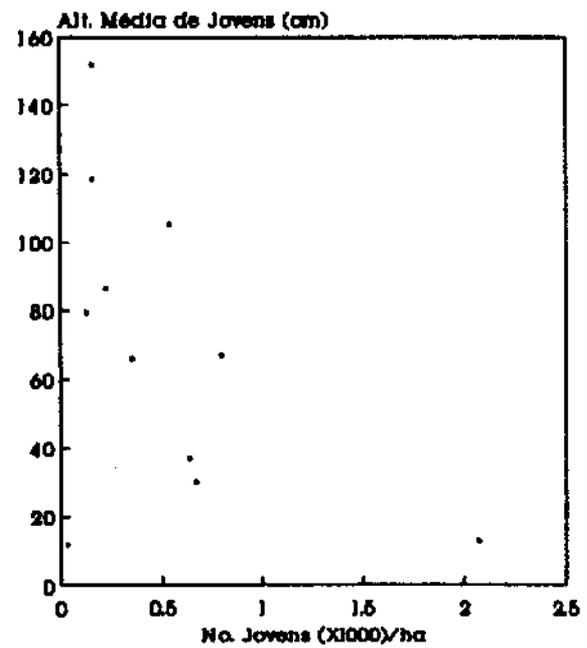
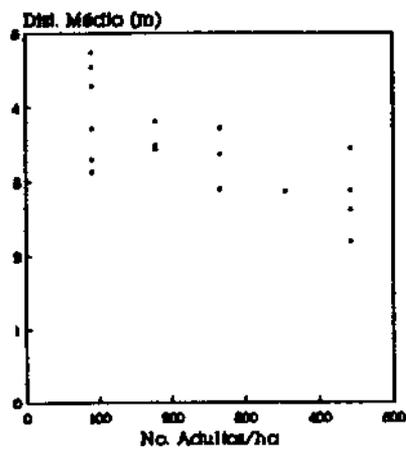
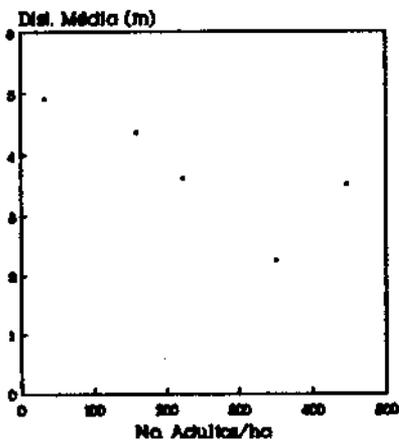


FIGURA 9: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de adultos contra a distância média de jovens a adultos por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Assis (1988), (c) Itirapina (1989).

(a)
 $r = -0,7122$; $p = 0,0016$



(b)
 $r = -0,7744$; $p = 0,1236$



(c)
 $r = -0,7217$; $p = 0,0080$

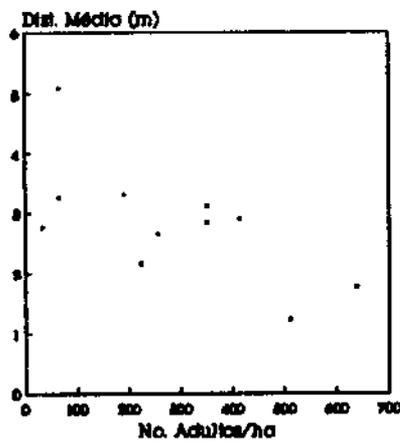
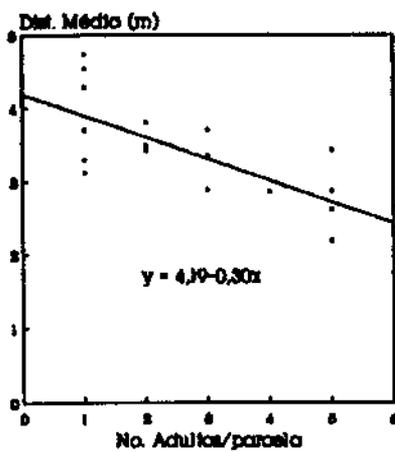
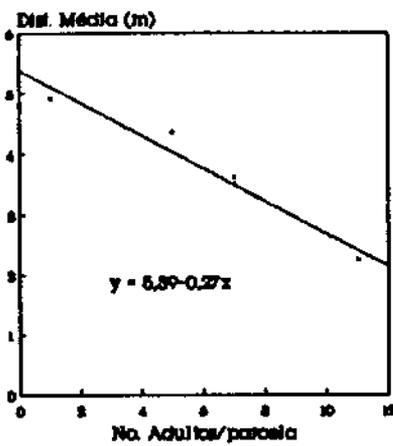


FIGURA 10: Relação entre o número de adultos contra a distância média de jovens a adultos por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Assis (1988), (c) Itirapina (1989).

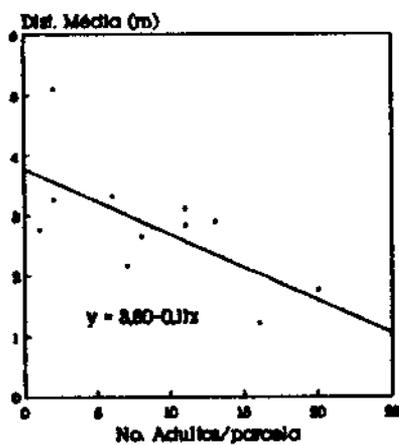
(a)
 $r^2 = 0,5072$; $p = 0,0016$



(b)
 $r^2 = 0,9543$; $p = 0,0034$



(c)
 $r^2 = 0,5209$; $p = 0,0060$



presentes nas parcelas, devendo-se considerá-los de forma relativa.

Por outro lado, a densidade de jovens não apresentou correlação significativa com a distância média de jovens a adultos em nenhum dos casos analisados (Fig. 11). Isto parece indicar que a densidade de plantas jovens não altera o padrão espacial das mesmas nas áreas.

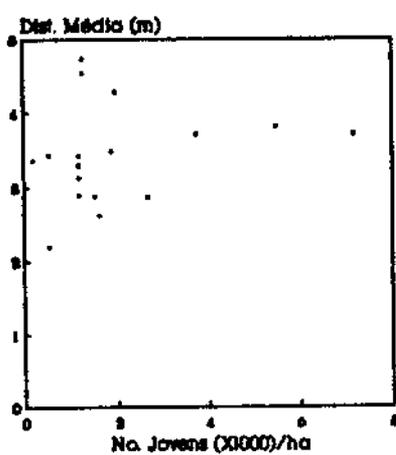
Padrão Espacial de Recrutamento

Para testar o padrão espacial de recrutamento, várias etapas devem ser analisadas. Para cada etapa será apresentada a questão levantada, a hipótese a ser testada, os resultados obtidos e o que eles indicam.

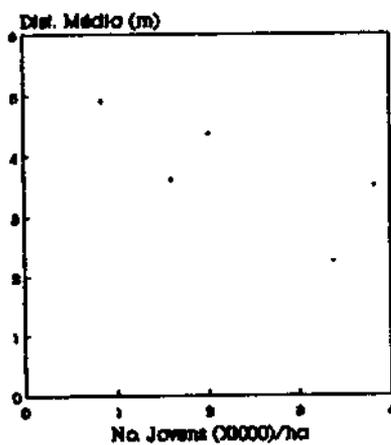
A primeira questão está relacionada ao número de indivíduos jovens encontrados em cada classe de distância de adultos. Como é a distribuição de jovens a diferentes classes de distância? Os dados obtidos encontram-se na figura 12. Na maior parte das áreas amostradas esse número é máximo à distâncias entre 2 e 4m de adultos, com exceção da amostra de Assis (Fig. 12b) onde o número máximo de jovens foi encontrado entre 1 e 2m de distância. Verifica-se ainda que em todos os casos, o número de jovens a distâncias maiores que 6m é muito baixo. Sendo assim, pode-se dizer que parece existir uma maior freqüência de jovens a uma certa distância de adultos (1 a 2m para Assis e 2 a 4m para as demais áreas). Entretanto, como a curva de dispersão de sementes nas áreas não foi obtida, e atribuindo-se uma igual

FIGURA 11: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de jovens contra a distância média de jovens a adultos por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Assis (1988), (c) Itirapina (1989).

(a)
 $r = 0,2210$; $p = 0,3979$



(b)
 $r = -0,7510$; $p = 0,1430$



(c)
 $r = 0,3969$; $p = 0,1996$

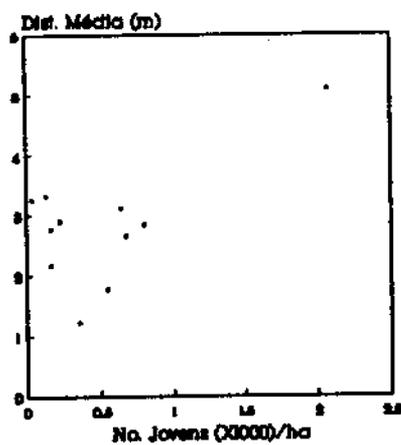
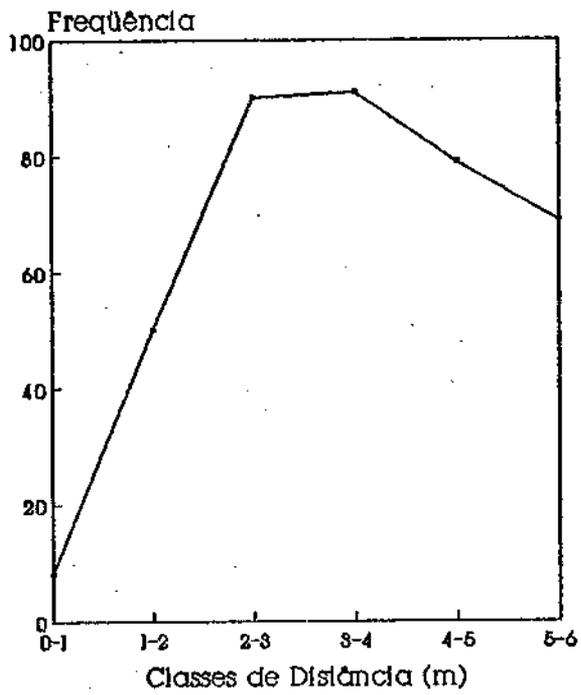
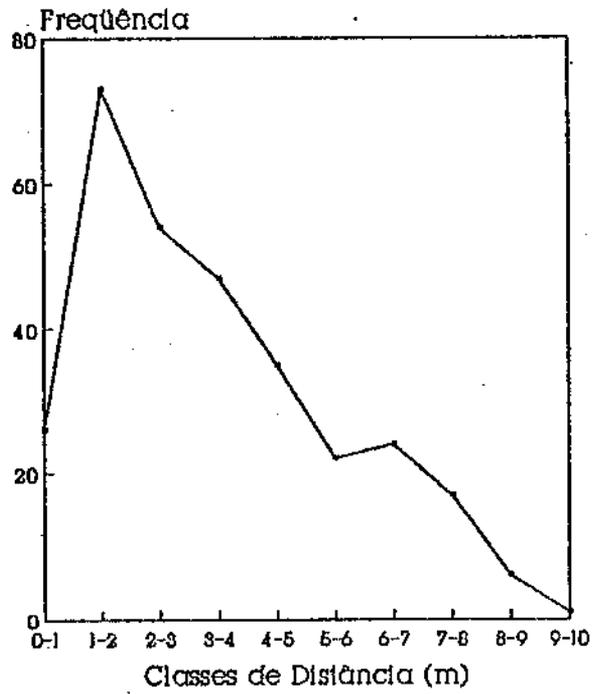


FIGURA 12: Número de indivíduos jovens de *Anadenanthera falcata* por classe de distância a adultos mais próximos, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Assis (1988); (c) Itirapina (1989); (d) Itirapina (1990).

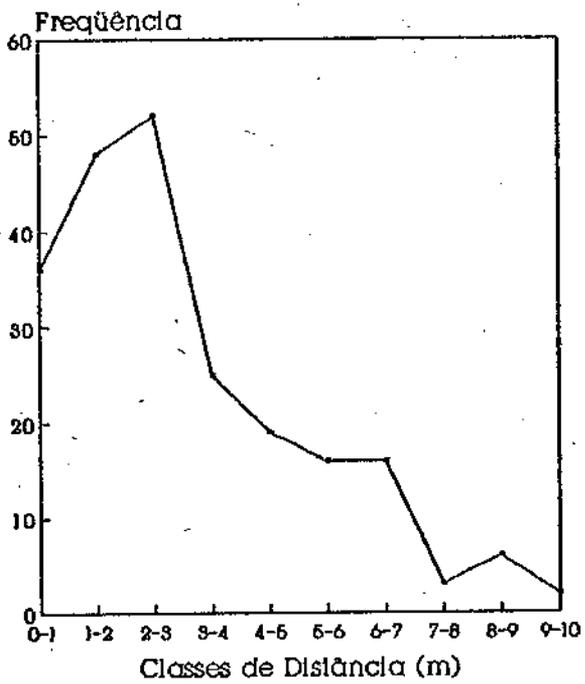
(a)



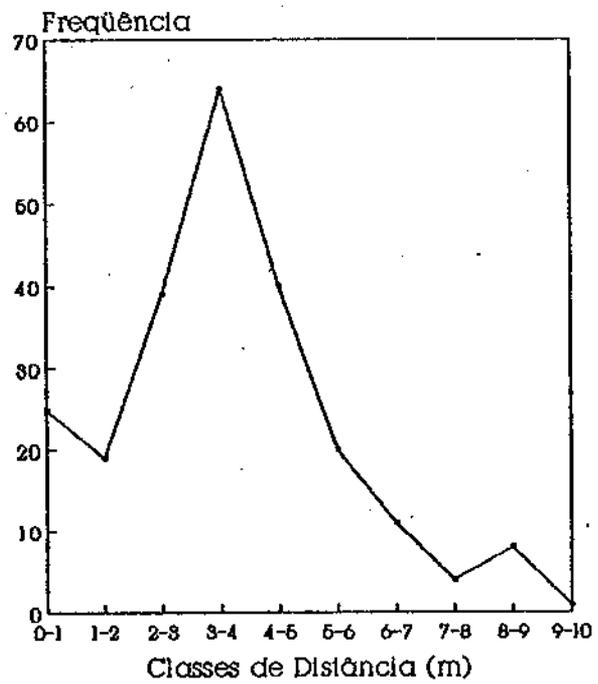
(b)



(c)



(d)



importância a todos os jovens, independente das classes de tamanho em que se encontram, não há como distinguir se as curvas observadas são resultantes das curvas de dispersão ou da interação entre estas e as de probabilidades de estabelecimento. Pode-se apenas inferir que, caso a curva de dispersão seja leptocúrtica, existe um componente espacial nas probabilidades de estabelecimento, principalmente nos casos de Moji Guaçu (Fig. 12a) e Itirapina (1990) (Fig. 12d).

A segunda questão está ligada à altura média dos indivíduos jovens por classe de distância. Caso haja um componente espacial nas probabilidades de estabelecimento, pode-se esperar que a altura média de jovens seja maior e talvez apresente um maior coeficiente de variação, nas classes de distância onde essas probabilidades forem maiores. Na figura 13, pode-se observar que as alturas médias diferem muito pouco entre as classes de distância, apresentando em todos os casos uma grande variação. Diferenças na altura média de jovens ocorreram apenas para Itirapina (Fig. 13b), onde tal altura média parece ser maior nas proximidades de adultos (0 a 1m e 2 a 3m) e menor a distâncias entre 6 e 7m de adultos. Sendo assim, parece não haver diferenças na altura média de jovens nas diferentes classes de distância, com exceção de Itirapina (1989) onde a altura média parece ser maior nas proximidades de adultos do que a distâncias entre 6 e 7m (Fig. 13b), embora em todos os casos tenha sido observada uma grande variação de altura

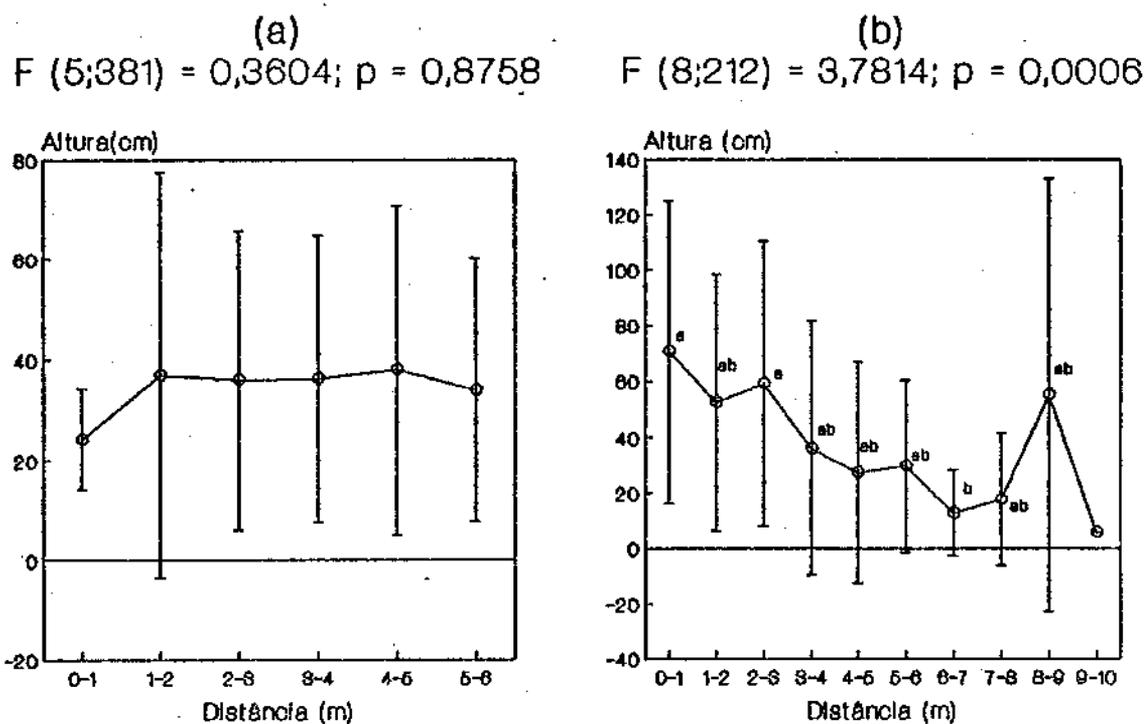


FIGURA 13: Altura média de indivíduos jovens de *Anadenanthera falcata* por classe de distância à adultos mais próximos, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Itirapina (1989). As médias na figura 13b, seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a $p = 0,05$ (Teste SNK) (Sokal & Rohlf 1969).

dentro de todas as classes de distância. Tal resultado pode ser consequência da ausência de um componente espacial nas probabilidades de estabelecimento nos estádios de desenvolvimento amostrados ou de diferenças na hierarquia de tamanhos (sensu Solbrig & Solbrig 1984 e Weiner & Solbrig 1984) dos jovens dentro de cada classe de distância.

A terceira questão está relacionada à distância média de jovens a adultos, dentro de cada classe de tamanho. Segundo Clark & Clark (1984), caso exista um efeito da distância sobre as probabilidades de estabelecimento, isso deve ser refletido na distância média entre os diferentes estádios de desenvolvimento dos indivíduos na população. Sendo assim, pode-se esperar que a distância média de jovens a adultos, seja maior, quanto maior for o tamanho dos indivíduos. Da mesma forma que na figura 13, a distância média de jovens a adultos apresenta pouca variação entre as classes de tamanho e muita variação dentro das classes de tamanho (Fig. 14). No caso de Itirapina, mais uma vez, as diferenças que ocorrem indicam uma maior distância média para jovens entre 0 e 20cm e uma distância média menor para jovens entre 40 e 80cm e entre 100 e 200 cm (Fig. 14b). Novamente aqui, os resultados parecem indicar uma ausência de um componente espacial como determinante das probabilidades de estabelecimento, ou no caso de Itirapina (1989) uma tendência à redução na distância média com o aumento em tamanho dos indivíduos. Nesse último caso, a distribuição de indivíduos maiores tenderia a ser mais agrupada em torno dos adultos do que a de indivíduos menores. Neste caso, o padrão espacial resultante seria muito mais consequência da distribuição de sítios favoráveis para o desenvolvimento dos indivíduos do que da densidade e/ou distância a adultos. Entretanto, é importante ressaltar que alguns dados obtidos com relação à distância entre

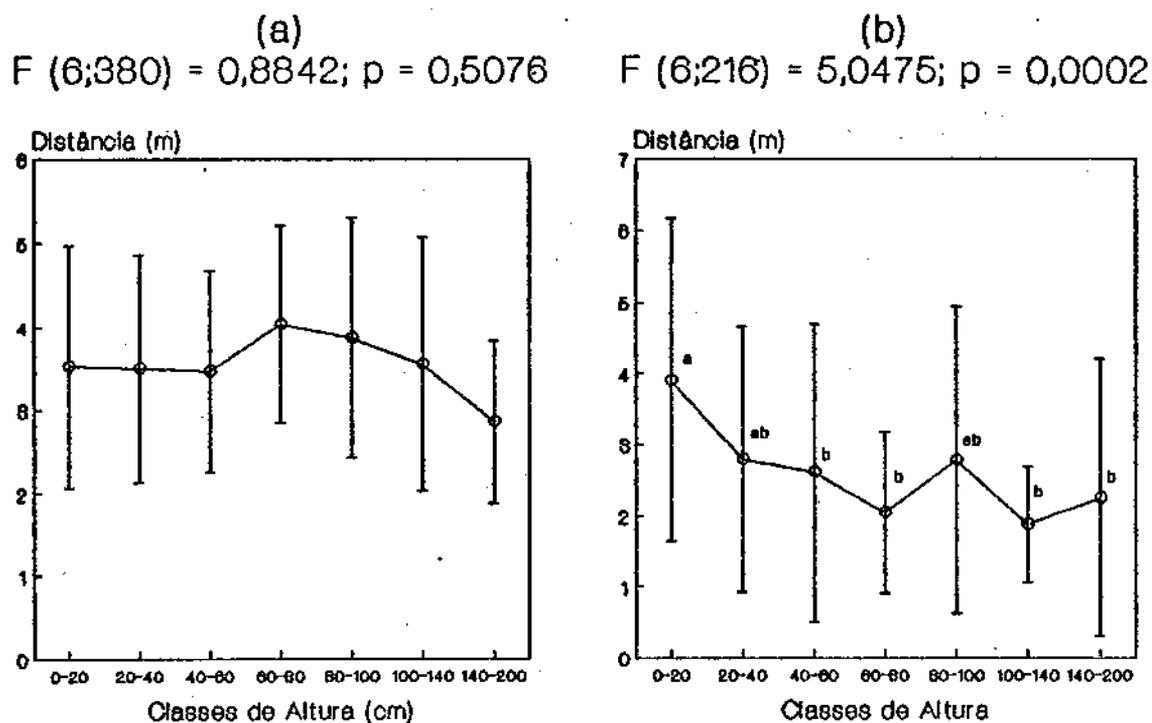


FIGURA 14: Distância média de indivíduos jovens a adultos mais próximos de *Anadenanthera falcata* por classe de altura, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Itirapina (1989). As médias na figura 14b, seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a $p = 0,05$ (Teste SNK).

adultos apresentou médias de $4,73 \pm 1,52m$ ($n=28$) para Moji Guaçu e de $4,19 \pm 2,84m$ ($n=92$) para Itirapina. Nos dois casos, essas distâncias são maiores do que as observadas entre jovens e adultos (Fig. 14), o que poderia indicar que a distância tem um efeito diferencial entre os estádios de desenvolvimento e que esse efeito sobre as probabilidades de estabelecimento estaria ocorrendo em classes de tamanho posteriores às observadas aqui.

A quarta questão está relacionada com as estruturas de tamanho de jovens em cada classe de distância. Se houver um componente de distância nas probabilidades de estabelecimento, espera-se que os jovens mais altos se encontrem a uma determinada distância dos adultos. Além disso, espera-se que o formato das distribuições seja diferente, com desproporcionalidades menores entre as classes de tamanho de jovens, e que os indivíduos maiores sejam proporcionalmente mais abundantes, nas classes de distância onde haja uma maior probabilidade de estabelecimento. Na figura 15 pode-se observar as estruturas de tamanho de jovens por classe de distância. O primeiro ponto a ressaltar é que as distribuições nas diferentes classes de distância são bastante semelhantes entre si para cada área e semelhantes também às distribuições gerais apresentadas na figura 3. Em segundo lugar, se ajustarmos as estruturas observadas à curvas de estabelecimento ($N_x = N_0 \cdot x^d$, modelo II das curvas de sobrevivência de Deevey, 1947), pode-se verificar que não existem diferenças significativas entre as inclinações das curvas (probabilidades de estabelecimento) nas diferentes classes de distância a adultos (Tab. IV). A exceção foi em Itirapina (1990) onde a inclinação foi maior na classe de distância entre 3 e 4m de adultos, indicando uma maior probabilidade de estabelecimento a essas distâncias, com relação àquela observada na classe de distância de 7 a 8m. Por outro lado, cabe ressaltar que embora a regressão seja significativa a

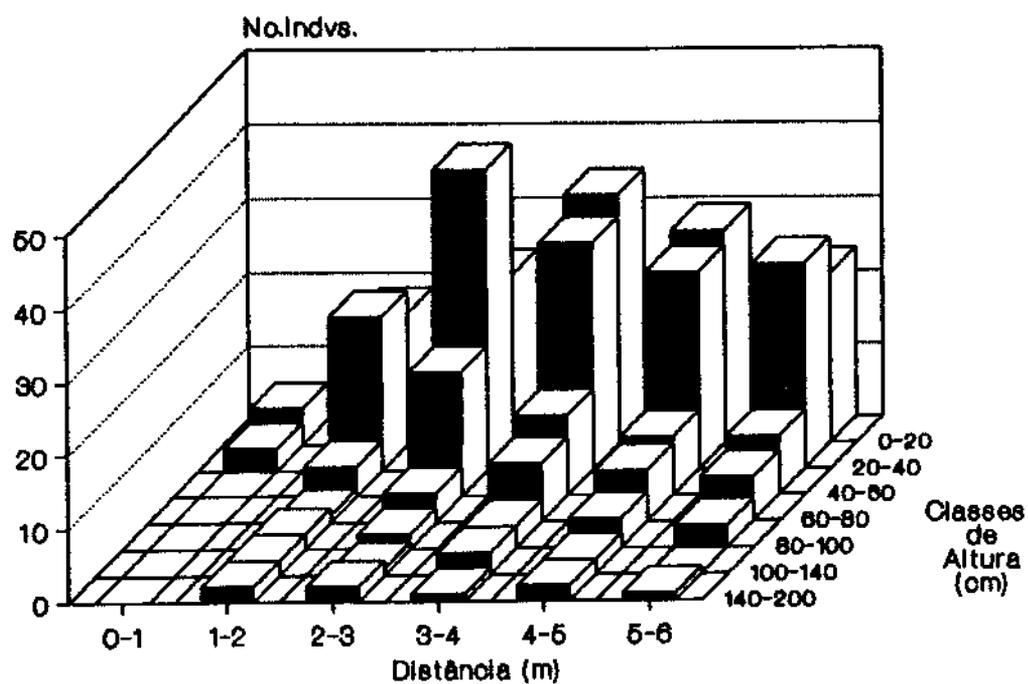
essa classe de distância, existe um número pequeno de indivíduos e estes estão concentrados em apenas 3 classes de distância.

Os resultados parecem indicar aqui, uma ausência de um componente espacial nas probabilidades de estabelecimento de novos indivíduos, a não ser no que diz respeito aos indivíduos menores, se assumirmos uma distribuição de sementes leptocúrtica.

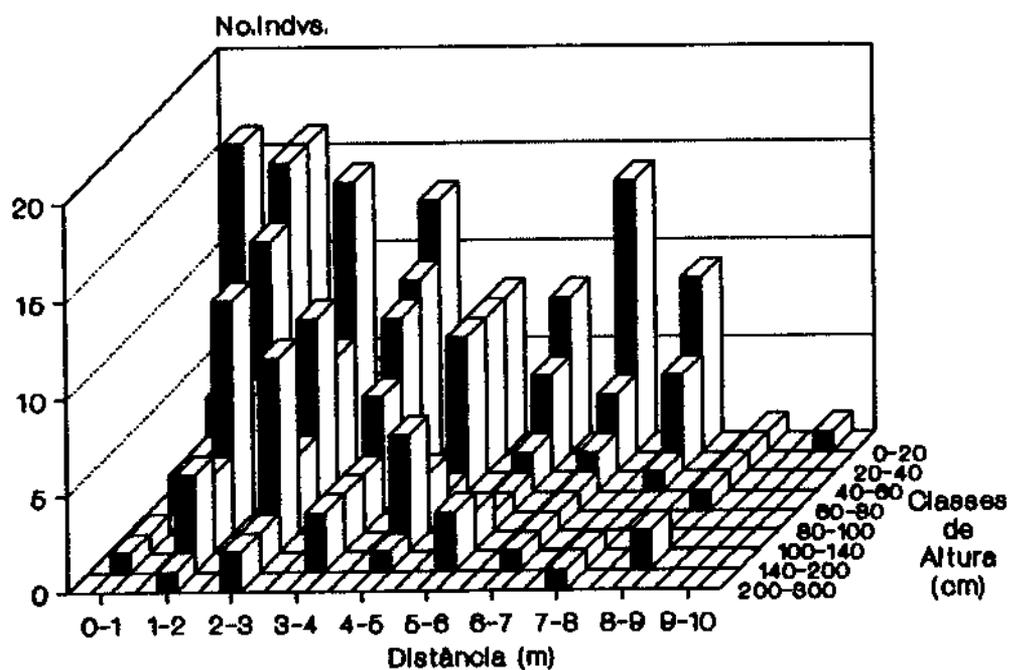
A quinta questão retoma o ponto levantado na análise da primeira questão. Caso a probabilidade de estabelecimento seja independente da distância, seria de se esperar que as distribuições de freqüências relativas de jovens de diferentes estádios de desenvolvimento em cada classe de distância fossem semelhantes. Ou seja, se for tomada como base a distribuição espacial de sementes e considerando-se uma mortalidade ao acaso, a distribuição dos demais indivíduos teria a mesma forma relativa. Como aqui não foi obtida a distribuição de sementes, o que foi feito é uma comparação entre as distribuições de freqüências relativas de ocorrência de indivíduos jovens subdivididos em 3 classes de tamanho (0 a 20cm, 20 a 100cm e maior que 100cm), por classe de distância, para as áreas de amostragem (Fig. 16). Nos casos estudados, parece que a forma das diferentes curvas é semelhante em sua maioria. Na área de Moji Guaçu, pode-se verificar que a curva de jovens até 20cm de altura é semelhante às curvas de jovens entre 20 e 100cm e maiores que 100cm, talvez com um pequeno excesso de indivíduos

FIGURA 15: Distribuição de indivíduos jovens por classe de altura, dentro de cada classe de distância a adultos mais próximos de *Anadenanthera falcata*, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Assis (1988); (c) Itirapina (1989); (d) Itirapina (1990).

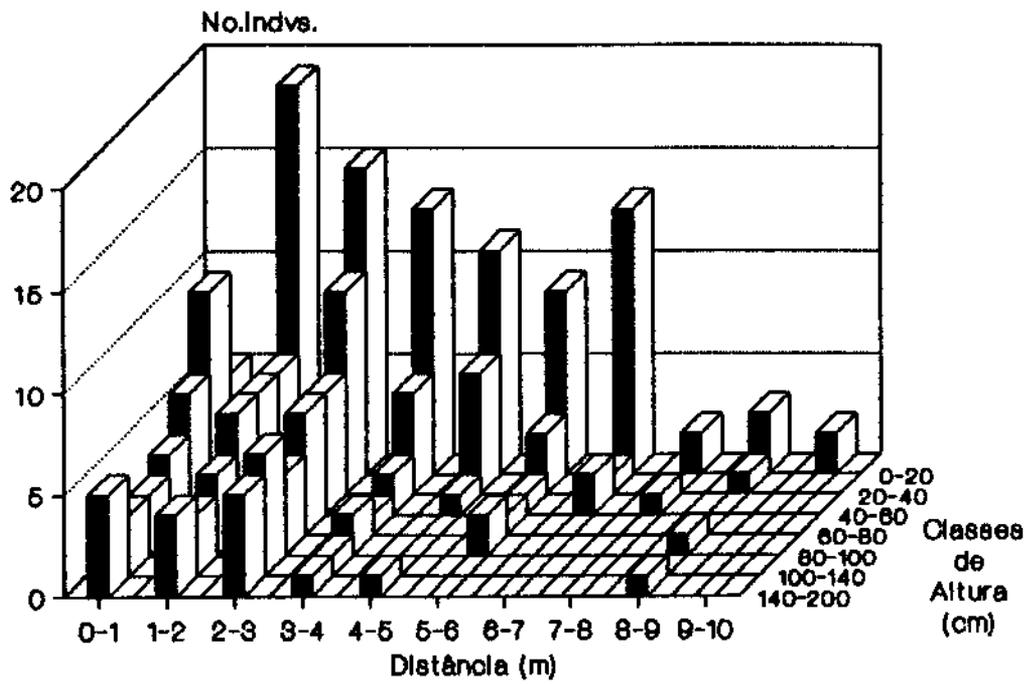
(a)



(b)



(c)



(d)

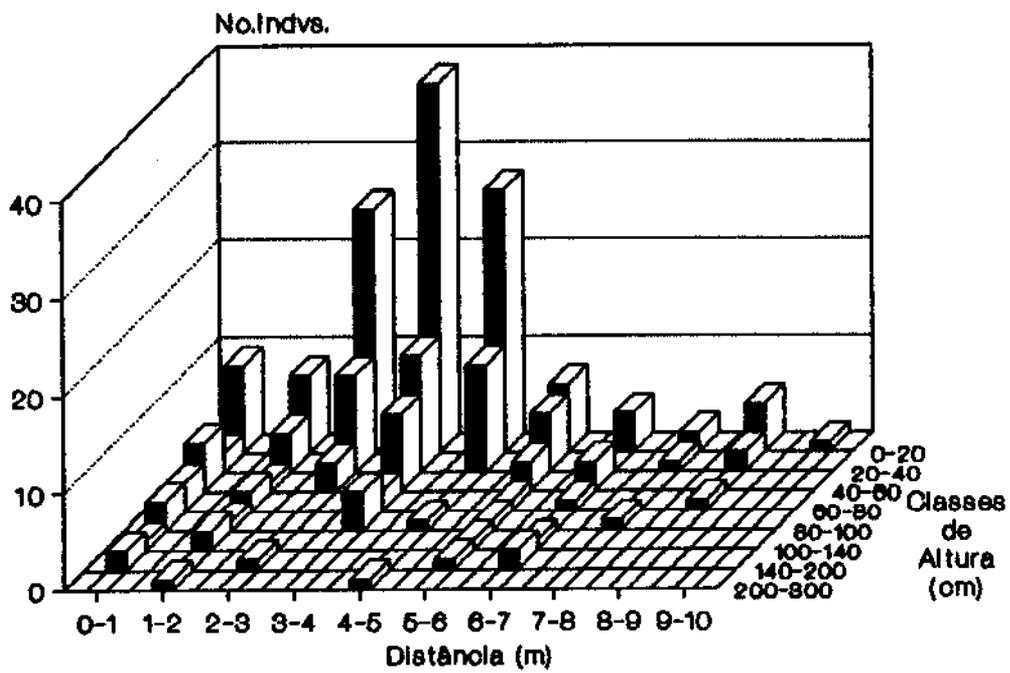
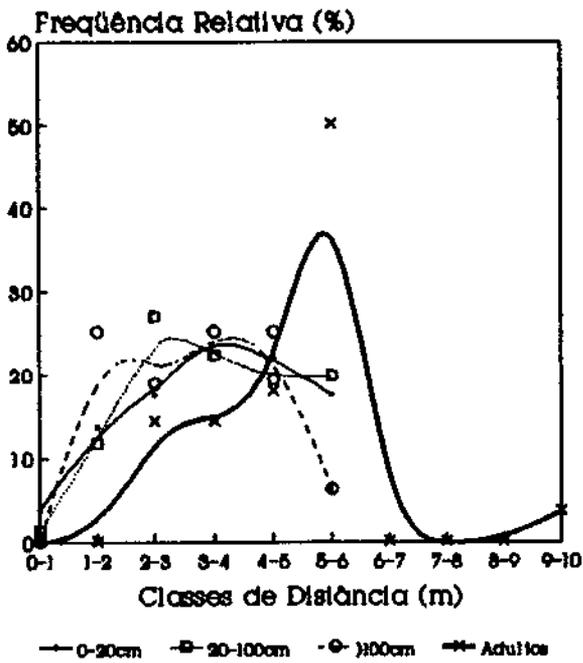


TABELA IV: Coeficientes das regressões lineares entre $\ln N_x$ (número de indivíduos na classe de tamanho x) e x (classe de tamanho expressa em altura), para cada classe de distância (C.D.). Os locais seguem a mesma abreviação da tabela II. Modelo: $\ln N_x = \ln N_0 + dt$. Todas as regressões apresentadas são significativas a $p = 0,05$. Em todos os casos, não há diferença significativa entre os valores de d , exceção à IT(90) onde os coeficientes seguidos pela mesma letra não diferem significativamente a $p = 0,05$ (Teste STP) (Sokal & Rohlf 1969). (--) ausência de dados ou regressão não significativa.

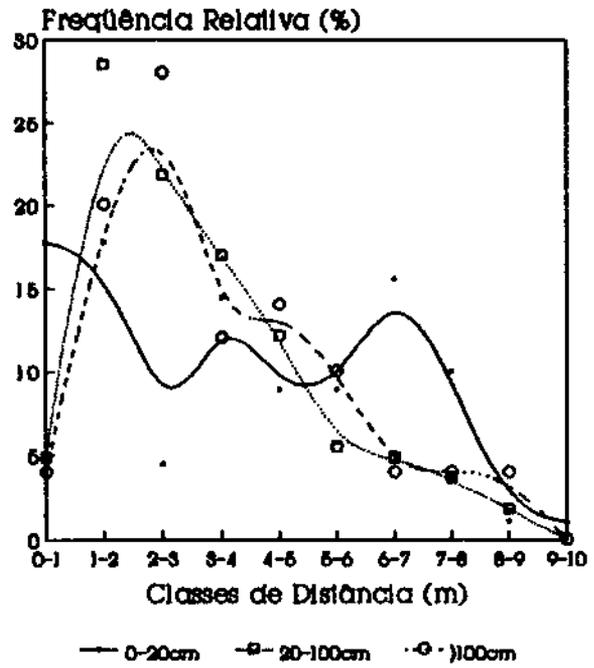
C.D.		MG(86)	AS(88)	IT(89)	IT(90)
0-1	$\ln N_0$	--	1,8450	2,1032	2,0120
	d	--	-0,0098	-0,0072	-0,0100 ^{ab}
1-2	$\ln N_0$	2,6293	3,0411	2,7421	1,6727
	d	-0,0147	-0,0128	-0,0135	-0,0083 ^{ab}
2-3	$\ln N_0$	3,3794	2,5519	2,6886	2,1360
	d	-0,0192	-0,0098	-0,0114	-0,0130 ^{ab}
3-4	$\ln N_0$	3,6509	2,7168	2,0233	2,9610
	d	-0,0213	-0,0127	-0,0115	-0,0177 ^a
4-5	$\ln N_0$	3,4083	2,2962	1,6302	1,8463
	d	-0,0187	-0,0190	-0,0105	-0,0108 ^{ab}
5-6	$\ln N_0$	3,3046	1,8054	1,7407	1,8957
	d	-0,0203	-0,0088	-0,0112	-0,0105 ^{ab}
6-7	$\ln N_0$	--	1,8016	1,4763	--
	d	--	-0,0093	-0,0103	--
7-8	$\ln N_0$	--	1,2824	--	0,6738
	d	--	-0,0064	--	-0,0041 ^b
8-9	$\ln N_0$	--	--	--	1,0628
	d	--	--	--	-0,0067 ^{ab}

FIGURA 16: Freqüências relativas de indivíduos jovens, subdivididos em três classes de altura (pequenos ou plântulas em sua maioria: 0-20cm; médios: 20-100cm; grandes ou subadultos: maiores que 100cm), por classe de distância a adultos mais próximos de *Anadenanthera falcata*, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Assis (1988); (c) Itirapina (1989); (d) Itirapina (1990). Nas figuras (a) e (c) são apresentadas ainda as freqüências relativas de adultos por classe de distância entre eles.

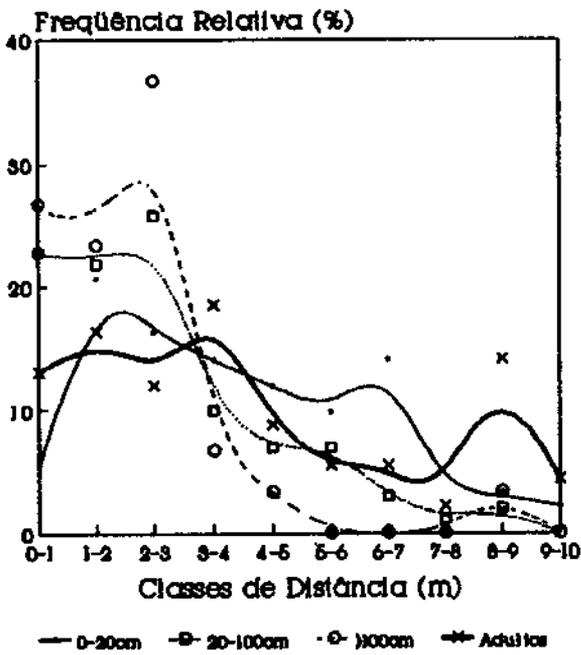
(a)



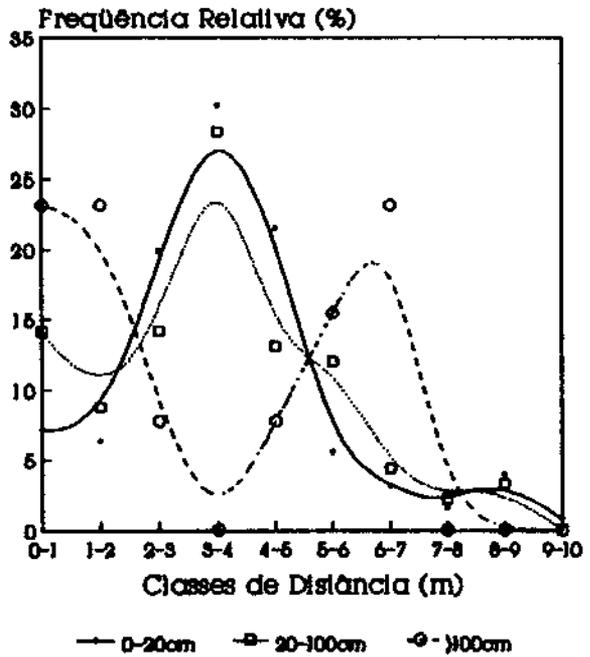
(b)



(c)



(d)



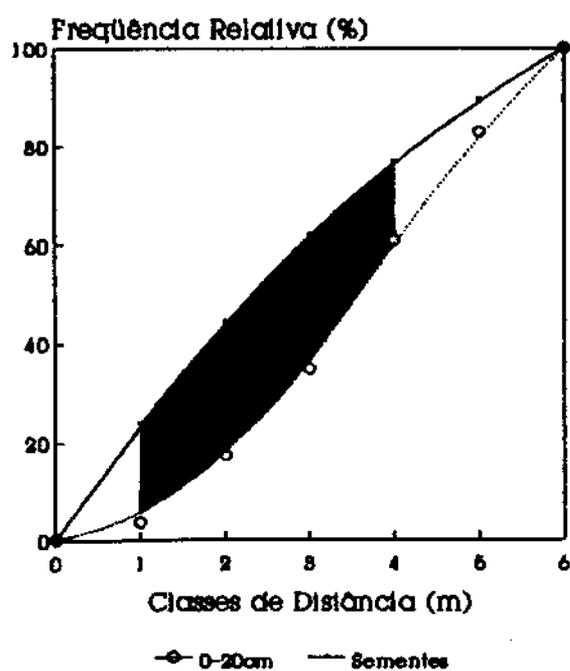
maiores entre 1 e 3m de distância e uma redução na frequência de jovens maiores na classe de 5 a 6m de distância (Fig. 16a). Entretanto, a curva para adultos apresenta-se discrepante, com um excesso de indivíduos a distâncias maiores, principalmente entre 5 e 6m e um número reduzido a distâncias até 4m, comparativamente às demais curvas. Para Assis, o mesmo pode ser observado, sendo que as maiores diferenças parecem ocorrer entre as curvas de jovens entre 0 e 20cm e os demais, sendo o excesso de indivíduos maiores mais acentuado, estendendo-se até 4 a 5m de distância (Fig. 16b). Para Itirapina, a amostragem feita em 1989, mostra curvas bastante semelhantes, com um pequeno excesso de jovens de tamanhos maiores nas classes de distância de até 3m de adultos (Fig. 16c). Por outro lado, a curva para os adultos aparentemente é mais semelhante àquela obtida para os jovens entre 0 e 20cm do que as demais. Entretanto, para a amostragem feita em 1990, foram obtidas curvas um pouco distintas das anteriores, mostrando um padrão bastante semelhante entre os jovens de até 100cm e uma curva totalmente discrepante para os jovens maiores do que 100cm (Fig. 16d). Todos esses resultados parecem indicar que processos dependentes da distância podem agir de maneira diferencial nas probabilidades de estabelecimento de indivíduos de diferentes estádios de desenvolvimento, podendo em alguns casos, gerar padrões espaciais semelhantes. Além disso, na maioria dos casos, parece existir um efeito relacionado com a distância em fases do

ciclo de vida das plantas anteriores aos menores jovens observados (caso se considere uma distribuição de sementes leptocúrtica) e posteriores aos maiores jovens observados (considerando-se as curvas para adultos observadas nas figuras 16a e 16c). No primeiro caso, problemas relacionados com a germinação de sementes nas proximidades de adultos, somados a uma alta redução na viabilidade de sementes observada em curto período de tempo, poderiam ser responsáveis pela distribuição observada de jovens entre 0 e 20cm de altura. O segundo caso, possivelmente está ligado à interferência dos adultos mais próximos sobre os jovens maiores, fazendo com que estes permaneçam nesse estágio de desenvolvimento até que se estabeleçam condições (morte de um adulto) para atingirem o estágio adulto. Esta explicação parece mais plausível do que uma mortalidade diferencial de jovens nesse estágio de desenvolvimento, dadas as estruturas de tamanho observadas. Um outro fator que pode estar interferindo nos padrões observados é o fato de que indivíduos maiores estão constantemente sujeitos a quebra de ramos, e freqüentemente observa-se rebrota em alguns ramos. Dependendo de onde ocorra a quebra e também a rebrota, os indivíduos podem ultrapassar vários estágios de desenvolvimento em um curto intervalo de tempo, dado que as medidas tomadas aqui, referem-se à altura dos indivíduos, medida desde a base até o ápice do maior ramo com folhas.

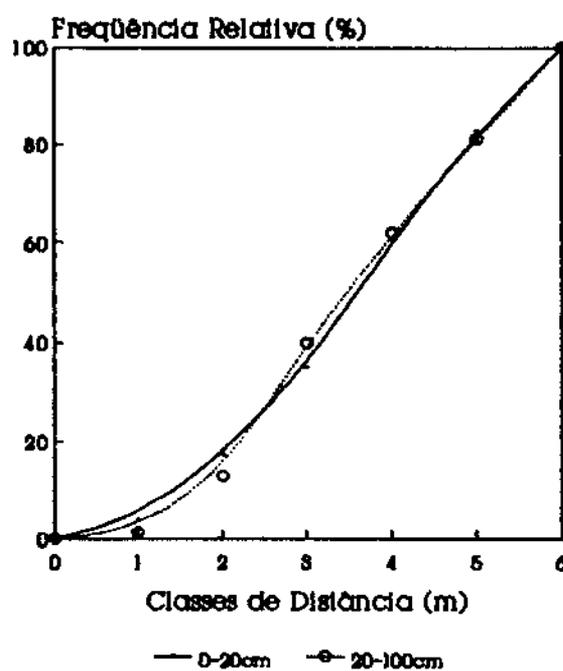
O efeito diferencial da distância nas probabilidades de estabelecimento de indivíduos de diferentes estádios de desenvolvimento pode ser mais facilmente observado nas figuras 17 a 20. Hamill & Wright (1986) propõem um método para testar a dispersão de adultos com relação a adultos, baseado na comparação entre as distribuições de frequência relativa cumulativas observadas e esperadas, baseadas em diferentes premissas. No caso em estudo, foi assumida uma distribuição de sementes leptocúrtica, onde 80 % das sementes seriam esperadas cair até 10m de distância dos adultos. Tais parâmetros foram escolhidos arbitrariamente. Os pontos referentes à distribuição esperada de sementes foram obtidos segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (Hamill & Wright 1986), onde d é a distância e $F(d)$ a frequência relativa cumulativa de sementes até aquela distância. Posteriormente, as frequências foram corrigidas para a amplitude de distância sendo estudada. As distribuições de frequências esperadas para os demais estádios de desenvolvimento, quando comparadas com as de estádios posteriores, foi considerada igual à observada. Ou seja, a distribuição esperada de jovens de tamanho entre 20 e 100cm foi considerada como sendo a distribuição observada de jovens de tamanho entre 0 e 20cm. As distribuições foram comparadas utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (Sokal & Rohlf 1969). Quando a curva observada se encontra acima da curva esperada, os indivíduos são mais agrupados do que o esperado. Quando a curva observada se encontra abaixo

FIGURA 17: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Anadenanthera falcata* em Moji Guaçu (1986). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi estimada segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (ver explicação no texto). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov) (Sokal & Rohlf 1969).

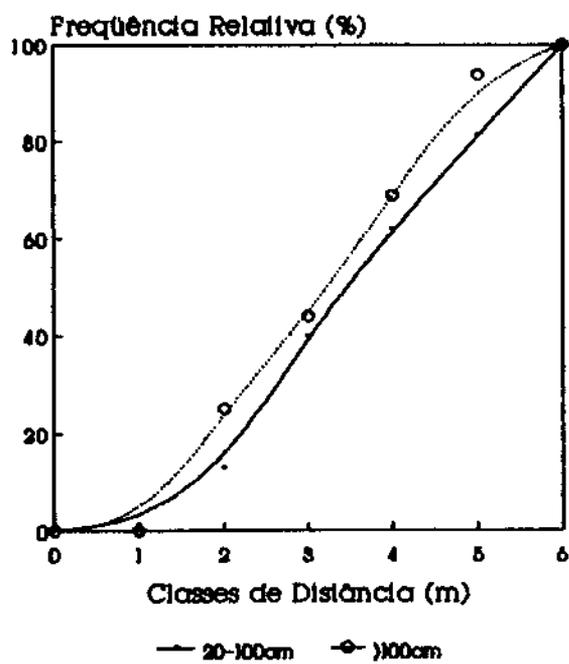
(a)



(b)



(c)



(d)

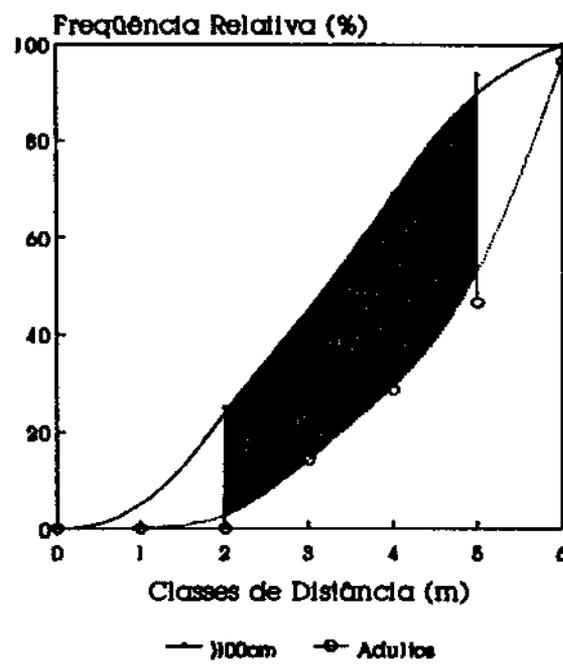
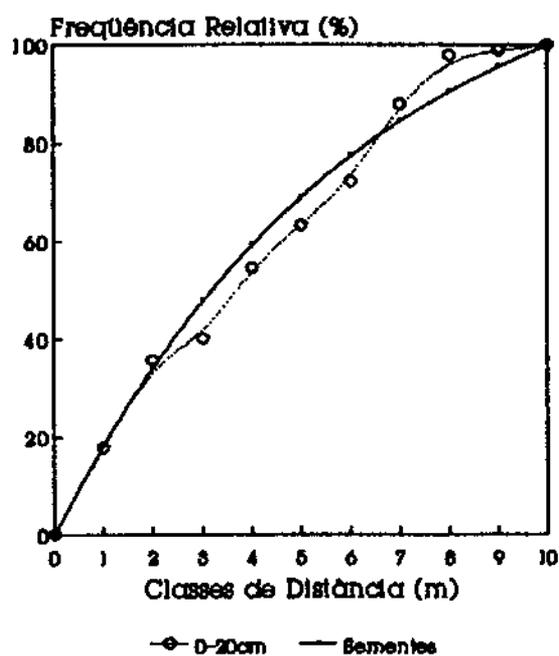
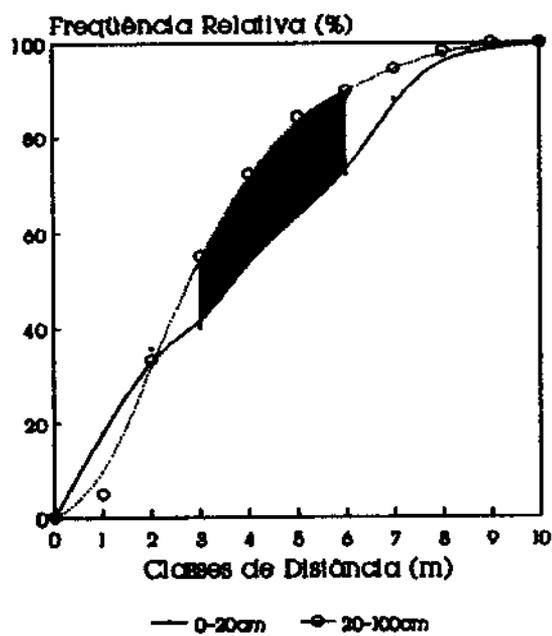


FIGURA 18: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Anadenanthera falcata* em Assis (1988). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi estimada segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (ver explicação no texto). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).

(a)



(b)



(c)

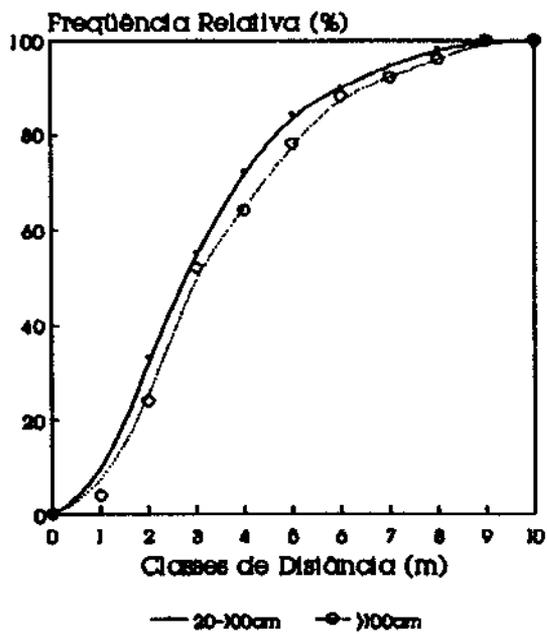
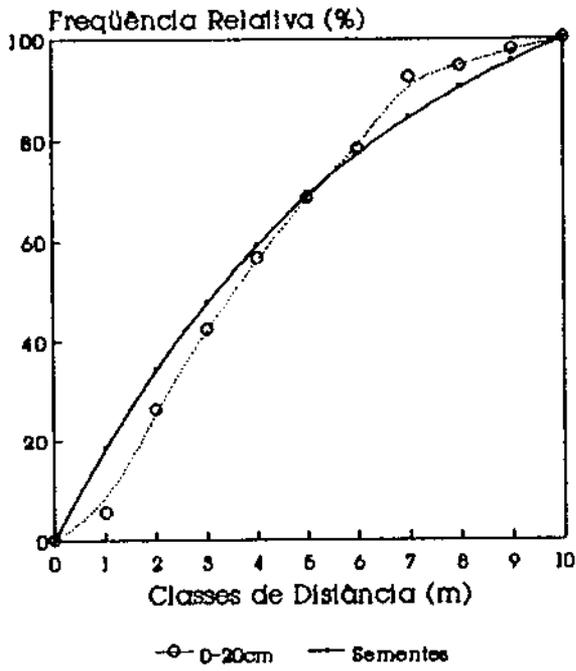
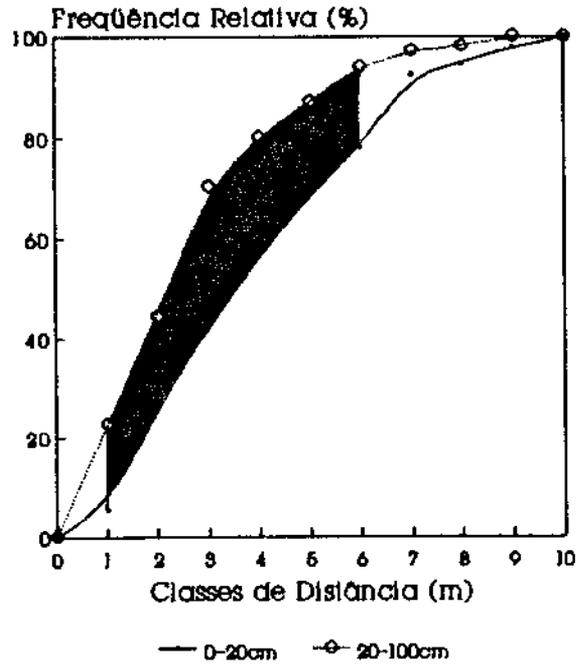


FIGURA 19: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Anadenanthera falcata* em Itirapina (1989). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi estimada segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (ver explicação no texto). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).

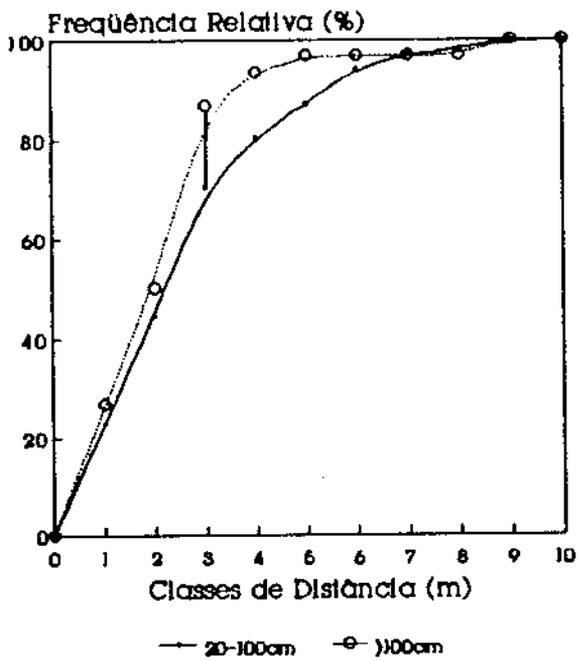
(a)



(b)



(c)



(d)

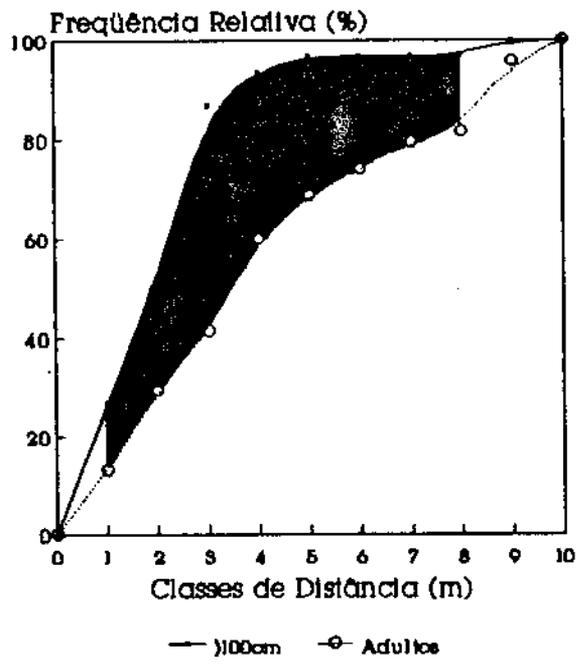
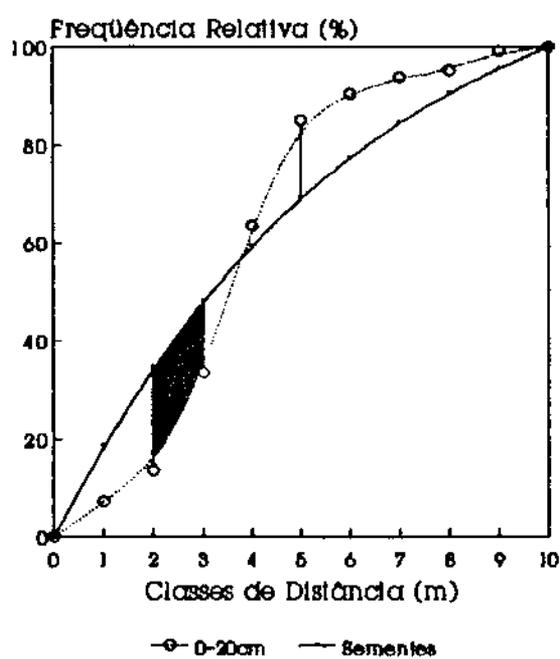
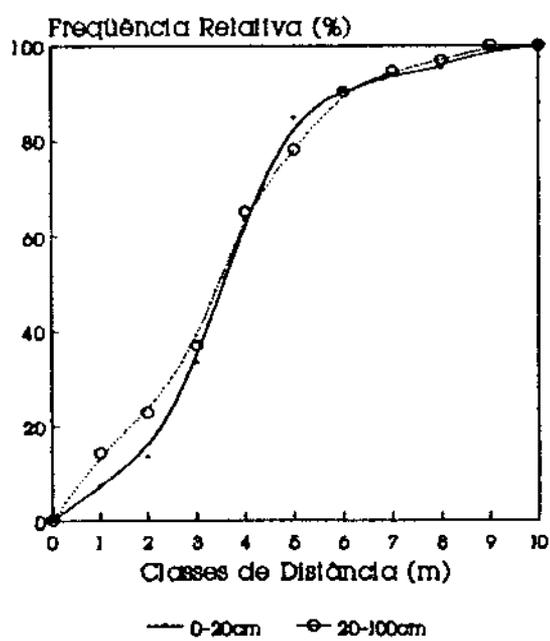


FIGURA 20: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Anadenanthera falcata* em Itirapina (1990). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi estimada segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (ver explicação no texto). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).

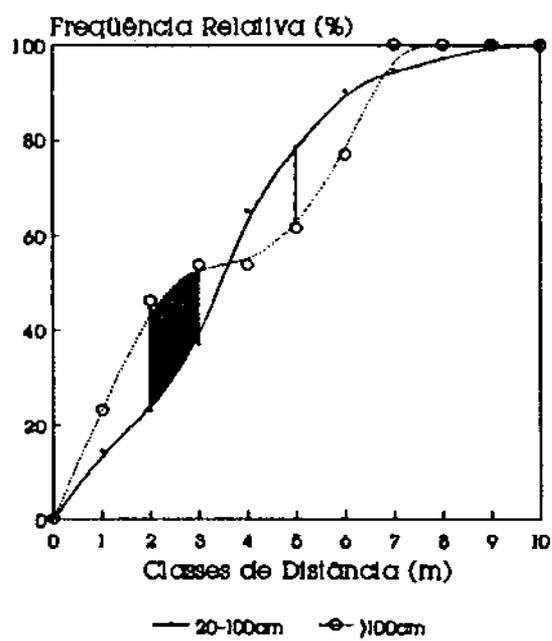
(a)



(b)



(c)



da curva esperada, os indivíduos são mais dispersos do que o esperado.

Na figura 17, para Moji Guaçu, pode-se observar que os jovens entre 0 e 20cm estão mais dispersos entre 1 e 4m de distância a adultos, do que o esperado pela distribuição de sementes (Fig. 17a). Da mesma forma, os adultos distando entre 2 e 5m são mais dispersos do que o esperado pela distribuição de jovens maiores que 100cm (Fig. 17d). Os demais casos, não apresentam diferenças significativas entre as distribuições esperadas e observadas (Figs. 17b e 17c). Os resultados aqui, indicam uma alteração no padrão espacial em classes de distância intermediárias, nos estádios de desenvolvimento mais jovens (0 a 20cm) e no estádio adulto. Isso parece indicar uma menor chance de estabelecimento nessas distâncias, em estádios anteriores (sementes) e posteriores (adultos) aos analisados até agora.

Na figura 18, para Assis, pode-se observar que os jovens entre 20 e 100cm estão mais agrupados entre 3 e 6m de distância a adultos, do que o esperado pela distribuição de jovens entre 0 e 20cm (Fig. 18b). Os demais casos, não apresentam diferenças significativas entre as distribuições esperadas e observadas (Figs. 18a e 18c). Os resultados aqui, indicam novamente, uma alteração no padrão espacial em classes de distância intermediárias, só que no estádio 20 a 100cm e em direção a um maior agrupamento dos indivíduos. Isso parece indicar uma maior chance de estabelecimento nessas distâncias.

Na figura 19, para Itirapina (1989), temos que os jovens entre 20 e 100cm estão mais agrupados entre 1 e 6m de distância a adultos, do que o esperado pela distribuição de jovens entre 0 e 20cm (Fig. 19b). Os jovens maiores do que 100cm, também apresentam um maior grau de agrupamento em torno de 3m de distância a adultos (Fig. 19c). Entretanto, os adultos são mais dispersos entre 1 e 8m de distância (Fig. 19d). No caso dos indivíduos entre 0 e 20cm, não houve diferença significativa entre as distribuições esperadas e observadas (Figs. 19a). Os resultados aqui, indicam mais uma vez, uma alteração no padrão espacial em classes de distância intermediárias, só que em direção a um maior agrupamento dos indivíduos de 20 a 100cm e maiores que 100cm. Por outro lado, um efeito inverso é observado para os adultos. Isso parece indicar que as chances de estabelecimento de novos indivíduos, varia com o estágio de desenvolvimento em sentidos contrários, tendo possivelmente como consequência um padrão espacial de adultos semelhante àquele que seria observado, caso não houvesse nenhum efeito da distância sobre as probabilidades de estabelecimento.

Finalmente, na figura 20, para Itirapina (1990), pode-se observar que os jovens entre 0 e 20cm estão mais dispersos entre 2 e 3m de distância a adultos, e mais agrupados em torno de 5m do que o esperado pela distribuição de sementes (Fig. 20a). Por outro lado, os jovens maiores do que 100cm, apresentam uma tendência inversa nas mesmas distâncias a adultos (Fig. 20c). No caso dos indivíduos

entre 20 e 100cm, não houve diferença significativa entre as distribuições esperadas e observadas (Figs. 20b). Os resultados aqui, indicam novamente, uma alteração no padrão espacial em direções opostas conforme o estágio de desenvolvimento. Isso parece indicar o mesmo que o caso anterior, em que as chances de estabelecimento de novos indivíduos, varia com o estágio de desenvolvimento em sentidos contrários. Entretanto, os estádios de desenvolvimento afetados são diferentes.

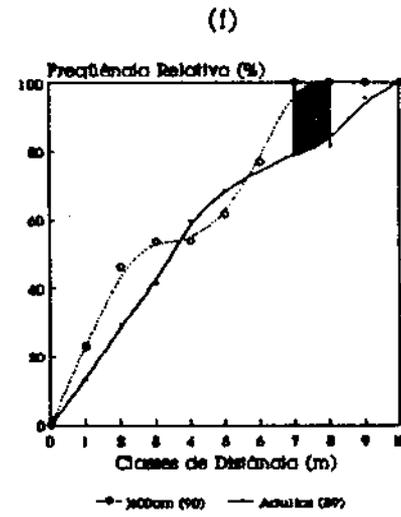
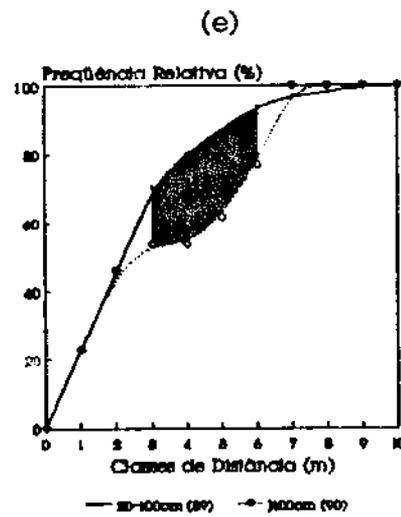
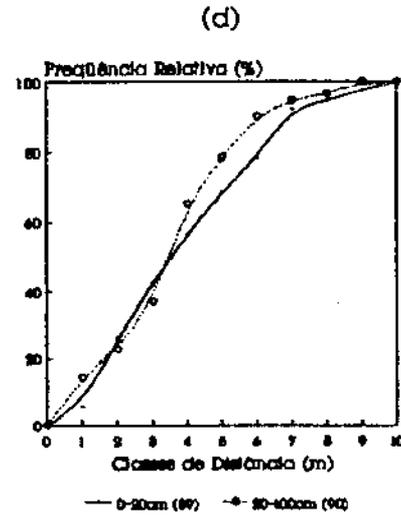
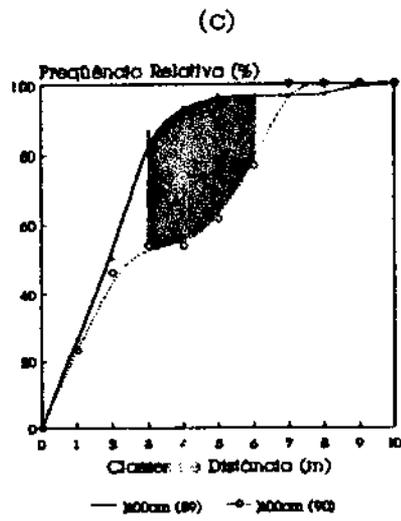
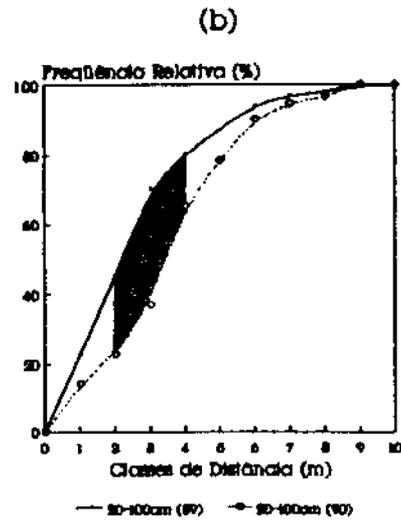
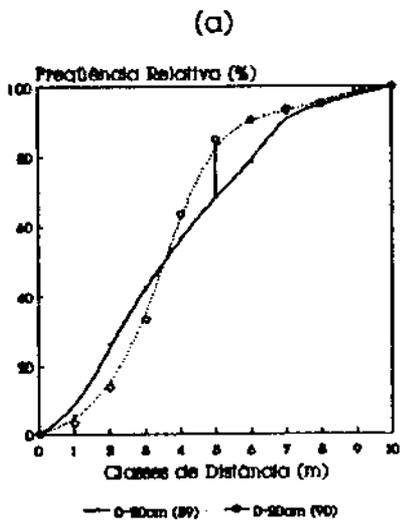
Todos esses casos parecem reforçar o que já foi dito anteriormente. Pode-se verificar que, embora as distribuições de indivíduos de certos estádios de desenvolvimento pareçam não ser afetadas pela distância, tais distribuições são resultantes de efeitos diferenciais em estádios anteriores ou posteriores aos observados. No caso de Itirapina, temos uma amostragem em dois anos consecutivos, com resultados distintos. Na figura 21, pode-se observar as diferenças encontradas com relação às distribuições observadas nos dois anos. Na figura 21a, verifica-se que a distribuição de indivíduos entre 0 e 20cm de altura tendeu a ser mais agrupada em torno de 5m de distância a adultos, na amostra feita em 1990. Afora isso, as duas distribuições são semelhantes, não mostrando diferenças significativas nas demais classes de distância. Nas classes de altura entre 20 e 100cm (Fig. 21b) e maior que 100cm (Fig. 21c), observa-se uma maior dispersão dos

indivíduos nas amostras de 1990 a distâncias entre 2 e 4m e entre 3 e 6m de adultos, respectivamente.

Se as distribuições de 1989 forem tomadas como base (como distribuições esperadas) e comparadas com as de 1990, pode-se ver que a distribuição de indivíduos entre 20 e 100cm em 1990 não difere significativamente da observada em 1989 para os indivíduos entre 0 e 20cm (Fig. 21d). Isso parece indicar que as distribuições observadas são dependentes das distribuições dos estádios anteriores, determinadas no ciclo anterior. Entretanto, o mesmo não ocorre com os estádios maiores (Fig. 21e). Se a distribuição de adultos em 1989 for considerada como válida para 1990, pode-se observar que os indivíduos jovens maiores que 100cm em 1990, apresentam uma distribuição mais agrupada a distâncias em torno de 2m e entre 7 e 8m de adultos (Fig. 21f).

Em resumo, parece que a distribuição de jovens menores (entre 0 e 20cm) é determinante da distribuição dos jovens entre 20 e 100cm. Se considerarmos que *Anadenanthera falcata* possui sementes com pouca viabilidade no tempo e de rápida germinação, e que os indivíduos desta classe de tamanho que se estabelecem, raramente devem permanecer nesta mesma classe após um ano, o resultado deve ser concordante com o obtido. Entretanto, dada uma baixa taxa de crescimento dos indivíduos, além de uma dependência da distância na probabilidade de estabelecimento de adultos, o que parece ser indicado pelos resultados, as distribuições de jovens

FIGURA 21: Comparação entre as distribuições de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Anadenanthera falcata* em Itirapina (1989 e 1990). (a) 0 a 20cm; (b) 20 a 100cm; (c) maiores que 100cm; (d) 0 a 20cm (1989) e 20 a 100cm (1990); (e) 20 a 100cm (1989) e maiores que 100cm (1990); (f) maiores que 100cm (1990) e adultos (1989). Em todos os casos, seria esperado, que as distribuições não apresentassem diferenças significativas, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).



nas demais classes de tamanho devem ser resultantes de processos a longo prazo. Cabe ressaltar que as diferenças observadas nas classes de tamanho maiores, podem ser resultado de um baixo número de indivíduos amostrados, principalmente nas classes maiores de distância a adultos. Entretanto, esse número é baixo, como pode ser visto nas distribuições apresentadas na figura 15, mesmo considerando-se esforços de amostragem maiores.

Direcionamento no Padrão Espacial de Recrutamento

Os dados nesse item, referem-se apenas à amostragem feita em Moji Guaçu (1986). A distribuição de jovens por quadrante encontra-se na figura 22. Embora se verifique uma pequena tendência a um número menor de jovens no quadrante NO, não houve diferença significativa na densidade de jovens entre os quadrantes (Fig. 23). O mesmo pode ser verificado com relação à altura média de jovens na figura 24. Entretanto, a distância média de jovens a adultos foi significativamente diferente entre os quadrantes (Fig. 25), apresentando uma menor distância média no quadrante NO. Talvez isto esteja ligado ao fato de que a distância média diminui com o número de adultos na parcela (Fig. 10a), e que o quadrante NO, foi o que apresentou o maior número de adultos amostrados no interior das parcelas (50%). Por outro lado, essa explicação leva a uma outra indagação: se o número de adultos é maior a NO, isto não indicaria uma maior probabilidade de estabelecimento no quadrante? Uma

comparação entre as curvas de estabelecimento (Tab. V) indica que não existem diferenças significativas entre as inclinações das curvas (probabilidades de estabelecimento) nos diferentes quadrantes.

Na figura 26 pode-se observar as distribuições de freqüências relativas de ocorrência de indivíduos jovens subdivididos em 3 classes de tamanho, por classe de distância, para cada quadrante. Uma comparação com os dados gerais apresentados na figura 16a, fornece uma idéia da contribuição relativa de cada quadrante na distribuição geral. Pode-se observar algumas diferenças entre os quadrantes. Observando-se apenas os jovens até 20cm, pode-se verificar na figura 27 que estes se encontram mais dispersos entre 2 e 5m, nos quadrantes a sul do que a norte, sendo as diferenças mais evidentes em relação ao quadrante NO. Novamente aqui, o número de adultos parece ter uma influência sobre o padrão observado, pois à norte encontram-se cerca de 71% dos adultos amostrados no interior das parcelas. Esse efeito pode estar relacionado a um maior aporte de sementes, ou a uma redução na probabilidade de germinação ou estabelecimento de plântulas recém-germinadas.

Em verdade, o que pode ser observado no campo é uma variação entre as parcelas quanto à direcionalidade. Tal fato, possivelmente é conseqüência de variações na conformação das copas, densidade de galhos e folhas e das condições particulares de cada parcela.

FIGURA 22: Distribuição de indivíduos jovens por classe de altura, dentro de cada classe de distância a adultos mais próximos de *Anadenanthera falcata*, para cada quadrante, na área de Moji Guaçu (1986).

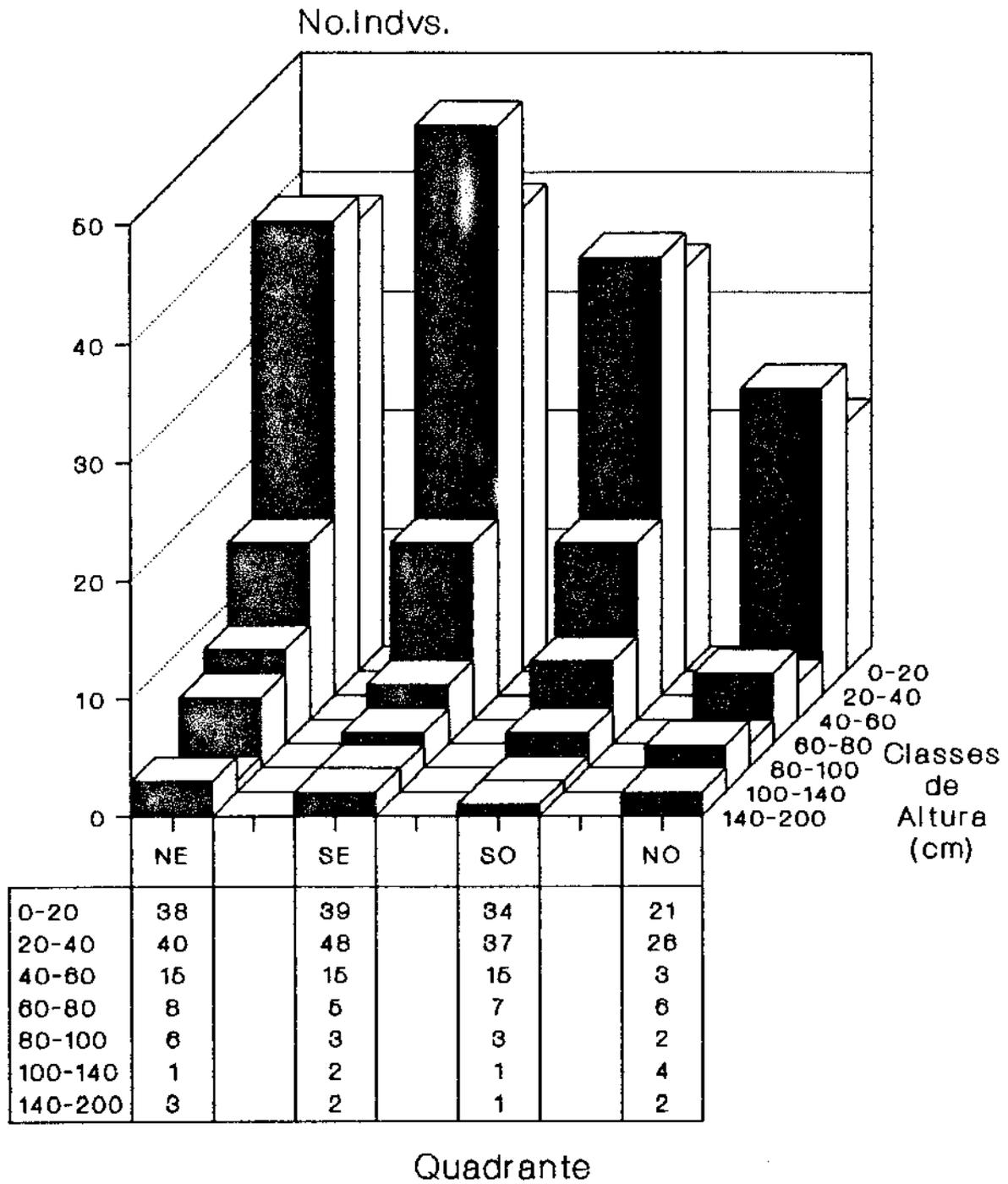
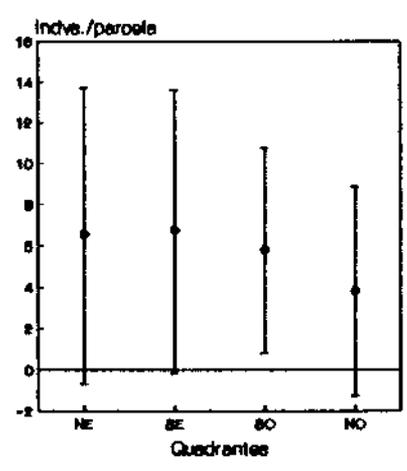


FIGURA 23: Densidade de jovens de *Anadenanthera falcata* em cada quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986).

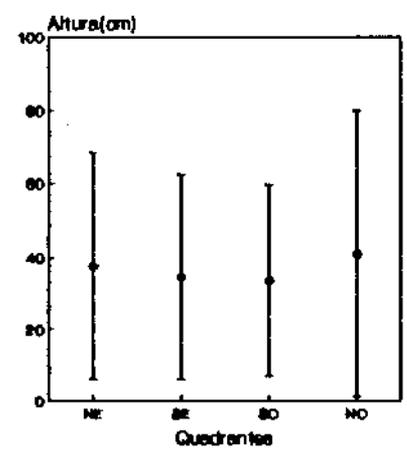
FIGURA 24: Altura média de jovens de *Anadenanthera falcata* por quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986).

FIGURA 25: Distância média de jovens a adultos mais próximos de *Anadenanthera falcata* por quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986).

F (3;64) = 0,8241; p = 0,4881



F (3;383) = 0,8943; p = 0,446



F (3;383) = 6,1587; p = 0,0007

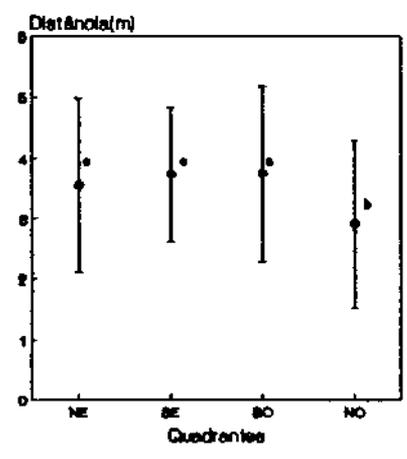
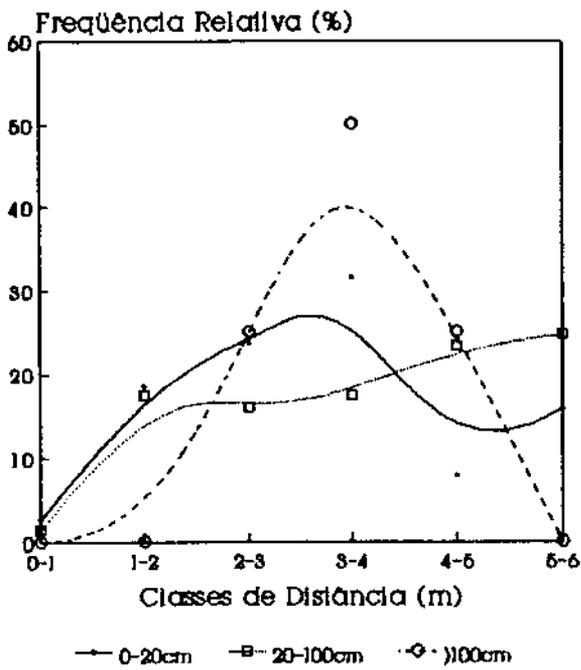


TABELA V: Coeficientes das regressões lineares entre $\ln N_x$ (número de indivíduos na classe de tamanho x) e x (classe de tamanho expressa em altura), para cada quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986). Todas as regressões apresentadas são significativas a $p = 0,05$. Não houve diferença significativa entre os valores de b ($F(3;32) = 0,8140$; $p = 0,4982$) e entre os valores de a ($F(3;35) = 0,4199$; $p = 0,7431$). Em todas as regressões, $n = 10$.

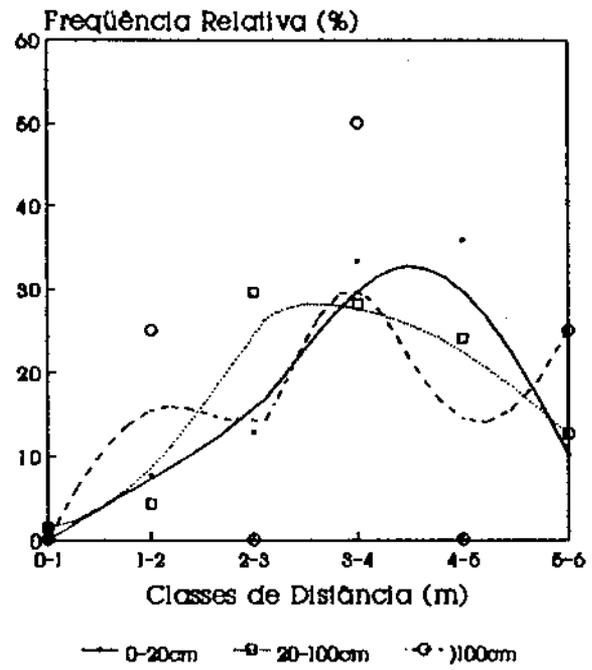
Coef.	NE	SE	SO	NO
$\ln N_0$	3,7844	3,7309	3,7061	2,9573
d	-0,0211	-0,0213	-0,0222	-0,0156
r^2	0,8353	0,8271	0,8680	0,7053

FIGURA 26: Freqüências relativas de indivíduos jovens, subdivididos em três classes de altura (pequenos ou plântulas em sua maioria: 0-20cm; médios: 20-100cm; grandes ou subadultos: maiores que 100cm), por classe de distância a adultos mais próximos de *Anadenanthera falcata* por quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986).

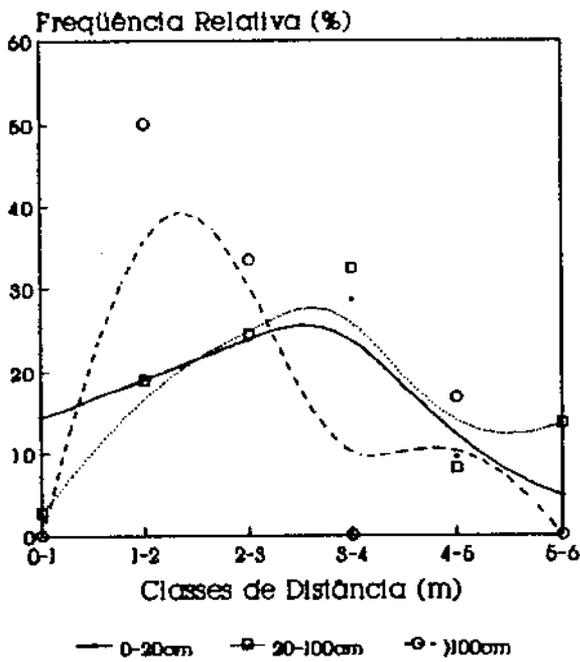
NE



SE



NO



SO

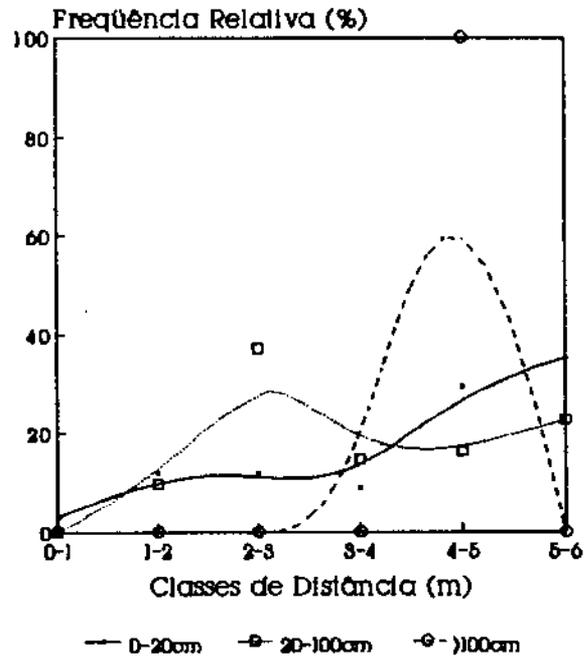
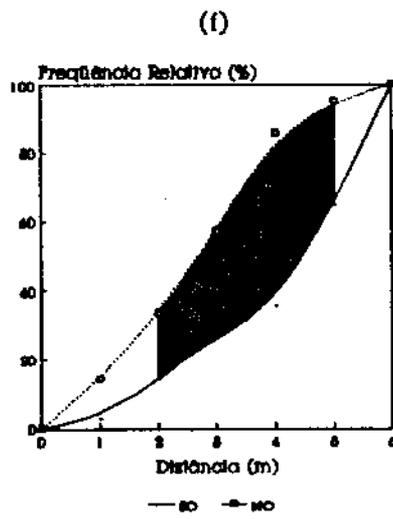
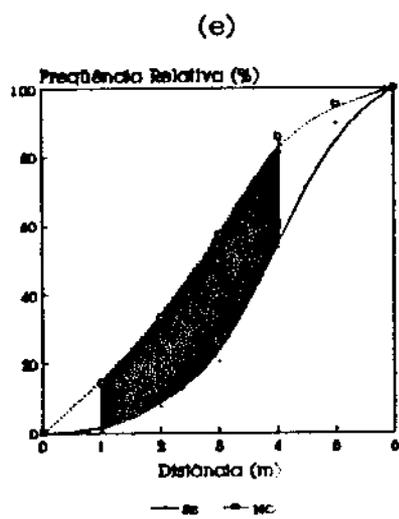
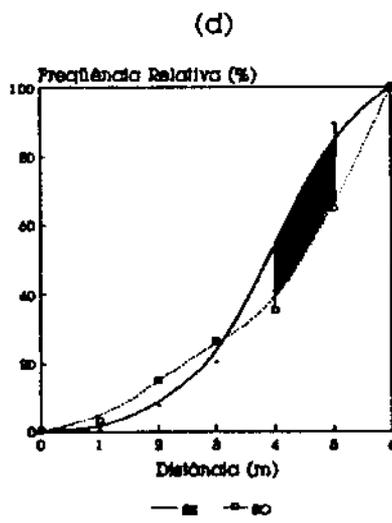
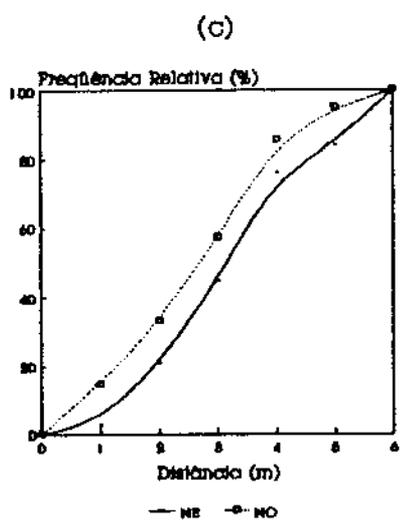
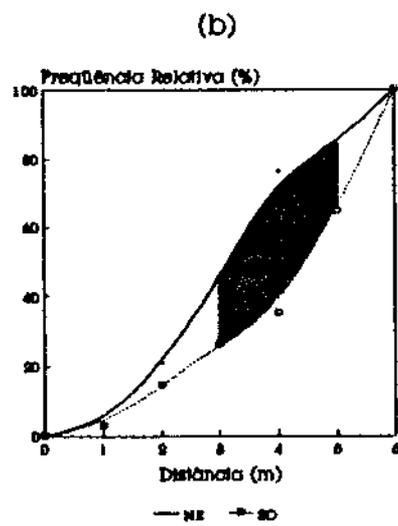
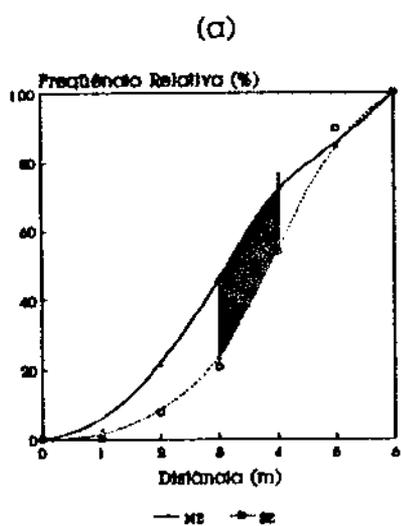
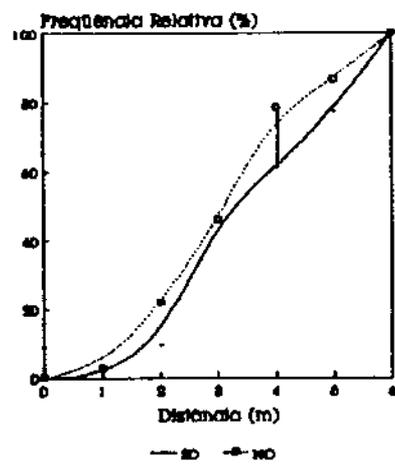
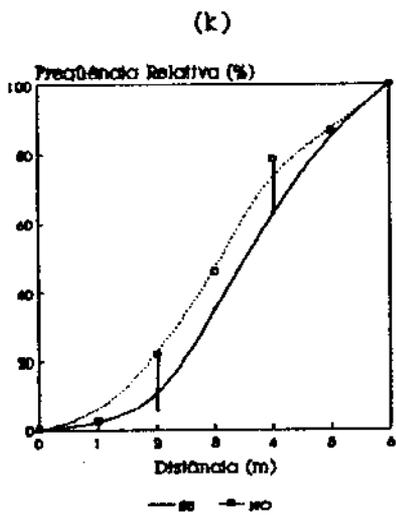
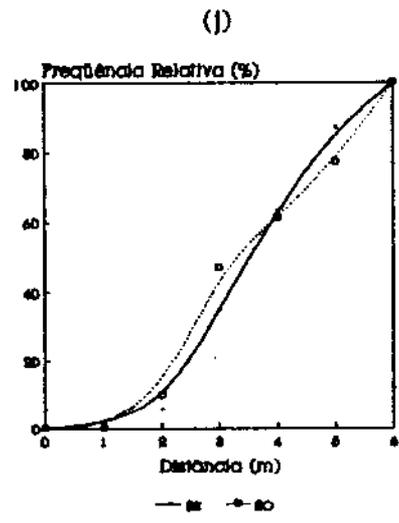
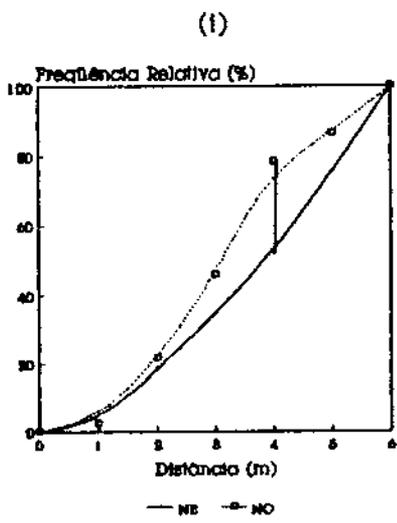
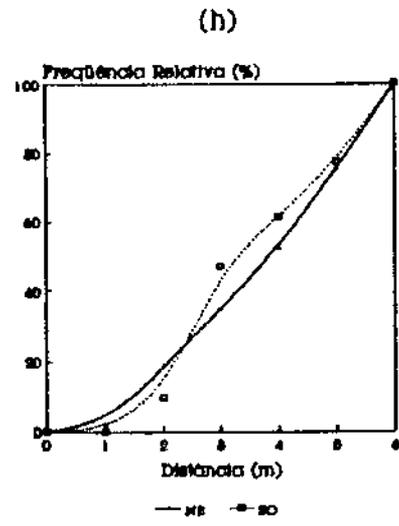
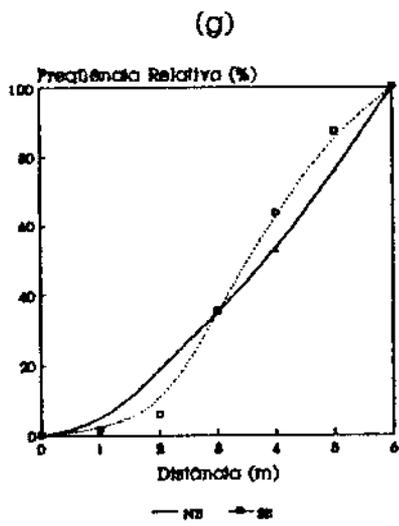


FIGURA 27: Comparação entre as distribuições de freqüências relativas cumulativas observadas em cada quadrante, para a classe de tamanho de jovens de 0 a 20cm (Figs. (a) a (f)) e de 20 a 100cm (Figs. (g) a (l)), de *Anadenanthera falcata* em Moji Guaçu (1986). (a) e (g) NE X SE; (b) e (h) NE X SO; (c) e (i) NE X NO; (d) e (j) SE X SO; (e) e (k) SE X NO; (f) e (l) SO X NO. As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).





Finalmente, cabe ressaltar que os padrões observados parecem ser resultantes de processos diferenciais não só no tempo, como também no espaço, processos estes que levam a resultados semelhantes nas diversas áreas.

*Copaifera langsdorffii***Densidade e Estrutura de Tamanhos**

O número de indivíduos jovens e adultos amostrados nas diferentes áreas, nos diferentes anos, bem como as respectivas densidades estimadas encontram-se na tabela VI. Pode-se observar uma grande variação na densidade de indivíduos entre as unidades amostrais em todas as áreas. Em todos os casos, as populações apresentam um alto coeficiente de dispersão (s^2/\bar{x}), indicando um forte padrão de agregação tanto para os estádios jovens como para os adultos. Pode-se observar ainda que a densidade de jovens em Luís Antônio foi cerca de 4 vezes maior do que em Itirapina e cerca de duas vezes maior do que em Moji Guaçu e Assis. A densidade de adultos apresentou o mesmo padrão, sendo cerca de duas vezes menor em Itirapina do que em Moji Guaçu e Assis. Em Luís Antônio não foram registrados dados sobre os adultos.

As distribuições de indivíduos jovens por classe de altura no total da amostragem, para cada área, encontram-se na figura 28. Na área de Moji Guaçu, observa-se que 59 % dos indivíduos jovens encontram-se nas duas primeiras classes de tamanho, além de uma desproporcionalidade acentuada entre as classes 2 (28 % dos indivíduos) e 3 (11 % dos indivíduos) (Fig. 28a). Na área de Luís Antônio, as desigualdades são ainda mais acentuadas, com 73 % dos indivíduos jovens na primeira classe de tamanho, sendo que a maior desproporcionalidade ocorreu entre essa classe e a classe 2 (14 % dos indivíduos) (Fig. 28b). Na área de Assis,

novamente a maior parte dos jovens encontra-se na primeira classe de tamanho (57 %) e a maior diferença proporcional ocorre entre essa classe e a classe 2 (15 %) (Fig. 28c). Na área de Itirapina, observa-se novamente, que a maioria dos indivíduos amostrados encontra-se nas primeiras classes de tamanho. Entretanto, não ocorrem desproporcionalidades acentuadas entre as classes de tamanho (22 % na classe 1, 24 % na classe 2, 16 % na classe 3 e 13 % na classe 4) (Fig. 28d). De qualquer forma, mesmo com algumas variações, em todas as áreas observa-se uma distribuição em forma de J invertido, com mais da metade dos indivíduos nas duas primeiras classes de tamanho, diminuindo sensivelmente nas classes de altura maiores, sugerindo um potencial constante de regeneração das populações estudadas.

Na figura 29 estão representadas as curvas de Lorenz e seus respectivos coeficientes de Gini para as quatro áreas de amostragem. Pode-se verificar uma certa semelhança não só quanto ao valor do coeficiente de Gini, mas também quanto à forma das curvas de Lorenz, entre as populações das áreas de Moji Guaçu (Fig. 29a) e Itirapina (Fig. 29d). Embora haja um número relativamente muito alto de jovens na primeira classe de tamanho e uma grande desproporcionalidade entre esta classe e a segunda, nas populações das áreas de Luís Antônio e Assis (Figs. 28b e 28c), os valores de G e as curvas de Lorenz são bastante distintas entre si (Figs. 29b e 29c).

Isto provavelmente se deve ao grande número de jovens até 20cm e ao pequeno número de jovens maiores, sendo que as

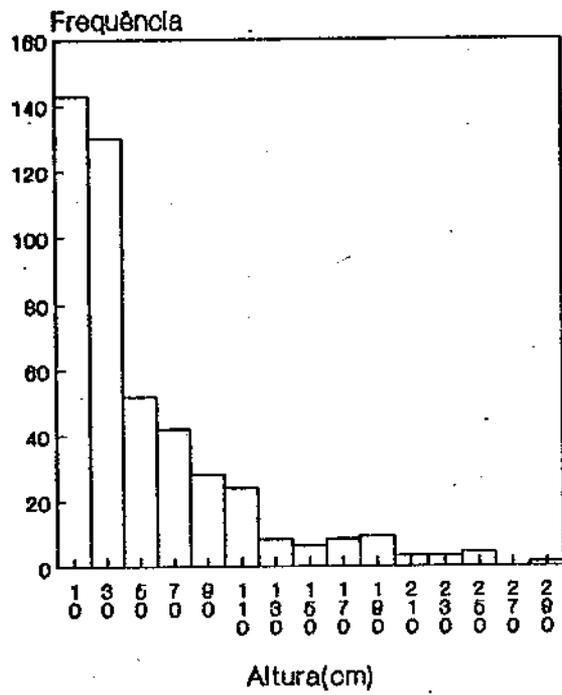
TABELA VI: Tamanho e nº de parcelas amostradas, e o nº de indivíduos jovens e adultos encontrados de *Copaifera langsdorffii* em cada local de coleta. Locais: MG: Moji Guacu; LA: Luís Antônio; AS: Assis; IT: Itirapina. Entre parênteses, encontra-se o ano em que foi feita a amostragem, sempre nos meses de fevereiro ou março. A área das parcelas corresponde a $\pi.r^2$. Os desvios padrão referem-se aos dados médios apresentados na linha imediatamente acima.

	MG(86)	LA(87)	AS(88)	IT(89)
raio(m)	6	10	10	10
nº parcelas	17	4	6	16
nº total de jovens	461	572	530	689
nº total de adultos	54	?	44	66
nº total de indivs.	515	?	574	755
nº máx. jov./parc.	83	?	134	261
nº mín. jov./parc.	1	?	57	10
nº jovens/ha	2398	4552	2812	1371
desvio padrão	2503	?	940	1852
nº máx. ad./parc.	9	?	13	16
nº mín. ad./parc.	1	?	2	1
nº adultos/ha	281	?	233	131
desvio padrão	226	?	138	146

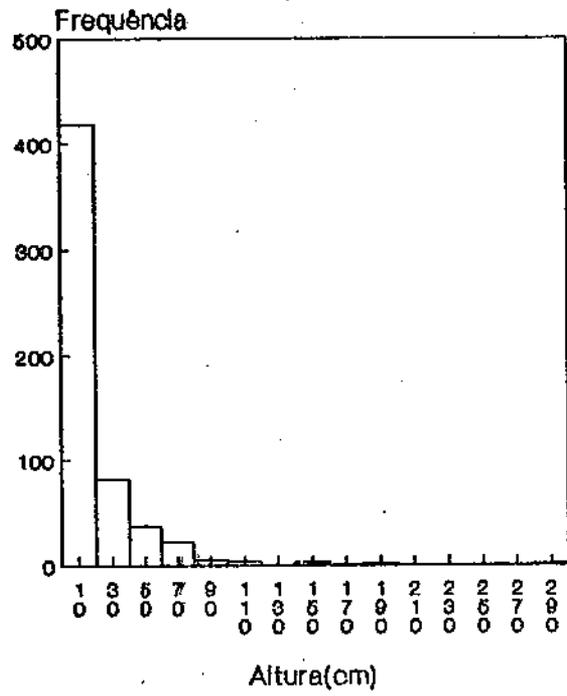
?Falta de registro dos dados.

FIGURA 28: Distribuições de freqüências de indivíduos jovens de *Copaifera langsdorffii* por classe de altura, para cada área. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Luís Antônio (1987); (c) Assis (1988); (d) Itirapina (1989).

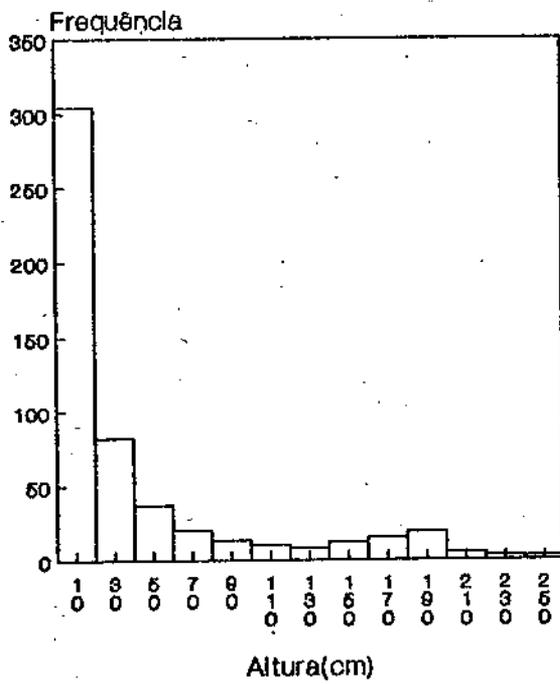
(a)



(b)



(c)



(d)

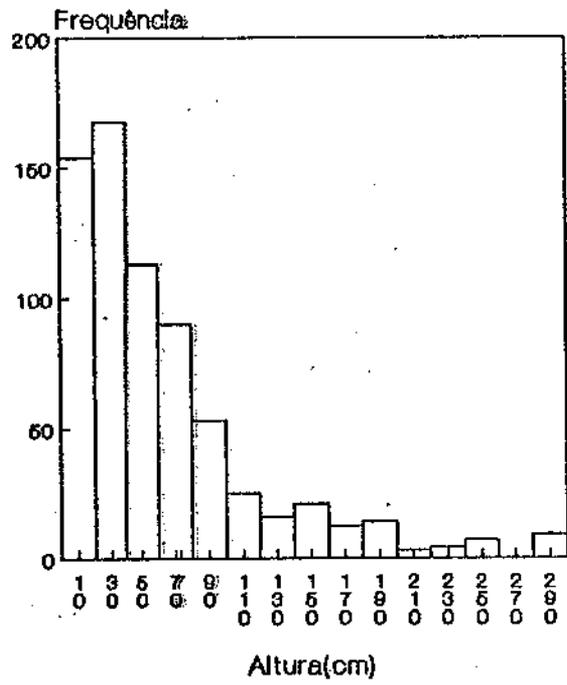
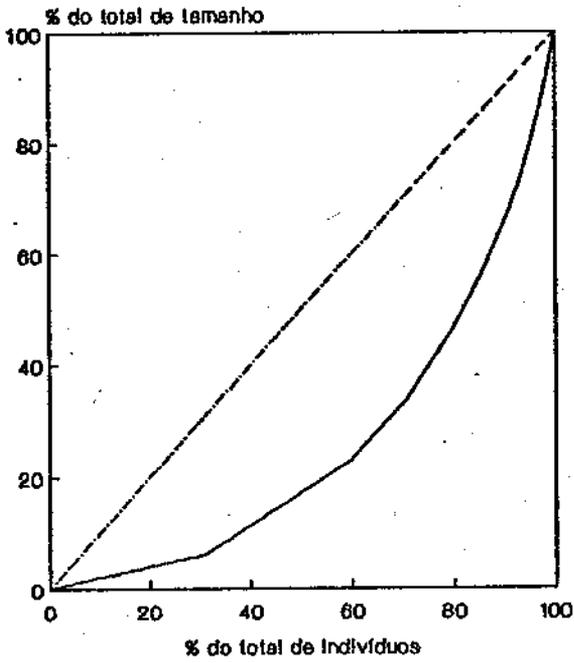
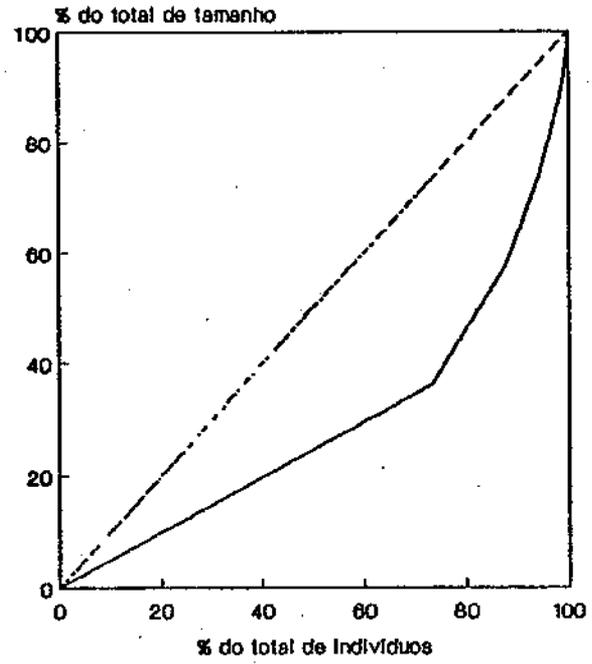


FIGURA 29: Curvas de Lorenz e coeficientes de Gini (G) para as distribuições de freqüências de indivíduos jovens de *Copaifera langsdorffii* por classe de altura, para cada área. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Luís Antônio (1987); (c) Assis (1988); (d) Itirapina (1989). A linha tracejada representa uma igualdade perfeita entre o que cada indivíduo representa em termos numéricos e em termos de biomassa (no caso aqui, tamanho) na população. O total de tamanho é um somatório das alturas de todos os indivíduos amostrados, sendo que esta altura foi considerada para efeitos do cálculo como o ponto médio dos intervalos de classe apresentados na figura 28. Para efeitos de cálculo do coeficiente de Gini e de utilização das curvas de Lorenz, ver Weiner & Solbrig (1984) e Solbrig & Solbrig (1984).

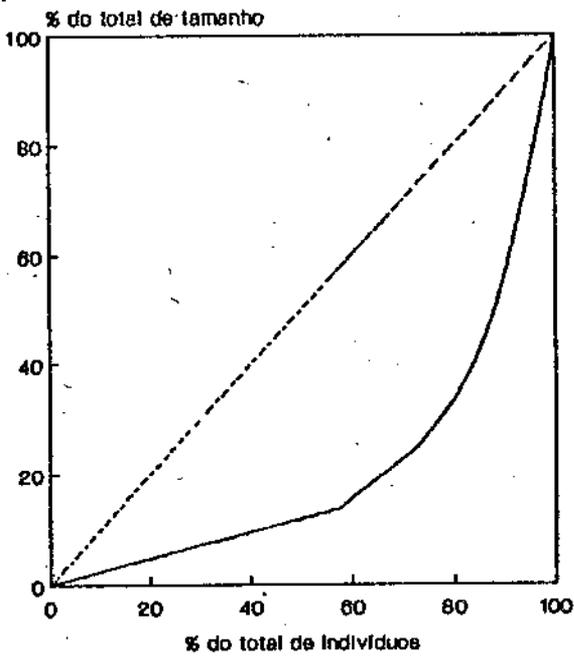
(a)
G = 0,4887



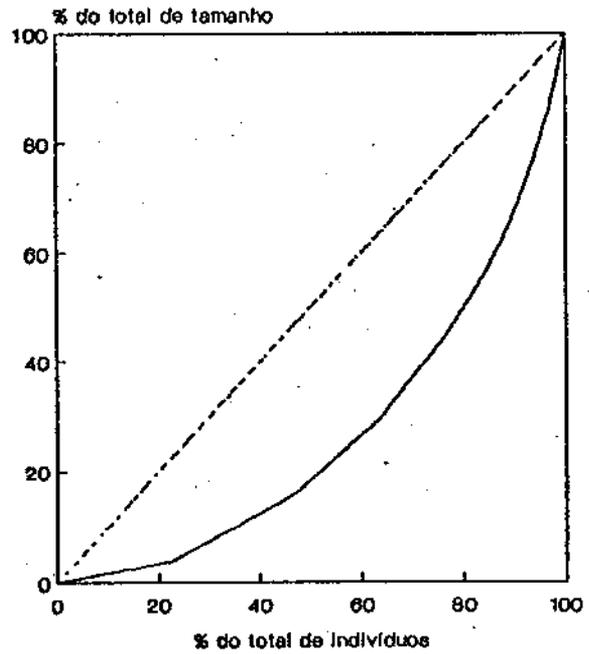
(b)
G = 0,4169



(c)
G = 0,5815



(d)
G = 0,4599



classes de tamanho maiores que 100cm representam apenas cerca de 1 % do total, na área de Luís Antônio. Por outro lado, na área de Assis, embora o número de jovens até 20cm também seja grande, os jovens maiores possuem uma maior frequência relativa.

Já no caso das curvas de estabelecimento ajustadas ($N_x = N_0 \cdot e^{dx}$) para cada população, estas não apresentam diferenças significativas entre as inclinações, embora apresentem entre as elevações (tabela VII). Isso indica que embora hajam diferenças no número inicial de plântulas (elevações das curvas), as taxas de estabelecimento (inclinações das curvas) não diferem entre as áreas. Pode-se observar aqui mais uma vez, a maior semelhança entre as áreas de Moji Guaçu e Itirapina, quanto aos valores estimados de b (probabilidades de estabelecimento), seguindo o mesmo padrão observado nas estruturas de tamanho (Fig. 28) e nos coeficientes de Gini (Fig. 29)

Relações de Densidade

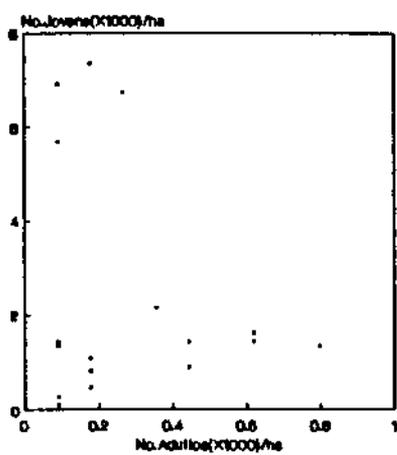
Da mesma forma que para *Anadenanthera falcata*, para se observar a relação entre a densidade de adultos e a densidade de jovens por parcela em cada uma das áreas de amostragem, foram feitos diagramas de dispersão e análises de correlação entre essas variáveis (Fig. 30). Pode-se observar que, com exceção da área de Itirapina, onde uma maior densidade de adultos está relacionada a uma maior densidade de jovens (Fig. 30c), nos demais casos, não dá nem

TABELA VII: Coeficientes das regressões ($\ln N_x = \ln N_0 + dx$), onde $\ln N_x = \log_e$ do número de indivíduos na classe de tamanho x e, x = classe de tamanho expressa como o ponto médio dos intervalos de classe de altura, para cada área de amostragem. A análise de covariância (Sokal & Rohlf 1969) entre as linhas de regressão indicou que não há diferenças significativas entre as inclinações ($F(3,50)=0,6128$; $p=0,6137$) e que há diferenças entre as elevações ($F(3,53)=11,1874$; $p<0,0001$). O valor estimado da inclinação para o conjunto de dados foi $-0,0158$. E.P. = erro padrão dos parâmetros estimados. Os locais seguem a mesma abreviação utilizada na tabela VI.

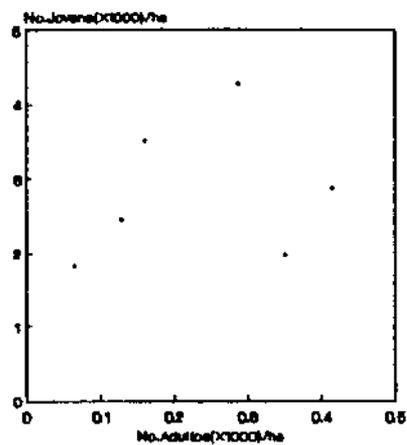
	MG(86)	LA(87)	AS(88)	IT(89)
$\ln N_0$	4,8897	4,2433	4,6057	5,2670
E.P.	0,2150	0,5497	0,3645	0,3212
d	-0,0158	-0,0181	-0,0137	-0,0150
E.P.	0,0012	0,0032	0,0024	0,0019
r^2	0,9253	0,7145	0,7438	0,8342
F	161,0847	32,5357	31,9309	65,3941
GL	1 ; 13	1 ; 13	1 ; 11	1 ; 13
P	<0,0001	0,0002	0,0003	<0,0001

FIGURA 30: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de adultos contra a densidade de jovens em cada parcela, para as áreas de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Assis (1988), (c) Itirapina (1989).

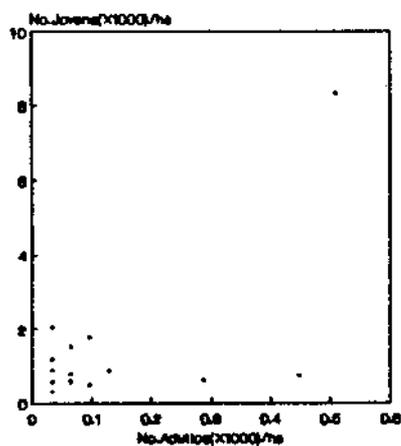
(a)
 $r = -0,2093$; $p = 0,4248$



(b)
 $r = 0,2247$; $p = 0,6685$



(c)
 $r = 0,6195$; $p = 0,0102$



para se estabelecer uma tendência positiva ou negativa da relação (Figs. 30a e 30b). Na figura 31, verifica-se também, que a soma das áreas basais de adultos nas parcelas não está correlacionada com a densidade de jovens, permanecendo inclusive, a dificuldade de se estabelecer tendências. Tal resultado, também invalida a possibilidade de um efeito do tamanho de adultos. Da mesma forma que para *Anadenanthera falcata*, os dados parecem indicar que a relação entre essas variáveis, se existe, não é simples nem direta.

Relações entre Densidade, Altura e Distância

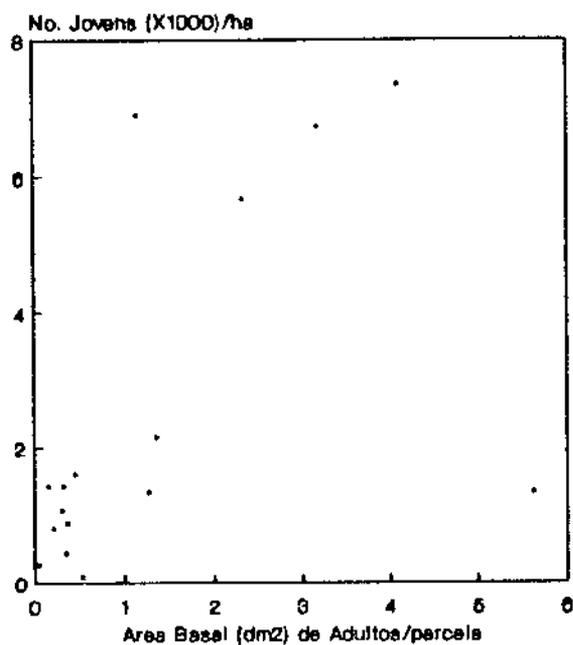
A densidade de indivíduos parece não ter qualquer influência na altura média dos indivíduos jovens (Figs. 32 e 33). Em nenhum dos casos analisados se observou uma correlação significativa entre essas variáveis. O único dado que parece mostrar alguma tendência é para Moji Guaçu (Fig. 33b), onde um aumento na densidade de jovens tende a estar relacionado com uma redução no tamanho médio dos indivíduos. Provavelmente aqui, mais uma vez, fatores como interferência de outras espécies, bem como um efeito de vizinhança, já que as densidades consideradas foram para o geral das parcelas, não considerando variações dentro das parcelas, devem interferir na relação entre essas variáveis.

Como a densidade de adultos variou bastante entre as parcelas para cada área (Tab. VI) e, como os dados de distância foram obtidos tomando-se como referencial o adulto mais próximo, o efeito da densidade sobre as distâncias

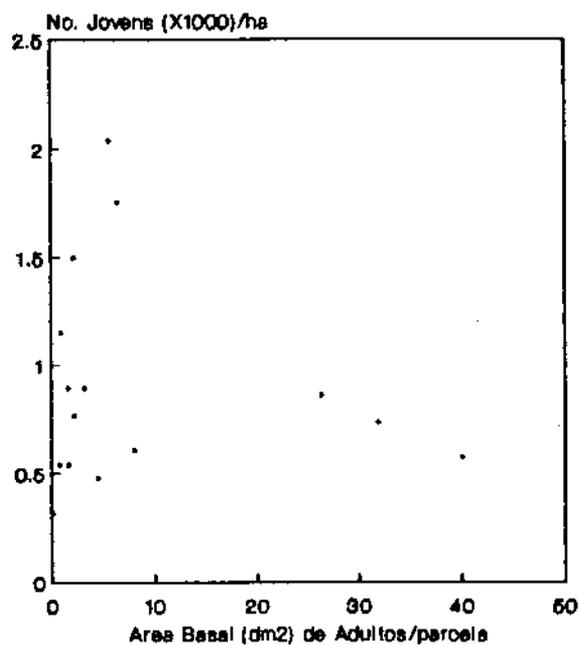
FIGURA 31: Diagrama de dispersão para os dados de área basal de adultos contra a densidade de jovens em cada parcela, para as áreas de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Itirapina (1989). Foram omitidos na figura (a) um ponto correspondente a 66.8061 dm² de área basal e 1415 jovens/ha e na figura (b) um ponto correspondente a 11.7154 dm² de área basal e 8308 jovens/ha, por questões de definição dos pontos nas figuras. Entretanto, os mesmos foram considerados para efeito dos coeficientes de correlação.

FIGURA 32: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de adultos contra a altura média de jovens por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Itirapina (1989).

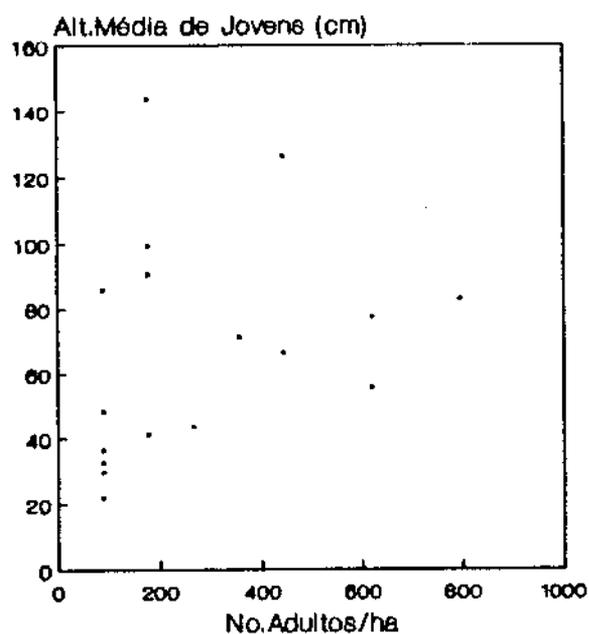
(a)
 $r = -0,0480$; $p = 0,8316$



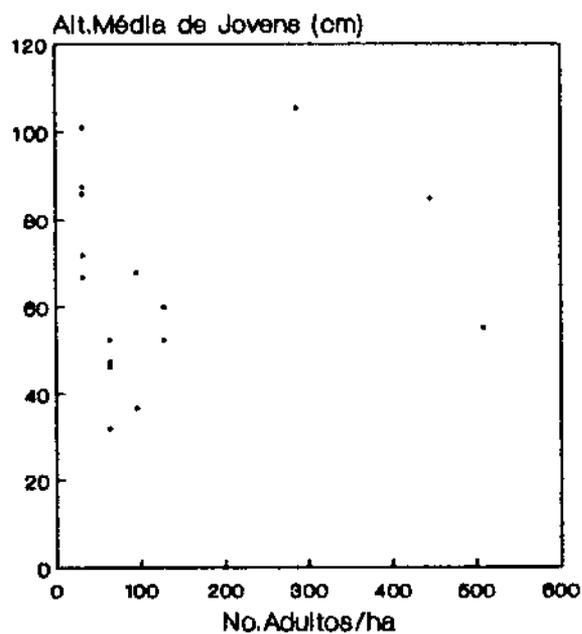
(b)
 $r = 0,0173$; $p = 0,9061$



(a)
 $r = 0,2833$; $p = 0,2699$



(b)
 $r = 0,1296$; $p = 0,6368$



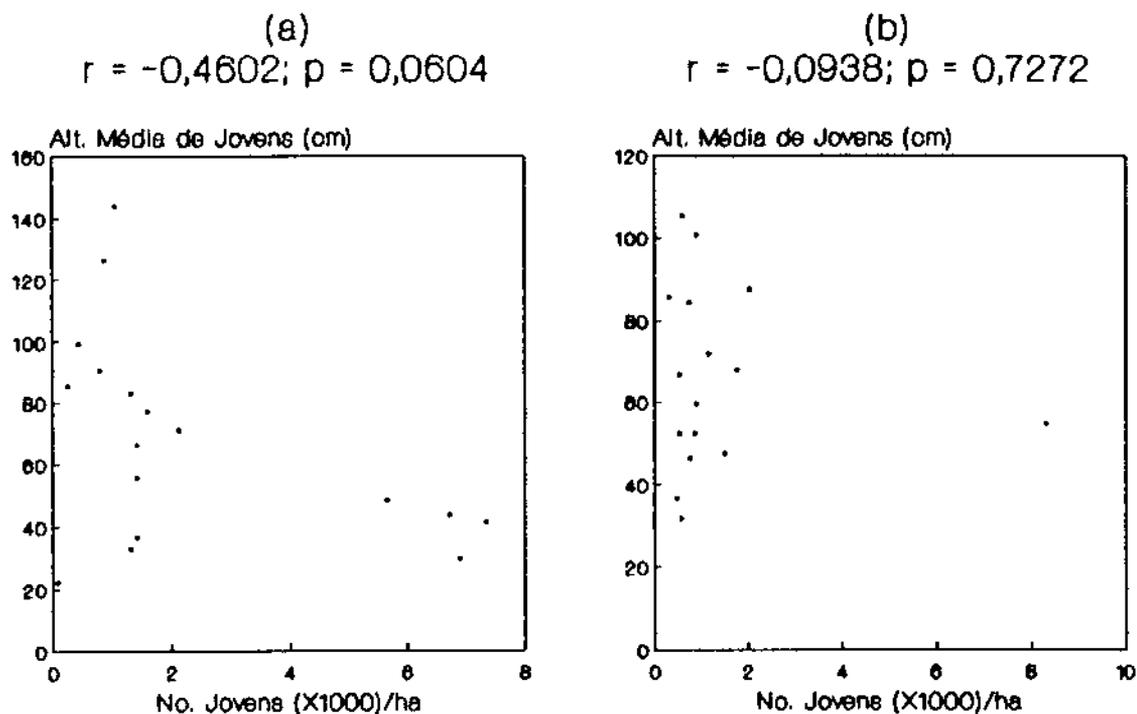
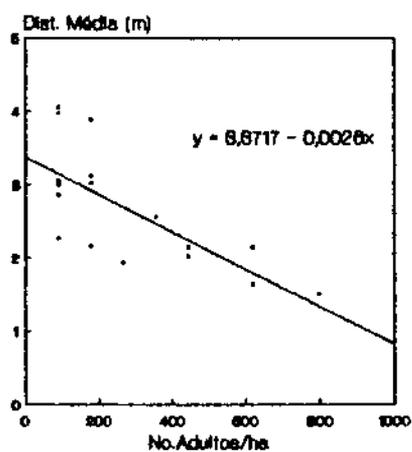


FIGURA 33: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de jovens contra a altura média de jovens por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Itirapina (1989).

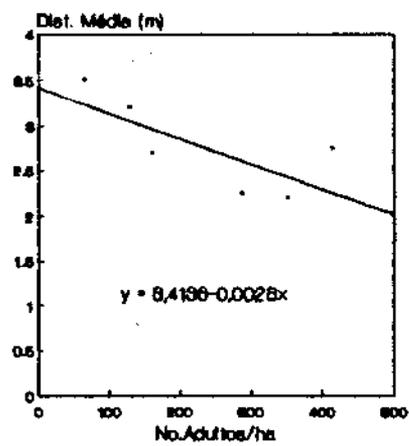
médias de jovens a adultos foi testado. Pode-se esperar que quanto maior a densidade na parcela, menor deve ser a distância média. Tal relação pode ser verificada na figura 34 para a densidade de adultos, com exceção da amostragem feita em Assis (Fig. 34b) onde embora ocorra uma nítida tendência nesse sentido, a relação não foi significativa. Isto quer dizer que os valores de distância média obtidos são dependentes do número de adultos presentes nas parcelas, devendo-se considerá-los de forma relativa.

FIGURA 34: Relação entre a densidade de adultos contra a distância média de jovens a adultos por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Assis (1988), (c) Itirapina (1989).

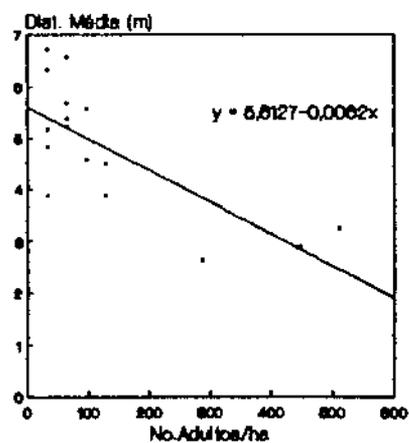
(a)
 $r^2 = 0,5268$; $p = 0,0013$



(b)
 $r^2 = 0,5509$; $p = 0,0907$



(c)
 $r^2 = 0,5393$; $p = 0,0015$



Por outro lado, a densidade de jovens não apresentou correlação significativa com a distância média de jovens a adultos em nenhum dos casos analisados (Fig. 35). Isto parece indicar que a densidade de plantas jovens não altera o padrão espacial das mesmas nas áreas.

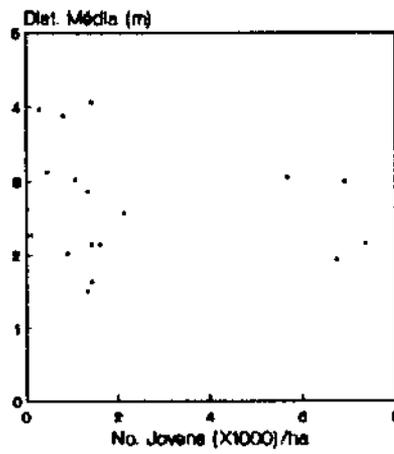
Os resultados obtidos aqui, concordam com aqueles encontrados para *Anadenanthera falcata*.

Padrão Espacial de Recrutamento

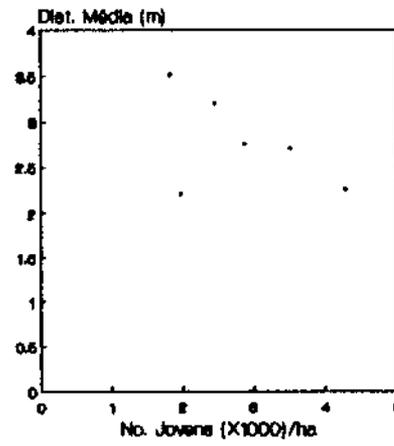
Os dados obtidos para a distribuição de jovens a diferentes classes de distância encontram-se na figura 36. Pode-se observar que na maior parte das áreas amostradas o número de jovens é máximo à distâncias entre 1 e 3m de adultos. Podemos verificar ainda que em todos os casos, o número de jovens à distâncias maiores que 6m é muito baixo, talvez com exceção de Itirapina (Fig. 36d), onde a queda no número de jovens com a distância não é tão acentuada. Sendo assim, podemos dizer que parece existir uma maior frequência de jovens a uma certa distância de adultos (1 a 3m). Mais uma vez aqui, como a curva de dispersão de sementes nas áreas não foi obtida, e atribuindo-se uma igual importância a todos os jovens, independente das classes de tamanho em que se encontram, não há como distinguir se as curvas observadas são resultantes das curvas de dispersão ou da interação entre esta e a de probabilidades de estabelecimento. Pode-se apenas inferir que caso a curva de dispersão seja leptocúrtica, existe um componente espacial

FIGURA 35: Diagrama de dispersão para os dados de densidade de jovens contra a distância média de jovens a adultos por parcela, para cada amostra. (a) Moji Guaçu (1986), (b) Assis (1988), (c) Itirapina (1989).

(a)
 $r = -0,1694$; $p = 0,5217$



(b)
 $r = -0,6016$; $p = 0,3113$



(c)
 $r = -0,3608$; $p = 0,1671$

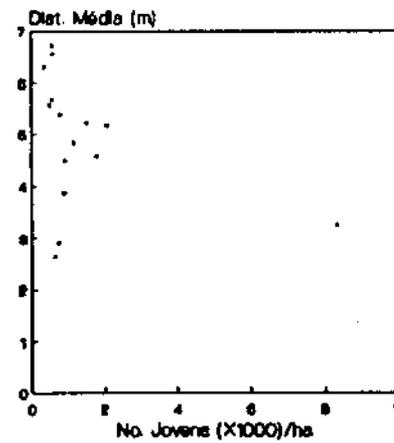
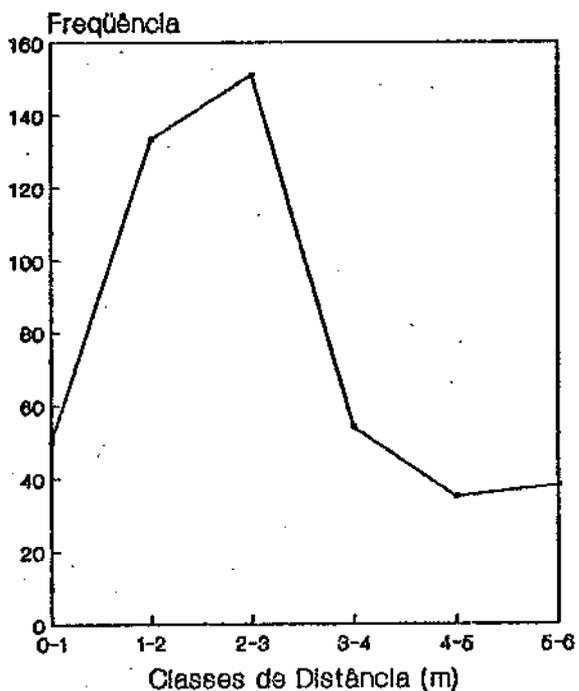
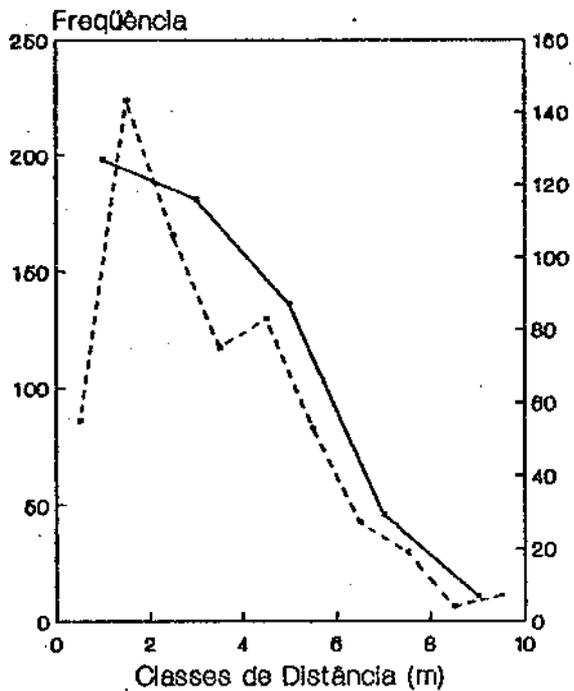


FIGURA 36: Número de indivíduos jovens de *Copaifera langsdorffii* por classe de distância a adultos mais próximos, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Luís Antônio (1987); (c) Assis (1988); (d) Itirapina (1989). Na figura (b) os dados são apresentados em duas escalas. A linha cheia representa os dados agrupados em classes de distância de 1m e a linha tracejada em classes de 2m.

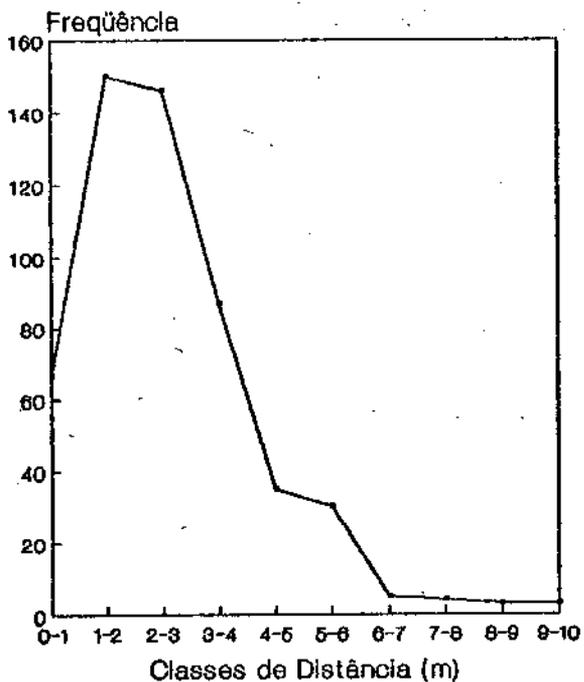
(a)



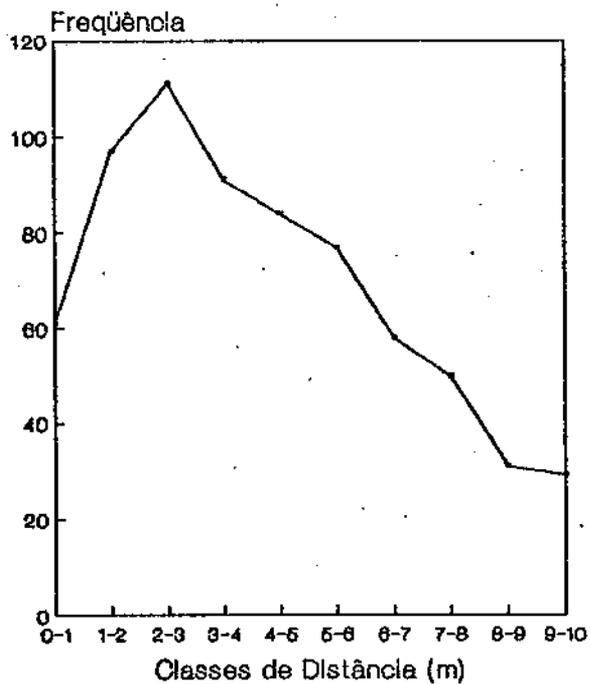
(b)



(c)



(d)



nas probabilidades de estabelecimento. Mesmo assim, pode-se verificar na figura 36b, que o padrão obtido depende da escala de distância. Considerando-se os dados grupados de 1 em 1m, pode-se observar que o número de jovens é maior na classe de 1 a 2m, indicando que, se tal curva é resultante das curvas de dispersão e sobrevivência, existe um componente espacial nas probabilidades de estabelecimento. Entretanto, considerando-se os dados grupados de 2 em 2m, observa-se que a curva é sempre descendente, não indicando, pelo menos à primeira vista, a existência de distâncias onde a probabilidade de estabelecimento seja maior.

A segunda questão, referente à altura média dos indivíduos jovens por classe de distância, pode ser observada na figura 37. Verifica-se que as alturas médias não diferem entre as classes de distância, apresentando em todos os casos uma grande variação. Sendo assim, parece não haver diferenças na altura média de jovens nas diferentes classes de distância. Da mesma forma que para *Anadenanthera*, tal resultado pode ser conseqüência da ausência de um componente espacial nas probabilidades de estabelecimento nos estádios de desenvolvimento amostrados ou de diferenças na hierarquia de tamanhos (sensu Solbrig & Solbrig 1984 e Weiner & Solbrig 1984) dos jovens dentro de cada classe de distância.

A terceira questão relaciona-se com a distância média de jovens a adultos, dentro de cada classe de tamanho. Da mesma forma que na figura 37, a distância média de jovens a

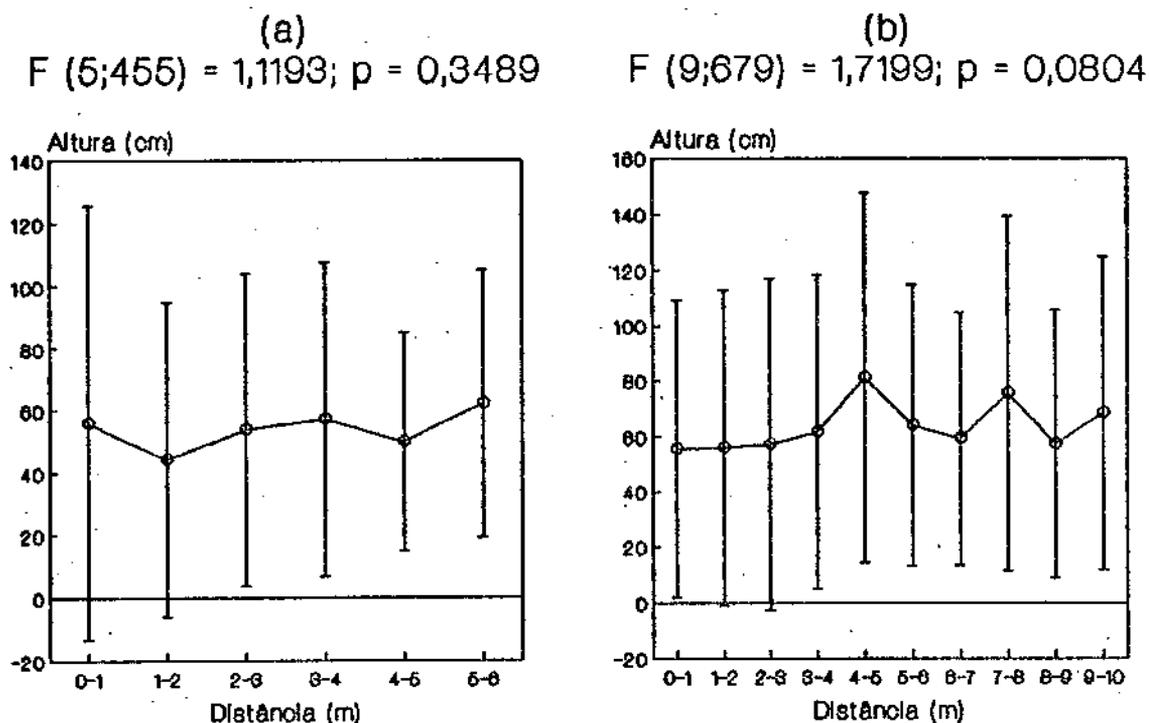
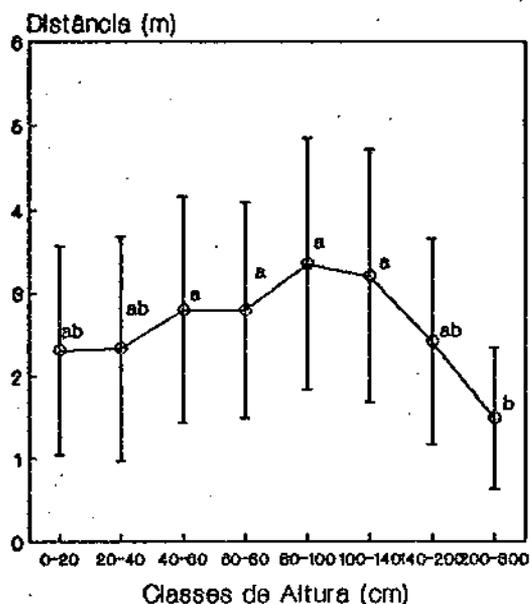


FIGURA 37: Altura média de indivíduos jovens de *Copaifera langsdorffii* por classe de distância a adultos mais próximos, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Itirapina (1989).

adultos apresenta pouca variação entre as classes de tamanho e muita variação dentro das classes de tamanho (Fig. 38). No caso de Moji Guaçu, as diferenças mostram uma menor distância média entre jovens maiores que 200cm e adultos do que aquelas obtidas para jovens entre 40 e 140cm (Fig. 38a). Já no caso de Itirapina, as diferenças que ocorrem indicam uma maior distância média para jovens entre 60 e 100cm do que aquelas obtidas para jovens entre 0 e 40cm (Fig. 38b). Nos dois casos, existem indícios de um componente espacial

(a)
 $F(7;453) = 5,1925; p = 0,0001$



(b)
 $F(7;681) = 4,5251; p = 0,0002$

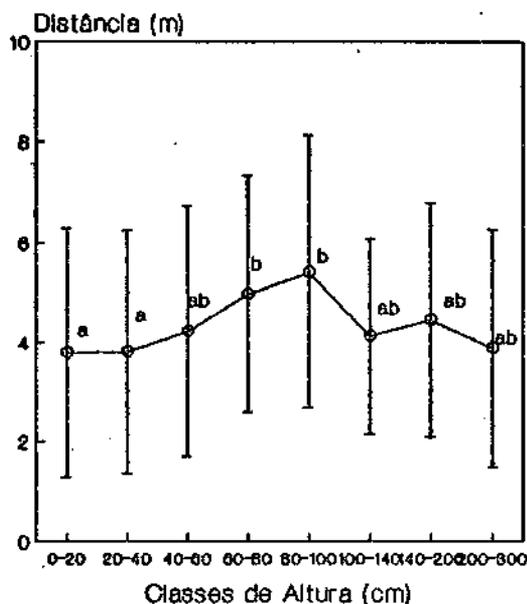


FIGURA 38: Distância média de indivíduos jovens a adultos mais próximos de *Copaifera langsdorffii* por classe de altura, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Itirapina (1989). As médias, seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a $p = 0,05$ (Teste SNK) (Sokal & Rohlf 1969).

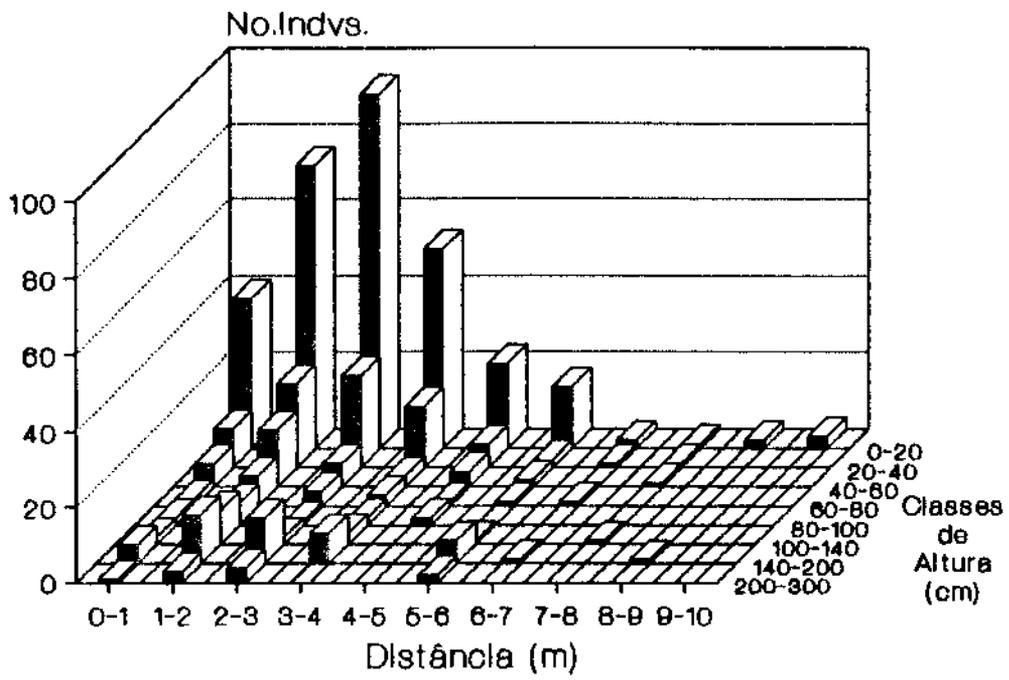
nas probabilidades de estabelecimento em diferentes fases do ciclo da planta. No primeiro caso, tende a ocorrer um maior grau de agrupamento entre os indivíduos jovens maiores, enquanto que no segundo caso, tende a ocorrer um maior espaçamento entre os indivíduos jovens intermediários. De qualquer forma, o resultado final parece não diferir do distanciamento observado para os jovens na classe de tamanho

inicial. Os resultados aqui parecem indicar que embora o padrão espacial de adultos não pareça diferir daquele observado para os jovens recém recrutados na população, ele é consequência de efeitos diferenciais nas probabilidades de estabelecimento em diferentes fases de desenvolvimento das plantas, relacionados com a distância à adultos. Neste caso, o padrão espacial resultante seria tanto uma consequência da distribuição de sítios favoráveis para o desenvolvimento dos indivíduos, no caso de tendências a um maior grau de agrupamento, como também da densidade e/ou distância a adultos, no caso de tendências a um maior distanciamento. Entretanto, é importante ressaltar, que alguns dados obtidos com relação à distância entre adultos apresentou médias de $3,70 \pm 1,52m$ ($n=37$) para Moji Guaçu e de $3,97 \pm 3,21m$ ($n=51$) para Itirapina. No caso de Moji Guaçu, essa distância é maior do que as observadas entre jovens e adultos (Fig. 38a), o que poderia indicar que a distância tem um efeito diferencial entre os estádios de desenvolvimento e que esse efeito sobre as probabilidades de estabelecimento estaria ocorrendo em classes de tamanho posteriores as observadas aqui. Já no caso de Itirapina, tal distância está dentro da amplitude de variação observada, não diferindo daquelas observadas entre jovens e adultos (Fig. 38b), não indicando nenhum efeito espacial nas probabilidades de estabelecimento, afora aquelas observadas anteriormente.

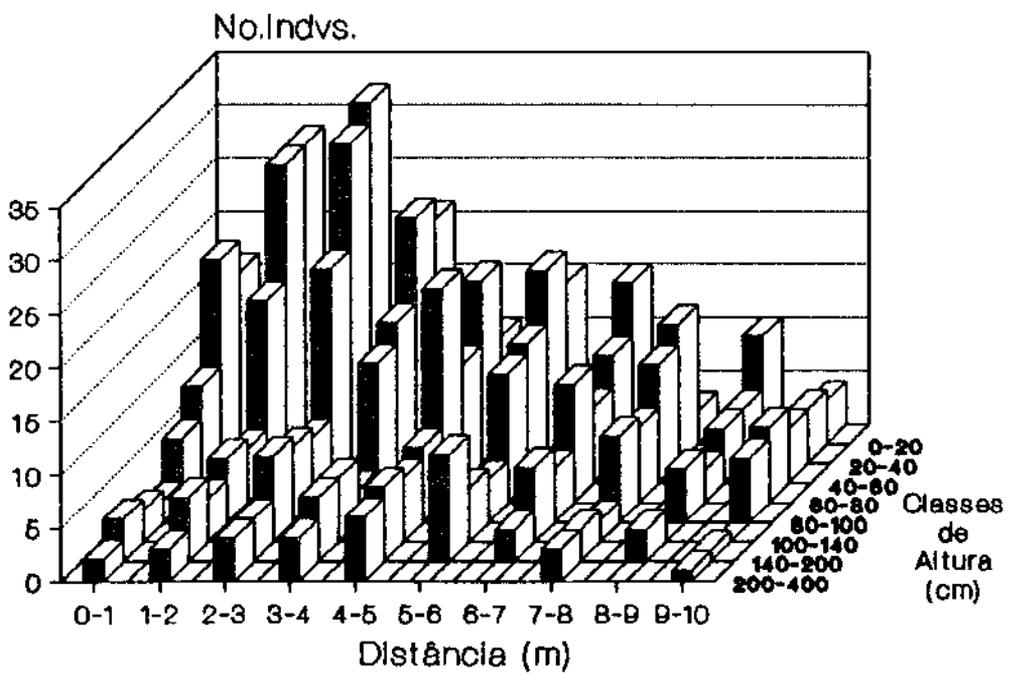
A quarta questão está relacionada com as estruturas de tamanho de jovens em cada classe de distância. Na figura 39

FIGURA 39: Distribuição de indivíduos jovens por classe de altura, dentro de cada classe de distância a adultos mais próximos de *Copaifera langsdorffii*, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Luís Antônio (1987); (c) Assis (1988); (d) Itirapina (1989).

(c)



(d)



pode-se observar as estruturas de tamanho de jovens por classe de distância. O primeiro ponto a ressaltar é que as distribuições nas diferentes classes de distância são bastante semelhantes entre si para cada área e semelhantes também às distribuições gerais apresentadas na figura 28. Em segundo lugar, se curvas de estabelecimento ($N_x = N_0 \cdot x^a$, modelo II das curvas de sobrevivência de Deevey, 1947), forem ajustadas às estruturas observadas, pode-se verificar que não existem diferenças significativas entre as inclinações das curvas (probabilidades de estabelecimento) nas diferentes classes de distância a adultos (Tab. VII). A exceção foi em Luís Antônio (1987) onde a inclinação foi menor na classe de distância entre 8 e 10m de adultos, indicando uma menor probabilidade de estabelecimento a essas distâncias, com relação àquela observada nas classes de distância até 6m. Por outro lado, cabe ressaltar que embora a regressão seja significativa a essa classe de distância, existe um número pequeno de indivíduos e estes estão concentrados em apenas 3 classes de distância.

Os resultados parecem indicar aqui, como em *Anadenanthera*, uma ausência de um componente espacial nas probabilidades de estabelecimento de novos indivíduos, a não ser no que diz respeito aos indivíduos menores, se assumirmos uma distribuição de sementes leptocúrtica.

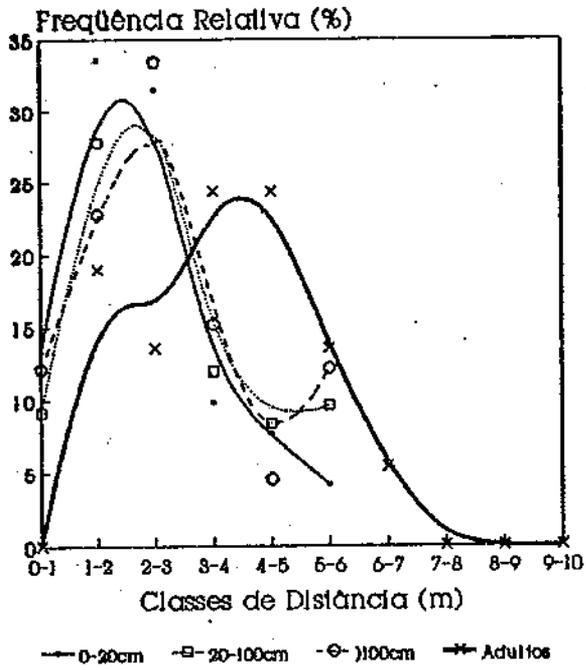
A quinta questão, que trata das probabilidades de estabelecimento com a distância, através da análise das distribuições de freqüências relativas de jovens de

TABELA VII: Coeficientes das regressões lineares entre $\ln N_x$ (número de indivíduos na classe de tamanho x) e x (classe de tamanho expressa em altura), para cada classe de distância (C.D.). Os locais seguem a mesma abreviação da tabela VI. No caso de Luís Antônio, os coeficientes representam o agrupamento de duas classes de distância (2 em 2m). Modelo: $\ln N_x = \ln N_0 + dx$. Todas as regressões apresentadas são significativas a $p = 0,05$. Em todos os casos, não há diferença significativa entre os valores de b , exceção à LA(87) onde os coeficientes seguidos pela mesma letra não diferem significativamente a $p = 0,05$ (Teste STP) (Sokal & Rohlf 1969). (--) ausência de dados ou regressão não significativa.

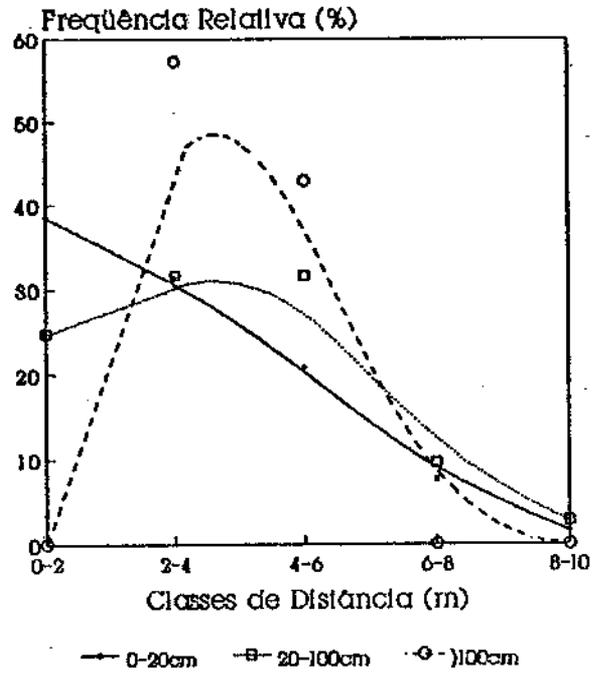
C. D.		MG(86)	LA(87)	AS(88)	IT(89)
0-1	$\ln N_0$	2,0805	--	2,5097	2,5758
	d	-0,0076	--	-0,0105	-0,0102
1-2	$\ln N_0$	3,2227	2,7869	3,5533	3,0148
	d	-0,0120	-0,0130 ^a	-0,0130	-0,0110
2-3	$\ln N_0$	3,6035	--	2,8304	3,1535
	d	-0,0135	--	-0,0097	-0,0114
3-4	$\ln N_0$	2,5612	3,0450	2,7530	3,0602
	d	-0,0100	-0,0130 ^a	-0,0116	-0,0108
4-5	$\ln N_0$	2,1626	--	2,0545	2,7991
	d	-0,0094	--	-0,0108	-0,0087
5-6	$\ln N_0$	2,2935	3,0773	--	3,0368
	d	-0,0093	-0,0138 ^a	--	-0,0117
6-7	$\ln N_0$	--	--	--	2,7678
	d	--	--	--	-0,0112
7-8	$\ln N_0$	--	1,9073	0,5846	2,1864
	d	--	-0,0090 ^{ab}	-0,0029	-0,0076
8-9	$\ln N_0$	--	--	--	1,9636
	d	--	--	--	-0,0081
9-10	$\ln N_0$	--	0,9399	--	1,7673
	d	--	-0,0044 ^b	--	-0,0071

FIGURA 40: Freqüência relativa de indivíduos jovens, subdivididos em três classes de altura (pequenos ou plântulas em sua maioria: 0-20cm; médios: 20-100cm; grandes ou subadultos: maiores que 100cm), por classe de distância a adultos mais próximos de *Copaifera langsdorffii*, para cada área de amostragem. (a) Moji Guaçu (1986); (b) Luís Antônio (1987); (c) Assis (1988); (d) Itirapina (1989). Nas figuras (a) e (d) são apresentadas ainda as freqüências relativas de adultos por classe de distância entre eles.

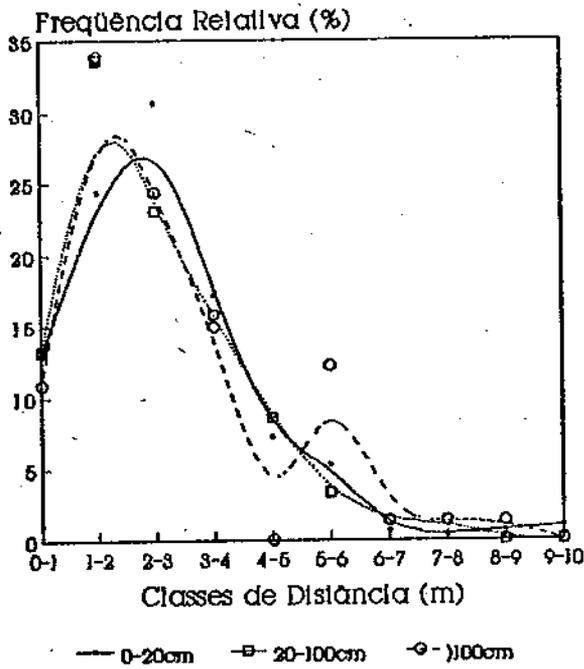
(a)



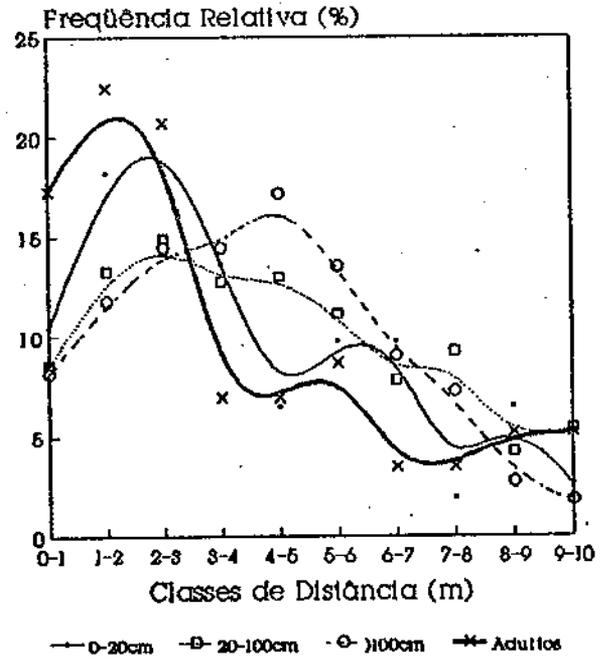
(b)



(c)



(d)



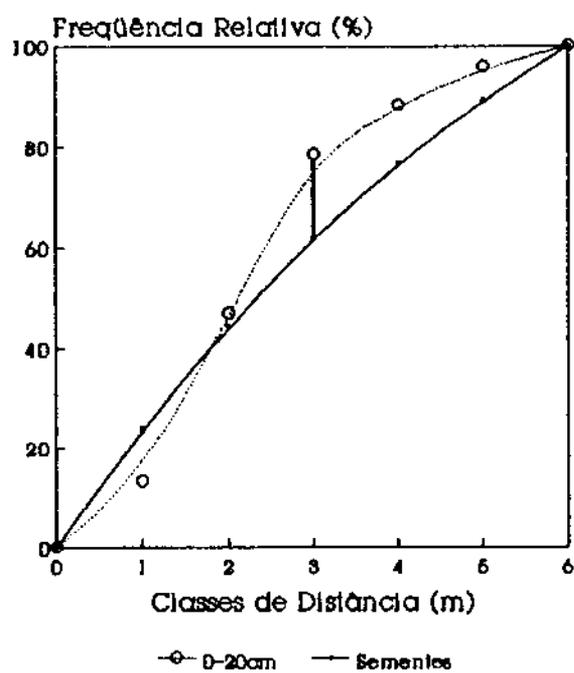
diferentes estádios de desenvolvimento em cada classe de distância, pode ser verificada na figura 40. Nos casos estudados, parece que a forma das diferentes curvas é semelhante em sua maioria. Na área de Moji Guaçu, podemos verificar que a curva de jovens até 20cm de altura é semelhante às curvas de jovens entre 20 e 100cm e maiores que 100cm (Fig. 40a). Entretanto, a curva para adultos apresenta-se discrepante, com um excesso de indivíduos a distâncias maiores, principalmente entre 3 e 5m e um número reduzido tanto a distâncias entre 0 e 1m como também entre 2 e 3m, comparativamente às demais curvas. Para Luís Antônio, as diferenças parecem ocorrer entre a curva de jovens maiores que 100cm e as demais, principalmente na faixa entre 2 e 6m de distância (Fig. 40b). No caso de Assis, as curvas são quase coincidentes (Fig. 40c). Para Itirapina, as curvas são semelhantes para os jovens com até 20cm e os adultos, bem como entre os jovens entre 20 e 100cm e os maiores (Fig. 40d). Todos esses resultados, assim com aqueles obtidos para *Anadenanthera*, parecem indicar que processos dependentes da distância podem agir de maneira diferencial nas probabilidades de estabelecimento de indivíduos de diferentes estádios de desenvolvimento, podendo em alguns casos, gerar padrões espaciais semelhantes. Com exceção de Luís Antônio (Fig. 40b), os demais casos podem sugerir um efeito relacionado com a distância em fases do ciclo de vida das plantas anteriores aos menores jovens observados (caso se considere uma

distribuição de sementes leptocúrtica). Entretanto, isto não é muito evidente. No caso de Moji Guaçu e Itirapina, a distância parece ter um efeito em fases posteriores aos maiores jovens observados (considerando-se as curvas para adultos observadas nas figuras 40a e 40d). Entretanto, esse efeito ocorre em sentidos opostos. No caso de Moji Guaçu (Fig. 40a), em direção a um maior espaçamento entre os adultos e, em Itirapina (Fig. 40d) em direção a uma maior concentração dos adultos, se compararmos esta curva com a de jovens maiores que 100cm. No caso de Moji Guaçu, possivelmente o padrão observado está ligado à interferência dos adultos mais próximos sobre os jovens maiores, fazendo com que estes permaneçam nesse estágio de desenvolvimento até que ocorram condições (morte de um adulto, por exemplo) para atingirem o estágio adulto. Esta explicação parece mais plausível do que uma mortalidade diferencial de jovens nesse estágio de desenvolvimento, dadas as estruturas de tamanho observadas. No caso de Itirapina, provavelmente o padrão observado está ligado à própria característica da área, com poucas e pequenas manchas de cerrado mais alto.

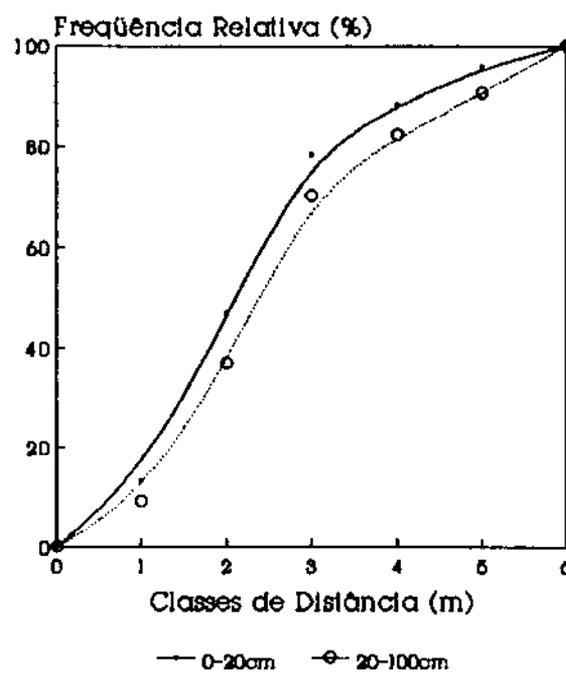
O efeito diferencial da distância nas probabilidades de estabelecimento de indivíduos de diferentes estágios de desenvolvimento pode ser mais facilmente observado nas figuras 41 a 44. Aqui, como no caso de *Anadenanthera*, foi assumida uma distribuição de sementes leptocúrtica, onde 80 % das sementes seriam esperadas cair até 10m de distância dos adultos.

FIGURA 41: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Copaifera langsdorffii* em Moji Guaçu (1986). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi estimada segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (ver explicação no texto). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov) (Sokal & Rohlf 1969).

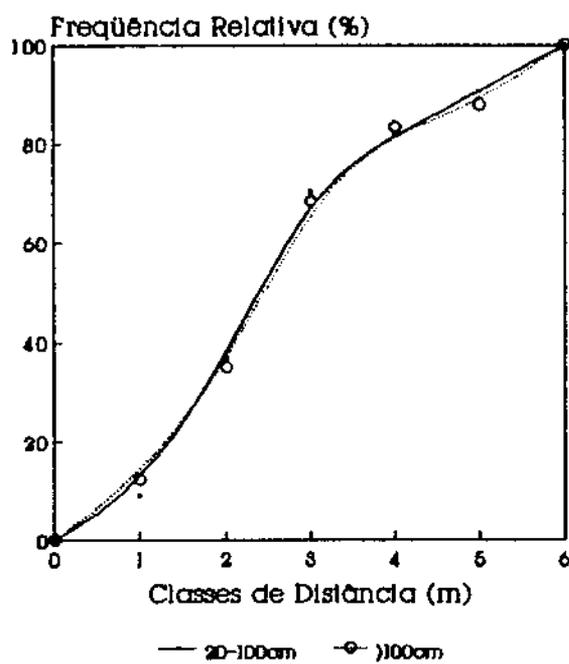
(a)



(b)



(c)



(d)

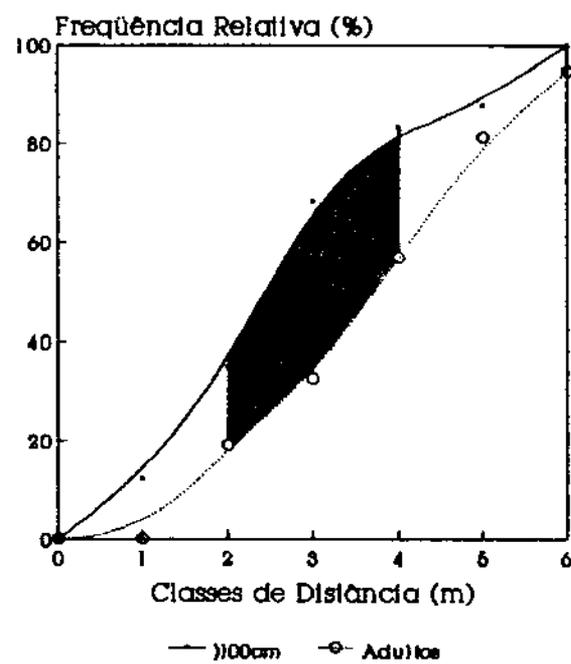
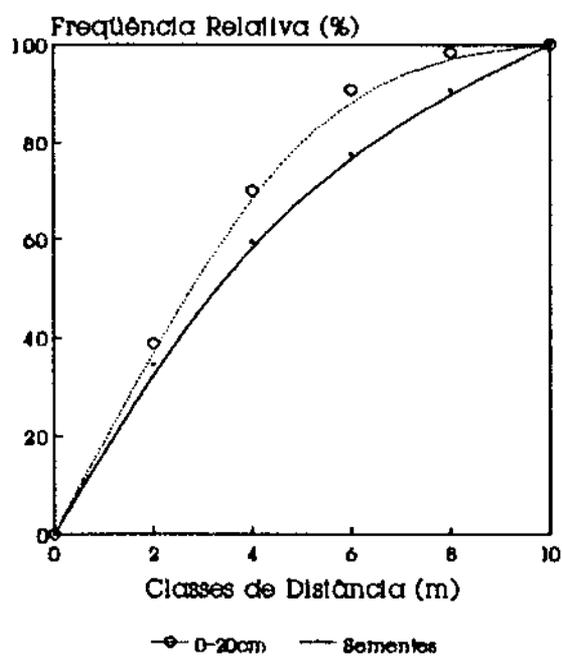
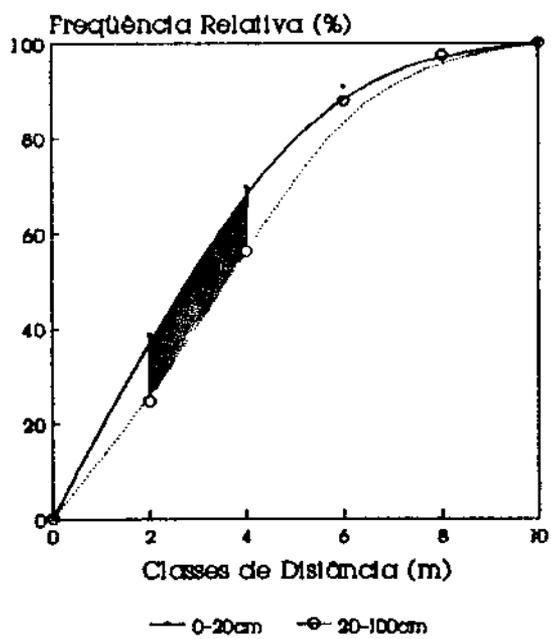


FIGURA 42: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Copaifera langsdorffii* em Luís Antônio (1987). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi estimada segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (ver explicação no texto). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).

(a)



(b)



(c)

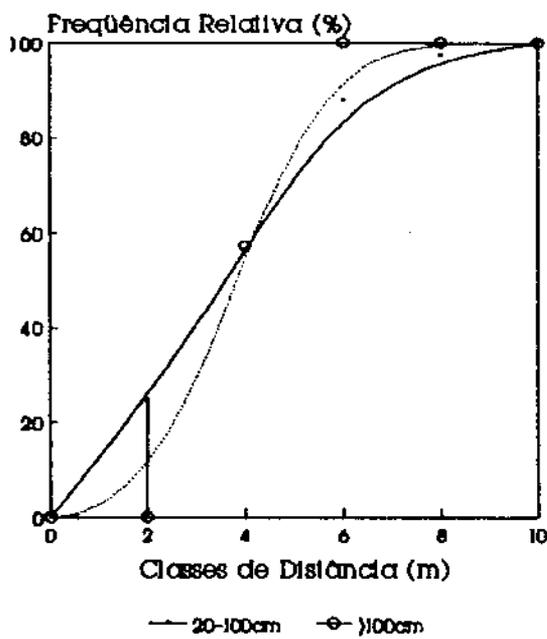
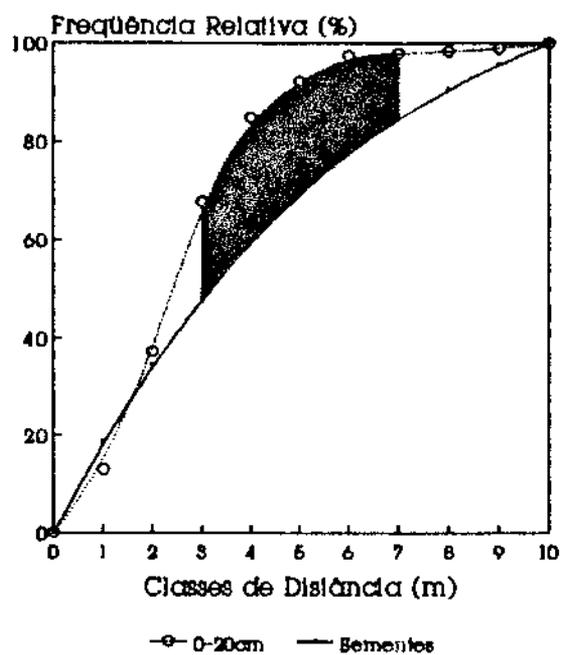
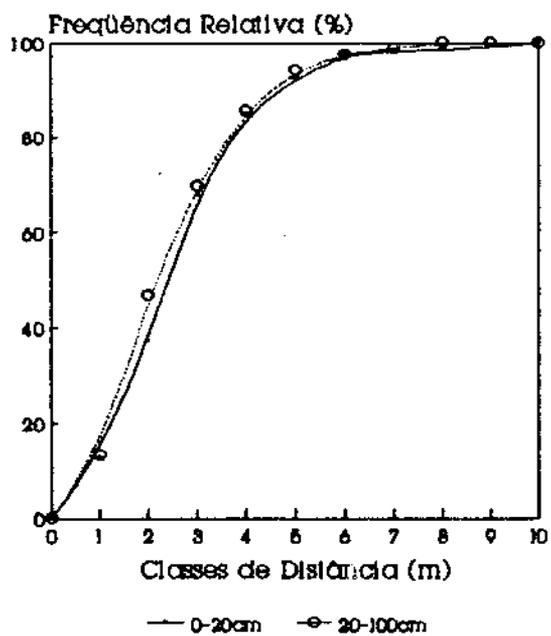


FIGURA 43: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Copaifera langsdorffii* em Assis (1988). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi estimada segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (ver explicação no texto). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).

(a)



(b)



(c)

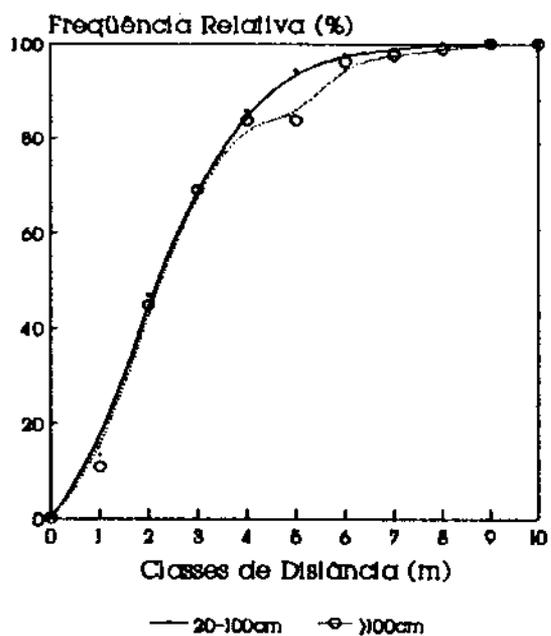
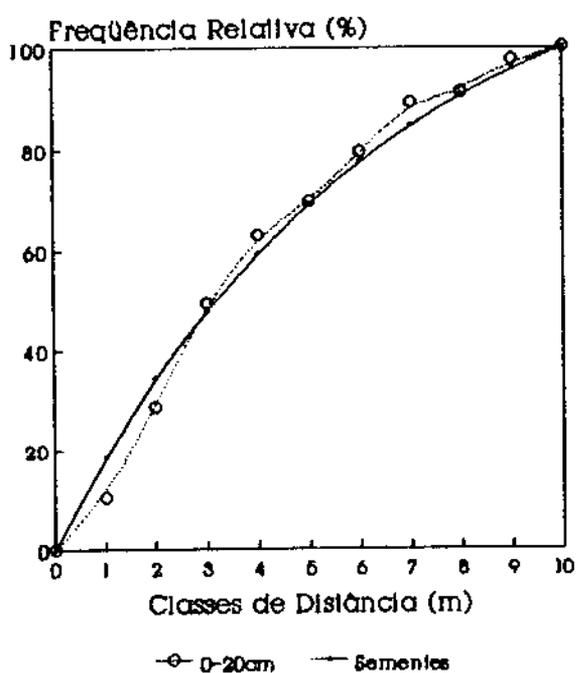
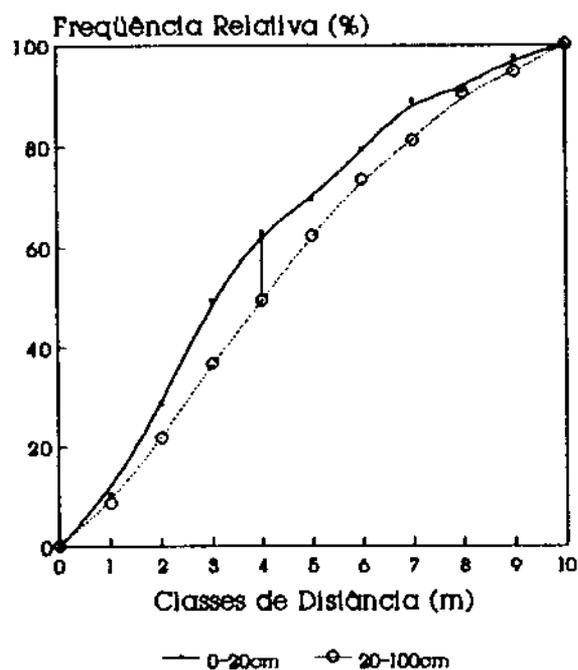


FIGURA 44: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Copaifera langsdorffii* em Itirapina (1989). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi estimada segundo a fórmula $F(d)=1-\exp(0,1.\ln(0,2).d)$ (ver explicação no texto). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).

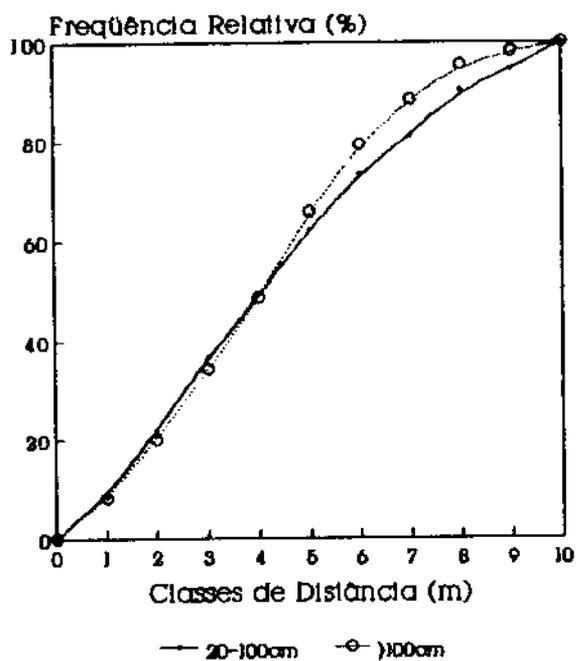
(a)



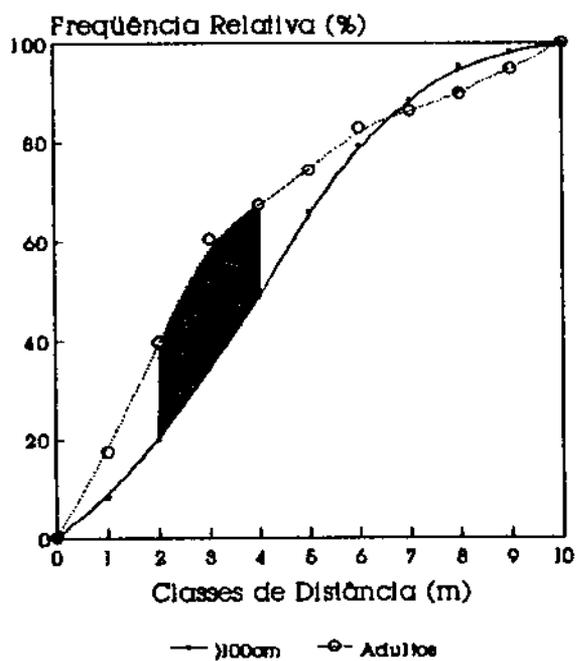
(b)



(c)



(d)



Na figura 41, para Moji Guaçu, pode-se observar que os jovens entre 0 e 20cm estão mais agrupados em torno de 3m de distância a adultos, do que o esperado pela distribuição de sementes (Fig. 41a). Da mesma forma, os adultos distando entre 2 e 4m são mais dispersos do que o esperado pela distribuição de jovens maiores que 100cm (Fig. 41d). Os demais casos, não apresentam diferenças significativas entre as distribuições esperadas e observadas (Figs. 41b e 41c). Os resultados aqui, indicam uma alteração no padrão espacial em classes de distância intermediárias, nos estádios de desenvolvimento mais jovens (0 a 20cm) e no estádio adulto. Isso parece indicar uma maior chance de estabelecimento nessas distâncias, em estádios anteriores (sementes) e uma menor em estádios posteriores (adultos) aos analisados até agora.

Na figura 42, para Luís Antônio, observa-se que os jovens entre 20 e 100cm estão mais espaçados entre 2 e 4m de distância a adultos, do que o esperado pela distribuição de jovens entre 0 e 20cm (Fig. 42b). Da mesma forma, os jovens maiores que 100cm, encontram-se mais espaçados em torno de 2m de distância a adultos do que o esperado pela distribuição de jovens entre 20 e 100cm (Fig. 42c). Os jovens entre 0 e 20cm, não apresentam diferenças significativas entre as distribuições esperadas e observadas (Figs. 42a). Os resultados aqui, indicam uma alteração no padrão espacial em direção a um maior espaçamento dos

indivíduos. Isso parece indicar uma menor chance de estabelecimento nessas distâncias.

Na figura 43, para Assis, observa-se que os jovens entre 0 e 20cm estão mais agrupados entre 3 e 7m de distância a adultos, do que o esperado pela distribuição de sementes (Fig. 43a). Os demais casos, não apresentam diferenças significativas entre as distribuições esperadas e observadas (Figs. 43b e 43c). Os resultados aqui, indicam novamente, uma alteração no padrão espacial em classes de distância intermediárias em direção a um maior agrupamento dos indivíduos. Isso parece indicar uma maior chance de estabelecimento nessas distâncias, embora neste caso, o efeito pareça ocorrer em estágio anterior (sementes) aos amostrados.

Na figura 44, para Itirapina, pode-se observar que os jovens entre 20 e 100cm estão mais dispersos em torno 4m de distância a adultos do que o esperado pela distribuição de jovens entre 0 e 20cm (Fig. 44b). Entretanto, os adultos são mais agrupados entre 2 e 4m de distância (Fig. 44d). Nos demais casos, não houve diferença significativa entre as distribuições esperadas e observadas (Figs. 44a e 44c). Os resultados aqui, indicam uma alteração no padrão espacial em direção a um maior espaçamento dos indivíduos jovens em torno de 4m de distância a adultos. Por outro lado, um efeito inverso é observado para os adultos. Isso parece indicar que as chances de estabelecimento de novos indivíduos, varia com o estágio de desenvolvimento em

sentidos contrários, tendo possivelmente como consequência um padrão espacial de adultos semelhante àquele que seria observado, caso não houvesse nenhum efeito da distância sobre as probabilidades de estabelecimento.

Todos esses casos parecem reforçar o que já foi dito anteriormente. Podemos verificar que, embora as distribuições de indivíduos de certos estádios de desenvolvimento pareçam não ser afetadas pela distância, tais distribuições são resultantes de efeitos diferenciais em diferentes estádios de desenvolvimento.

Direcionamento no Padrão Espacial de Recrutamento

Os dados nesse item, referem-se apenas à amostragem feita em Moji Guaçu (1986). A distribuição de jovens por quadrante encontra-se na figura 45. Embora se verifique uma pequena tendência a um número menor de jovens no quadrante SE, não houve diferença significativa na densidade de jovens entre os quadrantes (Fig. 46). O mesmo pode ser verificado com relação à altura média de jovens na figura 47. Entretanto, a distância média de jovens à adultos foi significativamente diferente entre os quadrantes (Fig. 48), apresentando uma maior distância média no quadrante SE. Talvez isto esteja ligado ao fato de que foi nesse quadrante onde foi encontrado o menor número de jovens por parcela. Entretanto, tal explicação não concorda com a análise apresentada na figura 35a, onde pode-se observar que não houve uma relação entre a densidade de jovens e a distância

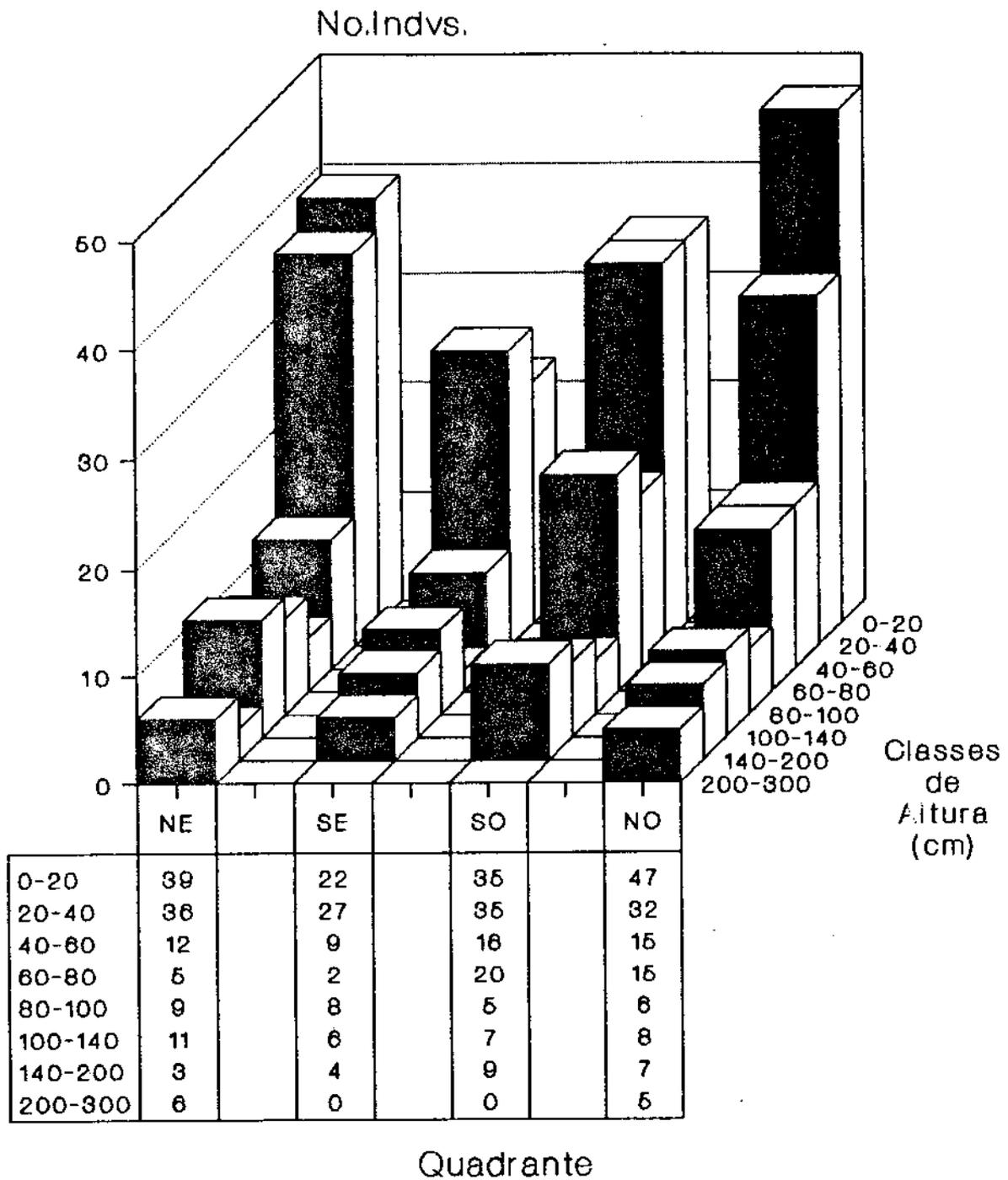
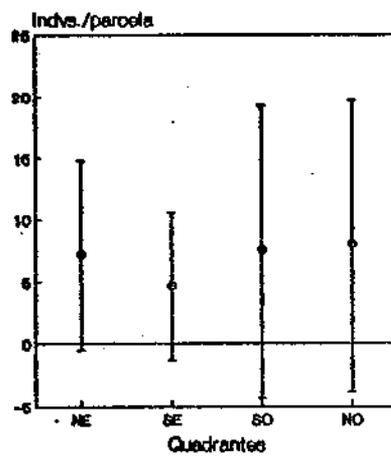


FIGURA 46: Densidade de jovens de *Copaifera langsdorffii* em cada quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986).

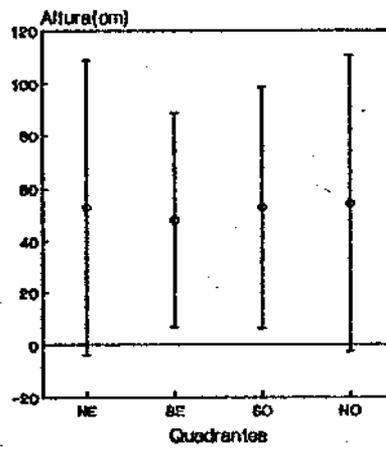
FIGURA 47: Altura média de jovens de *Copaifera langsdorffii* por quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986).

FIGURA 48: Distância média de jovens a adultos mais próximos de *Copaifera langsdorffii* por quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986).

$F(3;64) = 0,4119; p = 0,7484$



$F(3;457) = 0,2570; p = 0,8565$



$F(3;457) = 19,6395; p < 0,0001$

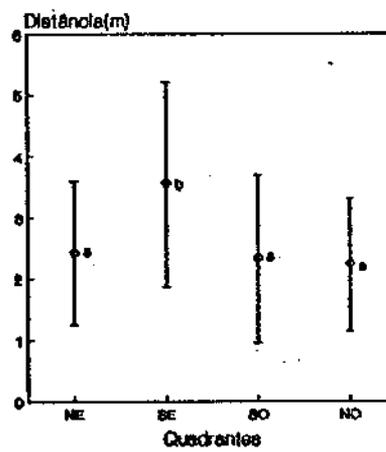


TABELA VIII: Coeficientes das regressões lineares entre $\ln N_x$ (número de indivíduos na classe de tamanho x) e x (classe de tamanho expressa em altura), para cada quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986). Todas as regressões apresentadas são significativas a $p = 0,05$. Não houve diferença significativa entre os valores de b ($F(3;52) = 0,2676$; $p = 0,8488$) e entre os valores de a ($F(3;55) = 1,4802$; $p = 0,2289$). Em todas as regressões, $n = 15$.

Coef.	NE	SE	SO	NO
$\ln N_0$	3,18409	2,9467	3,5202	3,3835
d	-0,0119	-0,0122	-0,0139	-0,0120
r^2	0,6564	0,8470	0,8565	0,7586

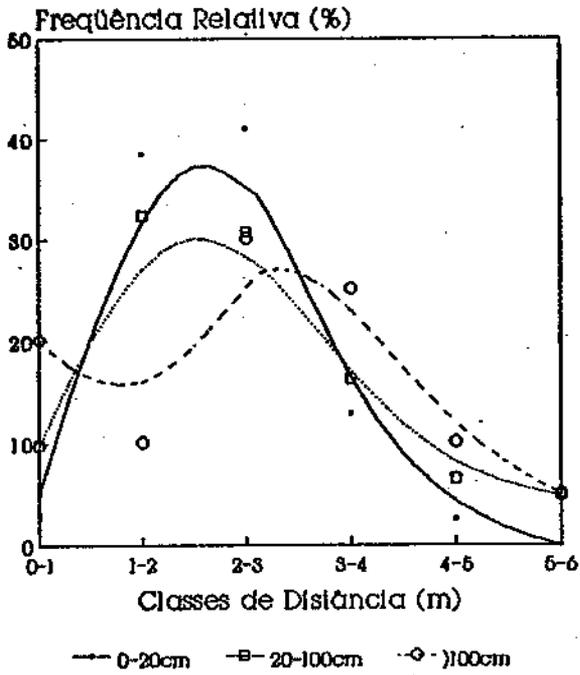
média. Uma comparação entre as curvas de estabelecimento (Tab. VIII) indica que não existem diferenças significativas entre as inclinações das curvas (probabilidades de estabelecimento) nos diferentes quadrantes.

Na figura 49 pode-se observar as distribuições de freqüências relativas de ocorrência de indivíduos jovens subdivididos em 3 classes de tamanho, por classe de distância, para cada quadrante. Uma comparação com os dados gerais apresentados na figura 40a, fornece uma idéia da contribuição relativa de cada quadrante na distribuição geral. Pode-se observar algumas diferenças entre os quadrantes. O quadrante SE é o que apresenta o padrão mais distinto dos demais. No geral, as curvas para os jovens menores e médios são semelhantes. Já no caso da curva para os jovens maiores, elas parecem diferir das demais, nos quadrantes a leste, enquanto que a oeste não.

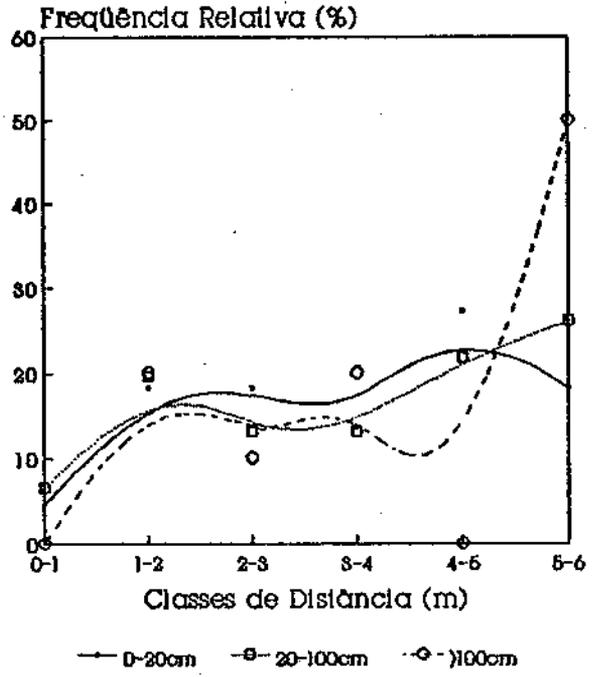
A figura 50, apresenta uma comparação entre os quadrantes, para as diversas classes de tamanho das plantas. Considerando-se os jovens até 20cm, pode-se observar na figura 50 (a-f) que estes encontram-se mais dispersos entre 2 e 5m, no quadrante sudeste do que nos demais. Esse efeito pode estar relacionado a um maior aporte de sementes, ou a uma redução na probabilidade de germinação ou estabelecimento de plântulas recém-germinadas. Pode-se verificar que este efeito inicial persiste nos demais estádios de desenvolvimento (Figs. 50g a 50l e 50m a 50r), embora um pouco reduzido.

FIGURA 49: Freqüências relativas de indivíduos jovens, subdivididos em três classes de altura (pequenos ou plântulas em sua maioria: 0-20cm; médios: 20-100cm; grandes ou subadultos: maiores que 100cm), por classe de distância a adultos mais próximos de *Copaifera langsdorffii* por quadrante, para a área de Moji Guaçu (1986).

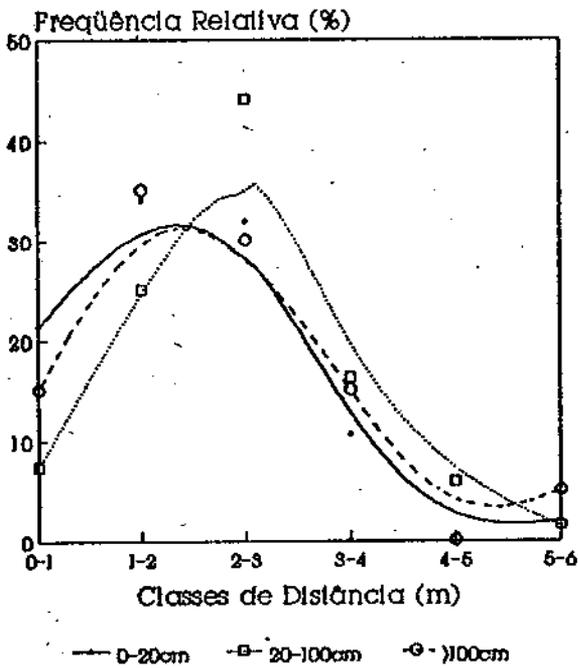
NE



SE



NO



SO

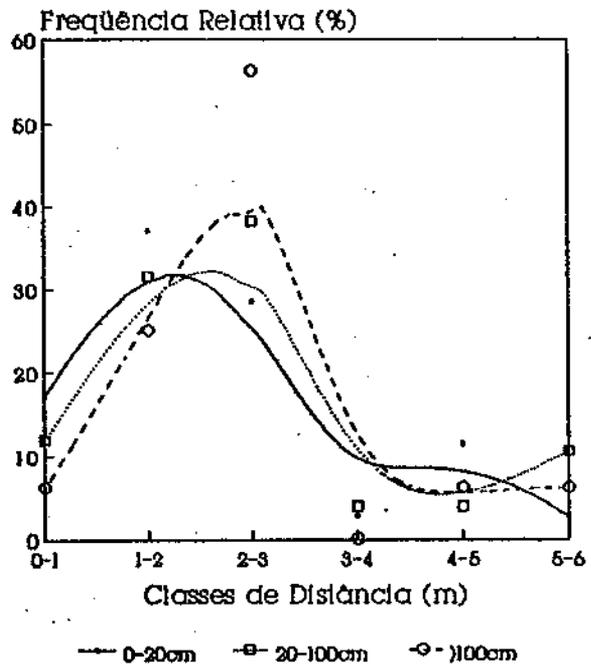
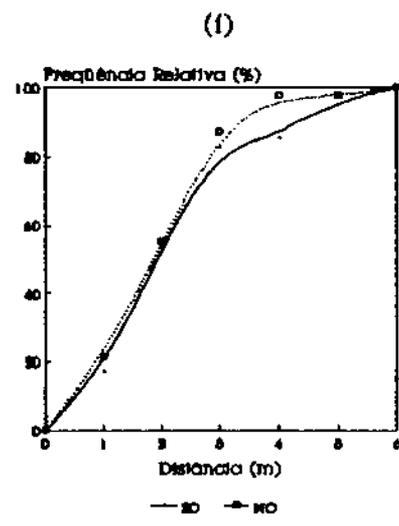
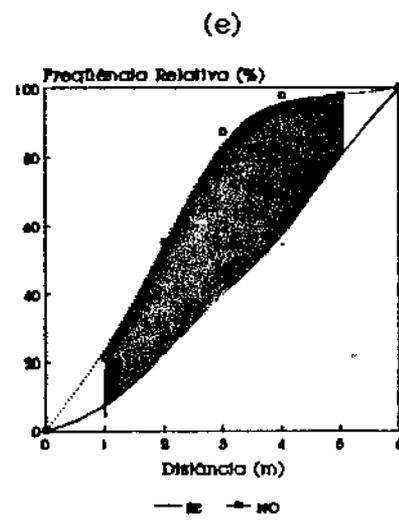
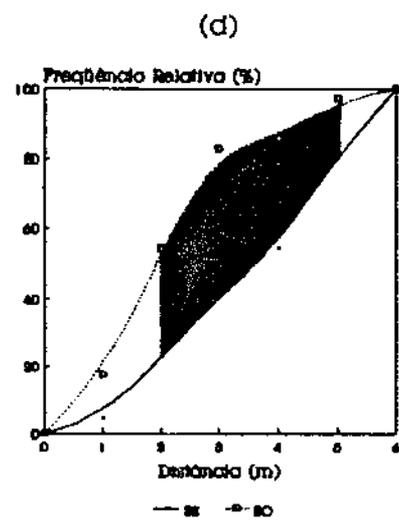
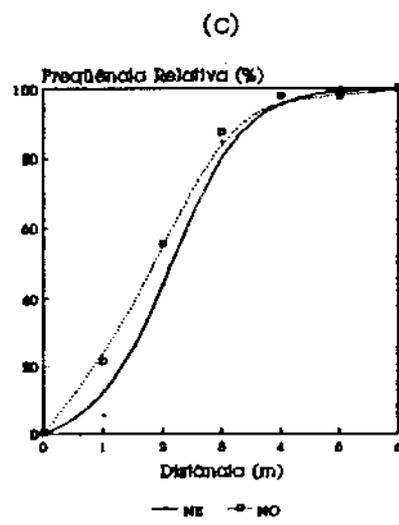
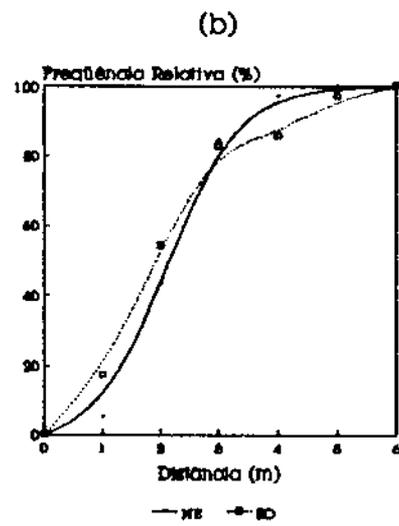
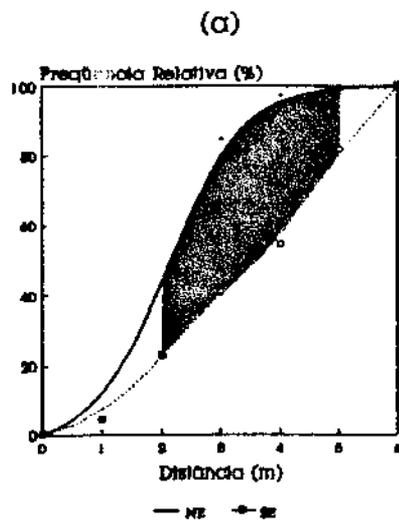
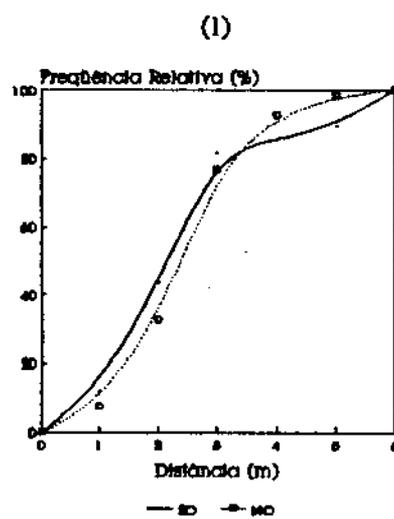
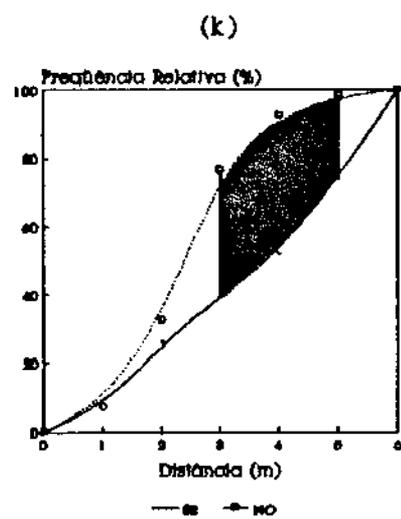
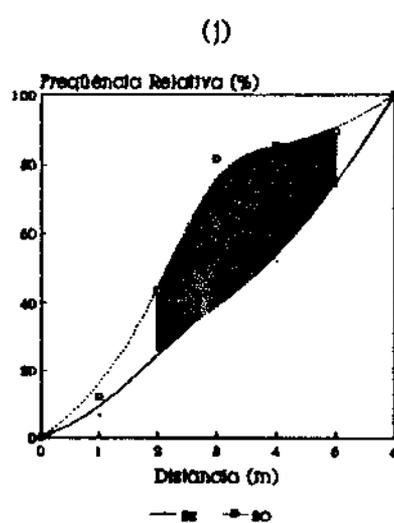
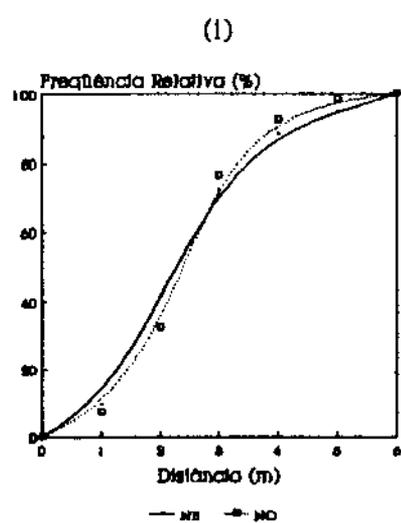
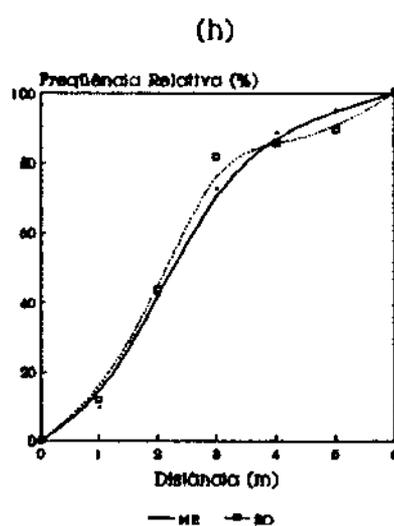
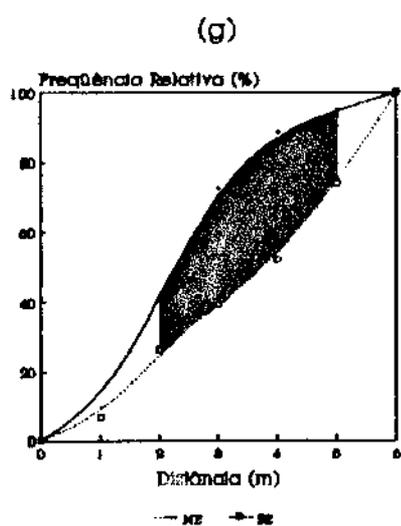
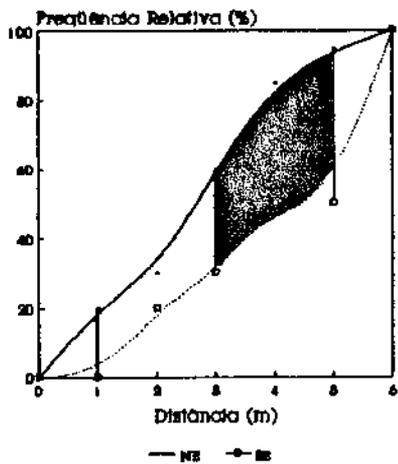


FIGURA 50: Comparação entre as distribuições de freqüências relativas cumulativas observadas em cada quadrante, para as classes de tamanho de jovens de 0 a 20cm (Figs. (a) a (f)), 20 a 100cm (Figs. (g) a (l)) e maiores que 100cm (Figs. (m) a (r)), de *Copaifera langsdorffii* em Moji Guaçu (1986). (a), (g) e (m) NE X SE; (b), (h) e (n) NE X SO; (c), (i) e (o) NE X NO; (d), (j) e (p) SE X SO; (e), (k) e (q) SE X NO; (f), (l) e (r) SO X NO. As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).

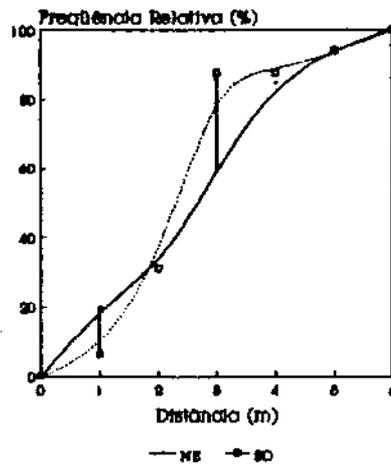




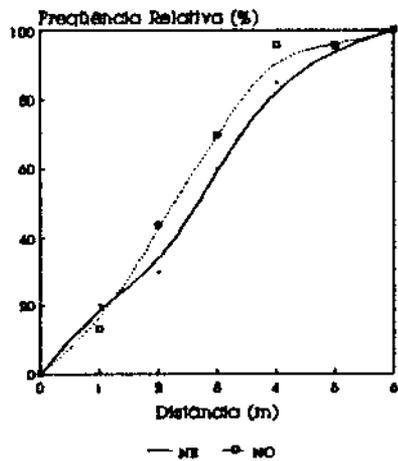
(m)



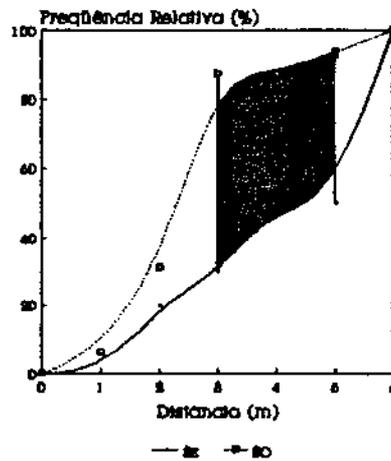
(n)



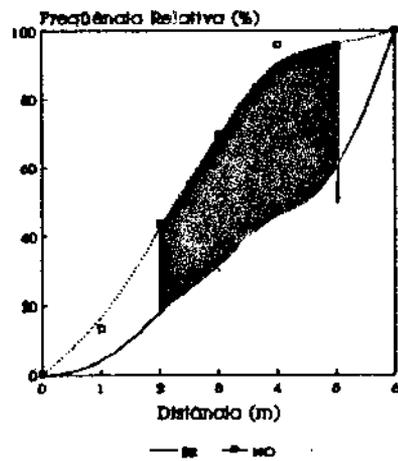
(o)



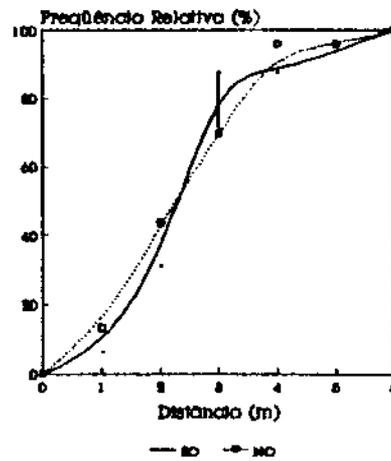
(p)



(q)



(r)



Em verdade, o que pode ser observado no campo é uma variação entre as parcelas observadas, quanto à direcionalidade. Tal fato, possivelmente é consequência de variações na conformação das copas, densidade de galhos e folhas e das condições particulares de cada parcela.

Finalmente, cabe ressaltar que os padrões observados parecem ser resultantes de processos diferenciais não só no tempo, como também no espaço, processos estes que levam a resultados semelhantes nas diversas áreas.

*Xylopia aromatica***Densidade e Estrutura de Tamanhos**

O número de indivíduos jovens e adultos amostrados nas diferentes áreas, nos diferentes anos, bem como as respectivas densidades estimadas encontram-se na tabela IX.

As distribuições de indivíduos jovens por classe de altura no total da amostragem, para cada área, encontram-se na figura 51. Na área de Assis (Fig. 51a), a maior parte dos jovens encontra-se nas três primeiras classes de tamanho (50 %). Pode-se observar ainda uma bimodalidade na distribuição, com um aumento no número de jovens a partir da classe de tamanho de 120 a 140cm. Na área de Itirapina (Fig. 51b), observa-se que a maioria dos indivíduos amostrados encontra-se nas quatro primeiras classes de tamanho (55 %), e que as diferenças numéricas entre essas classes é pequena, talvez com exceção da segunda classe, não ocorrendo desproporcionalidades acentuadas entre as classes de tamanho. Além disso, embora não tão acentuada, podemos verificar uma tendência a um padrão bimodal da distribuição. Nos dois casos, as distribuições diferem bastante daquela em forma de J invertido, sugerindo a influência de eventos episódicos na população. Um desses eventos pode ser a ocorrência de geadas, um fenômeno periódico nas áreas de cerrado no estado de São Paulo. Toledo-Filho (1984), apresenta informações que indicam a espécie como fortemente susceptível à geada. O efeito pode ser tanto com relação a uma alta mortalidade de indivíduos jovens pequenos, como

TABELA IX: Tamanho e nº de parcelas amostradas, e o nº de indivíduos jovens e adultos encontrados de *Xylopia aromatica* em cada local de coleta. Locais: AS: Assis; IT: Itirapina. Entre parênteses, encontra-se o ano em que foi feita a amostragem, sempre nos meses de fevereiro ou março. A área das parcelas corresponde a $\pi.r^2$. Os desvios padrão referem-se aos dados médios apresentados na linha imediatamente acima.

	AS(88)	IT(90)
raio(m)	6	10
nº parcelas	34*	11
nº total de jovens	204	384
nº total de adultos	34	?
nº total de indivs.	238	?
nº jovens/ha	?	1111
desvio padrão	?	?

?Falta de registro dos dados.

*Foram considerados apenas os indivíduos jovens que estavam mais próximos ao adulto central, desprezando-se os demais.

também a uma redução no tamanho da planta devido à morte da parte aérea e posterior rebrota. Um outro fator que pode estar agindo na determinação do padrão observado, é a existência de anos em que ocorrem falhas na reprodução dos indivíduos. Observações pessoais e informações obtidas (P. Gibbs, com. pes.), indicam a existência de indivíduos de *Xylopia aromatica* que não se reproduzem todos os anos. Dado o número de adultos amostrados aqui, isto pode causar um padrão bimodal como o observado.

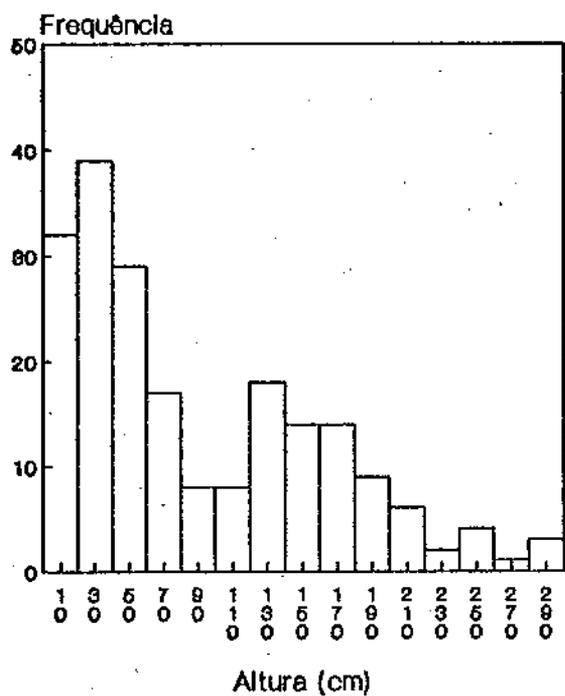
Na figura 52 estão representadas as curvas de Lorenz e seus respectivos coeficientes de Gini para as duas áreas de amostragem. Pode-se verificar uma certa semelhança não só quanto ao valor do coeficiente de Gini, mas também quanto à forma das curvas de Lorenz, entre as populações das duas áreas.

Já no caso das curvas de estabelecimento ajustadas ($N_x = N_0 \cdot e^{-dx}$) para cada população, estas não apresentam diferenças significativas entre as inclinações, embora apresentem entre as elevações (tabela X). Isso indica, mais uma vez, como no caso das duas espécies anteriores, que, embora possa existir diferença no número inicial de plântulas (elevações das curvas), as taxas de estabelecimento (inclinações das curvas) não diferem entre as áreas.

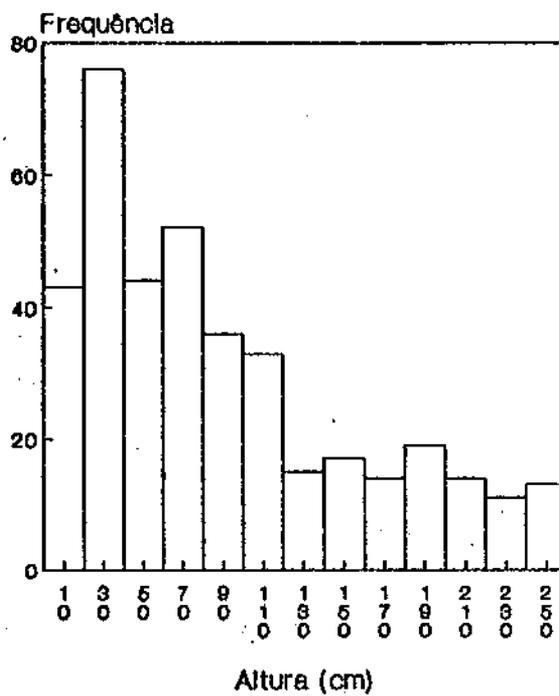
FIGURA 51: Distribuições de freqüências de indivíduos jovens de *Xylopia aromatica* por classe de altura, para cada área. (a) Assis (1988); (b) Itirapina (1990).

FIGURA 52: Curvas de Lorenz e coeficientes de Gini (G) para as distribuições de freqüências de indivíduos jovens de *Xylopia aromatica* por classe de altura, para cada área. (a) Assis (1988); (b) Itirapina (1990). A linha tracejada representa uma igualdade perfeita entre o que cada indivíduo representa em termos numéricos e em termos de biomassa (no caso aqui, tamanho) na população. O total de tamanho é um somatório das alturas de todos os indivíduos amostrados, sendo que esta altura foi considerada para efeitos do cálculo como o ponto médio dos intervalos de classe apresentados na figura 51. Para efeitos de cálculo do coeficiente de Gini e utilização das curvas de Lorenz, ver Weiner & Solbrig (1984) e Solbrig & Solbrig (1984).

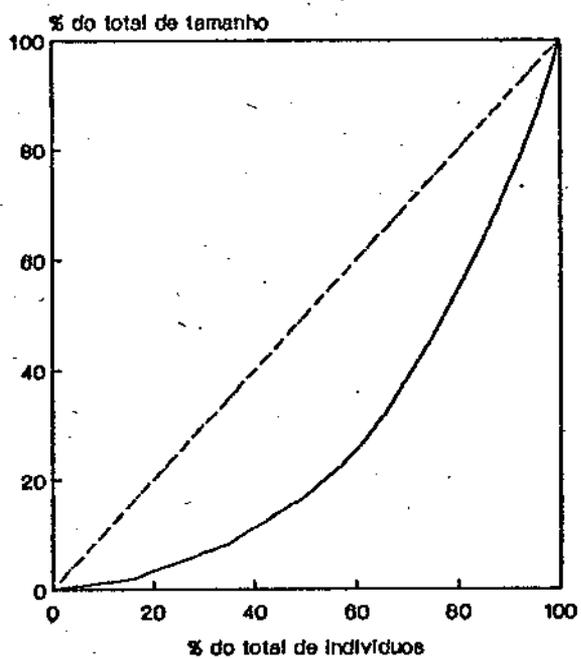
(a)



(b)



(a)
G = 0,4419



(b)
G = 0,4148

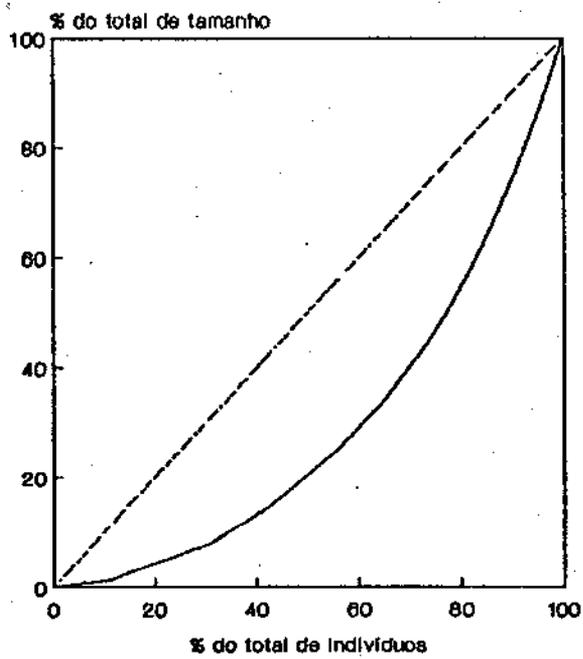


TABELA X: Coeficientes das regressões ($\ln N_x = \ln N_0 + dx$), onde $\ln N_x = \log_e$ do número de indivíduos na classe de tamanho x e, x = classe de tamanho expressa como o ponto médio dos intervalos de classe de altura, para cada área de amostragem. A análise de covariância (Sokal & Rohlf 1969) entre as linhas de regressão indicou que não há diferenças significativas entre as inclinações ($F(1,24)=1,1074$; $p=0,3037$) e que há diferenças entre as elevações ($F(1,25)=28,4860$; $p=0,0001$). O valor estimado da inclinação para o conjunto de dados foi $-0,0082$. E.P. = erro padrão dos parâmetros estimados. Os locais seguem a mesma abreviação utilizada na tabela VIII.

	AS(88)	IT(90)
$\ln N_0$	3,6811	4,1645
E.P.	0,2180	0,1462
d	-0,0089	-0,0071
E.P.	0,0013	0,0010
r^2	0,7922	0,8272
F	49,5514	52,6696
GL	1 ; 13	1 ; 11
P	<0,0001	0,0001

Padrão Espacial de Recrutamento

Os dados obtidos para a distribuição de jovens a diferentes classes de distância encontram-se na figura 53. Pode-se observar que, na área de Assis (Fig. 53a), o número de jovens é baixo até 1m de distância de adultos, mas permanece relativamente constante após essa distância. Já na área de Itirapina (Fig. 53b), esse número cai bastante após 2m de distância a adultos. Pode-se verificar ainda neste caso, que o número de jovens a distâncias maiores que 6m é muito baixo. Embora as duas curvas sejam bastante distintas entre si, pode-se observar que nos dois casos os valores máximos ocorrem entre 1 e 2m de distância e um outro, entre 4 e 5m, embora menos evidente em Itirapina (Fig. 53b). Assim como no caso das duas espécies anteriores, atribuindo-se uma igual importância a todos os jovens, independente das classes de tamanho em que se encontram, não há como distinguir se as curvas observadas são resultantes das curvas de dispersão ou da interação entre esta e a de probabilidades de estabelecimento.

No caso das alturas médias dos indivíduos jovens por classe de distância, pode-se observar na figura 54, que as alturas médias não diferem entre as classes de distância, apresentando em todos os casos uma grande variação. Sendo assim, parece não haver diferenças na altura média de jovens nas diferentes classes de distância. Assim como no caso das duas espécies anteriores, tal resultado pode ser conseqüência da ausência de um componente espacial nas

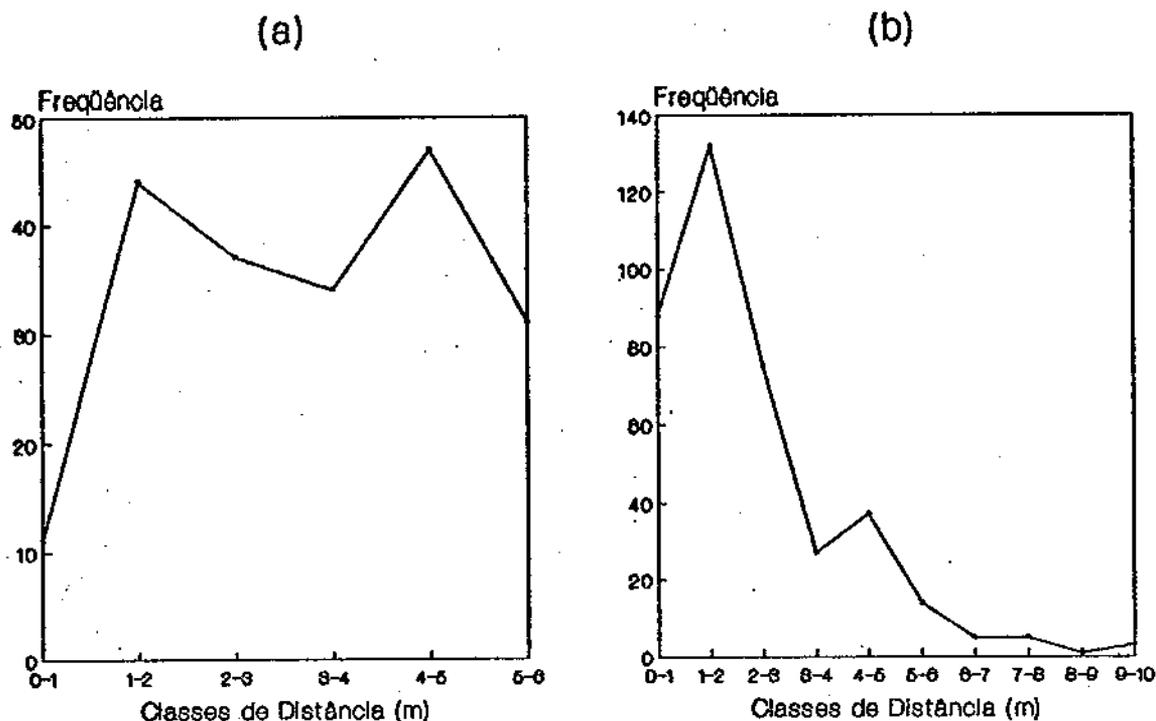


FIGURA 53: Número de indivíduos jovens de *Xylopiia aromatica* por classe de distância à adultos mais próximos, para cada área de amostragem. (a) Assis (1988); (b) Itirapina (1990).

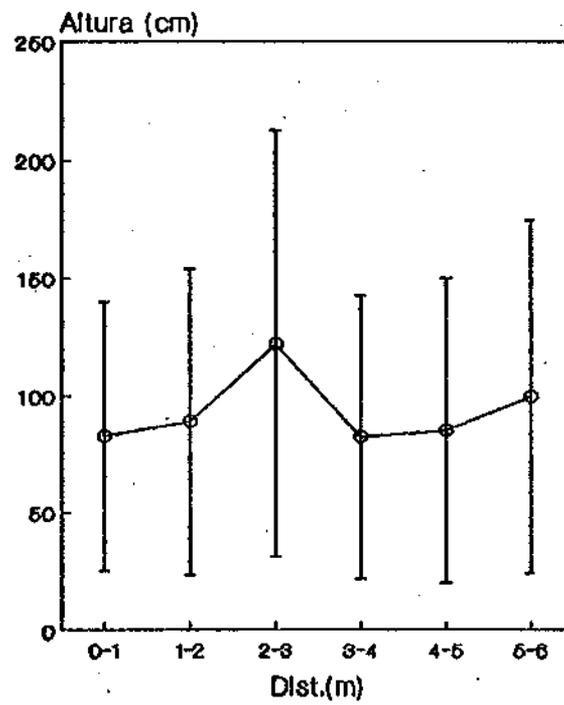
probabilidades de estabelecimento nos estádios de desenvolvimento amostrados ou de diferenças na hierarquia de tamanhos (sensu Solbrig & Solbrig 1984 e Weiner & Solbrig 1984) dos jovens dentro de cada classe de distância.

Quanto as distâncias médias de jovens a adultos, dentro de cada classe de tamanho, observa-se na figura 55, que a distância média de jovens a adultos apresenta pouca variação entre as classes de tamanho e muita variação dentro das classes de tamanho. Nesse caso, as distâncias não apresentam diferenças significativas, não indicando nenhum efeito espacial nas probabilidades de estabelecimento de jovens.

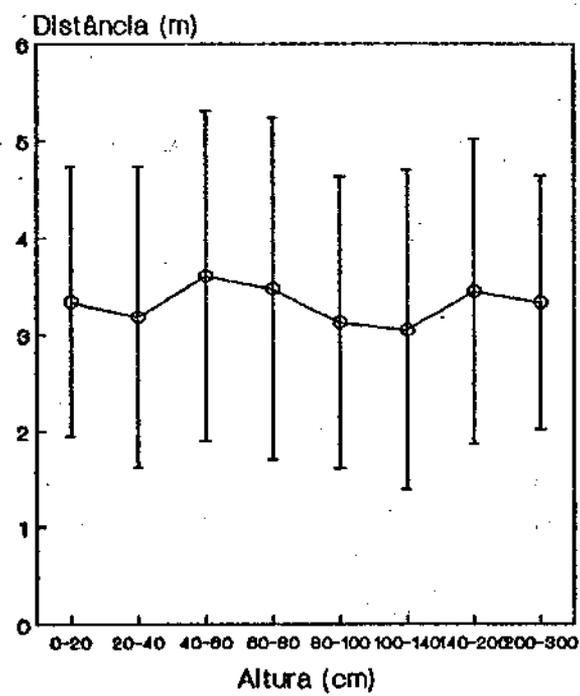
FIGURA 54: Altura média de indivíduos jovens de *Xylopia aromatica* por classe de distância à adultos mais próximos, para a área de Assis.

FIGURA 55: Distância média de indivíduos jovens a adultos mais próximos de *Xylopia aromatica* por classe de altura, para a área de Assis.

$F(5;198) = 1,6186; p = 0,1558$



$F(7;196) = 0,3639; p = 0,9221$



Com relação às estruturas de tamanho de jovens em cada classe de distância, na figura 56 pode-se observar as estruturas de tamanho de jovens por classe de distância. O primeiro ponto a ressaltar é que as distribuições nas diferentes classes de distância são bastante semelhantes entre si para cada área e semelhantes também às distribuições gerais apresentadas na figura 51. Em segundo lugar, se ajustarmos as estruturas observadas à curvas de estabelecimento ($N_x = N_0 \cdot x^d$, modelo II das curvas de sobrevivência de Deevey, 1947), pode-se verificar que não existem diferenças significativas entre as inclinações das curvas (probabilidades de estabelecimento) nas diferentes classes de distância a adultos (Tab. XI).

Os resultados parecem indicar aqui, como nos casos de *Anadenanthera* e *Copaifera*, ausência de um componente espacial nas probabilidades de estabelecimento de novos indivíduos, a não ser no que diz respeito aos indivíduos menores, se considerarmos a distribuição de sementes observada em Assis (Fig. 57).

Na figura 57, temos as distribuições de freqüências relativas de ocorrência de indivíduos jovens subdivididos em 3 classes de tamanho (0 a 20cm, 20 a 100cm e maior que 100cm), por classe de distância, para as áreas de amostragem. No caso de Assis (Fig. 57a), as curvas para os jovens são quase coincidentes, embora difiram completamente daquela obtida para as sementes. Para Itirapina (Fig. 57b), as curvas são semelhantes para os jovens entre 20 e 100cm e

FIGURA 56: Distribuição de indivíduos jovens por classe de altura, dentro de cada classe de distância a adultos mais próximos de *Xylopia aromatica*, para cada área de amostragem. (a) Assis (1988); (b) Itirapina (1990).

TABELA XI: Coeficientes das regressões lineares entre $\ln N_x$ (número de indivíduos na classe de tamanho x) e x (classe de tamanho expressa em altura), para cada classe de distância (C.D.). Os locais seguem a mesma abreviação da tabela IX. Modelo: $\ln N_t = \ln N_0 + dt$. Todas as regressões apresentadas são significativas a $p = 0,05$. Em todos os casos, não há diferença significativa entre os valores de b . (--) ausência de dados ou regressão não significativa.

C.D.		AS(88)	IT(90)
0-1	$\ln N_0$	1,0510	2,4782
	d	-0,0041	-0,0041
1-2	$\ln N_0$	2,2098	2,8411
	d	-0,0074	-0,0043
2-3	$\ln N_0$	--	2,5596
	d	--	-0,0074
3-4	$\ln N_0$	2,0367	1,7373
	d	-0,0075	-0,0063
4-5	$\ln N_0$	2,2407	2,2789
	d	-0,0077	-0,0102
5-6	$\ln N_0$	1,7283	1,3694
	d	-0,0052	-0,0066
6-7	$\ln N_0$	--	--
	d	--	--
7-8	$\ln N_0$	--	--
	d	--	--
8-9	$\ln N_0$	--	--
	d	--	--
9-10	$\ln N_0$	--	--
	d	--	--

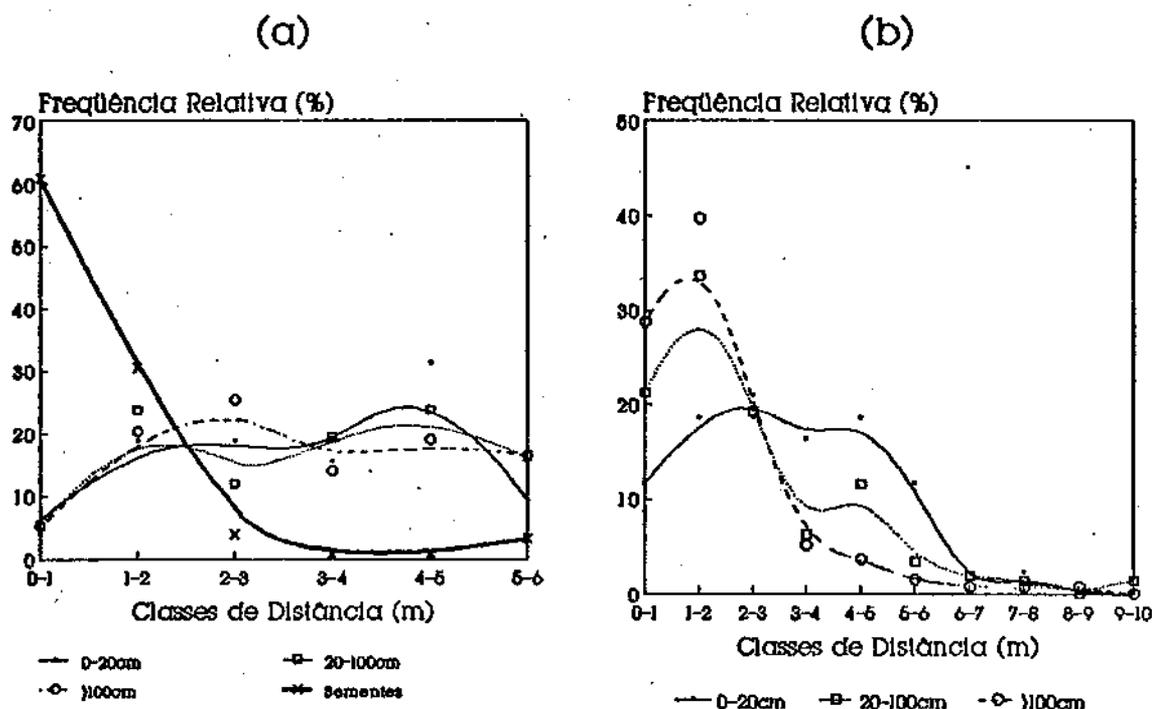


FIGURA 57: Freqüências relativas de indivíduos jovens, subdivididos em três classes de altura (pequenos ou plântulas em sua maioria: 0-20cm; médios: 20-100cm; grandes ou subadultos: maiores que 100cm), por classe de distância a adultos mais próximos de *Xylopia aromatica*, para cada área de amostragem. (a) Assis (1988); (b) Itirapina (1990). Na figuras (a) é apresentada ainda a freqüência relativa de sementes por classe de distância a adultos mais próximos.

os maiores que 100cm, porém parecem diferir daquela observada para os jovens menores (até 20cm). Todos esses resultados parecem indicar que processos dependentes da distância podem agir de maneira diferencial nas

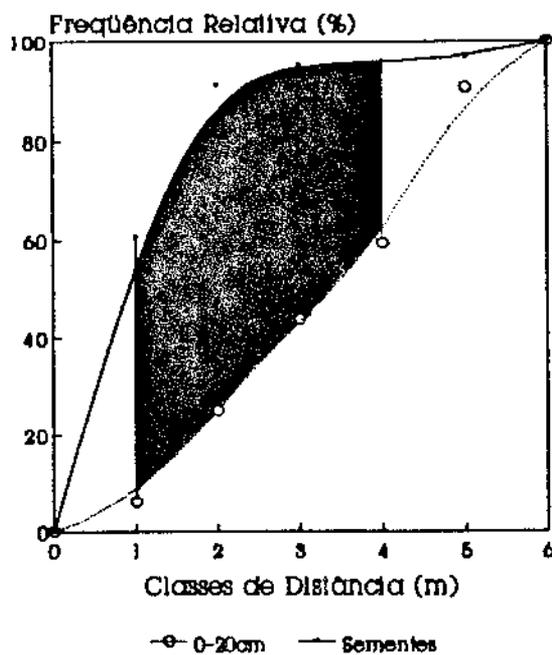
probabilidades de estabelecimento de indivíduos de diferentes estádios de desenvolvimento, podendo em alguns casos, gerar padrões espaciais semelhantes. Os resultados aqui sugerem um efeito relacionado com a distância, no caso de Assis (Fig. 57a) num estádio entre semente e os menores jovens observados (ou por mortalidade diferencial de sementes, ou por diferenças nas chances de germinação das sementes e de estabelecimento inicial). Já no caso de Itirapina (Fig. 57b), embora o mesmo pareça ocorrer (caso se considere uma distribuição de sementes igual à obtida para Assis), parece ocorrer ainda alterações posteriores no padrão espacial.

O efeito diferencial da distância nas probabilidades de estabelecimento de indivíduos de diferentes estádios de desenvolvimento pode ser mais facilmente observado nas figuras 58 a 59.

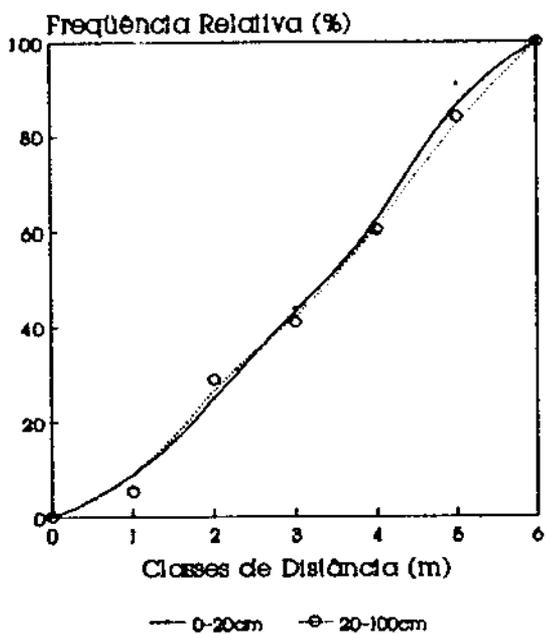
Na figura 58, para Assis, observa-se que os jovens entre 0 e 20cm estão mais dispersos entre 1 e 4m de distância a adultos, do que o esperado pela distribuição de sementes (Fig. 58a). Os demais casos, não apresentam diferenças significativas entre as distribuições esperadas e observadas, sendo as distribuições quase coincidentes (Figs. 58b e 58c). Os resultados aqui, indicam uma alteração no padrão espacial nas classes de distância intermediárias em direção a um maior espaçamento dos indivíduos, dada a distribuição observada das sementes. Isso parece indicar uma menor chance de estabelecimento nessas distâncias,

FIGURA 58: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Xylopia aromatica* em Assis (1988). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov) (Sokal & Rohlf 1969).

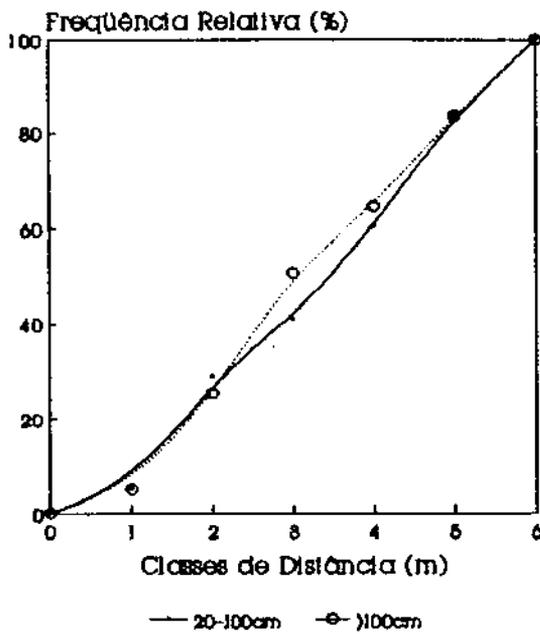
(a)



(b)



(c)



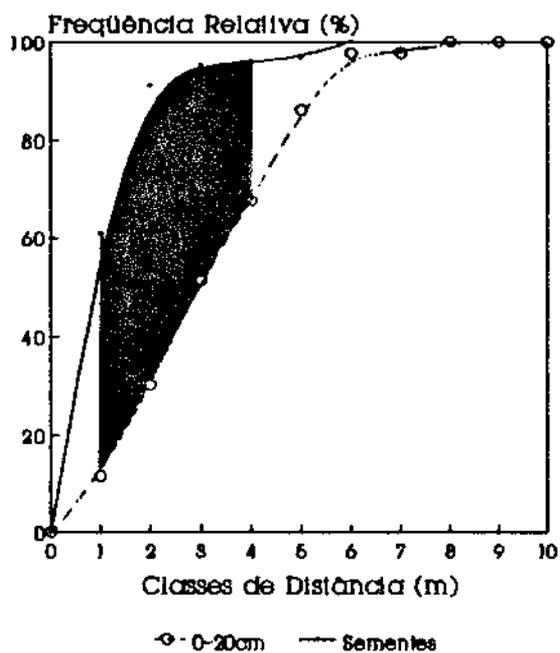
provavelmente ligada ao estágio de sementes, ou a fatores envolvidos na germinação.

Na figura 59, para Itirapina, pode-se observar mais uma vez, que os jovens menores estão mais dispersos do que o esperado pela distribuição de sementes, entre 1 e 4m de distância a adultos (Fig. 59a). Entretanto, os jovens entre 20 e 100cm estão mais agrupados entre 2 e 3m de distância a adultos, do que o esperado pela distribuição de jovens entre 0 e 20cm (Fig. 59b). No outro caso, não houve diferença significativa entre as distribuições esperadas e observadas (Fig. 59c). Os resultados aqui, indicam uma alteração no padrão espacial em direção a um maior espaçamento dos indivíduos jovens entre 1 e 4m de distância a adultos. Por outro lado, um efeito inverso é observado para os jovens nas classes de tamanho posteriores, embora em uma escala menor. Isso parece indicar que as chances de estabelecimento de novos indivíduos, varia com o estágio de desenvolvimento em sentidos contrários, tendo possivelmente como consequência um padrão espacial de adultos semelhante àquele que seria observado, caso não houvesse nenhum efeito da distância sobre as probabilidades de estabelecimento.

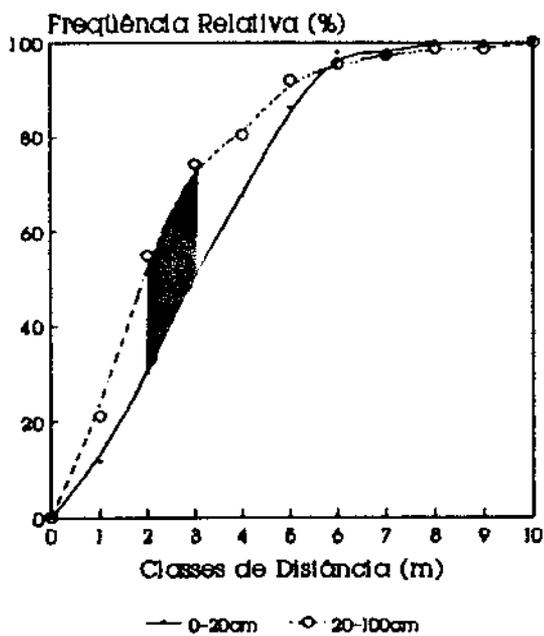
Todos esses casos parecem reforçar o que já foi dito anteriormente. Pode-se verificar que, embora as distribuições de indivíduos de certos estágios de desenvolvimento pareçam não ser afetadas pela distância, tais distribuições são resultantes de efeitos diferenciais em diferentes estágios de desenvolvimento.

FIGURA 59: Distribuição de freqüências relativas cumulativas para as diferentes classes de tamanho de jovens de *Xylopia aromatica* em Itirapina (1990). Em todos os casos, a distribuição observada para a classe de tamanho em questão é comparada com a distribuição da classe de tamanho anterior, considerada como distribuição esperada, caso a distância a adultos não tenha um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento. Na figura (a), a distribuição esperada de sementes foi considerada como sendo a distribuição observada em Assis (Fig. 58a). As áreas sombreadas representam diferenças significativas entre as freqüências observadas e esperadas a $p = 0,05$ (Teste D de Kolmogorov-Smirnov).

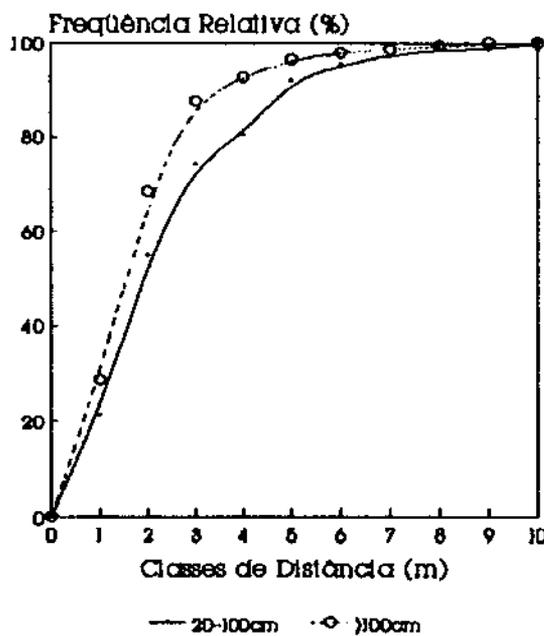
(a)



(b)



(c)



DISCUSSÃO

Densidade e Estrutura de Tamanhos

A variação observada na densidade e distribuição de indivíduos jovens entre as parcelas amostradas dentro de uma mesma área (Tabs. II, IV e X), deve ser um reflexo de diferenças nas situações particulares de cada parcela. Tais diferenças podem estar ligadas ao número de adultos presentes na área, à produção diferencial de sementes entre os adultos e a condições diferenciais de germinação e sobrevivência de plântulas, proveniente de diferentes adultos.

Quanto às variações observadas entre as áreas, tanto no caso de *Anadenanthera* como no de *Copaifera* (Tabs. II e VI), pode-se verificar que seguem um padrão semelhante com uma densidade de jovens semelhante entre Moji Guaçu e Assis e, uma densidade menor em Itirapina. Tal resultado sugere que as características fitossociológicas do cerrado das duas primeiras áreas, sejam mais semelhantes entre si, do que com Itirapina. Embora não hajam dados disponíveis na literatura que permitam uma comparação da área de Assis com as demais, os dados apresentados em Giannotti (1986) e Mantovani (1987), indicam uma baixa similaridade entre Moji Guaçu e Itirapina.

Com relação às estruturas de tamanho, pode-se verificar que elas são semelhantes entre as áreas, para cada uma das espécies estudadas (Figs. 3, 28 e 51). Entretanto aqui, as

estruturas populacionais para *Anadenanthera* e *Copaifera* são mais semelhantes entre Moji Guaçu e Itirapina do que entre as demais áreas.

É importante notar que tanto *Anadenanthera* como *Copaifera*, apresentam uma distribuição em forma de J reverso, freqüentemente citada na literatura como característica de plantas arbóreas, com populações estáveis e que possuem um potencial constante de regeneração (Whitmore 1975). Para o cerrado, são citados dados indicando esse mesmo tipo de distribuição para *Simaruba amara* (Raw & Hay 1985), *Emmotum nitens* (Moreira 1987), *Apuleia leiocarpa* (Leite & Hay 1989) e *Kielmeyera coriacea* (Oliveira et al. 1989).

Webb et al. (1972) indicam que tal distribuição é conseqüência da permanência de plântulas neste estágio por longos períodos, e com desenvolvimento rápido posterior, quando da queda de uma árvore adulta, ou de uma alta mortalidade de plântulas. Observações feitas com plantas marcadas de *Anadenanthera* e *Copaifera* na área de Moji Guaçu, indicam uma baixa mortalidade e um crescimento bastante lento das plântulas já estabelecidas. Entretanto, Toledo-Filho (1984) cita um caso para *Anadenanthera falcata* em Moji Guaçu, que sugere uma alta mortalidade de plântulas para a espécie. Quanto a *Copaifera langsdorffii*, Machado (1990), apresenta dados para uma área de cerrado em Brasília, que parece concordar com a observação de crescimento lento e baixa mortalidade.

Ainda com relação à distribuição de tamanhos dessas duas espécies, pode-se verificar em quase todos os casos, uma grande desproporcionalidade entre a primeira e a segunda classes de tamanho, ou entre a segunda e a terceira. Dados de Ramírez (1978) para *Copaifera pubiflora* na Venezuela, indicam a existência de anos de frutificação massiva, seguidos por períodos de pouca ou ausência de frutificação. Leite & Salomão (1991) citam a existência de um padrão bi ou trienal na produção de sementes de *Copaifera langsdorffii* em uma mata de galeria no Distrito Federal. Alencar (1984), observou também, um padrão bienal de produção de sementes em *Copaifera multijuga* na Amazônia, sendo que a distribuição da regeneração natural é determinada em função de uma maior ou menor produção de sementes. Observações feitas nas áreas de estudo, bem como em áreas de cerrado em Brasília, somadas a informações pessoais de D.M. Rocha, H.C. Moraes, R.P.B. Henriques e outros pesquisadores, indicam que tal situação ocorre também com *Copaifera langsdorffii* em áreas de cerrado. Dessa forma, as distribuições encontradas para essa espécie, podem ser decorrência de variações nos eventos reprodutivos em anos anteriores. Embora com menos evidências, esta pode ser também uma das causas para as distribuições de *Anadenanthera falcata*. Deve-se considerar ainda, a possibilidade do padrão observado ser decorrência de uma alta mortalidade de indivíduos nas classes de tamanho menores, devido a fatores cíclicos no ambiente. Isto talvez sirva para explicar as diferenças entre as evidências

apontadas aqui, indicando uma baixa mortalidade de indivíduos de *Anadenanthera falcata* em Moji Guaçu e, aquelas apresentadas em Toledo-Filho (1984), indicando uma alta mortalidade para a mesma espécie, na mesma área. No caso de *Copaifera langsdorffii*, deve-se considerar o efeito da predação de sementes e da herbivoria na sobrevivência de jovens, fatores estes que são intensos sobre essa espécie nessas áreas (R.T. Nogueira, dados não publicados).

O caso de *Xylopia aromatica* foi propositalmente deixado à parte até agora, devido ao fato de apresentar uma distribuição não muito usual, ou pelo menos, pouco relatada na literatura sobre ecologia de populações. Pode-se verificar uma tendência a um padrão bimodal da distribuição, principalmente no caso de Assis.

Distribuições de tamanho bimodais são indicadas na literatura como resultante de competição em populações monoespecíficas de plantas, onde plantas maiores se tornam dominantes e suprimem o crescimento de plantas menores, aumentando a bimodalidade com um aumento na densidade (Ford 1975; Ford & Diggle 1981). Entretanto, Rabinowitz (1979) encontrou uma relação inversa entre densidade e bimodalidade na distribuição de tamanhos, para uma gramínea (*Festuca paradoxa*). Huston (1986), indica que distribuições de tamanho bimodais podem resultar de distribuições de tamanho inicialmente unimodais, quando existe uma variação descontínua nas taxas de crescimento entre os indivíduos. Como fontes de variações descontínuas, ele aponta

heterogeneidade genética, heterogeneidade ambiental, ou competição assimétrica. Finalmente, ele propõe um mecanismo baseado em competição simétrica, na qual cada indivíduo tem um efeito negativo sobre seus competidores proporcional ao seu tamanho, onde em populações com padrão espacial aleatório, em que a variação no número de vizinhos seja responsável pela variação nas taxas de crescimento pode resultar em uma distribuição de tamanhos bimodal.

No caso de *Xylopia*, dados obtidos nas mesmas áreas do estudo, indicam que a população possui um padrão espacial agrupado. Isto elimina a segunda hipótese proposta por Huston (1986). Nos casos de competição assimétrica, geralmente duas explicações são consideradas: (1) competição por luz, onde os indivíduos maiores sombreiam os indivíduos menores mas não a si próprios e, (2) os indivíduos maiores impedem a exploração dos recursos pelos menores, preenchendo o espaço de exploração. Os dois casos não são totalmente satisfatórios para explicar os resultados obtidos aqui. Como já foi dito anteriormente, o padrão obtido aqui, parece ser resultante de dois fatores: (1) falhas na reprodução de indivíduos em diferentes anos e, (2) ocorrência de geadas nas áreas de estudo. No segundo caso, tanto Silberbauer-Gottsberger et al. (1977) como Toledo-Filho (1984), citam *Xylopia aromatica* como uma espécie altamente susceptível à geada, ao contrário das duas outras espécies em estudo aqui. Cabe ainda ressaltar que Leite et al. (1982), apresentam distribuições bimodais para *Pithecolobium racemosum* que

parecem altamente influenciadas pela distância entre copas de plantas adultas. Como *Xylopia aromatica* apresenta um padrão espacial agrupado nas áreas do estudo (F.R. Martins, dados não publicados), e considerando a proximidade observada entre os adultos nestas áreas, isto bem poderia ser consequência do distanciamento entre árvores adultas.

Uma análise dos coeficientes de Gini e das curvas de Lorenz (Figs. 4, 29 e 52) nos indica mais uma vez, as semelhanças e diferenças entre áreas para cada uma das espécies. Pode-se verificar no caso de *Anadenanthera* (Fig. 4) que os coeficientes de Gini são muito semelhantes para as amostras feitas em dois anos consecutivos em uma mesma área (Itirapina). Pode-se verificar ainda que, dentro de uma mesma área, geralmente temos que *Copaifera* é a espécie que apresenta populações mais hierárquicas e *Xylopia* menos, sendo *Anadenanthera* intermediária.

Weiner & Thomas (1986) indicam em situações onde a densidade de plantas é suficiente para provocar competição entre elas, e dada uma baixa mortalidade, a desigualdade de tamanhos na população seria maior quanto maior a densidade. Além disso, eles indicam que durante a fase de crescimento, a desigualdade tende a aumentar até um ponto onde começa a cair devido à mortalidade diferencial. Knox et al. (1989), apresentam dados que confirmam essas duas hipóteses. No caso das espécies aqui estudadas, embora o número de amostras seja muito baixo ($n=4$ para *Anadenanthera* e *Copaifera* e $n=2$ para *Xylopia*), pode-se verificar uma tendência a uma redução

no coeficiente de Gini com o aumento da densidade de plantas ($r=-0,80$ para *Anadenanthera* e $r=-0,31$ para *Copaifera*). Tais resultados indicam a necessidade de maiores estudos nesse sentido.

Finalmente, pode-se verificar nas tabelas III, VII e X, que para cada espécie, não houve diferença significativa nas chances de uma planta atingir uma determinada classe de tamanho (inclinações das curvas) entre as áreas. Além disso, pode-se verificar uma tendência a uma maior mortalidade ou a uma menor chance de passagem a outras classes de tamanho em *Anadenanthera* do que em *Copaifera* e *Xylopia*. Isso parece indicar ou uma maior mortalidade de indivíduos jovens ou uma menor taxa de crescimento dos indivíduos para *Anadenanthera*, depois *Copaifera* e *Xylopia*. Parece que esses dois fatores combinados, geram os padrões observados. Creio que em *Anadenanthera*, a baixa taxa de crescimento dos indivíduos, associada a uma freqüente quebra de ramos e conseqüente passagem para classes de tamanho menores dos indivíduos, seja mais importante. Para *Xylopia*, talvez a mortalidade de indivíduos menores seja o fator preponderante. No caso de *Copaifera*, talvez exista o efeito de uma alta mortalidade de sementes (estádio anterior aos amostrados) e uma baixa taxa de crescimento dos jovens estabelecidos.

Relações de Densidade

A densidade de adultos parece não ter uma influência simples e direta na densidade de jovens, o mesmo ocorrendo

com relação à área basal de adultos. Pode-se verificar que tanto no caso de *Anadenanthera* (Figs. 5 e 6) como no de *Copaifera* (Figs. 30 e 31) os dados parecem não indicar uma relação clara entre essas variáveis, exceto para *Anadenanthera* em Assis (Fig. 5b).

Oliveira et al. (1989) indicam correlações positivas entre a densidade de adultos e a de plântulas para *Kielmeyera coriacea*. Além disso, os autores obtiveram correlações negativas entre a cobertura arbórea e a densidade de adultos e entre a cobertura herbácea e a densidade de plântulas. Embora não tenham sido obtidos dados quantitativos para as espécies aqui estudadas, observações feitas em Moji Guaçu, sugerem que a cobertura herbácea pode ter influência sobre a densidade de plântulas, tanto para *Anadenanthera falcata*, como para *Copaifera langsdorffii*. Da mesma forma, a cobertura arbórea, bem como a estrutura fitossociológica local, pode ter uma influência sobre as densidades de jovens em cada parcela.

Ramírez (1978) aponta que a idade da árvore parental, o número de anos que ela tenha permanecido fértil, o tamanho e forma das copas, bem como a duração dos ciclos de frutificação, têm um grande efeito no número e estrutura etária da progênie em *Copaifera pubiflora*. Além da possibilidade de ocorrerem diferenças individuais entre os adultos com relação à produção de sementes, diferenças quanto à sobrevivência e/ou germinação de sementes, dependentes do adulto parental e/ou das condições locais,

podem ocorrer. Deve-se considerar ainda, que uma maior densidade da vegetação arbórea tende a proporcionar maiores níveis de sombreamento, podendo implicar em competição por sítios de estabelecimento (Augsburger 1984).

Tais situações sugerem que estudos sobre os efeitos da densidade na sobrevivência, desenvolvimento e reprodução em populações das espécies em estudo, devem considerar as interações locais e individuais entre plantas, pois qualquer assimetria nas performances individuais podem levar a uma contribuição desproporcional de certos indivíduos na progênie da próxima geração (Silander & Pacala 1985), podendo influir na estrutura genética, na dinâmica e nos padrões de regeneração no tempo dessas populações.

Relações entre Densidade, Altura e Distância

Em nenhum dos casos analisados, a densidade de indivíduos parece ter uma influência direta sobre o tamanho dos jovens (Figs. 7, 8, 32 e 33).

Geralmente é esperado que a densidade de plantas tenha um efeito sobre a mortalidade ou o desenvolvimento dos indivíduos. Uma das generalizações mais citadas em experimentos sobre o efeito da densidade em plantas, refere-se à relação derivada por Yoda et al. (1963), conhecida geralmente como a lei dos $-3/2$ (onde uma variação da ordem de duas vezes na densidade, corresponde a uma variação inversa da ordem de três vezes no peso médio dos indivíduos sobreviventes). Vários exemplos podem ser encontrados na

literatura, com plantas de várias espécies e formas de vida (para uma referência sobre o assunto, ver Harper 1977 e Silvertown 1982). Os estudos nesse sentido, envolvendo árvores são raros (Harper 1977). Harper (1977) faz uma breve revisão, descrevendo alguns experimentos com árvores e os resultados indicam uma pequena influência da densidade na altura dos indivíduos. Cabe porém ressaltar, que todas essas relações envolvem estudos experimentais, feitos com populações monoespecíficas das espécies em estudo.

No caso apresentado aqui, temos populações de espécies arbóreas, desenvolvendo-se em ambientes naturais, conjuntamente com inúmeras outras espécies. Além disso, as populações são compostas de indivíduos de várias idades e a análise em questão refere-se aos jovens. Neste caso, deve-se considerar um conjunto de fatores, muitas vezes antagônicos, interferindo nas populações, os quais geralmente são muito difíceis de separar sem experimentos bem planejados, que permitam não só uma avaliação da importância de cada fator isoladamente, como também da ação conjunta destes.

A densidade de adultos nos casos analisados, teve um efeito sobre a distância média de jovens a adultos (Figs. 10 e 34). Entretanto, a densidade de jovens não apresentou relação com a distância média de jovens a adultos (Figs. 11 e 35). No primeiro caso, a relação é quase que óbvia. Quanto maior o número de adultos nas parcelas, menor deve ser a distância média de jovens a adultos, pois aumenta o número de adultos referenciais em potencial. Dessa forma, o

resultado é consequência do método e indica apenas que as distâncias médias obtidas não devem ser consideradas em termos absolutos. No segundo caso, os resultados indicam que a densidade de jovens não altera o padrão espacial de jovens na população, sugerindo que a densidade não tem um efeito sobre a mortalidade ou sobre as probabilidades de estabelecimento de jovens.

Padrão Espacial de Recrutamento

Os dados sobre a distribuição de jovens com relação à adultos (Figs. 12, 36 e 53), indicam que o número de jovens diminui com o aumento da distância a adultos, com exceção das primeiras classes de distância, onde esse número geralmente é baixo. Se considerarmos que o raio da copa de adultos de *Anadenanthera falcata* e *Copaifera langsdorffii* mede cerca de 3 a 4m em média e o de *Xylopia aromatica* mede cerca de 1m em média, pode-se inferir que a arquitetura das copas tem um efeito sobre as distribuições observadas nas proximidades dos adultos. A distâncias maiores, fora da influência das copas, o número de jovens parece diminuir com o aumento da distância a adultos.

As distribuições obtidas aqui, são semelhantes àquelas encontradas por Ramírez (1978) para *Copaifera pubiflora*, por Hubbell (1979) para 5 espécies na Costa Rica, por Leite et al. (1982) para *Pithecolobium racemosum*, por Augspurger (1983b, 1984) para 9 espécies no Panamá e por Moreira (1987) para *Emmotum nitens*. Entretanto, ela difere daquela

apresentada por Fleming & Williams (1990) para *Cecropia peltata*. Uma rápida comparação entre todas essas distribuições, chama a atenção para o fato de que as escalas de distância utilizadas pelos diferentes autores são distintas. Isso certamente tem um efeito sobre a forma da distribuição obtida como se pode ver na figura 36b, para *Copaifera*. Além disso, alguns autores consideram o número de indivíduos, enquanto outros a densidade, o que tem efeitos consideráveis, alterando completamente a distribuição (ver Clark & Clark 1984). Finalmente, não há como concluir a partir de tais distribuições, o efeito da distância a adultos nas probabilidades de estabelecimento, pois isso depende do grupamento de estádios de desenvolvimento feitos previamente pelo pesquisador, muitas vezes, como é o caso dos dados apresentados aqui, dando igual importância a jovens em diferentes estádios de desenvolvimento.

Ramírez (1978) cita que embora o número de indivíduos seja maior próximo a plantas adultas, a idade média dos indivíduos é maior a distâncias maiores para *Copaifera pubiflora*. Segundo Fox (1977), as árvores adultas criam microhabitats nas suas proximidades, reduzindo os riscos de mortalidade das plântulas. Entretanto, esses indivíduos têm o seu crescimento reduzido devido ao efeito de sombreamento pela copa dos adultos.

Nos casos analisados aqui, não foi obtido um padrão claro que mostrasse um efeito da distância sobre o tamanho médio dos indivíduos jovens. De todos os casos analisados

(Figs. 13, 37 e 54), apenas um (*Anadenanthera* em Itirapina) apresentou diferenças quanto à altura média dos jovens nas diferentes classes de distância a adultos. Mesmo neste caso, essas diferenças não sugerem um padrão de aumento na altura média com a distância.

Da mesma forma, Clark & Clark (1984) sugerem uma comparação da distância média entre jovens de diferentes estádios, como um indicador de um efeito da distância sobre o recrutamento de novos indivíduos. Mesmo considerando os problemas apontados por Clark & Clark (1984) sobre a utilização de dados obtidos em apenas um instante no tempo e, considerando que as distâncias aqui obtidas são entre jovens e adultos, e não entre jovens de um mesmo estágio de desenvolvimento como o sugerido, os dados obtidos (Figs. 14, 38 e 55) não indicam diferenças na distância média entre as classes de tamanho ou, quando indicam não sugerem um mecanismo simples que gere um aumento na distância média com um aumento de tamanho dos indivíduos. Ao contrário, nestes casos, as diferenças encontradas sugerem efeitos diferentes em várias etapas de desenvolvimento dos indivíduos, algumas vezes levando a um maior espaçamento e posteriormente a uma maior agregação.

A análise das estruturas de tamanho por classe de distância (Figs. 15, 39 e 56), indica que as distribuições em todos os casos são bastante semelhantes à estrutura geral (Figs. 3, 28 e 51). Além disso, as curvas de estabelecimento ajustadas, indicam que as chances de estabelecimento são as

mesmas, independentes da distância (Tabs. IV, VII e XI), variando apenas as elevações das curvas, indicando diferenças somente no número inicial de jovens a cada distância. Tais resultados indicam que, para as três espécies aqui estudadas, os padrões de regeneração são semelhantes nas diferentes áreas e, independem da distância a adultos da mesma espécie, pelo menos após a dispersão e germinação de sementes.

Finalmente, uma análise das freqüências relativas de jovens de diferentes estádios de desenvolvimento (Figs. 16, 40 e 57) indica que embora o padrão geral de recrutamento para cada espécie seja semelhante nas diferentes áreas, eles parecem ser resultado de diferentes processos dependentes da distância, agindo diferencialmente em diferentes estádios de desenvolvimento dos indivíduos. Os resultados obtidos sugerem que as chances de estabelecimento dos indivíduos com relação à distância, varia entre as diferentes classes de tamanho de jovens, sendo que na maioria dos casos observados essa variação ocorre em sentidos opostos, se anulando, tendo como resultante, um padrão que parece ser independente da distância.

Augsburger (1983a) cita que as distâncias de recrutamento de diferentes coortes de *Platypodium elegans* não são constantes ao longo do tempo e que o acúmulo destas variações determina o padrão espacial dos indivíduos na população. Uma situação semelhante pode estar acontecendo com as espécies em estudo. Entretanto, temos que considerar

ainda, que a heterogeneidade espacial e interferência interespecífica podem influir nos padrões espaciais, mascarando possíveis efeitos dependentes da distância e/ou densidade.

Direcionamento no Padrão Espacial de Recrutamento

Quanto às distribuições de jovens em cada quadrante, não foram observadas tendências a um padrão de direcionalidade no recrutamento de novos indivíduos nas populações de *Anadenanthera* e *Copaifera*.

Alencar (1984), sugere para *Copaifera multijuga*, que embora as sementes sejam barocóricas, os ventos predominantes têm influência na dispersão de sementes e no padrão de distribuição da regeneração natural, observado em uma população dessa espécie na Amazônia Central. Da mesma forma, Mantovani (1983) cita que *Anadenanthera falcata* apresenta síndrome de dispersão anemocórica. Embora não pareça ser o caso, dado o formato e peso das sementes, é possível que o vento tenha influência na dispersão de sementes desta espécie.

Embora em algumas parcelas se tenha observado uma tendência à direcionalidade, esta foi variável entre as unidades amostrais, provavelmente devido a variações na conformação das copas, densidade de galhos e folhas e nas composições particulares de cada parcela.

CONCLUSÕES

Vários métodos têm sido usados no sentido de verificar padrões espaciais e padrões de recrutamento de indivíduos nas populações (ver Clark & Clark 1984, Hamill & Wright 1986, Sterner et al. 1986, Moreira 1987, dentre outros). Nem sempre porém, as premissas que estão por trás da utilização dos métodos são explicitadas ou, em alguns casos, nem mesmo consideradas.

Um dos problemas a serem considerados em estudos sobre padrões espaciais e padrões de regeneração em plantas, está relacionado ao fato de que tais estudos, tratam sempre de dados obtidos não só em um determinado período de tempo, como também em uma determinada área, com um determinado tipo de vegetação. As generalizações então são feitas sem considerar possíveis variações quanto à abundância e padrão espacial das espécies entre áreas e entre tipos de vegetação. Como sugere McCanny (1985), os padrões de recrutamento podem variar não só entre espécies em um dado ambiente, como também entre ambientes para uma dada espécie. Além disso, a escala espacial nem sempre é considerada na análise dos dados. Todas essas considerações são imprescindíveis como se pode verificar pelos resultados obtidos neste estudo.

Um outro problema, talvez ainda mais sério, é a demasiada importância dada à obtenção de dados que corroborem os modelos teóricos propostos por Janzen (1970) e

Connell (1971) de um lado, e por Hubbell (1979) de outro. Uma passagem pela literatura existente sobre padrões de recrutamento em plantas, indica que a maioria dos trabalhos tem como objetivo final, o enquadramento dos resultados obtidos dentro de um ou outro modelo. Deixando de lado discussões sobre a testabilidade dos modelos e sobre os métodos utilizados, verifica-se em alguns casos que, tal enquadramento muitas vezes é feito muito mais baseado em uma assunção do modelo do que por evidências contidas nos resultados.

A primeira questão colocada, sobre a existência de um padrão entre áreas de cerrado para uma mesma espécie, deve ser respondida em duas partes. Se considerarmos as estruturas obtidas nas diferentes áreas para cada espécie, a resposta deve ser sim. Se considerarmos os resultados obtidos nas análises sobre as freqüências observadas e esperadas de indivíduos a diferentes distâncias de adultos, a resposta é pelo menos de que se existe um padrão comum na estrutura das populações, esse padrão é consequência de diferentes processos, agindo em diferentes fases no desenvolvimento das plantas.

A segunda questão colocada, sobre a existência de um padrão entre espécies em uma mesma área de cerrado, também merece uma resposta em duas etapas. Se considerarmos como padrão as estruturas de tamanho obtidas, a resposta é não. Entretanto, se considerarmos que para todas as espécies, as chances de estabelecimento parecem ser independentes da

distância, bem como a maioria das relações obtidas entre as variáveis analisadas, a resposta pode ser sim, pelo menos para as três espécies estudadas aqui, nas áreas onde foram estudadas.

A terceira questão, se existe um padrão comum para espécies de cerrado, tem como resposta não. Neste caso, não só as estruturas observadas aqui são diferentes, como também os processos são distintos daqueles obtidos para *Emmotum nitens* por Moreira (1987) e para *Kielmeyera coriacea* por Oliveira et al. (1989).

Finalmente, a quarta questão sobre a existência de um padrão diferencial entre espécies com diferentes abundâncias locais, não pode ser respondida concretamente, baseada nos dados disponíveis. Dado que a maioria dos estudos existentes trata de espécies pouco abundantes localmente e, considerando que o presente estudo apresenta dados sobre três espécies altamente abundantes nas áreas de estudo, poder-se-ia concluir que os padrões obtidos aqui seriam comuns a espécies altamente abundantes. Ou ainda, utilizar um argumento circular, no qual os padrões obtidos são consequência do fato das espécies serem altamente abundantes nas áreas de estudo. Dados para *Scheelea rostrata* (Wilson & Janzen 1972), indicam uma ausência de mortalidade dependente da distância. Entretanto, os mesmos dados indicam uma mortalidade dependente da densidade, da mesma forma que os dados de Oliveira et al. (1989) para *Kielmeyera coriacea*. Ambas as espécies são citadas como altamente abundantes nos

locais de estudo. Por outro lado, Moreira (1987) indica que a distância a adultos tem um efeito sobre as probabilidades de estabelecimento de *Emmotum nitens*, a qual a autora cita como altamente abundante na área, embora as distâncias apresentadas entre adultos sejam na maioria grandes. Observações feitas em áreas de cerrado em Brasília, nas quais *Copaifera langsdorffii* é citada como espécie abundante e comum, mostraram um padrão diferente daquele obtido nas áreas de cerrado de São Paulo. A quase ausência de indivíduos jovens ao redor de adultos, sugere padrões diferentes nessas áreas. De qualquer forma, a questão permanece e merece um estudo mais detalhado sobre as relações entre abundância e padrões de regeneração.

Todas essas situações servem para chamar a atenção de que as estratégias das plantas têm que ser consideradas em estudos sobre padrões de regeneração, antes que se possa fazer generalizações e inferências acerca do comportamento geral esperado, tanto a nível da espécie envolvida, como a nível dos ambientes em que foram desenvolvidos os trabalhos.

BIBLIOGRAFIA

- Abrahamsen, W.G. 1980. Demography and vegetative reproduction. In: Demography and Evolution in Plant Populations (O.T. Solbrig, ed.). Blackwell Sci. Publi., Oxford. p. 89-106.
- Alencar, J. da C. 1984. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne - Leguminosae, na Amazônia Central. 3. Distribuição espacial da regeneração natural pré-existente. *Acta Amazonica* 14: 255-279.
- Augsburger, C.K. 1980. Mass-flowering of a tropical shrub (*Hybanthus prunifolius*): influence on pollinator attraction and movement. *Evolution* 34:475-488.
- Augsburger, C.K. 1983a. Seed dispersal of the tropical tree, *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. *Journal of Ecology* 71: 759-771.
- Augsburger, C.K. 1983b. Offspring recruitment around tropical trees: changes in cohort distance with time. *Oikos* 40: 189-196.
- Augsburger, C.K. 1984. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. *Ecology* 65: 1705-1712.
- Augsburger, C.K. 1987. Wind dispersal of artificial fruits varying in mass, area, and morphology. *Ecology* 68:27-42.
- Blanco, J.G. & Godoy, H. 1967. Carta de Chuvas do Estado de São Paulo. IAC, Campinas.
- Borgonovi, M. & Chiarini, J.V. 1965. Cobertura vegetal do estado de São Paulo. I. Levantamento por fotointerpretação das áreas cobertas com cerrado, cerradão e campo em 1962. *Bragantia* 24: 159-172.
- Carvalho, L.d'A.F. de. 1967. Contribuição ao estudo da nervação foliar das leguminosas dos cerrados. I - Caesalpinioideae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 39: 507-520.
- Clark, D.A. & Clark, D.B. 1984. Spacing dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. *American Naturalist* 124: 769-788.

- Connell, J.H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forest trees. In: *Dynamics of Populations. Proceedings of the Advanced Study Institute on Dynamics of Numbers in Populations*, Oosterbeek, 1970 (P.J. den Boer & G.R. Gradwell, eds.). Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Cook, R. 1980. The biology of seeds in the soil. In: *Demography and Evolution in Plant Populations* (O.T. Solbrig, ed.). Blackwell, Oxford. p. 107-129.
- Costa, R.B. da. 1988. Avaliação do sistema reprodutivo de *Anadenanthera falcata* Benth., *Vochysia tucanorum* Mart. e *Xylopia aromatica* Baill. em área de cerrado no município de Itirapina - Estado de São Paulo. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Crestana, C. de S.M. & Giannotti, E. 1985. Biologia de polinização de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae), o "óleo de copaíba". Resumos do V Congresso Anual da Sociedade Botânica de São Paulo. p. 42.
- Davis, R.B. 1970. Seasonal differences in internodal lengths in *Cecropia* trees; a suggested method for measurement of past growth in height. *Turrialba* 20: 100-104.
- Deevey, E.S. 1947. Life tables for natural populations of animals. *Quarterly Review of Biology* 22:283-314.
- Dirzo, R. & Domínguez, C.A. 1986. Seed shadows, seed predation and the advantages of dispersal. In: *Frugivores and Seed Dispersal* (A. Estrada & T.H. Fleming, eds.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. p. 237-249.
- Durigan, G., Saraiva, I.R., Gurgel Garrido, L.M. do A., Garrido, M.A. de O. & Peche Filho, A. 1987. Fitossociologia e evolução da densidade da vegetação do cerrado, Assis, SP. *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo* 41: 59-78.
- Ferri, M.G. 1969. *Plantas do Brasil. Espécies do Cerrado*. Editora Edgard Blucher e Editora da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.
- Fleming, T.H. & Heithaus, E.R. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica* 13 (supl.): 45-53.

- Flemming, T.H. & Williams, C.F. 1990. Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican tropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology* 6: 163-178.
- Ford, E.D. 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. *Journal of Ecology*, 63: 311-333.
- Ford, E.D. & Diggle, P.J. 1981. Competition for light in a plant monoculture modelled as a spatial stochastic process. *Annals of Botany*, 48: 481-500.
- Forget, P.M. 1989. La régénération naturelle d'une espèce autochore de la forêt Guyanaise: *Eperua falcata* Aublet (Caesalpinaceae). *Biotropica* 21: 115-125.
- Fox, J.F. 1977. Alternation and coexistence of tree species. *American Naturalist*, 111: 69-89.
- Freitas, F.G. & Silveira, C.O. 1977. Principais solos sobre vegetação de cerrado e sua aptidão agrícola. In: IV Simpósio sobre o Cerrado (M.G. Ferri, coord.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 155-195.
- Gatsuk, L.K., Smirnova, O.V., Vorontzova, L.I., Zaugolnova, L.B. & Zhukova, L.A. 1980. Age states of plants of various growth forms: a review. *Journal of Ecology* 68: 675-696.
- Giannotti, E. 1986. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina (SP). Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Gibbs, P.E., Leitão Filho, H. de F. & Shepherd, G. 1983. Floristic composition and community structure in an area of cerrado in SE Brazil. *Flora* 173: 433-449.
- Goodland, R. & Ferri, M.G. 1979. *Ecologia do Cerrado*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 1983. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. *Sonderbd. naturwiss. Ver. Hamburg* 7: 315-352.
- Hamill, D.N. & Wright, S.J. 1986. Testing the dispersion of juveniles relative to adults: a new analytic method. *Ecology* 67:952-957.

- Hamrick, J.L. & Loveless, M.D. 1986. The influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of plant populations. In: *Frugivores and Seed Dispersal* (A. Estrada & T.H. Fleming, eds.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. p. 211-223.
- Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
- Harper, J.L. 1982. After description. In: *The Plant Community as a Working Mechanism* (E.I. Newman, ed.). Blackwell Sci. Publi., Oxford. p. 11-25.
- Harper, J.L. & White, J. 1974. The demography of plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:419-463.
- Hay, J.D. 1990. Aspects of plant population ecology in neotropical savannas and cerrados. *Resumos do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*. p. 46.
- Hay, J.D. & Barreto, E.J.M. 1988. Natural mortality of *Vochysia thyrsoidea* in an unburnt cerrado ecosystem near Brasília. *Biotropica* 20:274-279.
- Henriques, R.P.B. & Sousa, E.C.E.G. de. 1989. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in Northeastern Brazil. *Biotropica* 21: 204-209.
- Herrera, C.M. 1986. Vertebrate-dispersed plants: why they don't behave the way they should. In: *Frugivores and Seed Dispersal* (A. Estrada & T.H. Fleming, eds.). Dr W. Junk Publishers, Dordrecht. p. 5-18.
- Heringer, E.P., Barroso, G.M., Rizzo, J.A. & Rizzini, C.T. 1977. A flora do cerrado. In: *IV Simpósio sobre o Cerrado* (M.G. Ferri, coord.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 211-232.
- Howe, H.F. 1990. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. *Journal of Tropical Ecology* 6: 259-280.
- Howe, H.F. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Howe, H., Schupp, E. & Westley, L. 1985. Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). *Ecology* 66:781-791.
- Hubbell, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203: 1299-1309.

- Hubbell, S.P. 1980. Seed predation and coexistence of tree species in tropical forests. *Oikos* 35: 214-229.
- Hurlbert, S.H. 1990. Spatial distribution of the montane unicorn. *Oikos* 58: 257-271.
- Huston, M. 1986. Size bimodality in plant populations: an alternative hypothesis. *Ecology* 67: 265-269.
- Jain, S. 1979. Adaptive strategies: polymorphism, plasticity, and homeostasis. In: *Topics in Plant Population Biology* (O.T. Solbrig, S. Jain, G.B. Johnson & P.H. Raven, eds.). Columbia University Press, New York. p. 160-187.
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.
- Janzen, D.H. 1971. Escape of *Cassia grandis* L. beans from predator in time and space. *Ecology* 52: 964-979.
- Janzen, D.H. 1972. Escape in space by *Sterculia apetala* seeds from the *Dysdercus fasciatus* in a Costa Rican deciduous forest. *Ecology* 53: 350-361.
- Janzen, D.H., Miller, G., Hackforth-Jones, J., Pond, M., Hooper, R. & Janos, D. 1976. Two Costa Rican bat generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). *Ecology* 56:1068-1075.
- Kitajima, K. & Augspurger, C.K. 1989. Seed and seedling ecology of a monocarpic tropical tree, *Tachigalia versicolor*. *Ecology* 70:1102-1114.
- Knox, R.G., Peet, R.K. & Christensen, N.L. 1989. Population dynamics in loblolly pine stands: changes in skewness and size inequality. *Ecology*, 70: 1153-1166.
- Labouriau, L.G. 1963. Problemas da fisiologia ecológica dos cerrados. In: *Simpósio sobre o Cerrado* (M.G. Ferri, coord.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 236-276.
- Labouriau, L.G., Valio, I.F.M., Salgado-Labouriau, M.L. & Handro, W. 1963. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de cerrados em condições naturais. *Revista Brasileira de Biologia* 23:227-237.
- Labouriau, L.G., Valio, I.F.M. & Heringer, E.P. 1964. Sobre o sistema reprodutivo de plantas dos cerrados - I. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 36:449-464.

- Leite, A.M.C. & Rankin, J.M. 1981. Ecologia de plântulas de *Pithecolobium racemosum* Ducke. 1 - Número de distribuição dos indivíduos. *Acta Amazonica* 11: 19-34.
- Leite, A.M.C., Rankin, J.M. & Lleras, E. 1982. Ecologia de plântulas de *Pithecolobium racemosum* Ducke. 2. O comportamento populacional de plântulas. *Acta Amazonica*, 12: 529-548.
- Leite, A.M.C. & Salomão, A.N. 1991. Estrutura populacional de regenerantes de copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em mata ciliar do Distrito Federal. Resumos do XLII Congresso Nacional de Botânica. p. 128.
- Leite, E.J. & Hay, J.D. 1989. Regeneração natural de garapa, *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr., numa reserva genética. *Ciência e Cultura*, 41: 804-807.
- Levin, D.A. & Kerster, H.W. 1974. Gene flow in seed plants. *Evolutionary Biology* 7: 139-220.
- McCanny, S.J. 1985. Alternatives in parent-offspring relationships in plants. *Oikos* 45: 148-149.
- Machado, J.W.B. 1990. Relação origem/solo e tolerância à saturação hídrica de *Copaifera langsdorffii* Desf. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- Mantovani, W. 1983. Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- Mantovani, W. 1987. Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo-subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu e em Itirapina, SP. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- Mantovani, W. & Martins, F.R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11: 101-112.
- Moreira, A.G. 1987. Aspectos demográficos de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers (Icacinaceae) em um cerradão distrófico no Distrito Federal. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Moreira, A.G. 1990. Dispersão e estabelecimento em plantas dos cerrados. Resumos do VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo. p.35.

- Murray, K.G. 1986. Consequences of seed dispersal for gap-dependent plants: relationships between seed shadows, germination requirements, and forest dynamic processes. In: *Frugivores and Seed Dispersal* (A. Estrada & T.H. Fleming, eds.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. p. 187-198.
- Nimer, E. 1979. Um modelo metodológico de classificação de climas. *Revista Brasileira de Geografia* 41: 58-89.
- Oliveira, P.E.A.M. de, Ribeiro, J.F. & Gonzales, M.I. 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kielmeyera coriacea* Mart. de cerrados de Brasília. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 39-47.
- Oliveira e Souza, M.H.A. de. 1977. Alguns aspectos ecológicos da vegetação na represa do Lobo (Brotas - Itirapina, SP). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Pinho, R.A. de. 1966. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos cerrados - I. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 38 (suplemento): 113-136.
- Platt, W.J. & Hermann, S.M. 1986. Relationships between dispersal syndrome and characteristics of populations of trees in a mixed-species forest. In: *Frugivores and Seed Dispersal* (A. Estrada & T.H. Fleming, eds.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. p. 309-321.
- Rabinowitz, D. 1979. Bimodal distributions of seedling weight in relation to density of *Festuca paradoxa* Desv. *Nature*, 277: 297-298.
- Ramírez, N.L. 1978. Dinámica demográfica, depredación de semillas y mecanismos de dispersión em *Copaifera pubiflora* Benth (Leguminosae: Caesalpinioideae). Trabalho de Graduação. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Ramírez, N. & Arroyo, M.K. 1982. Mecanismo de dispersión y dinámica de regeneración en *Copaifera pubiflora* Benth. (Caesalpinioideae) en los Altos Llanos Centrales de Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 140: 291-311.
- Ramírez, N. & Arroyo, M.K. 1987. Variación espacial y temporal en la depredación de semillas de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) en Venezuela. *Biotropica* 19: 32-39.

- Ramírez, N. & Arroyo, M.K. 1990. Estructura poblacional de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) en los Altos Llanos Centrales de Venezuela. *Biotropica* 22:124-132.
- Ratter, J.A. 1971. Some notes on two types of cerrado occurring in north eastern Mato Grosso. In: III Simpósio sobre o Cerrado (M.G. Ferri, coord.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 100-102.
- Raw, A. & Hay, J.D. 1985. Fire and other factors affecting a population of *Simaruba amara* in a "Cerradão" near Brasília, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 9: 101-107.
- Rizzini, C.T. 1962. Preliminares acerca das Formações Vegetais e do Reflorestamento no Brasil Central. Serviço de Informações Agrícolas, Rio de Janeiro.
- Rizzini, C.T. 1971a. Aspectos ecológicos da regeneração em algumas plantas do cerrado. In: III Simpósio sobre o Cerrado (M.G. Ferri, coord.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 61-64.
- Rizzini, C.T. 1971b. Sobre as principais unidades de dispersão do cerrado. In: III Simpósio sobre o Cerrado (M.G. Ferri, coord.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 117-132.
- Rizzini, C.T. 1979. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Editora HUCITEC e Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Sarukhán, J., Piñero, D. & Martínez-Ramos, M. 1985. Plant demography: a community-level interpretation. In: *Studies on Plant Demography* (J. White, ed.). Academic Press, London. p. 17-31.
- Silander, J.A. & Pacala, S.W. 1985. Neighborhood predictor of plant performance. *Oecologia*, 66: 256-263.
- Silberbauer-Gottsberger, I., Morawetz, W. & Gottsberger, G. 1977. Frost damage of cerrado plants in Botucatu, Brazil as related to the geographical distribution of the species. *Biotropica*, 9: 253-261.
- Silberbauer-Gottsberger, I. & Gottsberger, G. 1984. Cerrado-cerradão. A comparison with respect to number of species and growth forms. *Phytocoenologia*, 12: 293-303.
- Silvertown, J.W. 1982. Introduction to Plant Population Ecology. Longman, London.

- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1969. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Solbrig, O.T. & Solbrig, D.J. 1984. Size inequalities and fitness in plant populations. In: *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*. vol. 1. (R. Dawkins & M. Ridley, eds.). p. 141-159.
- Sterner, R.W., Ribic, C.A. & Schatz, G.K. 1986. Testing for life historical changes in spatial patterns of four tropical tree species. *Journal of Ecology* 74: 621-633.
- Toledo Filho, D.V. de. 1984. *Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado no município de Luis Antônio (SP)*. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- Turner, I.M. 1990. Tree seedling growth and survival in a Malaysian rain forest. *Biotropica* 22: 146-154.
- Veiga, A.A. 1975. *Balancos Hídricos da dependências da Divisão de Florestas e Estações Experimentais*. Instituto Florestal, São Paulo.
- Webb, L.J., Tracey, J.G. & Williams, W.T. 1972. Regeneration pattern in the subtropical rain forest. *Journal of Ecology*, 60: 675-695.
- Weiner, J. & Solbrig, O.T. 1984. The meaning and measurement of size hierarchies in plant populations. *Oecologia* 61: 334-336.
- Weiner, J. & Thomas, S.C. 1986. Size variability and competition in plant monocultures. *Oikos*, 47: 211-222.
- Whitmore, T.C. 1975. *Tropical Rain Forest of the Far East*. Claredon Press. Oxford.
- Wilson, D.E. & Janzen, D.H. 1972. Predation on *Scheelea* palm seeds by bruchid beetles: seed density and distance from the parent palm. *Ecology*, 64: 1016-1021.
- Yoda, K., Kira, T., Ogawa, H. & Hozumi, K. 1963. Self thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. *Journal of Biology*. Osaka City University, 14: 107-129.