

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
INSTITUTO DE BIOLOGIA – IB



HÉLIDA BRUNO NOGUEIRA BORGES

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

BIOLOGIA REPRODUTIVA E CONSERVAÇÃO DO ESTRATO LENHOSO
NUMA COMUNIDADE DO CERRADO

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)
Hélida Bruno Nogueira Borges
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Tese apresentada ao Instituto de Biologia
para obtenção do Título de Doutor em
Biologia Vegetal.

18/12/2000

ORIENTADOR: GEORGE J. SHEPHERD

CAMPINAS — SÃO PAULO
2000

2001.00086

N.º CHAMADA:	
F. UNICAMP	
8.6429	
V.	Ex.
TOMBO BC/ 43794	
PROC. 16-392107	
C ☐	D ☒
PREC. R\$ 11,00	
DATA 14/02/07	
N.º CPD	

CM-00154291-3

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP**

B644b **Borges, Hélida Bruno Nogueira**
 Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do Cerrado./Hélida Bruno Nogueira Borges. - -
 Campinas, SP. [s.n.], 2000.
 158f: illus.

Orientador: George J. Shepherd
 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia.

1. Cerrado. 2. Biologia reprodutiva. 3. Árvores. 4. Arbustos. 5. Conservação. I. Shepherd, George J. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Campinas, 18 de dezembro de 2000

Banca Examinadora:

Prof. Dr. George John Shepherd (orientador)

Prof^a. Dr^a. Ana Angélica Barbosa

Prof. Dr. Paulo Eugenio de Oliveira

Prof^a. Dr^a. Roseli Buzzanelli Torres

Prof. Dr. João Semir

Prof^a. Dr^a. Marlies Sazima

Prof^a. Dr^a. Angela Borges Martins

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

AGRADECIMENTOS

Ao Professor George John Shepherd pela orientação e por ser um exemplo de bom profissional, aquele que tem domínio do conhecimento e também sabe ser ético e tem respeito pelo trabalho do outro.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas – CNPq pelo apoio financeiro.

Aos professores doutores Ana Angélica Barbosa (UFU), Paulo Eugênio de Oliveira (UFU), Roseli B. Torres (IAC) e João Semir (UNICAMP) pela leitura crítica e sugestões na pré-banca e presença na banca.

As professoras doutoras Marlies Sazima (UNICAMP) e Ângela Borges Martins (UNICAMP) pela participação como suplentes da banca.

Aos professores do Departamento de Botânica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) pela atenção e formação profissional durante o período de pós-graduação.

A Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), por permitir o desenvolvimento deste trabalho na Fazenda Experimental.

Aos especialistas que identificaram as espécies de plantas citadas no presente trabalho — Ângela Borges Martins (UNICAMP), Carlos Vítor Mendonça Filho (Pós-Biologia Vegetal), Graziela M. Barroso (Jardim Botânico do Rio de Janeiro), Jorge P.P. Carauta (FEEMA–RJ), Kykyo Yamamoto (UNICAMP), Lúcia Kawazaki (Instituto de Botânica–SP), Maria Cândida Mamede (Instituto de Botânica–SP), e Washington M. Ferraz (UNICAMP).

Aos especialistas que identificaram as espécies de insetos citadas no presente trabalho — Ângelo Pires do Prado (UNICAMP), Elder Morato (UFAC), Fernando Silveira (UFMG), Germano Henrique Rosado Neto (UFPR), James Carpenter (American Museum of Natural History), Keith Brown (UNICAMP) e Servio Túlio Amarante (Museu de Zoologia da USP).

Aos gerentes da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Alício Nunes Domingues e João Batista Ramos, pelo apoio nos trabalhos de campo.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pela atenção e gentileza.

Ao professor Otávio Peres Filho por permitir o uso dos equipamentos do Laboratório de Proteção Florestal, Faculdade de Engenharia Florestal (UFMT).

Aos funcionários Alberto Dorval e Manoel Lauro da Silva do Laboratório de Proteção Florestal, Faculdade de Engenharia Florestal (UFMT), pela atenção e gentileza.

Aos funcionários do Instituto de Biociência (UFMT), Libério Amorim Neto e Hélio Ferreira pelos cuidados com material botânico coletado na Fazenda Experimental.

A Iara pelo carinho e auxílio na coleta de dados no Laboratório de Biossistemática do Departamento de Botânica (UNICAMP).

Aos funcionários do Departamento de Botânica (UNICAMP), especialmente o Tião, Maria Lúcia e João, pela atenção e gentileza.

Aos funcionários dos herbários da Universidade Estadual de Campinas (UEC) e da Universidade Federal de Mato Grosso (CCH) pela atenção durante as consultas ao acervo.

Ao Eduardo Borba pelo auxílio na preparação das figuras (fotografias e desenhos) da tese.

A Tereza Grombone Guaratini, meu agradecimento especial, pelo carinho, companheirismo e solidariedade. São pessoas como ela que nos ensinam o sentido da palavra amizade.

A Edna, Sandra e Roseli pela amizade e solidariedade nos momentos que precisei estar em Campinas.

Aos colegas de pós-graduação do Departamento de Botânica (UNICAMP) pela convivência sempre gentil e bem humorada nestes anos de estudo.

A meus pais e irmãos pelo apoio incondicional e grande paciência durante os anos de doutoramento.

ÍNDICE

Lista de Figuras	xi
Lista da Tabelas	xiii
Anexos	xv
Resumo	xvii
Abstract	xix

INTRODUÇÃO GERAL

.....	01
-------	----

CAPÍTULO 1 O ESTRATO LENHOSO — FLORA E ESTRUTURA

Introdução	05
Material e Métodos	06
Resultados	09
Flora	09
Estrutura	12
Perturbações Ambientais	14
Discussão	15
Conclusão	18

CAPÍTULO 2 REPRODUÇÃO SEXUADA — ASPECTOS ECOLÓGICOS FENOLOGIA, POLINIZAÇÃO E DISPERSÃO

Introdução	19
Material e Métodos	20
Resultados	21
Fenologia Reprodutiva	21
Sistemas de Polinização	27
Sistemas de Dispersão	33
Densidade Populacional	34
Discussão	37
Conclusão	47
Anexos	49

CAPÍTULO 3
REPRODUÇÃO SEXUADA — ASPECTOS FUNCIONAIS
I. ESTRATO LENHOSO: SISTEMAS SEXUAIS E REPRODUTIVOS

Introdução	61
Material e Métodos	62
Resultados	63
Sistema Sexual	63
Sistema Reprodutivo	65
Produção Natural de Frutos	67
Discussão	70
Conclusão	77
Anexos	79

CAPÍTULO 4
REPRODUÇÃO SEXUADA — ASPECTOS FUNCIONAIS
II. ESPÉCIES: SISTEMAS REPRODUTIVOS

Introdução	85
Material e Métodos	85
Resultados	86
Sistema Reprodutivo	86
Pólen — Viabilidade	90
Discussão	91
Conclusão	96

CAPÍTULO 5
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E REBROTAMENTO

Introdução	97
Material e Métodos	98
Resultados	99
Propagação Vegetativa e Capacidade de Regeneração	99
Sistemas Subterrâneos	101
Propagação Vegetativa Vs. Reprodução Sexuada	118
Discussão	123
Conclusão	129
Anexo	131

CAPÍTULO 6
COMUNIDADE VS. CONSERVAÇÃO

Introdução	133
A Comunidade	134
Vulnerabilidade – Causas e Conseqüências	135
Perspectivas de Conservação	139
Considerações Finais	143

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

.....	145
-------	-----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 – O ESTRATO LENHOSO

Figura 1 – Localização da área sob estudo	06
Figura 2 – Diagrama climático — 1981/1997	07

CAPÍTULO 2 – ASPECTOS ECOLÓGICOS

Figura 1 – Período de floração e de frutificação	22
Figura 2 – Diagrama climático — 1996/1997	22
Figura 3 – Proporção de espécies com flores	24
Figura 4 – Proporção de espécies com frutos	25
Figura 5 – Disponibilidade de recursos florais ao longo do ano	26
Figura 6 – Estruturas reprodutivas – flores e frutos	entre páginas 30 e 31
Figura 7 – Estruturas reprodutivas – flores e frutos	entre páginas 32 e 33
Figura 8 – Estruturas reprodutivas – frutos	entre páginas 36 e 37

CAPÍTULO 3 – ASPECTOS FUNCIONAIS/ESTRATO LENHOSO

Figura 1 – Densidade populacional <i>versus</i> sistemas sexuais	64
Figura 2 – Sistemas sexuais em diferentes formações tropicais	71
Figura 3 – Dioicía no Cerrado	71

CAPÍTULO 5 – PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E REBROTAMENTO

Figura 1 – Sistemas subterrâneos (fotografias)	entre páginas 104 e 105
Figura 2 – Sistemas subterrâneos (desenhos)	entre páginas 106 e 107
Figura 3 – Sistemas subterrâneos (fotografias)	entre páginas 110 e 111
Figura 4 – Sistemas subterrâneos (desenhos)	entre páginas 112 e 113
Figura 5 – Sistemas subterrâneos (desenhos)	entre páginas 116 e 117
Figura 6 – Sistemas subterrâneos (fotografias)	entre páginas 120 e 121
Figura 7 – Sistemas subterrâneos (desenhos)	entre páginas 122 e 123

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – O ESTRATO LENHOSO

Tabela 1 – Relação de espécies — Levantamento florístico	9
Tabela 2 – Similaridade florística entre áreas do Cerrado	12
Tabela 3 – Relação de espécies — Parâmetros fitossociológicos	13

CAPÍTULO 2 – ASPECTOS ECOLÓGICOS

Tabela 1 – Relação entre hábito e duração das fenofases reprodutivas	23
Tabela 2 – Relação entre polinização e duração da floração	26
Tabela 3 – Relação entre polinização e hábito de crescimento	27
Tabela 4 – Características florais gerais <i>versus</i> síndromes de polinização	28
Tabela 5 – Relação entre dispersão e hábito de crescimento	34
Tabela 6 – Picos de atividade reprodutiva no Cerrado	38
Tabela 7 – Sistemas de polinização em Cerrado e floresta tropical	42
Tabela 8 – Sistemas de dispersão no Cerrado	45

CAPÍTULO 3 – ASPECTOS FUNCIONAIS/ESTRATO LENHOSO

Tabela 1 – Relação entre sistemas sexuais e hábito de crescimento	63
Tabela 2 – Sistema reprodutivo de espécies do Cerrado	66
Tabela 3 – Produção natural de frutos de espécies do Cerrado	67
Tabela 4 – Relação entre produção natural de frutos e características funcionais	68
Tabela 5 – Predação de estruturas reprodutivas de espécies do Cerrado	69
Tabela 6 – Relação entre produção natural de frutos e predação de estruturas reprodutivas	70

CAPÍTULO 4 – ASPECTOS FUNCIONAIS/ESPÉCIES

Tabela 3 – Sucesso reprodutivo de espécies do Cerrado	87
Tabela 4 – Sucesso reprodutivo de <i>Rudgea viburnoides</i> Benth.	88
Tabela 5 – Sucesso reprodutivo de <i>Cordia insignis</i> Cham.	88
Tabela 8 – Viabilidade dos grãos de pólen de espécies do Cerrado	91

CAPÍTULO 5 – PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E REBROTAMENTO

Tabela 1 – Características do sistema subterrâneo de espécies do Cerrado	100
Tabela 2 – Características das espécies com sistema subterrâneo escavado	123

CAPÍTULO 6 – COMUNIDADE Vs. CONSERVAÇÃO

Tabela 1 – Relação entre hábito e densidade no estrato lenhoso	136
Tabela 2 – Risco potencial de extinção das espécies lenhosas	140
Tabela 3 – Índice do risco potencial de extinção para 47 espécies	141
Tabela 4 – Índice do risco potencial de extinção para 40 espécies	142

ANEXOS

CAPÍTULO 2 – ASPECTOS ECOLÓGICOS

Anexo 1 – Período de floração — janeiro/1996 a janeiro/1998	49
Anexo 2 – Período de frutificação — janeiro/1996 a janeiro/1998	51
Anexo 3 – Relação das espécies sem atividade reprodutiva	52
Anexo 4 – Características florais — síndromes de polinização	53
Anexo 5 – Relação de visitantes florais	57
Anexo 6 – Características dos frutos — síndromes de dispersão (dados de campo)	59

CAPÍTULO 3 – ASPECTOS FUNCIONAIS/ESTRATO LENHOSO

Anexo 1 – Relação de espécies ordenadas segundo sistema sexual	79
Anexo 2 – Características florais — espécies dióicas e monóicas	81
Anexo 3 – Características dos frutos — espécies dióicas e monóicas	83

CAPÍTULO 5 – PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E REBROTAMENTO

Anexo 1 – Relação de espécies com capacidade de rebrotamento no Cerrado	131
---	-----

RESUMO

A biologia reprodutiva de espécies arbustivo-arbóreas foi avaliada em uma comunidade de cerrado (*sensu stricto*), em Mato Grosso, Brasil. O levantamento florístico revelou um total de 131 espécies, distribuídas em 45 famílias e 92 gêneros determinados, em uma área de 4,9 ha. Estudos sobre a estrutura da comunidade, usando métodos fitossociológicos, envolveram 69% (90/131) das espécies lenhosas; os resultados apontaram densidade populacional mediana de 8 indivíduos/ha. A maioria das espécies exibiu florescimento (83%, 109/131) e frutificação (62%, 81/131), durante dois anos de acompanhamento fenológico. A produção de flores e frutos ocorreu com frequência anual, episódica ou contínua. Entre as espécies com atividade reprodutiva foi observada interação com animais, na polinização das flores (94,5%, 103/109) e na dispersão das sementes (53%, 43/81). A polinização por animais pode ser ordenada em seis sistemas básicos, definidos segundo a categoria de visitantes — abelhas, besouros, mariposas, animais diversos, morcegos e beija-flores. O vento também pode atuar como agente polinizador (5,5%, 6/109) e, principalmente, como dispersor (36%, 29/81). A dispersão de sementes ainda é desenvolvida através de mecanismos autocóricos (11%, 9/81). Seis sistemas sexuais foram identificados no estrato estudado, com maior destaque para o hermafroditismo (77%, 101/131) e a dioícia (15%, 20/131). Informações disponíveis para 60 espécies, revelam que o sistema reprodutivo adotado, pela maioria, é a xenogamia (70%, 42/60), a xenogamia facultativa (25%, 15/60) e a autogamia (3,4%, 2/60). Apenas uma espécie (1,6%, 1/60), deste total, apresenta indícios de agamospermia. Estudos envolvendo sistema subterrâneo, num grupo de 22 espécies, descrevem a ocorrência de propagação vegetativa em sete (32%) e capacidade de regeneração em 16 (73%). Entre as espécies com propagação vegetativa somente uma (*Hexaclamys* aff. *edulis*) não produziu sementes. A baixa densidade populacional registrada para muitas espécies, dependência por animais na polinização e dispersão e a existência de várias espécies com fecundação cruzada obrigatória (auto-incompatíveis e dióicas) conferem fragilidade à comunidade. Para a conservação da mesma, mantendo a integridade de seus processos ecológicos, é necessário que as pressões (fragmentação, isolamento, perturbações) sobre o cerrado estudado sejam minimizadas.

ABSTRACT

The reproductive biology of shrub and tree species was investigated in a cerrado (*sensu stricto*) community in Mato Grosso, Brazil. A survey of the sampling area revealed a total of 131 species belonging to 92 genera and 45 families, in an area of 4.9 ha. A quantitative survey, using phytosociological techniques, included 69% (90/131) of the total of woody species and indicated a median population density of 8 individuals/ha. The majority of the species (83%; 109/131) exhibited some form of reproductive activity during the two years in which phenology was observed, with annual, sub-annual or continuous flower and fruit production. Interactions with animals were observed in pollination (94,5%, 103/109) and in seed dispersion of taxa with reproductive activity (53%, 43/81). Animal pollination was distributed among six basic systems defined by the type of visitor – bees, beetles, moths, bats, humming-bird or mixed animal visitors. Wind was also important both as a pollinating agent (5,5%, 6/109) and especially in dispersion (36%, 29/81). Dispersal also occurs through autochory (11%; 9/81). Six sexual systems were identified, with the majority hermaphrodite (77%, 101/131) or dioecious (15%, 20/131). Information on reproductive systems is available for 60 species, revealing that the most species are xenogamous (70%, 42/60), facultatively xenogamous (25%, 15/60) or autogamous (3,4%, 2/60). Only one species (1,6%, 1/60) showed evidence of agamospermy. Studies of the underground structure of a group of 22 species revealed vegetative reproduction in seven species (32%) and regeneration in 16 (73%). Among the species with vegetative propagation, only one (*Hexaclamys* aff. *edulis*) did not produce seed by sexual reproduction. The low population density observed for many species, dependence on animals for pollination and dispersal and the occurrence of species with obligatory cross-fertilization (self-incompatibility and dioecy) suggest that, in terms of reproduction, this is a relatively fragile community. To conserve this area and maintain its ecological functions, pressures from fragmentation, isolation and perturbation need to be minimized.

INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Cerrado¹ domina grandes extensões do território brasileiro. Aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados, cerca de 22% da superfície do país, apresentam este tipo de cobertura vegetal (Ratter & Dargie 1992). O Cerrado é reconhecido como parte da vegetação savânica encontrada na região neotropical (Sarmiento 1983) e é estruturado por processos naturais ou combinados com ação humana (Hoffmann 1999). Este tipo de vegetação apresenta riqueza de espécies de plantas e animais, grande heterogeneidade espacial e variedade de solos e clima; estas propriedades originam comunidades naturais distintas dentro de seus domínios (Dias 1993).

As características ambientais das savanas resultam em condições ambientais desfavoráveis em função de temperaturas altas no ar e no solo, períodos alternados com grande e pequena disponibilidade de água, solos muito pobres e ainda queimadas ou destruição da parte aérea das plantas por corte ou herbivoria (Sarmiento *et al.* 1985). Diante de tantas limitações ecológicas existe o interesse em compreender como as espécies do Cerrado se multiplicam, ou seja, quais os recursos usados pelas plantas para a o recrutamento de novos indivíduos. Inicialmente alguns pesquisadores defendiam que as condições ambientais exercem forte pressão de seleção sobre esta vegetação favorecendo o predomínio da propagação vegetativa entre as espécies, em função de restrições à germinação de sementes e estabelecimento de plântulas (Rizzini & Heringer 1962, 1966, Rizzini 1971, Ferri 1973). Outros estudiosos acreditavam que este efeito seletivo não se aplicaria a todo o Cerrado, onde muitas espécies são capazes de se reproduzirem por meios sexuais em condições naturais (Labouriau *et al.* 1963, 1964, Válio & Moraes 1966).

Hoje é reconhecido que várias espécies empregam a propagação vegetativa em suas populações (Rachid 1947, Rachid-Edwards 1956, Rizzini & Heringer 1962, 1966, Henriques 1993) e estudos recentes demonstram que as plantas também investem com sucesso no recrutamento de novos indivíduos por mecanismos sexuais (Oliveira & Silva 1993, Hoffmann 1996, 1998). As informações disponíveis, portanto, indicam que no Cerrado tanto a propagação vegetativa como a reprodução sexual são usadas para equilíbrio ou aumento das populações de suas espécies. No momento não se sabe qual a frequência da reprodução sexual e da propagação vegetativa nas comunidades e se estão presentes de forma isolada ou combinada entre as espécies.

Referências sobre aspectos reprodutivos são fundamentais para qualquer discussão envolvendo manejo e conservação de espécies e comunidades tropicais (Bullock 1985, Bawa & Krugman 1991). A conservação assume importância atualmente no Cerrado em função da sua crescente destruição provocada pela forma de ocupação do espaço. Estimativas apontam uma perda de 37% (Dias 1993) a 50% (Silva Jr. 1997) da sua cobertura primitiva; o restante da região exibe somente 7% da área com paisagem natural preservada (Dias 1993). As perspectivas futuras são de continuidade deste processo, impondo a necessidade de medidas que possam assegurar a preservação de ecossistemas próprios da região. Diante deste quadro estudos envolvendo comunidades são valiosos, pois potencialmente oferecem um maior número de informações necessárias para a conservação da vegetação do Cerrado.

Estudos têm procurado compreender como a reprodução é viabilizada nas comunidades do Cerrado. Os resultados revelam que a reprodução sexual é caracterizada por estratégias

¹ No texto o termo **Cerrado** designa a unidade fitogeográfica e **cerrado** o tipo fisionômico (*sensu stricto*).

diferenciadas no florescimento entre as formas de vida (Mantovani & Martins 1988, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000), utilização de diversos sistemas sexuais e de incompatibilidade (Oliveira 1991, Saraiva 1993) e principalmente pelas interações estabelecidas entre plantas e animais polinizadores e dispersores (Barbosa 1997, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983, Oliveira 1991). A propagação vegetativa tem recebido menor atenção por parte de pesquisadores; somente os estudos desenvolvidos por Henriques (1993) e Hoffmann (1998), num cerrado do Distrito Federal, foram encontrados na literatura especializada mais recente.

No Cerrado as comunidades naturais apresentam características fisionômicas, estruturais e florísticas próprias e, como consequência, devem diferir na sua organização biológica. Estas particularidades precisam ser consideradas antes que generalizações sejam desenvolvidas em estudos comparativos entre as mesmas. Desta forma são necessárias observações envolvendo um número significativo de áreas para delinear com precisão padrões ecológicos, agrupar informações geralmente apresentadas isoladamente para espécies e identificar áreas carentes de pesquisas.

O presente trabalho procurou avaliar uma comunidade de cerrado situada em Mato Grosso sob diferentes aspectos reprodutivos, como os mesmos estão associados com a estrutura populacional das espécies e o que podem representar para a conservação da área. Para tanto foram desenvolvidos estudos descritivos e experimentais junto às espécies que compõem o estrato arbustivo-arbóreo tendo por objetivos: (1) descrever a composição florística e estrutura da vegetação, (2) conhecer as alternativas da reprodução sexuada através da caracterização dos sistemas sexual, reprodutivo e de polinização e por inferências sobre os sistemas de dispersão e, (3) verificar a ocorrência de mecanismos assexuados entre espécies através de avaliação sobre a presença de propagação vegetativa e agamospermia e (4) avaliar as perspectivas de conservação da comunidade, tendo como referencial aspectos reprodutivos e estruturais.

A realização deste tipo de estudo representa a obtenção de maior conhecimento sobre a ecologia de um dos componentes básicos do Cerrado, particularmente para a vegetação lenhosa de Mato Grosso, estudada principalmente sob o ponto de vista florístico (ver Oliveira Filho & Martins 1986 e bibliografias citadas) e em menor extensão quanto às características reprodutivas (ver Guarim Neto *et al.* 1994, Macedo 1993, Tonello 1997). Contudo, a flora do Cerrado no estado merece estudos mais abrangentes por exibir grande representatividade em termos territoriais, alta diversidade de espécies, quando comparada com outras áreas (Castro *et al.* 1999, Ratter *et al.* 1996), e por sofrer fragmentação em ritmo acelerado (Castro *et al.* 1999, Silva Jr. & Felfili 1992) sem que a ecologia de suas espécies e suas inter-relações fossem compreendidas. Os dados obtidos poderão ainda influenciar na escolha de medidas para a conservação das espécies lenhosas que crescem na área estudada.

Os resultados dos estudos conduzidos na comunidade serão apresentados em capítulos. O conjunto de capítulos, oferece ao leitor uma visão sobre como uma comunidade do cerrado pode ser estruturada em termos reprodutivos e como estes aspectos podem influenciar na sua conservação. O primeiro capítulo descreve o estrato lenhoso com relação à composição e à estrutura da vegetação; também procura, em termos gerais, comentar as características da comunidade onde o mesmo está inserido. Os três capítulos seguintes (2, 3 e 4), reúnem dados relacionados com a reprodução sexuada das espécies. O capítulo dois expõe a organização do estrato, considerando as alternativas usadas no florescimento e frutificação, bem como na polinização das flores e na dispersão das sementes. Os capítulos três e quatro completam o tema, apresentando dados sobre os sistemas sexuais e sistemas reprodutivos das espécies. Os comentários do capítulo cinco, dizem respeito à ocorrência de propagação vegetativa e capacidade de regeneração presente em um grupo de 22

espécies lenhosas. O capítulo seis, analisa as informações sobre aspectos reprodutivos e estruturais do estrato lenhoso, num contexto de conservação. Neste, são apresentadas uma avaliação preliminar sobre a probabilidade de extinção das espécies lenhosas na área estudada e as perspectivas de conservação das mesmas, e por extensão, da comunidade.

CAPÍTULO 1 O ESTRATO LENHOSO — FLORA E ESTRUTURA

INTRODUÇÃO

O Cerrado, a segunda maior formação vegetal do Brasil, apresenta grande diversidade fisionômica e florística em seus domínios. As variações fisionômicas do Cerrado produzem um gradiente, em densidade e altura, que varia de formações florestais a campestres. São identificados quatro tipos estruturais: cerradão, cerrado (*sensu stricto*), campo cerrado e campo sujo (Coutinho 1978). Os tipos podem apresentar um ou dois estratos, um formado pela flora herbáceo-subarbustiva e outro pela arbustivo-arbórea, que alternam o grau de dominância.

A flora arbustivo-arbórea é distinta da herbáceo-subarbustiva pela composição taxonômica e por características ecológicas próprias quanto, por exemplo, formas de vida predominantes, padrões de senescência, condições microclimáticas, morfologia e profundidade dos sistemas subterrâneos, balanço hídrico e atividade estomática, tolerância a características restritivas do solo e a queimadas frequentes (Coutinho 1978). O Cerrado tem uma das mais ricas floras savânicas do mundo, sendo a mais importante nos neotrópicos (Sarmiento 1983). Estimativas apontam entre 1000 a 2000 espécies arbustivo-arbóreas e 2000 a 5250 herbáceo-subarbustivas compondo a flora (Castro *et al.* 1999).

Análise florística do Cerrado revela heterogeneidade entre áreas, caracterizadas por associação particular de espécies (Castro *et al.* 1999, Ratter *et al.* 1996). As diferenças, florísticas e estruturais, independem das distâncias que separam as áreas (Felfili & Silva Jr. 1993). Poucas espécies estão presentes em toda a região, indicando um padrão geográfico de distribuição da flora (Ratter *et al.* 1996, 1997). As áreas diferem possivelmente como consequência do tipo e disponibilidade de água no solo, estágios serais para cerradão ou floresta, fatores estocásticos ou relacionados à distribuição das espécies (Ratter & Dargie 1992), precipitação total e comprimento da estação seca (Ratter *et al.* 1996).

No Cerrado, além da vegetação característica que ocupa 85% da área, estão presentes florestas, campos rupestres, campos úmidos e brejos permanentes (Eiten 1993). O Pantanal, um ecossistema que se estende pelos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, dependendo do fitogeógrafo é incluído (Eiten 1992, 1993) ou excluído (Rizzini 1979) do Cerrado. A flora do Cerrado ocupa 70% da superfície deste habitat (Adámoli 1981), aparecendo especialmente em locais secos e também em outros sujeitos à inundação periódica durante a estação chuvosa (Prance & Schaller 1982).

O Cerrado constitui assim um grande mosaico, onde as peças são definidas pelas diferenças fisionômicas, florísticas e tipos de vegetação a ele associados. Estas características inerentes à vegetação devem ser consideradas ao se definir programas de conservação para a região (Felfili & Silva Jr. 1993, Ratter *et al.* 1997). O conhecimento do Cerrado implica no estudo das frações do mosaico, definindo suas características e como se relacionam. O primeiro passo neste sentido está na determinação da composição de espécies e da forma como as mesmas estruturam a comunidade no espaço. O presente trabalho relata estudos visando conhecer a flora lenhosa e características estruturais deste estrato numa área de cerrado em Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área — Os estudos foram desenvolvidos em 4,9 hectares de cerrado (sensu stricto, classificação Coutinho 1978), protegidos de queimadas entre 1993 e 1997 e onde o pastoreio periódico de gado e cavalos é freqüente. A área representa o único espaço com vegetação natural dentro dos 210,4 hectares que pertencem a Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso — UFMT e limita-se parcialmente com propriedades particulares. O entorno da área é definido por vegetação de cerrado (fora dos limites da Fazenda Experimental) e pastagens artificiais.

A Fazenda Experimental está localizada junto ao perímetro urbano de Santo Antônio do Leverger (15°46'S, 56°05'W). O município está situado na extremidade norte do Pantanal de Poconé (classificação de Adámoli 1981). O Cerrado, com suas variações fisionômicas, predomina na região (RADAMBRASIL 1982) e vem sendo progressivamente eliminado como consequência do processo de ocupação — agricultura, pastagens e urbanização (Fig. 1). Os solos são representados por tipos variados, tendendo a arenoso nas camadas superficiais e argiloso nas mais profundas; com grande concentração de cascalho; em geral relativamente rasos; com baixa fertilidade natural e ácidos (Sobrinho 1998). O clima, segundo a classificação de Köppen é Aw (subtipo savana), com temperaturas altas durante o ano (média anual de 25,6 °C), chuvas no verão (outubro-março) e seca no inverno (abril-setembro) (Oliveira Filho 1992). Os dados climáticos para o município nos últimos 17 anos estão de acordo com a caracterização climática para a região (Fig. 2).

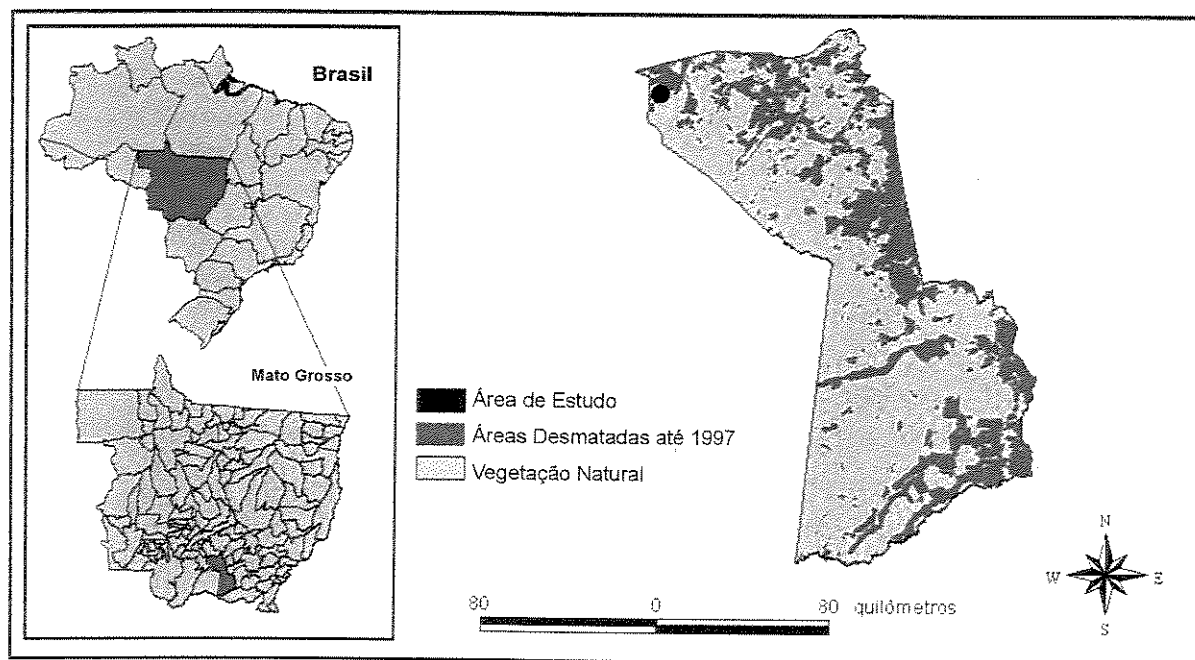


Figura 1 – Representação gráfica do município de Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, com indicação da área sob estudo e extensão de vegetação natural removida no município.

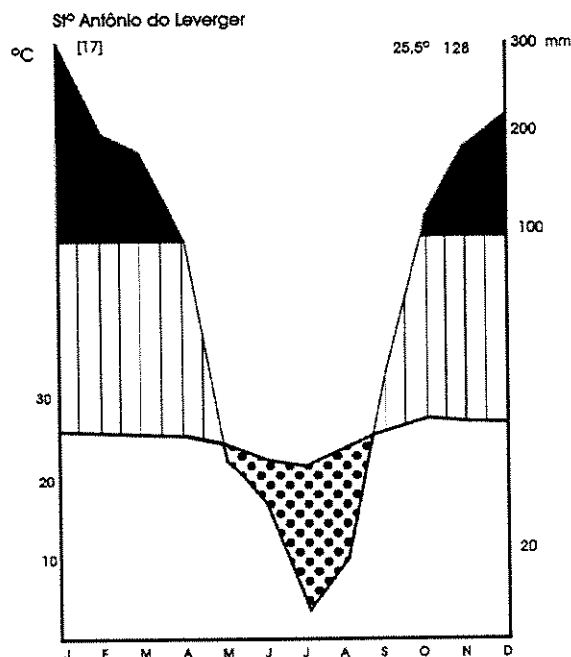


Figura 2 – Diagrama climático referente a Santo Antônio do Leverger, MT — 1981 a 1997 (Fonte: Estação Agrometeorológica "Pe. Ricardo Remetter" — MT/CCA). Linha espessa: temperatura (°C); linha recortada: precipitação (mm); área pontilhada: período seco; área listrada: período úmido; área escura: período muito úmido; valores: médias mensais.

A área estudada pode ser dividida em duas sub-áreas de acordo com as características da vegetação e do solo. Na sub-área A (2,7 ha) a flora lenhosa está associada com espaços dominados por vegetação herbácea e sujeita periodicamente à saturação de água no solo. No período chuvoso do ano o solo é encharcado (camada superficial) em alguns pontos e alagado (lâmina d'água com 20 cm) em outros. A flora herbácea-subarbustiva neste caso é composta por Ciperáceas, Gramíneas, *Drosera* cf. *sessilifolia* St.-Hil. (Droseraceae), *Heliotropium* sp. (Boraginaceae), *Jatropha elliptica* (Pohl) Bail. (Euphorbiaceae), *Ludwigia* spp. (Onagraceae) e principalmente *Hyptis crenata* Pohl (Lamiaceae). Nos pontos alagáveis há dominância de *Eichornia azurea* Kunth. (Pontederiaceae) e *Typha domingensis* Pers. (Typhaceae). Na sub-área B (2,2 ha) a flora lenhosa é mais densa, com árvores que formam o dossel alcançando cerca de 5 a 8 m de altura e muitos arbustos; os solos não são regularmente encharcados. Nas duas sub-áreas são verificados elementos de vegetação seca — *Bromelia balansae* Mez. (Bromeliaceae) e *Opuntia* cf. *bergeriana* Weber (Cactaceae).

Flora e Estrutura — O estudo florístico consistiu na coleta mensal de material botânico das espécies arbustivo-arbóreas em atividade reprodutiva e coleta ao final de dois anos (1996-97) de material vegetativo das espécies sem atividade reprodutiva no período. As coletas foram efetuadas durante caminhadas aleatórias por toda a área (4,9 ha) e a identificação das espécies foram realizadas por especialistas e através de comparações com material de herbário. O material coletado foi prensado, seco e depositado no Herbário Central da Universidade Federal de Mato Grosso — UFMT e no Herbário da Universidade Estadual de Campinas — UEC. Os indivíduos lenhosos com hábito arbóreo exibem caule indiviso e altura ≥ 2 m e nos arbustivos o caule é ramificado desde a base e a altura varia de 0,5 a 2 m (*sensu* Heringer *et al.* 1977). Foram incluídas ainda como arbustos, dentro desta faixa de altura, as plantas lenhosas sem ramificações do caule. A similaridade entre áreas foi calculada

através dos índices de Jaccard (IJ) e de Sørensen (IS), apresentados em valores percentuais (Brower & Zar 1977).

$$IJ = c/(a+b-c)$$

$$IS = 2c/(a+b)$$

onde, a - número total de espécies na área A
b - número total de espécies na área B
c - número de espécies comuns às duas áreas

A amostragem fitossociológica foi efetuada na sub-área A pelo Método de Quadrantes (Cottam & Curtis 1956). Ao longo do maior eixo da área foram instaladas 9 trilhas paralelas e equidistantes 30 m. As trilhas diferem no comprimento devido à forma irregular da área e permitiram 62 pontos de coleta, locados a cada 20 m. Outros 38 pontos foram amostrados em locais não cortados pelas trilhas, perfazendo um total de 100 pontos de coleta na área. O perímetro mínimo usado na delimitação do estrato foi definido considerando as observações em campo quanto à maturidade reprodutiva das plantas. Nas espécies arbóreas foram incluídos os indivíduos com perímetro ≥ 8 cm (diâmetro $\geq 2,60$ cm) e nos arbustivos aqueles com perímetro $\geq 3,5$ cm (diâmetro $\geq 1,11$ cm). As medidas foram tomadas junto à base das plantas. Na análise estrutural foram examinados os seguintes parâmetros: densidade, frequência, dominância, índice do valor de importância (IVI), índice de diversidade de Shannon-Weaver (Brower & Zar 1977). As estimativas foram realizadas através das fórmulas (Martins 1993):

Densidade Total	$DTA = u/d^2$
Densidade Absoluta	$DeA = DTA \cdot (n_i/N)$
Densidade Relativa	$DeR = 100 \cdot (n_i/N)$
Frequência Absoluta	$FeA = 100 \cdot (p/PT)$
Frequência Relativa	$FeR = 100 \cdot (FA/\Sigma FA)$
Dominância Relativa	$DoR = 100 \cdot (AB/\Sigma AB)$
Índice do Valor de Importância	$IVI = DeR + FeR + DoR$
Índice de Diversidade de Shannon-Weaver	$H' = - \sum p_i \ln p_i$

onde, u - unidade de área (1 ha=10 000 m²)
d² - distância média geométrica ($d = \text{antiln } 1/N \cdot (\ln d_1 + \ln d_2 + \dots + \ln d_N)$) — d₁, d₂, ... d_N - distâncias individuais, corrigidas com a adição do valor do raio do tronco da árvore medida
n_i - número de indivíduos amostrados da espécie i
N - número total de indivíduos amostrados
p - número de pontos amostrados com a espécie i
PT - número total de pontos amostrados
AB - área basal ($AB = p^2 \cdot 4/\pi$, onde p=perímetro)
p_i - n_i/N
H' - calculado com base em logaritmos naturais

RESULTADOS

A FLORA

A flora estudada representa uma amostra da vegetação característica da região, o Cerrado. As coletas periódicas permitiram identificar 131 espécies compondo o estrato arbustivo-arbóreo (Tab.1). O hábito de crescimento varia no grau de ocupação do ambiente, com predominância das espécies arbustivas (55%, 72 spp.) sobre as arbóreas (45%, 59 spp.). As famílias mais comuns são Myrtaceae e Rubiaceae, cada uma com 10 espécies. Outras famílias são bem representadas na área — Caesalpiniaceae (9 spp.), Fabaceae (9 spp.), Annonaceae (8 spp.) e Malpighiaceae (8 spp.). Embora com somente quatro espécies Vochysiaceae assume importância pela densidade populacional de *Qualea grandiflora* e *Qualea parviflora*. Do total de 92 gêneros encontrados na área, 24 são bem característicos da vegetação, cada um com duas a cinco espécies na área. A família mais diversificada é Fabaceae, representada por espécies de oito gêneros diferentes.

Tabela 1 - Relação das espécies coletadas no cerrado da Fazenda Experimental da UFMT - 1996/97 (ab-arbusto; abe-arbusto escandente; ar-árvore; l-indiferente; S-seco; A-alagado/encharcado; em negrito - espécies indicadoras de solos mesotróficos - Ratter *et. al.* 1996).

FAMÍLIA	ESPÉCIE	HÁBITO	AMBIENTE
ANNONACEAE	1. <i>Annona cornifolia</i> A. St.-Hil.	ab	I
	2. <i>Annona dioica</i> A. St.-Hil.	ab	I
	3. <i>Annona phaeoclados</i> Mart.	ab	I
	4. <i>Annona</i> sp.1	ab	I
	5. <i>Annona</i> sp.2	ab	I
	6. <i>Cardiopetalum</i> sp.	ab	I
	7. <i>Duguetia furfuracea</i> (A. St.-Hil.) Benth. & Hook. f.	ab	S
	8. <i>Xylopia aromatica</i> (Lam.)	ab	I
ANACARDIACEAE	9. <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	ar	I
APOCYNACEAE	10. <i>Myracrodruon urundeuva</i> Alemão	ar	I
	11. <i>Aspidosperma</i> cf. <i>subincanum</i> Mart. ex A. DC.	ar	I
	12. <i>Hancornia speciosa</i> Gómez.	ar	I
	13. <i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	ar	I
ARECACEAE	14. <i>Himatanthus</i> sp.	ab	I
	15. <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacquin) Lodd. ex Mart.	ar	I
ASTERACEAE	16. <i>Astrocaryum</i> sp.	ab	I
	17. <i>Vernonia brasiliana</i> Druce	ab	I
BIGNONIACEAE	18. <i>Vernonia ferruginea</i> Less.	ab	I
	19. <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	ar	I
	20. <i>Tabebuia aurea</i> (J. Silva Manso) Benth. & Hook. (=T. caraiba Bureau)	ar	I
	21. <i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standley	ar	S
BOMBACACEAE	22. <i>Tabebuia</i> sp.	ar	I
	23. <i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	ar	A
	24. <i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) A. Robyns	ab	I
BORAGINACEAE	25. <i>Pseudobombax</i> sp.	ar	S
	26. <i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A. DC.	ar	I
	27. <i>Cordia insignis</i> Cham.	ab	I
CAESALPINIACEAE	28. <i>Bauhinia</i> cf. <i>subclavata</i> Benth.	ab	S
	29. <i>Bauhinia</i> sp.1	ab	S
	30. <i>Bauhinia</i> sp.2	ab	I
	31. <i>Copaifera martii</i> Hayne	ab	I
	32. <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	ar	S
	33. <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	ar	S
	34. <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	ar	I
	35. <i>Sclerolobium aureum</i> (Tul.) Benth.	ar	I
	36. <i>Senna chrysocarpa</i> Desv.	ab	I
	37. <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	ar	I
CARYOCARACEAE	38. <i>Cecropia</i> cf. <i>pachystachya</i> Trécul	ar	S
CECROPIACEAE	39. <i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	ab	S
CLUSIACEAE	40. <i>Kielmeyera</i> sp.	ab	S
COCHLOSPERMACEAE	41. <i>Cochlospermum regium</i> (Schrunk) Pilg.	ab	I

FAMÍLIA	ESPÉCIE	HABITO	AMBIENTE
COMBRETACEAE	42. <i>Buchenavia tomentosa</i> (Mart.) Eichler	ar	I
	43. <i>Combretum discolor</i> Taub.	ab	I
	44. <i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	ar	S
CONNARACEAE	45. <i>Connarus suberosus</i> Planch.	ar	S
DILLENACEAE	46. <i>Curatella americana</i> L.	ar	I
	47. <i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.	ab	S
EBENACEAE	48. <i>Diospyros hispida</i> A. DC.	ab	S
	49. <i>Diospyros</i> sp.	ab	S
ERYTHROXYLACEAE	50. <i>Erythroxylum ambiguum</i> Peyr.	ab	I
	51. <i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	ab	S
EUPHORBIACEAE	52. <i>Alchornea discolor</i> Endl. & Poepp.	ar	S
	53. <i>Alchornea</i> sp.	ar	I
	54. <i>Croton cuiabensis</i> Pilg.	ab	I
FABACEAE	55. <i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	ar	S
	56. <i>Andira cuiabensis</i> Benth.	ar	I
	57. <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	ar	S
	58. <i>Dipteryx alata</i> Vogel	ar	S
	59. <i>Luetzelburgia praecox</i> Kuntze	ar	I
	60. <i>Machaerium eriocarpum</i> Benth.	ar	A
	61. <i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stehlfeld	ar	S
	62. <i>Platypodium elegans</i> Vogel	ar	S
	63. <i>Vatairea</i> cf. <i>macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	ar	I
	64. <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	ab	S
FLACOURTIACEAE	65. <i>Hyptis lutescens</i> Pohl ex Benth.	ab	I
LAMIACEAE	66. <i>Hyptis ovalifolia</i> Benth.	ab	I
LYTHRACEAE	67. <i>Adenaria floribunda</i> H.B.K.	ab	I
	68. <i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	ar	S
MALPIGHIACEAE	69. <i>Banisteriopsis pubipetala</i> (A. Juss.) Cuatrec	abe	S
	70. <i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	ar	I
	71. <i>Byrsonima cydoniifolia</i> A. Juss.	ar	S
	72. <i>Byrsonima orbignyana</i> A. Juss.	ab	I
	73. <i>Heteropterys anoptera</i> A. Juss.	ab	S
	74. <i>Heteropterys aphrodisiaca</i> O. March.	ab	S
	75. <i>Heteropterys</i> sp.	ab	S
	76. <i>Mascagnia benthamiana</i> (Gries.) W. R. Anderson	abe	A
	77. <i>Pelteaea speciosa</i> (H.B.K.) Standley	ab	I
	78. <i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	ab	S
MALVACEAE	79. <i>Rhynchanthera novemnervia</i> DC.	ab	A
	80. <i>Tibouchina</i> aff. <i>Karstenii</i> Cogn.	ab	A
MELASTOMATACEAE	81. <i>Calliandra parviflora</i> Benth.	ab	S
	82. <i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	ar	S
MORACEAE	83. <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	ab	S
	84. <i>Sorocea saxicola</i> Hassler	ab	A
MYRTACEAE	85. <i>Campomanesia eugenioides</i> (Cambess.) D. Legrand	ab	S
	86. <i>Eugenia aurata</i> Berg	ab	S
	87. <i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	ab	I
	88. <i>Eugenia dysenterica</i> Mart. ex DC.	ar	S
	89. <i>Eugenia</i> sp.	ar	I
	90. <i>Hexaclamys</i> aff. <i>edulis</i> (Berg) Kaus. & Legrand	ab	S
	91. <i>Myrcia albo-tomentosa</i> DC.	ab	S
	92. <i>Myrcia tomentosa</i> DC.	ab	I
	93. <i>Psidium guineense</i> Sw. (Grupos 1, 2)	ab	I/S
	94. <i>Psidium</i> sp.	ab	I
	95. <i>Neea theifera</i> Oerst.	ab	I
	96. <i>Ouratea castaneifolia</i> Engl.	ar	S
NYCTAGINACEAE	97. <i>Ouratea semiserrata</i> Mart. & Ness	ab	S
OCHNACEAE	98. <i>Agonandra brasiliensis</i> Miers	ar	I
OPIACEAE	99. <i>Coccoloba mollis</i> Casar.	ar	I
POLYGONACEAE	100. <i>Roupala montana</i> Aubl.	ar	S
PROTEACEAE	101. <i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	ar	I
RHAMNACEAE	102. <i>Alibertia edulis</i> (L. C. Rich.) A. Rich.	ab	I
RUBIACEAE	103. <i>Alibertia sessilis</i> (Cham.) K. Schum.	ab	S
	104. <i>Alibertia verrucosa</i> Moore	ab	S
	105. <i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schldl.	ab	I
	106. <i>Chomelia pohliana</i> Müell. Arg.	ab	S
	107. <i>Chomelia</i> sp.	ab	S
	108. <i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schldl.	ab	S
	109. <i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	ab	A
	110. <i>Rudgea viburnoides</i> Benth.	ab	S
	111. <i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schldl.) K. Schum. (Grupos 1, 2)	ab	I/I

FAMÍLIA	ESPÉCIE	HÁBITO	AMBIENTE
RUTACEAE	112. <i>Zanthoxylum hasslerianum</i> (Chodat) Pirani	ab	S
	113. <i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	ar	S
SAPINDACEAE	114. <i>Dilodendron bipinnatum</i> Raldk.	ar	I
	115. <i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	ar	I
SAPOTACEAE	116. <i>Matayba guianensis</i> Aubl.	ar	S
	117. <i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Raldk.	ar	S
	118. <i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Raldk.	ar	S
	119. <i>Pouteria</i> sp.	ab	S
SIMAROUBACEAE	120. <i>Simaruba versicolor</i> A.St.-Hil.	ar	I
STERCULIACEAE	121. <i>Byttneria</i> cf. <i>filipes</i> Mart. ex Schum.	ab	I
	122. <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	ar	S
TILIACEAE	123. <i>Helicteres sacarrolha</i> A.St.-Hil.	ab	I
	124. <i>Luehea paniculata</i> Mart.	ar	S
	125. <i>Luehea</i> cf. <i>candicans</i> Mart.	ar	S
ULMACEAE	126. <i>Celtis pubescens</i> (H.B.K.) Spreng.	ab	I
VERBENACEAE	127. <i>Lippia salviaefolia</i> Cham.	ab	S
VOCHYSIACEAE	128. <i>Callisthene fasciculata</i> (C.K.Spreng.) Mart.	ar	I
	129. <i>Qualea grandiflora</i> Mart.	ar	S
	130. <i>Qualea multiflora</i> Mart.	ar	I
	131. <i>Qualea parviflora</i> Mart.	ar	I

Algumas espécies apresentam particularidades que dificultaram a sua identificação precisa por especialistas. Duas exibem características intermediárias entre *taxa* distintos, sendo indicadas no presente trabalho segundo o *taxon* com maiores afinidades morfológicas — *Hexaclamys* aff. *edulis* e *Tibouchina* aff. *karstenii*. Observações preliminares indicam variações morfológicas e ecológicas que permitem a separação dos indivíduos de *Psidium guineense* e *Tocoyena formosa* em dois grupos diversos. Em *P. guineense* os indivíduos do Grupo 1 apresentam pilosidade nas folhas e ramos, têm flores com menor diâmetro da corola e ocupam solos secos ou alagados no período chuvoso. Os indivíduos do Grupo 2 são totalmente glabros, suas flores são maiores e crescem somente em pontos secos da área. Os elementos dos dois grupos florescem no mesmo período do ano (agosto a outubro) e usufruem dos mesmos polinizadores. Para *Tocoyena formosa* os indivíduos florescem em períodos distintos do ano. Aqueles que florescem em outubro apresentam flores menores enquanto os com florescimento em dezembro as flores são maiores.

A distribuição das espécies aparece relacionada com a capacidade de saturação hídrica do solo na área. Algumas estão restritas aos pontos com acúmulo de água durante o período chuvoso (5,3%, 7 spp.), outras crescem exclusivamente em locais secos (44,3%, 58 spp.) e, um terceiro grupo, é indiferente ao ambiente de crescimento (50,4%, 66 spp.). As espécies apontadas como “indiferentes” são aquelas que crescem em solos secos e solos periodicamente encharcados. Vinte e uma espécies são apontadas na literatura como indicadoras de bons solos (mesotróficos).

Ao comparar os dados florísticos do cerrado estudado com outras comunidades da área core do Cerrado (Tab. 2) é preciso considerar que os estudos diferiram em método, diâmetro dos indivíduos e esforço na amostragem. Estes fatores interferem diretamente nos resultados. Foi constatado que a comunidade apresenta em comum com as demais basicamente as espécies arbóreas que, pelo maior diâmetro, acabam sendo incluídas na maioria dos levantamentos. Há maior afinidade, em termos florísticos, com o cerrado (*sensu lato*) do Pantanal e menor com outras áreas do planalto central, incluindo aquelas relativamente próximas.

Tabela 2 – Relação de similaridade entre o cerrado da Fazenda Experimental da UFMT (131 spp.) e outras áreas do planalto central e Pantanal (IJ-índice de Jaccard; IS-índice de Sørensen)

ÁREAS	NÚMERO DE ESPÉCIES	IJ (%)	IS (%)	REFERÊNCIA
MT				
cerrado*	21/26	15,5	27	Guarim Neto <i>et al.</i> 1994
cerrado*	22/39	14	25	Nascimento & Saddi 1992
cerrado	37/111	17,3	29,5	Oliveira Filho & Martins 1986
cerrado	26/70	25,9	14,8	Oliveira Filho <i>et al.</i> 1989
DF, GO, MG				
cerrado	13/50	7,7	8,5	Oliveira 1991
cerrado/cerradão	41/122	19,3	32,4	Ratter 1987
cerrado	15/55	8,8	16,1	Ribeiro <i>et al.</i> 1985
cerradão	19/82	9,8	17,8	Ribeiro <i>et al.</i> 1985
PANTANAL				
cerrado – MS	12/22	8,5	15,5	Prance & Schaller 1982
cerrado – MS	27/56	17	29	Ratter <i>et al.</i> 1988
cerradão – MS	35/65	21,7	35,7	Ratter <i>et al.</i> 1988
cerradão – MT	18/28	12,8	22,6	Ratter <i>et al.</i> 1988

* áreas de cerrado distantes cerca de 30 Km; número de espécies: número em comum/número total
 MT: Mato Grosso; DF: Distrito Federal; GO: Goiás; MG: Minas Gerais; MS: Mato Grosso do Sul

A ESTRUTURA

A estrutura da comunidade lenhosa foi avaliada pela amostragem de 100 pontos, envolvendo 400 indivíduos. A densidade total é de 1653 indivíduos lenhosos por hectare e a diversidade de espécies no estrato de 3,75 (Shannon-Weaver). O total amostrado de indivíduos representa cerca de 69% (90/131) das espécies que compõem a flora da área. As espécies amostradas estão listadas em ordem decrescente do valor de importância (IVI), juntamente com as informações referentes aos parâmetros fitossociológicos avaliados (Tab. 3).

A importância relativa das espécies amostradas no estrato arbustivo-arbóreo é pequena considerando os dados de IVI, densidade e frequência. É necessário considerar o IVI das 32 espécies mais importantes para alcançar 75% do valor total, sendo que somente em 5 delas o mesmo é igual ou superior a 10%. Na maioria (78%, 70 spp.) a importância é menor que 4%. Há predominância também de baixa frequência no estrato, com 94,5% espécies (85/90) exibindo frequência absoluta menor que 10%.

Densidade populacional de 8 indivíduos/ha (mediana) foi estimada para o estrato, com base em inventário desenvolvido em 4,9 ha, onde foram incluídas 90 espécies arbustivas e arbóreas. Aproximadamente em um terço das espécies amostradas (29 spp.) apenas um indivíduo foi computado no levantamento, representando a menor densidade observada na área, 4 indivíduos/ha. As espécies mais abundantes são *Annona dioica*, *Annona cornifolia*, *Byrsonima cydoniifolia*, *Cordia insignis*, *Curatella americana*, *Eugenia biflora*, *Hyptis lutescens*, *Peltaea speciosa* e *Vernonia brasiliana*. Todas elas apresentam 10 ou mais indivíduos amostrados, resultando em maior densidade por hectare, igual ou superior a 41 indivíduos. Duas espécies se destacam pela sua importância devido à abundância de indivíduos (*Annona dioica*) e dominância no ambiente (*Curatella americana*).

Tabela 3 – Relação das espécies amostradas e seus parâmetros fitossociológicos, ordenadas por valor decrescente de IVI (DeA-densidade absoluta; FeA-frequência absoluta; DoR-dominância relativa; IVI-índice do valor de importância)

ESPÉCIE	No. IND.	DeA (Ind./ha)	No. PONTOS	FeA (%)	DoR (%)	IVI (%)
1. <i>Annona dioica</i>	72	297	46	46,00	4,08	36,08
2. <i>Curatella americana</i>	23	95	18	18,00	21,30	32,55
3. <i>Byrsonima cydoniifolia</i>	11	45	10	10,00	8,18	13,93
4. <i>Hymenaea stigonocarpa</i>	7	29	7	7,00	10,00	13,88
5. <i>Peltaea speciosa</i>	23	95	15	15,00	0,50	10,85
6. <i>Tabebuia aurea</i>	6	25	6	6,00	6,32	9,65
7. <i>Hyptis lutescens</i>	19	78	15	15,00	0,24	9,59
8. <i>Vernonia brasiliana</i>	14	58	12	12,00	0,28	7,44
9. <i>Eugenia biflora</i>	11	45	10	10,00	1,65	7,40
10. <i>Pseudobombax longiflorum</i>	2	8	2	2,00	4,97	6,08
11. <i>Terminalia argentea</i>	8	33	7	7,00	1,66	5,80
12. <i>Annona cornifolia</i>	11	45	7	7,00	0,89	5,77
13. <i>Acrocomia aculeata</i>	2	8	2	2,00	4,58	5,69
14. <i>Cordia insignis</i>	10	41	9	9,00	0,14	5,38
15. <i>Magonia pubescens</i>	7	29	6	6,00	1,80	5,38
16. <i>Qualea grandiflora</i>	6	25	6	6,00	1,96	5,29
17. <i>Astronium fraxinifolium</i>	6	25	6	6,00	1,94	5,27
18. <i>Alibertia edulis</i>	6	25	6	6,00	1,50	4,83
19. <i>Qualea parviflora</i>	6	25	6	6,00	0,98	4,31
20. <i>Simarouba versicolor</i>	3	12	3	3,00	2,45	4,11
21. <i>Croton cuiabensis</i>	7	29	7	7,00	0,05	3,93
22. <i>Sclerobium aureum</i>	2	8	2	2,00	2,52	3,63
23. <i>Chomelia pohliana</i>	7	29	5	5,00	0,18	3,45
24. <i>Chomelia obtusa</i>	5	20	4	4,00	0,70	3,20
25. <i>Luetzelburgia praecox</i>	2	8	2	2,00	1,61	2,72
26. <i>Dillodendron bipinnatum</i>	2	8	2	2,00	1,50	2,61
27. <i>Combretum discolor</i>	4	16	4	4,00	0,17	2,39
28. <i>Pouteria ramiflora</i>	1	4	1	1,00	1,84	2,39
29. <i>Machaerium eriocarpum</i>	4	16	3	3,00	0,45	2,36
30. <i>Andira cuiabensis</i>	2	8	2	2,00	1,21	2,32
31. <i>Helicteres sacarolha</i>	4	16	4	4,00	0,09	2,31
32. <i>Erythroxylum ambiguum</i>	4	16	3	3,00	0,22	2,13
33. <i>Caryocar brasiliense</i>	1	4	1	1,00	1,53	2,08
34. <i>Campomanesia eugenioides</i>	3	12	3	3,00	0,37	2,03
35. <i>Tocoyena formosa</i>	3	12	3	3,00	0,30	1,96
36. <i>Sorocea saxicola</i>	3	12	3	3,00	0,22	1,88
37. <i>Copaifera martii</i>	3	12	3	3,00	0,12	1,78
38. <i>Heteropterys anoptera</i>	3	12	3	3,00	0,10	1,76
39. <i>Lafoensia pacari</i>	2	8	2	2,00	0,65	1,76
40. <i>Zanthoxylum niedelianum</i>	2	8	2	2,00	0,65	1,76
41. <i>Callisthene fasciculata</i>	2	8	1	1,00	0,95	1,75
42. <i>Eugenia aurata</i>	3	12	3	3,00	0,08	1,74
43. <i>Senna chrysocarpa</i>	3	12	3	3,00	0,07	1,73
44. <i>Tibouchina aff. karstenii</i>	3	12	2	2,00	0,27	1,63
45. <i>Myrcia albo-tomentosa</i>	3	12	2	2,00	0,19	1,55
46. <i>Guettarda viburnoides</i>	3	12	2	2,00	0,15	1,51
47. <i>Qualea multiflora</i>	2	8	2	2,00	0,31	1,42
48. <i>Aspidosperma cf. subincanum</i>	1	4	1	1,00	0,86	1,41
49. <i>Brosimum gaudichaudii</i>	3	12	2	2,00	0,05	1,41
50. <i>Buchenavia tomentosa</i>	2	8	2	2,00	0,26	1,37
51. <i>Duguetia furfuracea</i>	2	8	2	2,00	0,25	1,36
52. <i>Randia armata</i>	2	8	2	2,00	0,09	1,20
53. <i>Acosmium subelegans</i>	1	4	1	1,00	0,64	1,19
54. <i>Rudgea viburnoides</i>	2	8	2	2,00	0,08	1,19
55. <i>Cardiopetalum sp.</i>	2	8	2	2,00	0,07	1,18
56. <i>Psidium guineense</i>	2	8	2	2,00	0,07	1,18
57. <i>Chomelia sp.</i>	2	8	2	2,00	0,05	1,16
58. <i>Myrcia tomentosa</i>	2	8	2	2,00	0,05	1,16
59. <i>Calliandra parviflora</i>	2	8	2	2,00	0,04	1,15
60. <i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	1	4	1	1,00	0,02	1,13
61. <i>Alibertia verrucosa</i>	1	4	1	1,00	0,57	1,12
62. <i>Cochlospermum regium</i>	2	8	2	2,00	0,01	1,12
63. <i>Rhynchanthera novemnervia</i>	2	8	2	2,00	0,01	1,12
64. <i>Luehea paniculata</i>	2	8	2	2,00	0,54	1,09

ESPÉCIE	No. IND.	DeA (Ind./ha)	No. PONTOS	FeA (%)	DoR (%)	IVI (%)
65. <i>Xylopia aromatica</i>	1	4	1	1,00	0,53	1,08
66. <i>Platypodium elegans</i>	1	4	1	1,00	0,46	1,01
67. <i>Alchornea discolor</i>	1	4	1	1,00	0,43	0,98
68. <i>Hyptis ovalifolia</i>	2	8	1	1,00	0,16	0,96
69. <i>Cecropia</i> cf. <i>pachystachya</i>	1	4	1	1,00	0,36	0,91
70. <i>Coccoloba mollis</i>	1	4	1	1,00	0,36	0,91
71. <i>Guazuma ulmifolia</i>	1	4	1	1,00	0,36	0,91
72. <i>Mascagnia benthamiana</i>	2	8	1	1,00	0,06	0,86
73. <i>Ouratea castaneifolia</i>	1	4	1	1,00	0,30	0,85
74. <i>Hexaclamys</i> aff. <i>edulis</i>	2	8	1	1,00	0,01	0,81
75. <i>Dipteryx alata</i>	1	4	1	1,00	0,22	0,77
76. <i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	1	4	1	1,00	0,19	0,74
77. <i>Annona</i> sp.1	1	4	1	1,00	0,14	0,69
78. <i>Bauhinia</i> sp.2	1	4	1	1,00	0,13	0,68
79. <i>Cordia glabrata</i>	1	4	1	1,00	0,12	0,67
80. <i>Agonandra brasiliensis</i>	1	4	1	1,00	0,11	0,66
81. <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	1	4	1	1,00	0,09	0,64
82. <i>Chrysophyllum marginatum</i>	1	4	1	1,00	0,09	0,64
83. <i>Heteropterys</i> sp.	1	4	1	1,00	0,06	0,61
84. <i>Erythroxylum suberosum</i>	1	4	1	1,00	0,05	0,60
85. <i>Celtis pubescens</i>	1	4	1	1,00	0,03	0,58
86. <i>Davilla elliptica</i>	1	4	1	1,00	0,02	0,57
87. <i>Bauhinia</i> sp.1	1	4	1	1,00	0,01	0,56
88. <i>Ouratea semiserrata</i>	1	4	1	1,00	0,01	0,56
89. <i>Pseudobombax marginatum</i>	1	4	1	1,00	0,001	0,55
90. <i>Annona phaeoclados</i>	1	4	1	1,00	0,30	0,11
	400	1653	100		100,00	298,51

Estrutura e Atividade Reprodutiva — Apenas 75 (18,7%) dos 400 indivíduos registrados têm perímetro maior ou igual a 9,42 cm (diâmetro¹=3 cm). A predominância de plantas com diâmetros menores na amostragem é uma consequência do maior número de espécies arbustivas e da inclusão de indivíduos arbóreos mais finos. A amostragem teve como base o perímetro mínimo observado entre os indivíduos com indicativos de maturidade reprodutiva (flores ou frutos). Portanto, foram incluídos indivíduos que fazem parte da população potencialmente reprodutiva das lenhosas do cerrado.

PERTURBAÇÕES AMBIENTAIS

A área estudada está exposta à ação de diferentes agentes de perturbação. A frequência pode ser estacional ou contínua — fogo (estação seca), escavações no solo por coletores de minhocaçu (*Glossoscolex* sp., *Oligochaeta*) (estação chuvosa), pastoreio (contínua) e invasão de espécies não nativas (contínua). A área ficou protegida de queimadas por cinco anos (1993-1997). Em julho de 1998 o fogo invadiu a sub-área A, eliminando temporariamente as espécies herbáceo-subarbustivas e as arbustivas.

Durante o pastoreio os animais incluem na dieta folhas novas, plântulas, ramos com flores e frutos imaturos. Na coleta dos minhocaçus o solo é revolvido em diferentes profundidade e extensão (de 1 a 10 m²), eliminando a vegetação do local. Os pastos artificiais localizados junto a um dos lados da área facilita a invasão por espécies que não são nativas do cerrado (*sensu lato*) — *Cnidioscolus vitifolius* Pohl (Euphorbiaceae), *Eupatorium laevigatum* Lam. e *Eupatorium* sp. (Asteraceae), *Mimosa adenocarpa* Benth. e *M. debilis* H. et B., (Mimosaceae) *Peltaea* sp. (Malvaceae), *Senna splendida* (Vogel) Irw. & Barn. (Caesalpiniaceae) e *Melinis minutiflora* Beauv. (capim-gordura, Poaceae). As espécies invasoras são cosmopolitas e suas populações crescem predominantemente em pastagens

¹ diâmetro mínimo usado nos levantamentos realizados em fisionomias do Cerrado (Rodrigues 1988).

e locais de cultivo da Fazenda Experimental, ou seja, em áreas perturbadas (*sensu* Baker 1965). São espécies de comportamento agressivo, principalmente, o capim gordura que exibe dominância em alguns espaços da área sobre as espécies nativas.

DISCUSSÃO

A composição florística do cerrado estudado é definida por espécies observadas em outras áreas com igual vegetação no país. Do total de espécies computadas no presente estudo, 86 constam no estudo comparativo efetuado por Ratter *et al.* (1996), para 98 outras áreas do Cerrado. As 86 espécies estão citadas na listagem dos autores com a seguinte frequência: 44 são comuns (20 ou + áreas), 17 são relativamente comuns, 19 são pouco frequentes (até 5 áreas) e 6 são raras (1 área). Neste último grupo foram incluídas: *Alchornea discolor*, *Celtis pubescens*, *Combretum discolor*, *Machaerium hirtum*, *Randia armata* e *Vernonia brasiliiana*. Uma parte das espécies arbustivas registradas no presente estudo nem sempre é incluída em outros levantamentos em função do menor diâmetro dos indivíduos (arbustos finos).

A presença de 131 espécies lenhosas computadas no levantamento da flora revela significativa riqueza florística, superando as estimativas de 100 espécies por área (ver Felfili & Silva Jr. 1993, Ratter *et al.* 1997) e reforça observações de grande diversidade de espécies lenhosas apontada para Mato Grosso (ver Ratter *et al.* 1997). O índice de Shannon-Weaver (H'), uma outra medida da diversidade do estrato, alcança valor alto comparável aos obtidos em outras áreas do Cerrado e superior a determinados locais, inclusive locais próximos da área estudada: DF – 1,49 (Oliveira 1991), DF, GO, MG – 3,11 a 3,62 (Felfili & Silva Jr. 1993), MT – 1,34 a 2,60 (Nascimento & Saddi 1992), MT – 3,17 (Oliveira Filho *et al.* 1989), SP – 3,51 (Toledo-Filho *et al.* 1989) e 3,64 (Cesar *et al.* 1988). Os resultados são influenciados pelas diferenças entre áreas no tamanho da amostragem e do diâmetro dos indivíduos. Apesar das ressalvas os dados são indicativos de heterogeneidade específica na área estudada e reforçam as observações de variação entre áreas do Cerrado (ver Felfili & Silva Jr. 1993, Ratter *et al.* 1996, 1997).

Comparando a área estudada com outras comunidades, através de dois índices qualitativos (Jaccard e Sørensen), são claras as variações na composição florística entre locais, sustentando o padrão já detectado para o Cerrado como um todo. Há maior afinidade florística com o cerrado (*sensu lato*) de outras áreas do Mato Grosso e do Pantanal. A flora da comunidade inclui também 21 espécies, consideradas por Ratter *et al.* (1996), como indicadoras de solos mesotróficos em cerradões em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Tocantins. Estes resultados contribuem para a tendência de separar as espécies do Estado em grupos definidos por padrões geográficos de distribuição de taxa no Cerrado. Ratter *et al.* (1996) ordenam as espécies do Estado em quatro grupos distintos, sendo dois formados por espécies de solos mesotróficos. Os autores comentam que a presença de solos mesotróficos é importante para definir agrupamentos no Cerrado uma vez que determinadas espécies aparecem associadas aos mesmos.

As famílias que mais contribuem para a fisionomia da área (Annonaceae, Caesalpiniaceae, Dilleniaceae, Fabaceae, Malpigiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae e Vochysiaceae) são representativas de áreas do Cerrado. Castro *et al.* (1999) relacionam mais de 150 espécies de Leguminosas (3 famílias), 70 de Myrtaceae, 58 de Malpighiaceae, 55 de Rubiaceae e 30 de Annonaceae para o Cerrado. Embora constituídas por poucos gêneros no Cerrado, Dilleniaceae e Vochysiaceae são duas famílias com espécies encontradas frequentemente neste ambiente (Goodland & Ferri 1979).

A análise de estrutura, onde foram incluídas 90 espécies, apontou densidade populacional mediana de 8 indivíduos/ha (90 spp.) entre as espécies do estrato lenhoso. Para uma parcela das espécies amostradas, entretanto, a densidade é de 4 indivíduos/ha. O valor mediano obtido é superior ao registrado para muitas espécies lenhosas encontradas em áreas de florestas tropicais. Setenta por cento das espécies arbóreas e lianas encontradas em 12,4 ha de floresta tropical úmida apresentam densidade inferior a 1 indivíduo/ha (Clark 1994). Em outra área de 50 ha, com igual vegetação, a mesma densidade foi registrada para um terço das espécies arbustivas e arbóreas (Hubbel & Foster 1986). As diferenças quanto a densidade, entre florestas tropicais e o Cerrado, devem resultar em propostas distintas de conservação e manejo para espécies lenhosas nestes dois tipos de vegetação.

A flora lenhosa da área apresenta algumas particularidades taxonômicas e ecológicas que permitem comentários. Para um grupo de quatro espécies, a delimitação específica foi problemática em função das semelhanças morfológicas entre dois ou mais *taxa* ou diferenças ecológicas entre indivíduos, demonstrando como pode ser difícil a identificação de espécies no Cerrado. No presente trabalho estes *taxa* foram indicados especificamente considerando com o maior grau de semelhança morfológica entre o material coletado no cerrado estudado e a descrição encontrada em literatura especializada.

Os indivíduos de *Hexaclamys* aff. *edulis* (Myrtaceae) apresentam características vegetativas, florais e distribuição semelhantes às de *Hexaclamys edulis* (Berg.) Kaus. & Legr., que é uma espécie arbórea, mas o porte arbustivo é similar ao de *H. humilis* Berg.. Os indivíduos de *Tibouchina* aff. *karstenii* (Melastomataceae) exibem pequenas diferenças em tamanho nas estruturas vegetativas e reprodutivas em relação à *T. mathei* Cogn.. McVaugh (1969) sugere que *Psidium guineense* seja uma espécie com grande variação morfológica e distribuição ampla. Muitas vezes a mesma é confundida com *P. guianense* Person, uma espécie com pubescência menos acentuada. Uma segunda espécie cujos indivíduos são glabros, *P. persoonii* McVaugh, às vezes é referenciada como *P. guianense* segundo o autor. A população estudada aparentemente reúne características relatadas para *P. guineense* e *P. persoonii*. Outro fator que deve dificultar a identificação de *P. guianeense* é a sua capacidade de formar híbridos com outras espécies. Estudos realizados por Landrum *et al.* (1995) sugerem a formação de híbridos entre *P. guineense* e *P. guajava*, na América Central e Argentina.

Os especialistas em *Tocoyena formosa* reconhecem grande variação morfológica ao longo da sua distribuição mas não existe consenso entre os mesmos sobre como esta variação pode ser empregada no tratamento taxonômico da espécie. Prado (1987) separou *Tocoyena formosa* em duas subespécies — *T. formosa* subsp. *formosa* e *T. formosa* subsp. *tomentosa*. Esta última tem distribuição limitada à região Nordeste. A primeira ocupa as regiões Centro-Oeste e Sudeste do país e apresenta grande polimorfismo das estruturas vegetativas e reprodutivas, impossibilitando a sua separação em *taxa* distintos. Silberbauer-Gottsberger *et al.* (1992) propõem a separação da espécie em três variedades, a partir das diferenças morfológicas e ecológicas (picos diferenciados de florescimento entre indivíduos) observadas em uma população de *T. formosa* em São Paulo (região Sudeste).

As observações realizadas, embora preliminares, apontam diferenças importantes entre indivíduos de *Psidium guineense* e *Tocoyena formosa* como ocupação de habitats distintos pela primeira e divergências no período de florescimento na segunda. Estas particularidades podem, a partir de estudos mais cuidadosos, auxiliar na definição taxonômica destas espécies. É necessário que sejam desenvolvidas observações de natureza ecológica, citogenética, morfológica e quanto ao sistema reprodutivo, dentro e entre populações, objetivando uma melhor delimitação destas espécies.

Outro aspecto que merece atenção diz respeito à relação entre ambiente de crescimento das plantas e a disponibilidade de água no solo na área. A maioria das espécies no cerrado estudado está sujeita ao estresse provocado pelo acúmulo de água no solo durante o período chuvoso. São aquelas restritas aos pontos encharcados ou alagados e as indiferentes ao ambiente de crescimento. Para sobreviver nestes ambientes as plantas desenvolvem adaptações metabólicas que permitem tolerar anoxia (ausência de oxigênio) ou morfológicas e fisiológicas para evitar anoxia, que atuam de forma combinada no organismo (Joly & Crawford 1982, Hook 1984).

Algumas das espécies que compõem a flora do Cerrado estudado são referenciadas em literatura como tolerantes à diferentes graus de inundação — *Andira cuiabensis*, *Callisthene fasciculata*, *Curatella americana* e *Tabebuia aurea* (ver Furley & Ratter 1988, Cunha & Junk 1997). Três espécies, observadas por Cunha & Junk (1997) em habitats secos, podem crescer em ambiente saturado na sub-área A — *Astronium fraxinifolium*, *Dilodendrom bipinatum* e *Myracrodruon urundeuva*. A situação encontrada na sub-área A para estas três espécies é rara e caracteriza ambientes perturbados (C.N. da Cunha, com. pess.). A saturação hídrica, característica na sub-área A, é encontrada em cerrados (*sensu lato*) do Pantanal (Cunha & Junk 1997) e dos campos de "murundus"² (Oliveira Filho 1992).

O comum para o Cerrado é de intolerância das plantas à saturação de água no solo. Nesta vegetação ao longo de gradientes de saturação hídrica no solo ocorre redução no tamanho dos indivíduos e no número de espécies lenhosas (Eiten 1992). Um exemplo de intolerância é oferecido por *Copaifera langsdorffii* Desf. (Caesalpiniaceae) que, sob inundação, os indivíduos jovens têm suas raízes necrosadas e seus folíolos inicialmente pendentes e posteriormente alteram a côr, necrosam e caem; muitas plantas morrem (Machado 1990). Duas outras espécies, *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart. (Clusiaceae) e *Psedobombax marginatum* (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) A. Robyns (Bombacaceae), têm o crescimento afetado sob inundação. As plântulas destas espécies apresentam queda dos cotilédones ou redução na expansão das folhas ou ausência de novas folhas (Joly & Crawford 1982).

Fragmentação — O presente trabalho foi desenvolvido em um cerrado ao qual, sob contexto ecológico, não se aplica a idéia de fragmento, uma vez que a separação com outras áreas de igual vegetação é artificialmente criada por uma cerca, não estabelecendo isolamento geográfico. O isolamento seria necessário para provocar uma redução significativa no fluxo de animais, pólen e/ou sementes e modificações ambientais que podem influenciar na composição florística e demográfica do fragmento (Rankin-de-Merona & Ackerly 1987). Por outro lado, em termos de extensão, a área estudada constitui um fragmento dentro dos limites territoriais da Fazenda Experimental da UFMT, justificando cuidados que permitam a continuidade da comunidade. Nesse sentido são necessários estudos relacionados com a ecologia das espécies e, a curto prazo, medidas visando reduzir as pressões provocadas pelas perturbações ambientais sobre a área.

A baixa densidade populacional de muitas espécies e a crescente alteração ou destruição da vegetação de cerrado (*sensu stricto*) do entorno também geram preocupação quanto à possibilidade de sobrevivência de populações na comunidade. Além disso, dentro da Fazenda Experimental, são mantidos junto a borda da área trabalhada (4,9 ha) pastos artificiais que promovem o isolamento da mesma com relação à vegetação natural. Isto tem favorecido o estabelecimento de espécies

² elevações de terra, com forma e tamanho variados, distribuídos sobre a superfície de campos (Oliveira-Filho 1992)

invasoras no cerrado estudado e deve reduzir as oportunidades de entrada de animais (polinizadores e dispersores) e o fluxo de genes (pólen e sementes) entre indivíduos. O pastoreio pode comprometer o desenvolvimento dos indivíduos e também reduzir as chances de sucesso reprodutivo das espécies ao consumirem flores e frutos imaturos. A coleta de minhocaços pode influenciar na disponibilidade de sementes e indivíduos jovens na área, alterando a estrutura da população local das espécies.

CONCLUSÃO

Os aspectos abordados demonstram que a comunidade apresenta significativa riqueza florística, com pouca similaridade com outras comunidades, representação de diferentes ambientes (cerrado, cerradão, Pantanal), ecologia particular para algumas espécies (*Psidium guineense*, *Tocoyena formosa*, espécies tolerantes à inundação) e sofre com o efeito de perturbações ambientais, incluindo fragmentação da vegetação do entorno. Os resultados reforçam o caráter de mosaico do Cerrado e indicam que a riqueza florística observada para esta comunidade em particular está sob risco de destruição, em função das pressões impostas sobre a mesma. Estes fatos justificam estudos mais amplos e medidas de conservação na área de abrangência do Cerrado e, especialmente, junto à comunidade estudada.

CAPÍTULO 2

REPRODUÇÃO SEXUADA – ASPECTOS ECOLÓGICOS

FENOLOGIA, POLINIZAÇÃO E DISPERSÃO

INTRODUÇÃO

A reprodução sexuada das plantas é influenciada por vários fatores entre os quais os ritmos fenológicos (período, duração e frequência) e as alternativas usadas na polinização das flores e dispersão das sementes. São aspectos ecológicos com implicações sobre a quantidade e qualidade de autofecundação ou fecundação cruzada em plantas — ambas alternativas reprodutivas com impactos sobre os processos de especiação e diferenciação de populações (Bawa 1974, 1992).

Informações sobre fenologia, polinização e dispersão podem ainda ajudar a compreender a organização biológica de comunidades (Frankie *et al.* 1974a, Frankie 1975). As características da floração e frutificação afetam as interações entre plantas e polinizadores e dispersores, pois refletem a distribuição de recursos ao longo do ano. As interações possibilitam a permanência destes dois componentes básicos no ambiente uma vez que plantas dependem dos animais para garantir seu sucesso reprodutivo e os animais precisam das plantas como fonte de recursos (Frankie *et al.* 1974a).

No Cerrado estudos foram desenvolvidos com espécies (Vieira *et al.* 1992), grupos de espécies (Saraiva *et al.* 1988, Gottsberger 1989, Oliveira & Sazima 1990, Oliveira & Gibbs 1994, Proença & Gibbs 1994, Goldenberg & Shephard 1998) ou ainda comunidades (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983, Mantovani & Martins 1988, Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988, Oliveira 1991, Oliveira & Moreira 1992, Barbosa 1997, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000). Os dados ainda são limitados a um pequeno número de *taxa* e comunidades, mas oferecem informações importantes relacionadas com padrão de floração e frutificação na vegetação do Cerrado. Também informam como é a distribuição dos sistemas de polinização e de dispersão em diferentes estratos e fisionomias e quais os grupos de animais que buscam alimentos neste ambiente.

Particularmente entre as espécies lenhosas tem sido observada floração ao longo do ano e a frutificação estacional, em função do tipo de dispersão. A polinização é principalmente biótica e efetivada por meio de diferentes sistemas. Na dispersão, além dos animais, o vento se destaca como um dos agentes que promovem o deslocamento das sementes. A partir destas evidências surgem, para este estrato, novas questões como: (1) árvores e arbustos diferem nas características de suas fenofases reprodutivas?, (2) existe algum tipo de organização, quanto as fenofases reprodutivas, entre plantas que participam de um mesmo sistema de polinização ou de dispersão?, (3) como os diferentes recursos oferecidos pelas plantas estão distribuídos ao longo do ano?, (4) qual a distribuição e diversificação dos sistemas de polinização e de dispersão no estrato?, (5) as plantas são visitadas por grupos específicos ou diversificados de polinizadores? Respostas neste sentido podem ser obtidas ao se estudar comunidades que representam um mesmo ou diferentes tipos fisionômicos encontrados no Cerrado.

Para Mato Grosso as informações, sobre aspectos ecológicos relacionados com reprodução sexuada, estão limitadas às características fenológicas e de dispersão em somente duas comunidades do Cerrado. Um trabalho foi desenvolvido em área de cerrado (Guarim Neto *et al.* 1994) e outro em cerradão (Macedo 1993). No intuito de compreender a biologia reprodutiva das espécies da região, foram realizados estudos para o estrato arbustivo-arbóreo numa área de cerrado (*sensu stricto*), quanto as fenofases reprodutivas e sistemas de polinização, e inferências sobre os

mecanismos de dispersão. Os resultados sintetizam observações para todo o estrato ou estão relacionados com parte representativa da flora.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área — Os estudos foram desenvolvidos em 4,9 hectares de cerrado (*sensu stricto*) da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso — UFMT. A Fazenda Experimental está localizada junto ao perímetro urbano de Santo Antônio do Leverger (15°46'S, 56°05'W). O município está situado na extremidade norte do Pantanal de Poconé (classificação de Adámoli 1981). O Cerrado, com suas variações fisionômicas, predomina na região (RADAMBRASIL 1982). O clima segundo a classificação de Köppen é Aw (subtipo savana), com temperaturas altas durante o ano (média anual de 25,6 °C), chuvas no verão (outubro-maio) e seca no inverno (abril-setembro) (Oliveira Filho 1992). Maiores detalhes sobre a vegetação são descritos no Capítulo 1.

Fenologia Reprodutiva — As observações sobre atividade reprodutiva no estrato lenhoso foram realizadas quinzenalmente, entre fevereiro de 1996 e janeiro de 1998, totalizando dois anos de acompanhamento. A cada visita foram registradas as espécies com flores e/ou frutos maduros e estimado o número de indivíduos com estruturas reprodutivas por espécie, através de censo, realizado percorrendo a área em toda a sua extensão (4,9 ha). Floração foi definida como o período de tempo com emissão de botões e abertura de flores e a frutificação como o período com frutos ou sementes em fase de dispersão. Os períodos com número máximo de espécies com flores ou com frutos em dispersão foram considerados picos de floração e de frutificação na comunidade, respectivamente. As fenofases reprodutivas foram analisadas quanto ao período, frequência e duração (*sensu* Newstron *et al.* 1994), tendo por base valores anuais.

Polinização — Os sistemas de polinização foram caracterizados, para 109 espécies que floresceram no estrato arbustivo-arbóreo, com base nas características florais e visitantes. As flores foram analisadas quanto aos aspectos morfológicos (cor, forma, tamanho) e funcionais (período de antese, presença de odor, guias de recurso, período de disponibilidade do pólen e receptividade do estigma) e tipo de recurso oferecido aos visitantes. Do total de 109 espécies, uma amostra de 52 foi avaliada diretamente na comunidade e 13 por indicações de literatura quanto a longevidade das flores (*sensu* Primack 1985). Do total de 109 espécies para 66 foram realizadas observações diretas sobre a categoria e, quando possível, sobre o comportamento dos visitantes; para outras 43 espécies o sistema foi deduzido considerando também a identificação dos polinizadores em outras áreas do Cerrado (19 spp.) ou apenas pelas características florais (24 spp.). Os visitantes que em contato com as anteras recolhem, direta ou indiretamente, os grãos de pólen e permitem a sua transferência para o estigma foram considerados polinizadores. Foram reconhecidos como pilhadores os visitantes que exploram os recursos florais sem contactar os órgãos reprodutivos ou quando coletam restos de pólen e néctar em flores iniciando a senescência. Os visitantes coletados foram encaminhados a especialistas para identificação. Apenas os visitantes das espécies com flores com antese diurna foram monitorados; o tempo de observação variou entre 18 e 40 horas por espécie de planta. As abelhas, vespas e moscas foram consideradas pequenas com $\leq 0,7$ cm de comprimento, médias $>0,7$ e $<1,4$ cm e grandes $>1,4$ cm (*sensu* Ramirez 1989). Lepidópteros pequenos apresentam comprimento de $<1,5$ cm, médios com $>1,5$ e $<2,5$ cm e grandes $>2,5$ cm.

Dispersão — Os sistemas de dispersão foram caracterizados para as 81 espécies que frutificaram no estrato lenhoso, considerando as características dos frutos (tipo, cor do epicarpo, consistência e sabor do pericarpo). Os mecanismos de dispersão das espécies foram inferidos através da análise de síndromes (*sensu* Howe 1986 e Van der Pijl 1982). As categorias de animais citadas são consideradas “prováveis dispersores”.

Densidade — A densidade absoluta, para 85 das 109 espécies com informações sobre os sistemas de polinização e/ou dispersão, foi obtida na análise estrutural da área (Capítulo 1). Esta densidade foi considerada como densidade populacional de cada espécie. Os índices representam a população potencialmente reprodutiva de cada espécie pela inclusão de indivíduos com perímetro que indica maturidade reprodutiva das plantas na comunidade.

RESULTADOS

FENOLOGIA REPRODUTIVA

Embora o acompanhamento de eventos por apenas dois anos seja insuficiente para a identificação exata de padrões fenológicos para o estrato arbustivo-arbóreo, algumas tendências são perceptíveis para a comunidade lenhosa quanto ao período, frequência e duração da floração e frutificação. Floração foi evidenciada em 109 (83,2%) das 131 espécies registradas na área (Anexo 1) e frutos maduros foram observados em 81 espécies (Anexo 2). Outras 22 permaneceram estritamente limitadas à atividade vegetativa (Anexo 3).

Para *Astrocaryum* sp. não foi identificado o período do ano com flores no único indivíduo encontrado na área, impedindo a caracterização desta fenofase para a espécie. O porte alto (>5 m) dos indivíduos pistilados de *Cecropia* cf. *pachystachya*, impediu a identificação das fases de floração e de frutificação. Parte das espécies não produziu frutos por aborto das flores (*Annona phaeoclados*, *Annona* sp.1, *Annona* sp.2, *Connarus suberosus*, *Dimorphandra mollis*, *Dipteryx alata*, *Hexaclamys* aff. *edulis*, *Heteropterys* sp., *Lafoensia pacari*, *Luehea* cf. *candicans*, *Matayba guianensis*, *Psidium* sp. e *Roupala montana*) ou dos frutos (*Qualea grandiflora*). Em outras os frutos foram destruídos quando imaturos (*Andira cuiabensis*, *Davilla elliptica*, *Duguetia furfuracea*, *Simaruba versicolor* e *Stryphnodendron obovatum*). Para *Bauhinia* cf. *subclavata*, *Bauhinia* sp.1, *Bauhinia* sp.2, *Luetzelburgia praecox* e *Ouratea semiserrata* uma parcela das estruturas reprodutivas foi abortada e outra predada. Em *Cardiopetalum* sp. a frutificação não foi caracterizada em função da ausência de frutos maduros no último mês de observação (janeiro/1998).

Em 19 espécies as fenofases reprodutivas foram caracterizadas com base em poucos indivíduos ou ramos com flores e/ou frutos (Anexos 1 e 2). Dezesesseis espécies que floresceram em 1997 apresentaram frutos imaturos no último mês de observação (janeiro/98), sendo excluídas das análises com relação a esta fenofase. Durante a estação seca e início da chuvosa (outubro) foram observadas 20 espécies com atividade reprodutiva e caducifolia ocorrendo simultaneamente (Anexos 1 e 2); as espécies em frutificação têm seus diásporos dispersados pelo vento.

Período — Flores e frutos foram observados em todos os meses do ano, mas um caráter estacional emerge em ambas fenofases reprodutivas. As espécies florescem principalmente nos três primeiros meses da estação chuvosa (outubro/novembro/dezembro), seguindo um pico que ocorre no final da estação seca (setembro), quando as primeiras chuvas caem na região (Fig. 1 e 2). Em 1997, um segundo pico ocorreu no período chuvoso (novembro). A frutificação se concentrou nos meses de transição entre estações (agosto/setembro/outubro), com um pico em setembro. Um pico secundário foi registrado na estação chuvosa (dezembro) nos dois anos (Fig. 1). Muitas espécies com atividade reprodutiva apresentaram variação no período de floração e/ou frutificação entre anos. As diferenças são de 15 a 30 dias entre um ano e outro (Anexos 1 e 2).

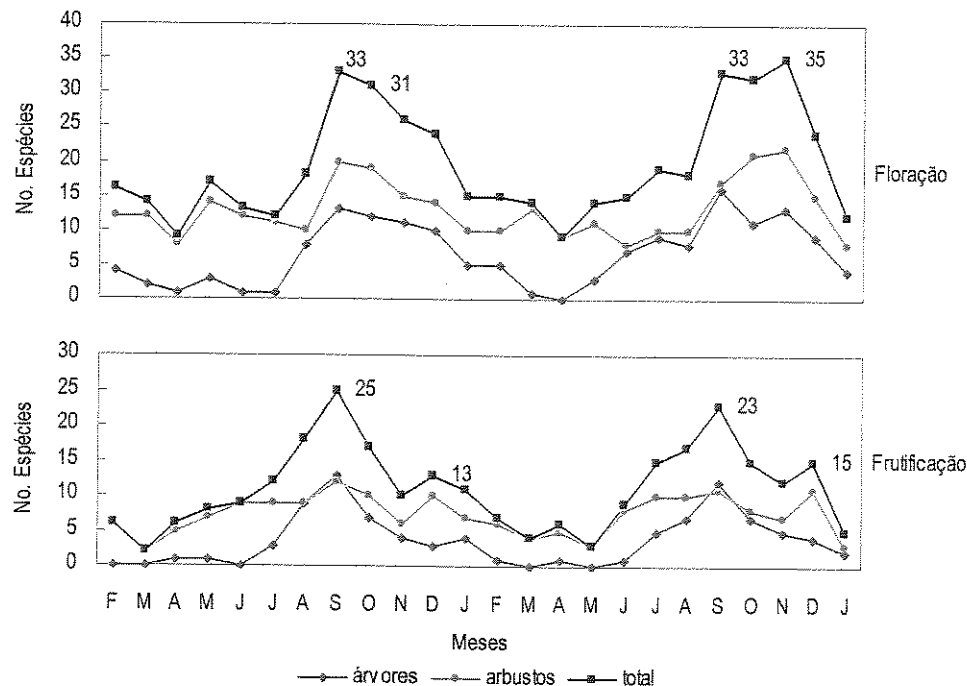


Figura 1 – Período de floração e de frutificação das espécies arbustivo-arbóreas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT – fevereiro de 1996 a janeiro de 1998. Estação Seca: abril a setembro; Estação Chuvosa: outubro a março.

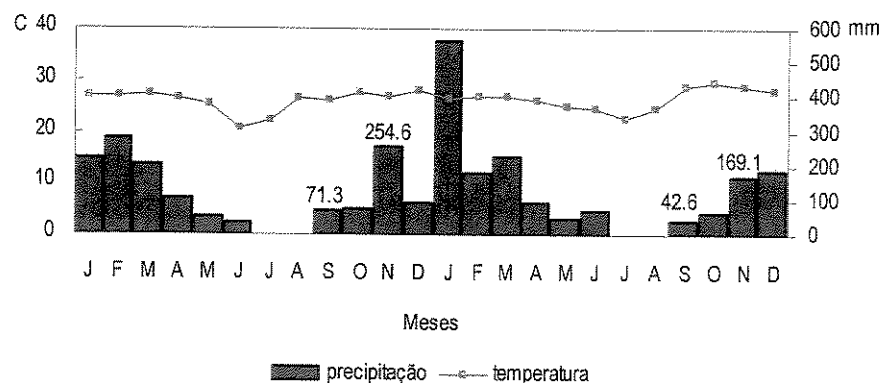


Figura 2 – Média mensal de temperatura e precipitação em Santo Antônio do Leverger, MT – janeiro de 1996 a dezembro de 1997 (Fonte: Estação Agrometeorológica "Pe. Ricardo Remetter" – UFMT/CCA). Estação seca: abril a setembro; Estação chuvosa: outubro a março.

Frequência — No estrato lenhoso a floração e frutificação têm frequência contínua em função da presença de espécies com atividade reprodutiva durante todo o ano. Entre as espécies a frequência é diferenciada. A maioria (81,6%, 89/109) produziu flores em um único episódio ao ano, em dois anos de acompanhamento, indicando frequência anual de floração. As populações observadas de *Alibertia edulis*, *Alchornea discolor*, *Andira cuiabensis*, *Coccoloba mollis* e *Qualea parviflora* concentram a produção de flores em uma estação, mas alguns indivíduos florescem isoladamente no ano. Aparentemente estas espécies tendem a exibir floração subanual, isto é, com dois ou mais episódios

por ano. Os indivíduos masculinos de *Cecropia* cf. *pachystachya* tendem a apresentar igualmente floração subanual. Para *Croton cuiabensis* e *Duguetia furfuracea* foram encontrados indivíduos com flores em quase todos os meses do ano, caracterizando floração contínua. Doze espécies floresceram em apenas um dos anos de acompanhamento; todas com um único episódio reprodutivo no ano (Anexo 1). A frutificação tem frequência anual para a maioria das espécies lenhosas (97,5%, 79/81) observada com frutos na comunidade. Para *Croton cuiabensis* e *Chomelia* sp. a frutificação tem frequência subanual.

Duração — Árvores e arbustos não diferem significativamente quanto ao número de espécies com floração ($\chi^2=0,0064$, $gl=1$, $P>0,05$) e frutificação ($\chi^2=0,888$, $gl=1$, $P>0,05$) breve ou intermediário. Poucas espécies apresentam atividade reprodutiva por mais de cinco meses (extenso); na floração são basicamente as espécies arbustivas que exibem este comportamento (Tab. 1).

Tabela 1 – Relação entre hábito e duração das fenofases reprodutivas no estrato arbustivo-arbóreo do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n=número de espécies; breve-<1 mês; intermediário->1<5 meses; extenso->5 meses)

HÁBITO	FLORAÇÃO			TOTAL
	BREVE	INTERMEDIÁRIO	EXTENSO	(n)
FLORAÇÃO				
árvores	20	25	1	46
arbustos	25	32	5	62
TOTAL	45	57	6	108*
FRUTIFICAÇÃO				
árvores	20	10	1	31
arbustos	27	22	1	50
TOTAL	47	32	2	81

**Astrocaryum* sp. com período e duração indefinidos.

Fenologia Vs. Polinização e Dispersão — Um outro nível de análise é possível desenvolver considerando eventos fenológicos no estrato arbustivo-arbóreo. Diz respeito ao comportamento reprodutivo dos grupos de espécies, definidos pelas similaridades encontradas na polinização e na dispersão entre *taxa* da comunidade lenhosa. A maioria das espécies, com flores (94,5%, 103/109) e com frutos maduros (53%, 43/81) no estrato lenhoso, apresenta interação com animais polinizadores e dispersores na comunidade estudada.

Espécies com flores visitadas exclusivamente por abelhas (43 spp.) e espécies visitadas por duas ou mais categorias de animais (animais diversos, 30 spp.) formam os principais grupos ecologicamente relacionados à polinização na área. As espécies visitadas apenas por abelhas florescem seguindo uma distribuição aproximadamente uniforme ao longo do ano (Fig. 3). No caso das espécies visitadas por animais diversos a floração foi caracterizada por picos estacionais. Um pico maior na estação chuvosa (dezembro e fevereiro) e outro menor na estação seca (agosto); o mês de abril exibiu produção restrita de flores nos dois anos.

Grupos com outras formas de polinização são menos representados na área e têm floração marcadamente estacional. Espécies visitadas por besouros (9 spp.) ou mariposas (9 spp.) florescem principalmente na estação chuvosa. Aquelas visitadas por beija-flores (2 spp.) ou morcegos (10 spp.), ao contrário, usam a estação seca como período de máxima produção de flores. Um pequeno grupo de espécies (6 spp.), que aparentemente faz uso do vento como agente polinizador, produz mais flores no período de transição entre estação seca e chuvosa (setembro/outubro); em 1997 foi observado um pico menor durante a estação seca (junho e julho).

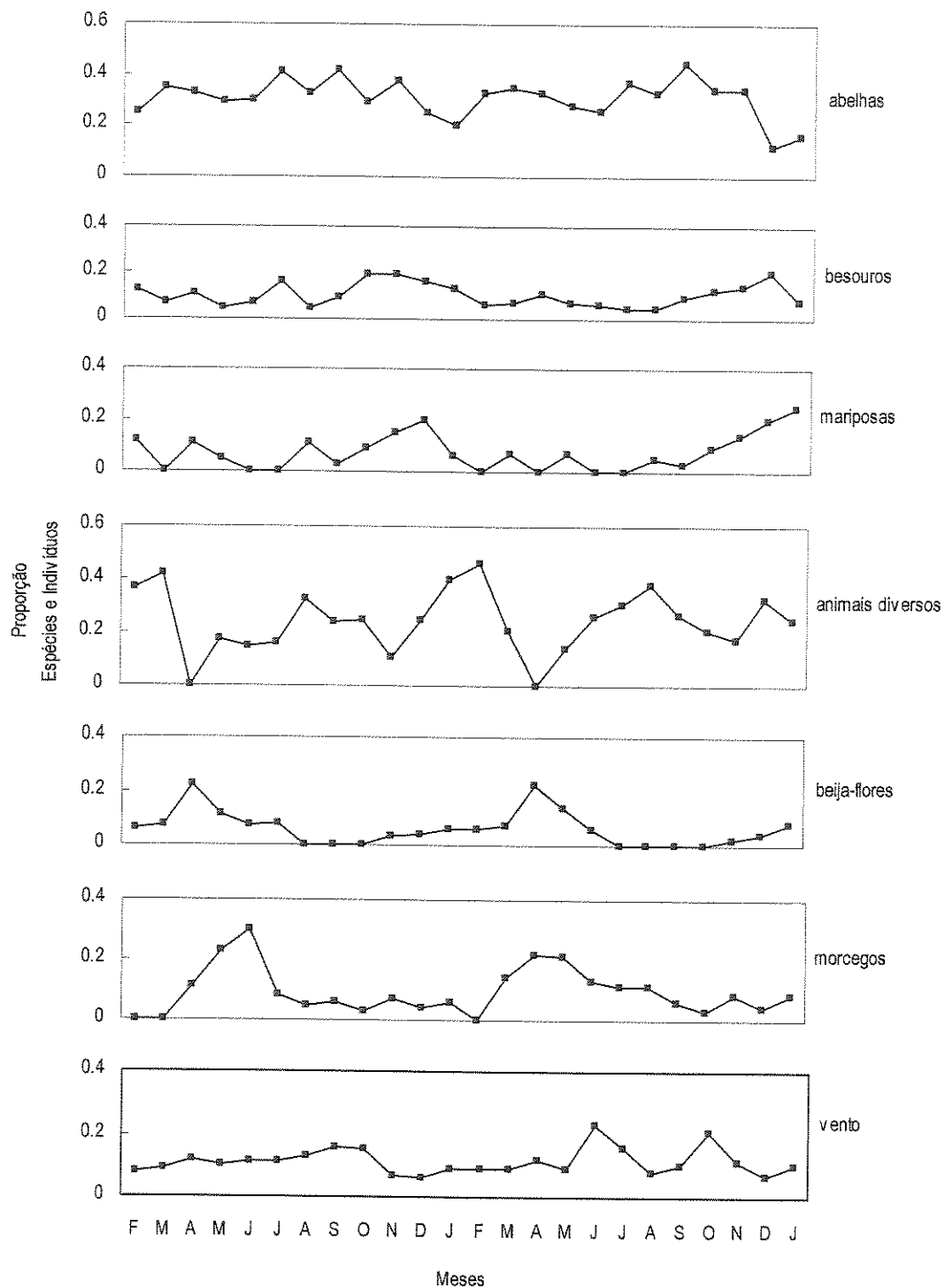


Figura 3 – Proporção de espécies arbustivo-arbóreas com flores ao longo de dois anos agrupadas segundo sistema de polinização no cerrado da Faz. Exp. da UFMT – fevereiro de 1996 a janeiro de 1998. Estação seca: abril a setembro; Estação chuvosa: outubro a março. Valores representam proporção do total de espécies com flores a cada mês.

Na dispersão foram identificados três grupos básicos entre as espécies com atividade reprodutiva — espécies com frutos e/ou semente dispersados por animais, pelo vento ou por mecanismos autocóricos. Todos exibem comportamento claramente sazonal na frutificação (Fig. 4).

As espécies com dispersão por animais (43 spp.) liberam frutos maduros principalmente na estação chuvosa, concentrados em três meses do período (novembro/dezembro/janeiro); um pico menor pode ser observado na estação seca em 1996 (maio). As dispersadas pelo vento (29 spp.) liberam os diásporos ao longo da estação seca, com dois picos — um menor no início (abril) e outro, mais longo e significativo, nos meses finais (agosto e setembro). As espécies autocóricas (9 spp.) também dispersam seus frutos, principalmente, na estação seca.

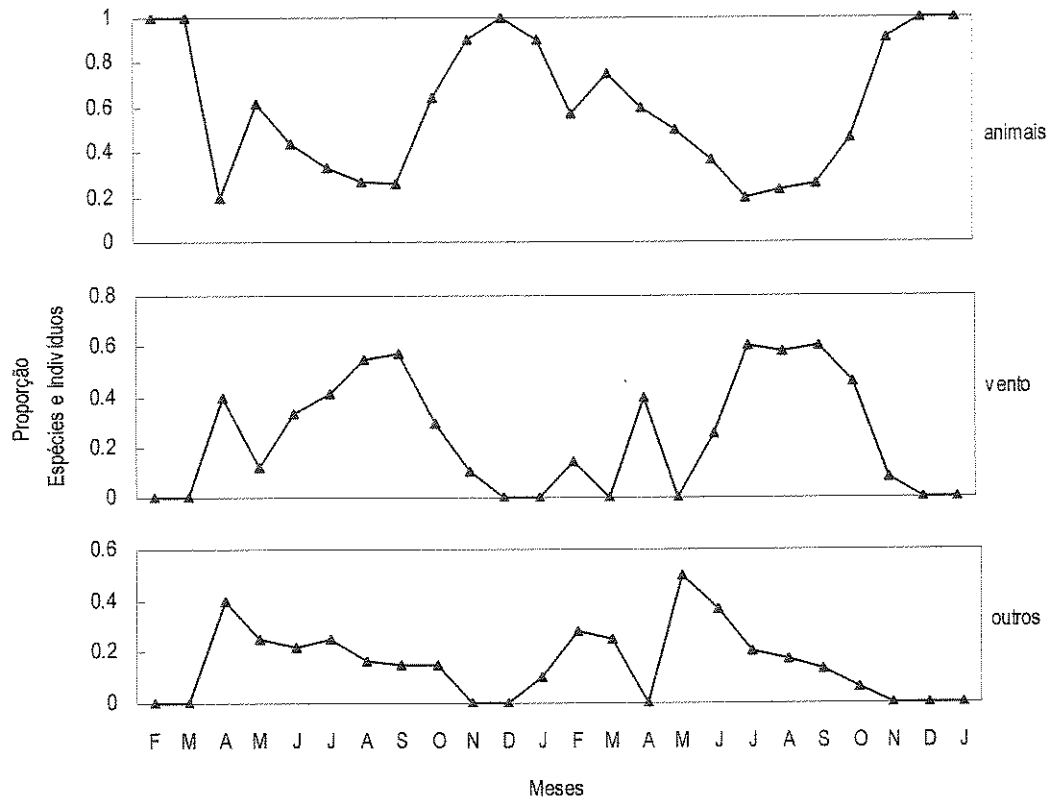


Figura 4 – Proporção de espécies arbustivo-arbóreas com frutos ao longo de dois anos agrupadas segundo sistema de dispersão no cerrado da Faz. Exp. da UFMT – fevereiro de 1996 a janeiro de 1998. Estação Seca: abril a setembro; Estação Chuvosa: outubro a março. Valores representam proporção do total de espécies com frutos a cada mês.

Os dados fenológicos informam ainda quando (período), por quanto tempo (duração) e que tipo de recursos estão disponíveis para animais polinizadores e dispersores ao longo do ano. Na área estudada, há disponibilidade de recursos florais para abelhas durante todo o ano enquanto para outras categorias de animais polinizadores a oferta é estacional (Fig. 3). Para os dispersores, os frutos e/ou sementes ariladas estão disponíveis, principalmente, na estação chuvosa (Fig. 4).

Quanto à duração foi observada uma parcela maior de espécies com floração caracterizada como intermediária (57 spp.) ou como breve (45 spp.). Estes índices, entretanto, não diferem significativamente (Tab. 2). Floração extensa está restrita a poucas espécies (6 spp.). Em alguns taxa a presença de flores está restrita aproximadamente uma semana — *Davilla elliptica*, *Eugenia* spp., *Hexaclamys* aff. *edulis*, *Miconia prasina*, *Myrcia* spp., *Platypodium elegans*, *Randia armata* e *Roupala montana*. As diferenças entre dispersão de frutos consumidos por animais, com duração breve (24 spp.) e intermediária (17 spp.), não são significativas ($\chi^2=1,19$, $gl=1$, $P>0,05$), mas indicam uma

tendência favorecendo a dispersão por curto período. Apenas duas espécies frutificam por um período mais extenso.

Tabela 2 – Relação entre polinização e duração do florescimento no estrato arbustivo-arbóreo do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (breve-<1 mês; intermediário->1<5 meses; extenso->5 meses; n-número de espécies)

POLINIZAÇÃO	FLORAÇÃO			TOTAL (n)
	BREVE	INTERMEDIÁRIO	EXTENSO	
abelhas	26	15	2	43
besouros	1	5	2	8
mariposas	2	7	0	9
animais diversos	13	17	0	30
beija-flores	0	1	1	2
morcegos	2	8	0	10
vento	1	4	1	6
TOTAL*	45	57	6	108**

* breve vs. intermediário: $\chi^2=1,41$, gl=1, NS, $P>0,05$

** *Astrocaryum* sp. com período indefinido.

Das 109 espécies lenhosas com floração, foram excluídas da análise sobre distribuição de recursos, aquelas com polinização pelo vento (6 spp.) e uma sem dados sobre as flores (*Astrocaryum* sp.). As espécies oferecem principalmente pólen (36%, 37/102) e néctar (63,7%, 65/102) aos visitantes (Fig. 5). Estes recursos são encontrados, em diferentes fontes florais, durante todo o ano. O número de espécies oferecendo néctar é, em média, maior na estação chuvosa (13 ± 4) que na estação seca ($8,7\pm4$). A oferta de pólen, quanto ao número de espécies, é definida por valores médios aproximados entre a estação seca ($7,5\pm3,6$) e a chuvosa ($8\pm5,2$). As espécies com flores de óleo (8 spp. de Malpighiaceae) florescem nos meses de transição entre estações seca e chuvosa (setembro, outubro e novembro). As flores, com tecido (7 spp. de Annonaceae), são observadas durante as duas estações do ano (julho a janeiro). Como já comentado anteriormente, as espécies com dispersão por animais oferecem seus frutos principalmente na estação chuvosa.

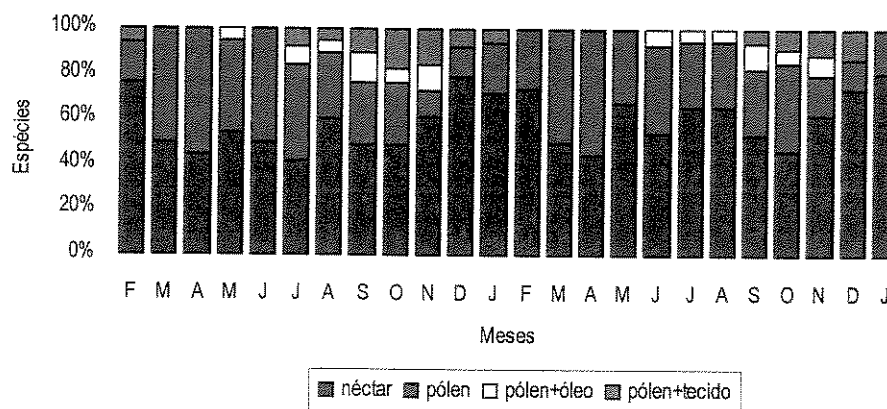


Figura 6 – Disponibilidade de recursos florais ao longo do ano no estrato arbustivo-arbóreo do cerrado da Faz. Exp. da UFMT — fevereiro de 1996 a janeiro de 1998. Estação Seca: abril a setembro; Estação Chuvosa: outubro a março.

SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO

Para o total de 109 espécies que floresceu no estrato lenhoso foram reconhecidos seis grupos ecológicos, com base no sistema de polinização por animais: espécies polinizadas exclusivamente por abelhas (39,4%, 43/109), besouros (8,3%, 9/109), mariposas (8,3%, 9/109), beija-flores (1,8%, 2/109) e morcegos (9,2%, 10/109). Um outro grupo reúne plantas polinizadas por diferentes categorias de animais (27,5%, 30/109). Um sétimo grupo é formado por espécies que aparentemente usam o vento como agente polinizador (5,5%, 6/109) (Anexo 4). Neste último grupo foram incluídas espécies cujas flores exibem características relacionadas com anemofilia (*sensu* Faegri & Van der Pijl 1979), não são visitadas por animais e quando visitantes estão presentes atuam como pilhadores (*Alchornea discolor*, *Celtis pubescens* e *Croton cuiabensis*). O grupo polinizado por animais diversos reúne plantas com flores que são atrativas e potencialmente polinizadas por abelhas, borboletas, mariposas, moscas e vespas. Em duas espécies, *Qualea multiflora* e *Rudgea viburnoides*, além dos insetos são observados visita de beija-flores.

Hábito de crescimento e sistema de polinização estão relacionados no estrato (Tab. 3). As abelhas polinizam proporcionalmente mais espécies arbóreas (45,6%, 21/46) que arbustivas (35%, 22/63). A proporção de espécies arbóreas (28%, 13/46), polinizadas por animais diversos, é semelhante ao de arbustivas (27%, 17/63). Besouros, mariposas, beija-flores e o vento polinizam preferencialmente espécies arbustivas. Morcegos visitam principalmente flores de espécies arbóreas.

Tabela 3 – Relação entre polinização e hábito no estrato arbustivo-arbóreo do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (número de espécies)

POLINIZAÇÃO	HÁBITO		TOTAL (n)
	ÁRVORES (n)	ARBUSTOS (n)	
abelhas	21	22	43
besouros	1	8	9
mariposas	3	6	9
animais diversos	13	17	30
beija-flores	0	2	2
morcegos	6	4	10
vento	2	4	6
TOTAL	46	63	109

As espécies lenhosas apresentam flores com características morfológicas e funcionais diversificadas, que podem ser associadas a síndromes que definem com os sistemas de polinização identificados na área estudada (Tab. 4, Fig. 6A–F, 7A–H). Entre as 109 espécies com atividade reprodutiva na área, apenas para *Astrocaryum* sp. não foi possível avaliar as características florais. Na maioria das espécies polinizadas por animais (79 spp.) e em todas polinizadas pelo vento (6 spp.) as flores têm antese diurna. Antese noturna ocorre em menor número de espécies (23 spp.). As flores geralmente são menores que 1 cm de diâmetro (45%, 49/108); cores claras são predominantes na corola (55,5%, 60/108). Na maioria das espécies amostradas a longevidade floral é de um dia ou noite (64,5%, 42/65), dependendo do tipo de antese; em algumas espécies (13 spp.) está restrita a poucas horas (6 h) e em outras (10 spp.) é superior a um dia. Os recursos florais oferecidos pelas espécies lenhosas são néctar, pólen, óleo e tecido (Anexo 4). Nas flores de algumas espécies os grãos de pólen são expostos aos visitantes sobre o estigma ou na face dorsal dos lobos estigmáticos e não diretamente nas anteras (apresentação secundária de pólen) — *Platypodium elegans*, *Randia armata*, *Roupala montana*, *Tocoyena formosa* e *Vernonia* spp.. Nas espécies de *Alibertia* spp. os grãos de pólen são depositados sobre pistilódios presentes nas flores masculinas.

Tabela 4 – Características florais predominantes entre as espécies do estrato arbustivo-arbóreo da Faz. Exp. da UFMT segundo as síndromes de polinização.

CARACTERÍSTICAS FLORAIS	SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO						
	ABELHAS	BESOUROS	MARIPOSAS	ANIMAIS DIVERSOS	BEIJA-FLORES	MORCEGOS	VENTO
ANTESE	diurna	noturna	noturna	diurna	diurna	noturna	diurna
COR	várias	amarelo, alaranjado	branco	claras*	amarelo, vermelho	branco	claras*
ODOR	sim	sim	sim	sim	não	sim	não
GUIA DE RECURSOS	sim, não	não	não	não	não	não	não
FORMA	aberto, fechado	fechado	tubuloso	aberto	tubuloso	aberto	aberto
TAMANHO**	pequenas, médias	médias, grandes	pequenas, médias e grandes	pequenas	grandes	grandes	pequenas
LONGEVIDADE ***	1 ou ½	2	1 ou 2	1	1	1	—
RECURSO	néctar, pólen	pólen e tecido	néctar	néctar	néctar	néctar	—

* flores claras: brancas, esverdeadas ou amareladas; ** pequenas <10 mm, médias >10<30 mm, grandes >30 mm; *** número de dias

Em algumas famílias as espécies lenhosas apresentam flores com características particulares — espécies de Annonaceae (7 spp.), Fabaceae (7 spp.), Malpighiaceae (8 spp.) e Vochysiaceae (4 spp.). Outro grupo que se destaca é formado por sete espécies com anteras poricidas, representantes de quatro diferentes famílias (Caesalpiniaceae, Cochlospermaceae, Melastomataceae e Ochnaceae, Fig. 6A, 6E, 6F). Algumas espécies apresentam associação particular com determinados grupos de polinizadores — Annonaceae e besouros, Malpighiaceae e abelhas coletoras de óleo, Rubiaceae e mariposas e espécies com anteras poricidas e abelhas vibradoras. Flores com antese noturna representam outra forma de interação específica uma vez que limitam a polinização a determinados grupos de visitantes: besouros, mariposas e morcegos.

Visitantes Florais — Todos os visitantes foram computados, sempre que possível, em cada espécie uma vez que podem apresentar função diferenciada na comunidade. Isto significa que um pilhador de determinada espécie pode ser polinizador em outra. Por exemplo, *Augochlorella* sp. (Halictidae: Halictinae) aparece como abelha pilhadora de pólen nas flores de *Hexaclamys* aff. *edulis* e *Psidium guineense* e como polinizadora em *Connarus suberosus* e *Rhamnidium elaeocarum*.

Abelhas são os visitantes mais freqüentes nas flores das espécies arbustivo-arbóreas. Estes insetos são observados nas flores de espécies visitadas exclusivamente por abelhas e de espécies que recebem outros animais (animais diversos, mariposas e morcegos) ou que são polinizadas pelo vento (*Alchornea discolor*, *Celtis pubescens* e *Croton cuiabensis*). Vespas, moscas, mariposas e borboletas são encontradas basicamente nas flores das espécies polinizadas por animais diversos. Quando observadas em outros sistemas, são pilhadores. Beija-flores (Trochilidae) foram observados visitando flores de diferentes sistemas de polinização (beija-flores, animais diversos, morcegos); estes animais estavam em atividade durante todo o dia, incluindo períodos mais quentes no cerrado (11:00-15:00 horas). Os demais visitantes foram observados geralmente nas primeiras horas da manhã e no final da tarde.

Apenas uma parcela dos visitantes foi coletada na área; todos são insetos com atividade diurna. O número de plantas visitado variou entre categorias de animais. A maioria das espécies de abelhas coletada (56,8%, 29/51), visitou duas ou mais espécies (até 6 spp.) lenhosas na comunidade (Anexo 5). O número mediano de espécies visitadas por abelhas nativas (2 spp.) é maior que entre Lepidópteros, vespas e moscas (1 sp.). Apenas quatro espécies de moscas foram coletadas, cada uma visitando uma espécie diferente de planta.

Figura 6 – ESTRUTURAS REPRODUTIVAS. A-B: *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. – A-flor (antras porcidas), B-botões e frutos imaturos; C: *Curatella americana* L. – botões e flores; D: *Heteropterys anoptera* A. Juss. – inflorescência; E: *Rhynchanthera novemnervia* DC. – flor (antras porcidas); F: *Ouratea castaneifolia* Engl. – flor (antras porcidas).

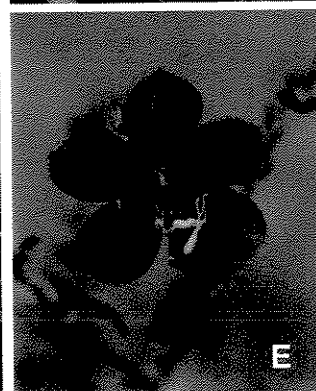
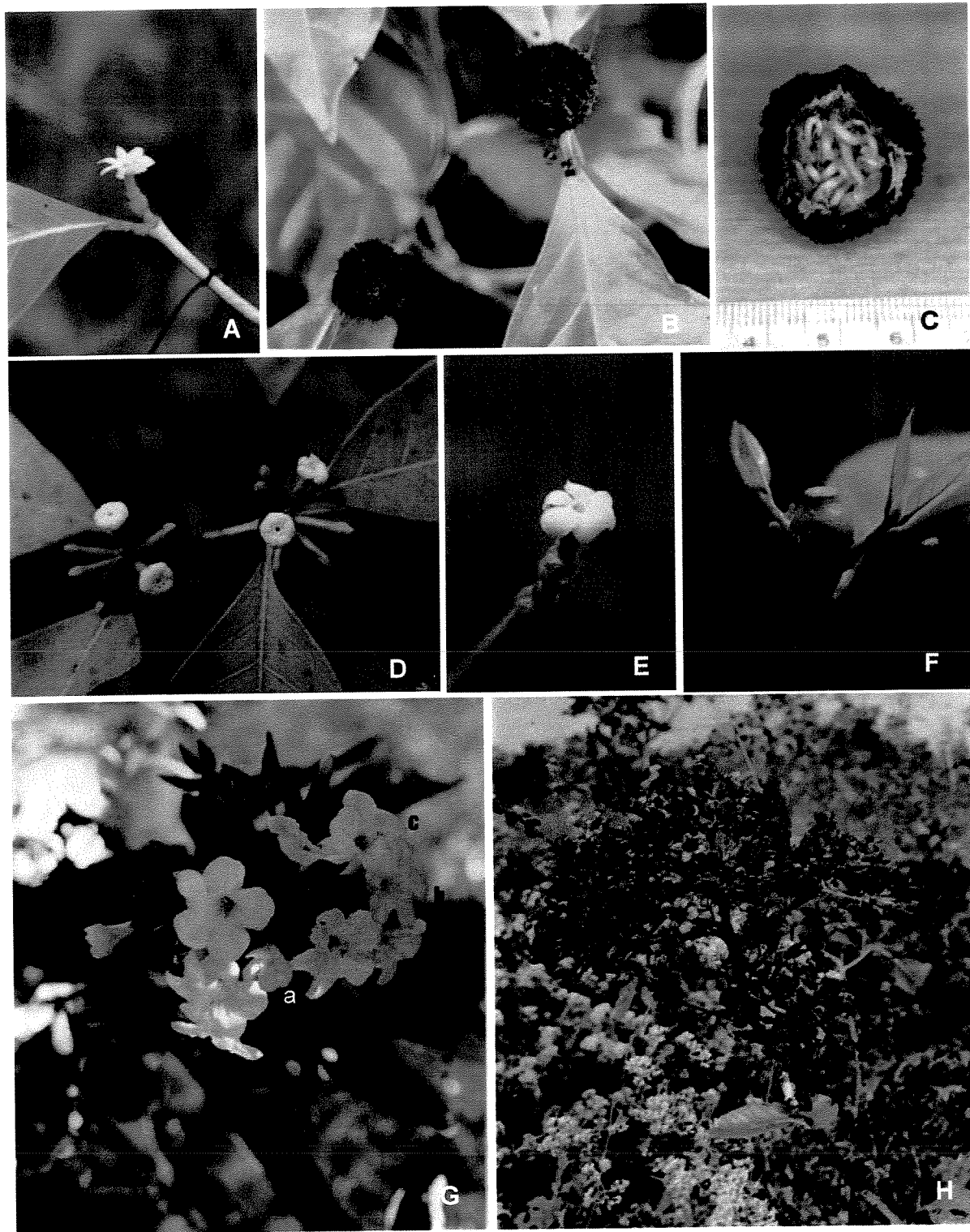


Figura 7 – ESTRUTURAS REPRODUTIVAS. A-C: *Alibertia verrucosa* Moore – A-flor feminina, B-frutos maduros, C-germinação de sementes no interior dos frutos; D-F: *Alibertia sessilis* (Cham.) K. Schum. – D-flores masculinas, E-flor feminina, F-fruto imaturo; G-H: *Cordia insignis* Cham. – G-botões (a), flores do dia (b), flores do terceiro dia (c), H-frutos maduros.



Com relação às plantas, foram coletados de um a quatorze visitantes diferentes por espécie. O número mediano é de 3 espécies de visitantes para cada espécie de planta. Duas espécies se destacam pelo número de visitantes às flores — *Erythroxylum ambiguum* (10 spp.) e *Rudgea viburnoides* (13 spp. de insetos e 1 sp. de beija-flor). Os valores obtidos estão subestimando os índices reais, pois nem sempre foi possível coletar todas as espécies de visitantes numa dada espécie de planta e em outras não foi efetuada nenhuma coleta.

As espécies coletadas de vespas pertencem a quatro famílias e oito gêneros determinados (Anexo 5). Vespidae é a família com maior número de espécies (4 spp.). As moscas têm representantes de três famílias e apenas três gêneros foram determinados. Os Lepidópteros reúnem cinco espécies de mariposas, distribuídas em duas famílias, e uma espécie de borboleta. Os indivíduos coletados de abelhas representam espécies de cinco famílias. Duas delas, Apidae (35 spp.) e Halictidae (9 spp.) são dominantes. O gênero *Centris* com oito espécies é responsável em parte pelo predomínio de Apidae na área.

As abelhas permitem uma melhor análise em função do maior número de coleta. A maioria coletada é representada por indivíduos femininos (45 spp.); machos aparecem em menor proporção (10 spp.). Abelhas com tamanho médio (Colletidae; Megachilidae; Apidae: Apini, Bombini, Centridini, Ceratinini,) e pequenas (Halictidae; Apidae: Exomalopsini, Meliponini, Tetrapedini) são dominantes. Abelhas grandes aparecem em duas famílias com poucos representantes coletados — Andrenidae e Apidae (Xilocopini). Nos dois grupos onde estes insetos atuam como polinizadores, abelhas e animais diversos, (60,3% (44/73) das espécies são visitadas por abelhas médias e grandes e 35,6% (26/73) por abelhas pequenas. Os indivíduos de *Apis mellifera* visitam flores de 18 espécies arbustivo-arbóreas da comunidade. Este é um número bem superior de plantas que o registrado para espécies nativas de abelhas (6 spp.). Estes insetos forrageiam em grandes grupos que exploram ativamente os recursos florais.

Além dos polinizadores, as flores podem receber visitas de pilhadores de recursos, que são delimitados mais facilmente em algumas espécies (Anexo 4). Nas espécies com antese noturna, abelhas, borboletas, mariposas e/ou beija-flores recolhem restos de pólen e néctar no dia seguinte à abertura das flores — *Guettarda viburnoides*, *Lafoensia pacari*, *Luehea* spp., *Pseudobombax* spp., *Roupala Montana* e *Tocoyena formosa*. Nas espécies com antese diurna foram identificadas abelhas pilhando as flores de *Cochlospermum regium*, *Heteropterys* spp., *Hexaclamys* aff. *edulis*, *Ouratea castaneifolia*, *Psidium guineense*, *Rhynchanthera novemnervia*, *Rudgea viburnoides*. São também pilhadas flores masculinas de *Alibertia sessilis* e *Alibertia verrucosa* (abelhas e borboletas) e de *Randia armata* (abelha e vespa). Nas espécies consideradas anemófilas as visitas de abelhas estão restritas às flores masculinas para coleta de pólen (*Alchornea discolor* e *Celtis pubescens*) ou néctar por vespas (*Croton cuiabensis*).

SISTEMAS DE DISPERSÃO

Para o total de 81 espécies que frutificou no estrato arbustivo-arbóreo, com base nos mecanismos identificados na dispersão de frutos e/ou sementes, foram definidos três grupos ecológicos na comunidade (Anexo 6). O principal é formado por espécies com diásporos dispersados por animais (53%, 43/81, Fig. 8D-F). O segundo mais importante na área tem o vento como agente dispersor (35,8%, 29/81, Fig. 8H, 9A, 9C, 9G). O terceiro grupo, com menor representatividade, usa meios autocóricos para promover a dispersão (11,2%, 9/81, Fig. 8B). As espécies, com sementes ariladas (3

spp.) ou com elaiossomo (1 spp.), apresentam potencialmente dispersão secundária por formigas (diplocoria).

O grupo com dispersão por animais (43 spp.) pode ser separado em subunidades, segundo as características de seus frutos. A dispersão seria efetuada, em princípio, por aves (27 spp.), mamíferos (15 spp.) e roedores (1 spp.). Muitas vezes, na prática, não ocorre separação das categorias de animais que consomem frutos. Espécies visitadas por aves podem ter seus frutos consumidos ainda por mamíferos e/ou roedores e vice-versa (observações diretas e indicações de literatura). Hábito de crescimento e mecanismos de dispersão aparecem relacionados no estrato lenhoso (Tab. 5). Os animais dispersam, proporcionalmente, mais espécies arbustivas (58%, 29/50) que arbóreas (45%, 14/31). O vento, ao contrário, dispersa mais espécies arbóreas (55%, 17/31) que arbustivas (24%, 12/50). Mecanismos autocóricos são observados exclusivamente entre arbustos (100%, 9/9).

Tabela 5 – Relação entre dispersão e hábito no estrato arbustivo-arbóreo do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n=número de espécies)

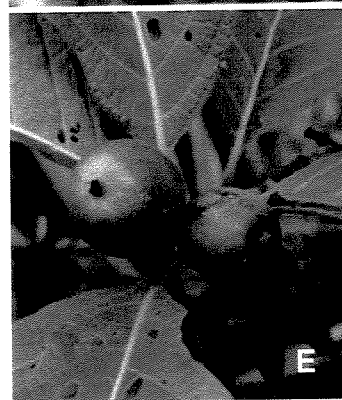
DISPERSÃO	HÁBITO		TOTAL (n)
	ÁRVORES (n)	ARBUSTOS (n)	
animal	14	29	43
vento	17	12	29
outros	0	9	9
TOTAL	31	50	81

Análise morfológica dos frutos ou sementes revela a diversidade de alternativas que as espécies dispõem para garantir a dispersão. Entre aquelas com dispersão por animais, a atração é determinada por frutos coloridos (76,7%, 33/43), com polpa suculenta (42%, 18/43) ou carnosa (25,6%, 11/43) e odor ativo (32,5%, 14/43). A maioria dos frutos é do tipo drupa (62,7%, 27/43) ou baga (21%, 9/43). Uma parcela menor de espécies oferece sementes ariladas (7%, 3/43) aos dispersores. No caso das espécies dispersadas pelo vento, as asas (62%, 18/29) são estruturas mais freqüentes entre as espécies. Para um grupo menor de espécies, o deslocamento dos diásporos é favorecido por pêlos plumosos (3 spp.), cerdas (2 spp.), corola marcescente (2 spp.) ou peso reduzido de sementes (3 spp.). Nas espécies com mecanismos autocóricos de dispersão, o deslocamento das sementes é promovido por deiscência explosiva dos frutos (22,2%, 2/9) ou queda dos frutos e/ou sementes junto à planta mãe (77,8%, 7/9).

DENSIDADE POPULACIONAL

Os sistemas de polinização reúnem principalmente espécies com densidade populacional mediana de 8 indivíduos/ha. Este valor é observado para as espécies polinizadas por abelhas, besouros, mariposas, animais diversos e morcegos. Entre aquelas com o vento como agente polinizador a densidade diminui para 4 indivíduos/ha (mediana). Os maiores valores de densidade são observados para espécies polinizadas por beija-flores (2 spp.) — 28,5 indivíduos/ha (média). Quanto à dispersão os grupos de espécies com frutos dispersados por animais e pelo vento também são formados por taxa com densidade mediana de 8 indivíduos/ha. Quando mecanismos autocóricos estão envolvidos a densidade populacional aumenta para 12 indivíduos/ha (mediana).

Figura 8 – SISTEMAS DE DISPERSÃO. Anemocoria: A, C e G (frutos ou sementes com asas). Autocoria: B (deiscência explosiva); Zoocoria: D, E e F (frutos carnosos).
A: *Combretum discolor* Taub. – fruto ; B: *Senna chrysocarpa* Desv. – frutos; C: *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. – frutos com sementes aladas; D: *Annona cornifolia* A. St.-Hil. – baga; E: *Tocoyena formosa* (Cham. & Schultdl.) Schum. – baga; F: *Eugenia biflora* (L.) DC. – drupa; G: *Himatanthus obovatus* (Müell.Arg.) Woodson – sementes aladas.



DISCUSSÃO

FENOLOGIA REPRODUTIVA

Comunidades do Cerrado – Os eventos que estruturam o ciclo de vida das plantas, incluindo floração e frutificação, são importantes para a sua sobrevivência e reprodução (Rathcke & Lacey 1985). Nos estudos envolvendo comunidades do Cerrado três tendências emergem para a flora lenhosa quanto às fenofases reprodutivas: (1) presença de espécies com flores ou frutos durante todo o ano, (2) picos de atividade reprodutiva em estações diferenciadas entre comunidades, (3) associação entre picos de frutificação e sistemas de dispersão. Estas tendências foram detectadas em áreas centrais e marginais do Cerrado — Miranda (1995) no Pará, Oliveira (1991) no Distrito Federal, Batalha *et al.* (1997), Batalha & Mantovani (2000) e Mantovani & Martins (1988) em São Paulo, Guarim Neto *et al.* (1994), Macedo (1993) e no presente estudo em Mato Grosso. Com exceção de Macedo (1993), que avaliou uma comunidade de cerradão, os demais trabalhos foram desenvolvidos em cerrados (*sensu stricto*). Todas as avaliações estão restritas a um ou dois anos de acompanhamento das espécies.

Os resultados apontam tendências que poderão ser confirmadas como padrões para o estrato lenhoso apenas após acompanhamento das fenofases reprodutivas por períodos mais longos de tempo e em um número maior de comunidades. Supondo que os dados atuais estejam refletindo os padrões comunitários é possível tentar interpretar aqueles identificados para o Cerrado através da análise dos prováveis fatores que influenciam os mesmos.

A presença de espécies arbustivo-arbóreas com atividade reprodutiva em todos os meses do ano no Cerrado pode ser, em parte, consequência das características estruturais das plantas. Árvores e arbustos do Cerrado geralmente apresentam sistema subterrâneo bem desenvolvido e espessado (horizontal e verticalmente) que atua como reservatório de nutrientes e garante o suprimento de água situada em profundidade (Rachid 1947, Rawitscher 1948, neste trabalho – Capítulo 5). Estas características permitem, a estas formas de vida, investir em crescimento e reprodução durante todo o ano, apesar das restrições ambientais impostas pela estação seca (Monastério & Sarmiento 1976). Neste período do ano ocorre uma gradual perda de água no solo das savanas, com índices positivos apenas nas camadas mais profundas, permitindo sua exploração somente pelas espécies com sistema radicular bem desenvolvido em extensão (Sarmiento *et al.* 1985). Para Oliveira (1998) as condições ambientais do Cerrado, como mudanças sazonais na precipitação, temperatura e fotoperíodo, e ainda presença de fogo, devem atuar como fatores que estimulam a floração. Entretanto, ressalta o autor, o ajuste seletivo provavelmente deve resultar da competição por polinizadores, restrições filogenéticas e estratégias diferenciadas na alocação de recursos.

As diferenças no estrato lenhoso, quanto aos períodos com picos de floração e de frutificação, são perceptíveis entre áreas do Cerrado (Tab. 6). No Centro-Oeste as espécies florescem principalmente nos meses de transição entre a estação seca e a chuvosa e frutificam, neste mesmo período, ou durante a estação chuvosa. No Norte do país foi detectado um maior número de espécies com flores e frutos durante a estação seca. Na região Sudeste, ao contrário, picos de floração e frutificação foram observados sempre na estação chuvosa. Segundo Batalha & Mantovani (2000), é possível que as diferenças entre áreas quanto ao pico de floração ocorram em função de variações em temperatura e comprimento do dia; as variações seriam menores para as regiões Norte e Centro-Oeste. Os resultados observados para a região Centro-Oeste e Norte, quanto à floração, estão de acordo com os padrões detectados em outras savanas neotropicais. Espécies lenhosas florescem principalmente na estação seca enquanto as herbáceas perenes particularmente na estação chuvosa (Monastério & Sarmiento 1976, Sarmiento & Monasterio 1983, Barbosa 1997). Oliveira (1991, 1994)

defende que as estratégias de frutificação, encontradas entre as espécies lenhosas do Cerrado, resultam de ajuste adaptativo visando garantir que a germinação e o estabelecimento de plântulas ocorram de forma sincronizada no início da estação chuvosa.

Tabela 6 – Relação entre picos de atividade reprodutiva e estações do ano para o estrato lenhoso em diferentes áreas do Cerrado.

LOCAL	FLORAÇÃO	PICOS FRUTIFICAÇÃO	ESTAÇÃO SECA*	FONTE
Pará	setembro e outubro	setembro a novembro	julho a novembro	Miranda 1995
Distrito Federal	setembro e outubro	uniforme	maio a setembro	Oliveira 1991
Mato Grosso	junho	setembro a dezembro	abril a setembro	Guarim Neto <i>et al.</i> 1994
	setembro	novembro	abril a setembro	Macedo 1993
	setembro	setembro	abril a setembro	neste estudo
São Paulo	uniforme	setembro a novembro	junho a agosto	Mantovani & Martins 1988
	setembro a dezembro	uniforme	junho a agosto	Batalha <i>et al.</i> 1997
	setembro	novembro	junho a agosto	Batalha e Mantovani 2000

* estação chuvosa – meses complementares do ano

A produção de picos diferenciados nas estações entre espécies com frutos dispersados por animais e pelo vento é evidenciada nas comunidades do Cerrado. As espécies lenhosas anemocóricas (vento) têm os frutos liberados na estação seca e as zoocóricas (animais) na estação chuvosa. A associação entre frutos secos e estação seca e frutos carnosos ou com sementes ariladas e estação chuvosa é também encontrada nas diferentes florestas tropicais (Matthes 1980, Lieberman 1982, Koptur *et al.* 1988, Morellato 1991, White 1994 e referências). Pesquisadores acreditam que o período e duração da frutificação (desenvolvimento e liberação dos frutos) das espécies de florestas tropicais são influenciados por condições climáticas (Frankie *et al.* 1974b, Lieberman 1982), disponibilidade de dispersores e predadores (Janzen 1983, Rathcke & Lacey 1985 e referências, Van Schaik *et al.* 1993), condições ótimas para dispersão (Janzen 1967, Frankie *et al.* 1974b, Wikander 1984) e estratégias voltadas para garantir o estabelecimento de plântulas (Garwood 1983). A liberação de frutos consumidos por animais na estação chuvosa em áreas tropicais, pode ainda ser relacionada às condições ambientais (calor, umidade, luminosidade) mais favoráveis neste período para o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos carnosos ou suculentos, caracteristicamente ricos em água e açúcar (Lieberman 1982, White 1994).

Para o Cerrado, Oliveira (1991) supõe que ação conjunta de alguns destes fatores determina a dispersão dos frutos das espécies lenhosas por animais e pelo vento em períodos diferentes — condições climáticas, disponibilidade de dispersores e estratégias para o estabelecimento de plântulas. Na estação seca a liberação de frutos ou sementes anemocóricas é favorecida pela baixa umidade do ar e maior velocidade do vento. São maiores as oportunidades de dispersão de frutos e/ou sementes zoocóricas na estação chuvosa, quando os animais concentram suas atividades no ano. Ao dispersarem seus frutos e/ou sementes no final da estação seca, as espécies anemocóricas usufruem das condições favoráveis encontradas na estação chuvosa (maior umidade no ar e no solo, menor temperatura). Iguais benefícios são recebidos pelas espécies zoocóricas, mesmo aquelas dispersadas no final da estação chuvosa, pois adotam a dormência como estratégia para sobreviver até que o novo período de chuvas tenha início.

Comunidade em Mato Grosso — O estrato lenhoso do cerrado estudado apresenta, em termos gerais, as mesmas tendências encontradas em outras comunidades do Cerrado do país com relação às

fenofases reprodutivas. Entretanto, algumas observações dizem respeito estritamente à área e merecem comentários isolados.

As espécies florescem sequencialmente ao longo do ano, concentrando maior atividade no período de transição entre estação seca e chuvosa (setembro/outubro). Esta tendência na floração difere do observado num outro cerrado próximo (30 km) onde o pico de floração das espécies lenhosas, representadas exclusivamente por árvores, ocorre em junho (Guarim Neto *et al.* 1994). Como 80,8% (21/26) das espécies encontradas naquele cerrado são comuns à área sob presente estudo é possível que a divergência se deva à variação no período de floração entre populações das espécies dentro do Estado de Mato Grosso, mesmo quando a distância entre áreas é pequena.

A diferença entre anos na floração e o segundo pico observado em novembro de 1997, possivelmente ocorrem devido à redução no índice de precipitação no final da estação seca e início da chuvosa em 1997 (Fig. 2). A menor quantidade de precipitação em 1997 pode ser responsável também pelo aborto dos botões nos indivíduos de *Davilla elliptica* e *Eugenia* sp.. Isto porque estudos demonstram que espécies lenhosas nas savanas africanas podem florescer e não produzir frutos devido ao estresse hídrico (Seghier *et al.* 1995).

Assim como nas florestas tropicais secas, foi observado um pico de frutificação para árvores e dois para arbustos no cerrado estudado. Opler *et al.* (1980) creditam estas diferenças, entre hábitos de crescimento nas florestas, a uma maior disponibilidade de luz e água no solo para as árvores. Estas justificativas não se aplicariam ao cerrado estudado por dois motivos. Em primeiro lugar, o sombreamento de indivíduos está restrito a poucas espécies arbustivas e apenas por um determinado período do ano na área. Em segundo, a constatação de espécies arbustivas com flores em todos os meses do ano, geralmente em número superior ao de arbóreas, sugere que não existem limitações de água no solo, mesmo na estação seca. A provável importância da precipitação como estímulo para a floração para as espécies do Cerrado, comentada em parágrafos anteriores, pode representar uma explicação para este comportamento diferenciado entre espécies.

Aproximadamente 17% (22/131) das espécies arbustivo-arbóreas não exibiram atividade reprodutiva nos dois anos de acompanhamento, sugerindo um padrão supra-anual de floração. Este padrão pode ocorrer como resultado de pressão de seleção exercida por predadores (pré e pós-dispersão) de sementes (Janzen 1978). É possível que outros fatores estejam influenciando no período de atividade reprodutiva das espécies, como pouca idade dos indivíduos (Rathcke & Lacey 1985) ou por consequência de condições climáticas ou recuperação do esforço reprodutivo anterior (Janzen 1978). Estas possibilidades talvez permitam justificar ainda a floração de outras 12 espécies em apenas um dos anos de observações no estrato lenhoso.

Quanto a duração Batalha *et al.* (1997) comentam que aproximadamente 42% das espécies em um cerrado de São Paulo floresceram durante um a três meses. Também em São Paulo Mantovani & Martins (1988) registraram floração por até dois meses em 65% das espécies lenhosas. Estes resultados representam floração breve e intermediário para as espécies (*sensu* Newstrom *et al.* 1994). Os autores relacionam duração da floração com tipo de polinizador — produção de flores por curto período de tempo promoveria atração de visitantes não especializados e vice-versa. Este tipo de associação parece não se confirmar para a comunidade estudada. Para o cerrado estudado em Mato Grosso os sistemas de polinização mais especializados (abelhas, besouros, mariposas, beija-flores e morcegos) não diferem significativamente quanto ao número de taxa com floração breve (31 spp.) e intermediário (36 spp.). Outros estudos, envolvendo um maior número de espécies e comunidades, serão necessários com intuito de verificar se este tipo de relação se aplica às plantas do Cerrado.

As condições ambientais de cada estação afetam da mesma forma a atividade vegetativa das espécies tropicais. Na estação seca espécies de florestas geralmente perdem suas folhas como consequência do estresse hídrico observado no período (Opler *et al.* 1980, Reich & Borchert 1984). No cerrado estudado algumas espécies que perdem as folhas neste período também estão em atividade reprodutiva. Isto proporciona maior exposição de estruturas florais, favorecendo a atração dos polinizadores, e facilita a dispersão dos frutos e/ou sementes anemocóricas a maiores distâncias (Janzen 1967).

Fenologia Vs. Polinização e Dispersão — Os dados sobre floração e frutificação das espécies lenhosas oferecem evidências de organização, dos sistemas de polinização e dispersão, sobre uma base temporal no cerrado estudado. As exceções são representadas pelos sistemas de polinização por abelhas e por animais diversos, cada um reunindo diferentes espécies com flor a cada mês do ano. Este padrão parece comum em florestas tropicais úmidas enquanto um padrão estacional, como o observado para os demais sistemas, é característico de florestas tropicais secas (Frankie 1975).

Nas florestas tropicais a organização dos sistemas de polinização tem sido associada a disponibilidade e preferências dos polinizadores ao longo do ano (Heidman 1989, Bawa 1990). Por exemplo, o pico de floração de espécies polinizadas por mariposas durante a estação chuvosa, aparentemente está associado a utilização das folhas novas, encontradas nesta época do ano, pelas larvas desta categoria de insetos (Harber & Frankie 1989). Para o Cerrado uma análise neste sentido é dificultada pela quantidade restrita de informações sobre os animais. Sobre a disponibilidade de abelhas, Carvalho & Bego (1995) observaram 128 espécies visitando flores ao longo do ano, em uma área de cerrado em Minas Gerais. Como comentado anteriormente, Oliveira (1991) acredita que no Cerrado, a dispersão de frutos por animais na estação chuvosa é favorecida pela presença destes em atividade neste período do ano e pelas melhores condições encontradas para a germinação das sementes.

Os resultados obtidos nas observações fenológicas, em dois anos, indicam uma certa previsibilidade de recursos (primários ou críticos) para os animais na área. As diferenças entre estações e entre anos quanto ao número de espécies, entretanto, demonstram existir flutuações na disponibilidade de recursos no estrato lenhoso para polinizadores e dispersores. No cerrado estudado, as abelhas e outras categorias, incluídas em animais diversos, são os visitantes mais favorecidos em termos de recursos disponíveis no estrato lenhoso. O maior número de espécies com flores a cada mês e em quase todos os meses do ano definem este padrão. Nas demais categorias de animais, sejam polinizadores ou dispersores, os recursos são liberados primariamente em uma ou outra estação do ano (seca ou chuvosa). Esta restrição é compensada, em muitas espécies, pelo tempo de oferta dos recursos, geralmente acima de um mês. Os recursos florais específicos, óleo e tecido, são oferecidos somente em alguns meses do ano pelas espécies lenhosas estudadas. Esta limitação temporal pode influenciar na disponibilidade dos polinizadores na área, uma vez que a presença e o comportamento dos mesmos são definidos pela oferta de recursos, em qualidade e abundância, no tempo e espaço (Heidman 1989).

SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO

A polinização das espécies arbustivo-arbóreas com flores na área estudada é basicamente biótica (94,5%, 103/109). A representatividade de espécies, em princípio, polinizadas pelo vento é pequena (5,5%, 6/109). Para este último grupo o índice obtido poderá ser confirmado apenas após avaliações

experimentais quanto à efetividade do vento como agente polinizador nas espécies. Oliveira (1991) acredita que a anemofilia seja pouco significativa na vegetação lenhosa do Cerrado. Quando animais são polinizadores a diversidade de sistemas na área aparece no número de grupos envolvidos nesta atividade — abelhas, vespas, moscas, besouros, mariposas, borboletas, morcegos e beija-flores. As alternativas encontradas por árvores e arbustos quanto aos polinizadores são basicamente as mesmas de espécies, representando diferentes hábitos de crescimento (árvores, arbustos, ervas e lianas), que crescem em outras formações tropicais (Baker *et al.* 1983, Bawa *et al.* 1985a, Ramirez 1989, Ramirez & Brito 1992, Kress & Beach 1994), incluindo comunidades do Cerrado (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988, Oliveira 1991, Barbosa 1997).

Para espécies lenhosas, as comparações se restringem ao cerrado estudado com duas outras comunidades — uma de cerrado (Oliveira 1991) e outra de floresta tropical úmida (Bawa *et al.* 1985a) (Tab. 7). No presente trabalho, os sistemas foram definidos considerando apenas as categorias principais de visitantes observadas nas flores, sendo as espécies agrupadas em cada sistema de forma mutuamente exclusiva. Nos dois outros os pesquisadores separam as categorias principais em sub-grupos. Os resultados são apresentados como, por exemplo, sistemas de polinização por abelhas médias-grandes ou por abelhas pequenas; por esfingídeos ou outras mariposas; por pequenos insetos ou por insetos muito pequenos. Além disso, as espécies polinizadas por mais de uma categoria de animais são incluídas em mais de um sistema. A ausência de uniformidade, na apresentação dos resultados, muitas vezes restringem as comparações entre comunidades e influenciam na definição da frequência de cada sistema de polinização.

No presente trabalho o sistema formado por espécies lenhosas polinizadas por diferentes animais, difere dos demais por incluir duas ou mais categorias ou ordens como visitantes, indicando a ausência de relação específica com determinado grupo de polinizadores. Os sistemas que envolvem polinização por animais com hábito noturno (besouros, mariposas e morcegos) ou por pássaros (beija-flores) são os mais facilmente delimitados e são observados com menor proporção na área estudada. O estrato difere na frequência de espécies que apresentam estes sistemas com relação ao Distrito Federal (Oliveira 1991), mas é similar quanto ao predomínio das abelhas como polinizadores. Abelhas médias e grandes aparentemente são os principais polinizadores de plantas lenhosas no Cerrado (neste estudo, Oliveira 1991) e outras formações tropicais (Bawa *et al.* 1985a, Ramirez 1989, Ramirez & Brito 1992, Kress & Beach 1994). As diferenças entre áreas quanto aos demais sistemas de polinização, provavelmente, resultam de composição florística diferenciada que caracteriza comunidades do Cerrado (ver Ratter *et al.* 1996). As abelhas representam um sistema de polinização que pode ilustrar esta suposição. Silveira & Campos (1995) observaram um aumento no número de espécies de abelhas coletoras de óleo em áreas do Cerrado que apresentam maior número de plantas com elaióforos nas flores (Malpighiaceae). Em florestas tropicais foi observada, a ausência dos grupos específicos de abelhas, em locais onde são raras espécies de planta com elaióforos (Frankie *et al.* 1990).

Na biologia da polinização é importante considerar os atrativos e os recursos apresentados pelas espécies para os visitantes. Estes dois aspectos garantem a presença e a fidelidades dos visitantes junto às flores. Estudos demonstram que os animais são capazes de distinguir diferenças florais e têm preferências por determinada cor, forma, tamanho ou odor (Levin & Anderson 1970). As espécies do cerrado estudado garantem a atração e permanência dos polinizadores no ambiente oferecendo recursos em flores morfológicamente diversas. A atração é reforçada pela emissão de odores em algumas espécies e por características morfológicas que funcionam como guia de recursos em outras. Apresentação secundária de pólen observada em algumas espécies do cerrado é

considerada uma adaptação das flores relacionada à polinização, onde os grãos são transferidos das anteras para outras peças florais (Howell *et al.* 1993).

Tabela 7 – Frequência dos sistemas de polinização de espécies lenhosas em áreas do Cerrado e uma floresta tropical (N=número total de espécies)

POLINIZADORES	NESTE ESTUDO* N=109**	OLIVEIRA 1991* N=59	BAWA <i>et al.</i> 1985a* N=143
GRUPOS PRINCIPAIS			
abelhas	39,4		
besouros	8,3		7,3
mariposas	8,3	12	
animais diversos	27,5		
beija-flores	1,8	2	4,3
morcegos	9,2	3	3
vento	5,5	0	2,5
SUB-GRUPOS			
abelhas grandes		32	
abelhas médias e grandes			27,5
abelhas pequenas			14
mariposas - esfingídeos			8
mariposas - outras			7,9
insetos muito pequenos		5	
insetos pequenos		44	15,8
borboletas			4,9
trips			0,6
vespas			4,3

* valores percentuais; ** número de espécies com atividade reprodutiva

O número de espécies com flores que têm menor longevidade, isto é, de um dia (8-10 h) ou menos, é predominante no estrato lenhoso estudado. Este resultado é semelhante ao observado em outras formações tropicais, como florestas (Primack 1985) e morichal (Ramirez & Brito 1992). Flores com menor longevidade são associadas a ambientes quentes e secos em função de: (a) as chances de polinização bem sucedida são maiores, garantindo o sucesso reprodutivo da planta, (b) o período de estresse hídrico das plantas é reduzido e (c) a taxa de predação das estruturas florais é menor (Primack 1985).

Relações mais específicas são encontradas entre as espécies de determinadas famílias e categorias particulares de animais. As espécies de Malpighiaceae e as abelhas, que neste caso são os polinizadores, são mutuamente adaptadas estabelecendo forte inter-relação como consequência da produção de óleo e sua utilização por um grupo especializado de polinizadores (Anderson 1979, Buchman 1987, Vogel 1990). Flores com anteras poricidas necessitam vibração destas estruturas por abelhas para garantir a polinização. As abelhas que visitam flores com anteras poricidas apresentam características morfológicas particulares que permitem às mesmas a exploração do pólen (Buchmann 1983). Interação entre espécies de Annonaceae e besouros na polinização também ocorre no Cerrado (Gottsberger 1989, 1994, neste trabalho).

Visitantes Florais — As abelhas, mariposas e vertebrados aparecem como polinizadores mais importantes para as plantas lenhosas da área. Os demais grupos (vespas, moscas e borboletas) atuam como polinizadores secundários. Estes últimos visitam com frequência diferentes espécies de plantas, mas seu papel como polinizadores nem sempre é claro, e em outros momentos, pouco estudado, especialmente com relação aos Diptera (Baker *et al.* 1983).

A eficiência dos animais como polinizadores varia entre espécies ou entre grupos. Abelhas são considerados os animais mais adaptados à polinização (Faegri & Van der Pijl 1979). Nas áreas

tropicais é o grupo com maior número de espécies e de plantas polinizadas (Bawa 1990). Em Minas Gerais Silveira (1989) registrou 183 espécies de abelhas em 140 ha de cerrado. As 51 espécies de abelhas coletadas no cerrado estudado em Mato Grosso representam 27,8% do total registrado pelo autor (183 spp.), indicando a existência de uma fauna apícola bem diversificada na área que abrange apenas 4,9 ha. Estudos têm demonstrado que a diversidade específica de abelhas no Cerrado é superior à registrada para outras formações brasileiras, como planaltos de Araucária e a caatinga (Silveira & Campos 1995).

Vespas compõem o segundo grupo mais coletado de insetos (11 spp.) na área estudada. As famílias representadas são basicamente predadoras (insetos e aranhas) mas podem incluir em sua dieta néctar, atuando algumas vezes como polinizadores (Proctor *et al.* 1996). Vespidae é a única família social, tendo por hábito alimentar sua prole, o que justifica os vários exemplos de polinizadores na literatura (Faegri & Van der Pijl 1979). Os exemplares coletados de moscas pertencem a famílias de visitantes freqüentes nas flores em busca de néctar e/ou pólen (Proctor *et al.* 1996). Syrphidae é a mais comum entre os dípteros encontrados sobre flores; há registro de 34 espécies de plantas visitadas por *taxa* desta família numa floresta semi-decídua brasileira (Arruda 1997).

Ausência de especificidade na relação flor-polinizador é a condição mais freqüente em diferentes tipos de vegetação. Nas florestas tropicais muitas espécies têm flores morfologicamente simples, permitindo o acesso a diferentes categorias de visitantes (abelhas, borboletas, mariposas, moscas e vespas) e mesmo as espécies com flores com estrutura mais complexa são visitadas por grupos particulares de animais formados por várias espécies que atuam como polinizadores (Bawa 1990). Waser *et al.* (1996) apresentam dados que reforçam a tese de ausência de especificidade entre planta-polinizador não apenas em floras tropicais mas também nas temperadas.

No cerrado estudado esta tendência parece se confirmar para as plantas lenhosas. Com relação aos polinizadores, apenas as abelhas visitam mais de uma espécie de planta (até 6 spp.). A menor freqüência (1 sp.) registrada para as demais categorias de animais pode resultar de maior fidelidade a uma espécie ou coleta pouco representativa dos visitantes. Outros estudos são necessários, envolvendo acompanhamento dos visitantes e das plantas, coletas regulares e abrangentes da fauna, para verificar qual o padrão que realmente se aplica ao Cerrado. Em outras áreas do Cerrado a visita, a várias espécies de plantas, por uma única espécie de abelha não é incomum (ver Silveira 1989, Oliveira 1991, Barbosa 1997). Para as demais categorias de polinizadores não foram encontradas referências neste sentido. Como a abundância de polinizadores varia entre anos na área tropicais e, portanto, a sua importância difere nestes períodos, uma flexibilidade na relação planta polinizador é vantajosa para as espécies (Proctor *et al.* 1996).

As abelhas sobressaem sobre os demais grupos, definidos seja diretamente ou por inferência na área (mariposas noturnas e morcegos) pelo grande número de espécies coletado (51 spp.), grande número de espécies de plantas que visitam, estratégias diferenciadas de forrageamento (vibração, coleta de óleo) e alternativas de recursos explorados (néctar, pólen e óleo). Os espécimes coletados fornecem algumas informações sobre como este grupo de polinizadores está organizado na comunidade — fêmeas são visitantes mais freqüentes; Apidae é a família e *Centris* o gênero com maior riqueza de representantes.

Fêmeas de abelhas apresentam algumas características comportamentais que devem justificar, em parte, a maior coleta de adultos deste sexo e de operárias no cerrado estudado. As fêmeas necessitam garantir provisões para a prole o que exige coletas freqüentes de recursos promovendo desta forma a polinização de numerosas espécies de plantas (Proctor *et al.* 1996). Operárias buscam igualmente provisões para o ninho (Roubik 1989). As fêmeas que polinizam as

flores de Malpighiaceae recolhem óleo e o misturam com pólen para alimentar a prole (Buchmann 1987), enquanto os adultos (machos e fêmeas) são alimentados com néctar recolhidos de outras espécies (Anderson 1979).

Nas flores com anteras poricidas são as fêmeas que desempenham o papel principal na polinização. Somente estas recolhem o pólen e tendem a ser fiéis a uma mesma fonte, resultando em deslocamento constante entre plantas e maior transferência de grãos entre flores (Buchmann 1983). Os gêneros de abelhas vibradoras coletados (*Augochloropsis*, *Bombus*, *Centris*, *Epicharis*, *Exomalopsis*, *Oxaea* e *Xylocopa*) são morfologicamente adaptados a este tipo de atividade, atuando como polinizadores efetivos (Buchmann 1983). Em algumas espécies de abelhas solitárias as fêmeas visitam preferencialmente flores com pólen, enquanto os machos flores com néctar (Perry & Starrett 1980). Entre as solitárias coletadas no cerrado, três espécies apresentaram este comportamento diferenciado entre os sexos — as fêmeas de *Oxaea flavescens* e *Ptiloglossa* spp. visitam flores de pólen e os machos aquelas com néctar.

No cerrado estudado *Apis mellifera* atua como polinizador na maioria das espécies de plantas que visita. Apenas nas flores de *Luehea paniculata* parece atuar como pilhadora de pólen. Com os dados atuais não é possível saber se estas abelhas são polinizadores mais eficientes que as espécies nativas de abelhas, para as espécies lenhosas analisadas no presente estudo. No entanto, vale lembrar que espécies de *Apis* foram introduzidas em diferentes partes do mundo tropical (Roubik 1989) e sua atuação como polinizadores ou pilhadores tem suscitado discussões. Para alguns pesquisadores estas abelhas são polinizadores pouco eficientes, reduzindo a produção natural de frutos (PNF) pela maneira como manipulam o pólen (misturam os grãos com néctar e depositam a massa na corbícula) e por restringirem recursos para espécies nativas (Paton 1993, Keys *et al.* 1995). A presença de *Apis mellifera* pode ter outros efeitos negativos sobre polinizadores e plantas: substituição (Prance 1985, Aizen & Feinsinger 1994) ou competição com abelhas nativas, promovendo a morte ou abandono destas na comunidade (Kearns & Inouye 1997) e a vulnerabilidade criada pela simplificação do sistema de polinização quando esta espécie torna-se polinizadora exclusiva de plantas antes visitadas por espécies nativas (Waser *et al.* 1996).

SISTEMAS DE DISPERSÃO

As espécies lenhosas no cerrado estudado, segundo indicativos morfológicos, são dispersadas principalmente por animais e pelo vento. A autocoria aparece com menor freqüência e se limita às espécies arbustivas. Em outras comunidades do Cerrado estas alternativas são observadas com igual ordem de importância na dispersão de propágulos do estrato lenhoso — mais da metade das espécies apresentam zoocoria, em segundo lugar está o grupo com anemocoria e por último as espécies com autocoria (Tab. 8).

A dispersão pelo vento assume importância em ambientes com menor umidade e em áreas abertas (Van der Pijl 1982) como o cerrado. Anemocoria aparece com freqüência significativa em florestas tropicais secas, enquanto a zoocoria predomina nas florestas tropicais úmidas (Frankie *et al.* 1974a, Howe & Smallwood 1982 e referências, Wikander 1984, Levey *et al.* 1994). Nas florestas tropicais úmidas a dispersão pelo vento aparece associada ao hábito de crescimento — espécies arbóreas emergentes, lianas e epífitas (Kubitzki 1985). No Cerrado aparece com freqüência significativa tanto no estrato arbustivo-arbóreo (25-37%) como no herbáceo-sub-arbustivo (29-37%) (ver Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000).

Tabela 8 – Frequência dos sistemas de dispersão das espécies lenhosas em áreas do Cerrado (N=número total de espécies)

REFERÊNCIAS	N	SISTEMAS DE DISPERSÃO *		
		ZOOCORIA	ANEMOCORIA	AUTOCORIA
Neste estudo	81**	53	35,8	11,2
Batalha <i>et al.</i> 1997	103	65,05	25,24	9,71
Batalha & Mantovani 2000	108	62,04	25,92	12,04
Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983	157	58	37	5
Macedo 1993	65	63	34	3
Mantovani & Martins 1988	115	54,5	31,7	13,8
Oliveira 1991	59	66	34	0

* valores percentuais; ** número de espécies com frutos

A dispersão pelo vento é mais representativa entre árvores que para os arbustos no cerrado estudado. Em outras áreas do Cerrado, a anemocoria pode aparecer igualmente com maior frequência entre espécies arbóreas (Oliveira & Moreira 1992) ou aparecer com proporção semelhante à zoocoria entre as espécies arbustivas (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983). Diferenças entre áreas quanto à frequência de anemocoria, para um dado hábito de crescimento, devem refletir a composição florística de cada comunidade (Oliveira & Moreira 1992). Nas áreas tropicais as árvores, bem como lianas e epífitas, devem usufruir de forma mais efetiva a ação dos ventos, comprovadamente mais intensa à altura do dossel (Howe & Smallwood 1982, Kubtzki 1985, Oliveira & Moreira 1992). Entre os arbustos a zoocoria pode ser favorecida pela maior diversidade de animais disponíveis no sub-bosque (aves, mamíferos, animais terrestres) que no estrato superior (aves, mamíferos) (Wikander 1984).

Frugívoros são dispersores reconhecidos de muitas espécies tropicais (Howe & Smallwood 1982, Gautier-Hion *et al.* 1985, Willson *et al.* 1989, Gautier-Hion 1990, Levey *et al.* 1994). No Cerrado espécies de macacos, morcegos, roedores e, principalmente, aves atuam com dispersores (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983, Macedo 1993, Mendonça & Piratelli 1997). Há registros de pelo menos 110 espécies de mamíferos (Alho 1993) e 400 de aves (Rocha *et al.* 1993) ocupando este tipo de vegetação. As características morfológicas dos frutos e sementes sugerem que os pássaros são os principais dispersores na área estudada. Contudo, as espécies com dispersão por pássaros ou mamíferos podem ter seus frutos consumidos indiscriminadamente por estes dois grupos de animais. Espécies de outras comunidades dispõem igualmente de diferentes animais como consumidores de seus frutos (Levey *et al.* 1994, Tamboia *et al.* 1996), indicando que as diferenças morfológicas e químicas que separam de forma precisa estas síndromes não são suficientes para definir preferências por parte dos animais (Tamboia *et al.* 1996).

A sobreposição na dieta dos frugívoros poderá beneficiar ou não as espécies arbustivo-arbóreas na área, em função da eficiência diferenciada dos mesmos como dispersores, que podem destruir ou depositar as sementes em locais inadequados para a germinação (Levey *et al.* 1994). De um modo geral, morcegos (Willson *et al.* 1989) e aves (Stiles 1985) são bons dispersores e macacos são ineficientes (Levey *et al.* 1994). Na relação planta-animal, as aves aparentemente são mais importantes como dispersores (35 spp.) que polinizadores (2-4 spp.) no estrato lenhoso estudado. Os morcegos, ao contrário, atuam mais como polinizadores (10 spp.) que dispersores de frutos (4-5 spp.).

FLUXO DE PÓLEN E SEMENTES

No cerrado estudado, a maioria das espécies lenhosas depende dos animais em pelo menos uma fase do ciclo reprodutivo (polinização e/ou dispersão); muitas delas apresentam fecundação cruzada obrigatória (auto-incompatíveis e dióicas) ou sistema misto (autocompatíveis com autopolinização e

polinização cruzada) mas dependem dos animais para a polinização (ver Capítulo 3). Para o sucesso reprodutivo destas espécies é necessário saciar os visitantes e garantir que os mesmos efetuem cruzamentos entre os indivíduos. A densidade populacional, observada entre as espécies do estrato lenhoso (8 indivíduos/ha), pode influenciar nestes resultados.

Em princípio, quanto maior o número de indivíduos, maior a oferta de recursos que uma dada espécie de planta dispõe para os animais. Na área estudada os beija-flores são favorecidos pela maior densidade das espécies que polinizam (28,5 indivíduos/ha), mas prejudicados pelo pequeno número de *taxa* (2 spp.) e pelo hábito arbustivo das plantas (poucas flores/indivíduo). Nos demais grupos de animais observados na comunidade, a menor densidade (8 indivíduos/ha) das espécies polinizadas pelos mesmos deve ser compensada pelo maior número de *taxa* e por reunirem tanto arbustos como árvores em cada sistema.

Espécies polinizadas por abelhas médias e grandes (44 spp.), mariposas (12 spp.) e morcegos (10 spp.) representam 60,5% (66/109) das espécies arbustivo-arbóreas com atividade reprodutiva no cerrado estudado. Abelhas médias e grandes podem buscar recursos a distâncias maiores que 10 km do ninho (Roubik 1989). Estudos demonstram que mariposas e morcegos se deslocam sobre grandes distâncias em busca de alimento (Janzen 1980, Bawa 1990, Bronstein 1995). O movimento de abelhas pequenas, como espécies de Halictidae e Meliponini, se restringe a menos de 2 km (Roubik 1989); espécies de *Trigona* coletam recursos num raio de 200 m distante do ninho (Bawa & Opler 1975). Os padrões descritos de deslocamento podem favorecer de maneira diferenciada espécies polinizadas por animais.

Espécies com fecundação cruzada obrigatória (auto-incompatíveis e dióicas), com baixa densidade populacional, terão maiores chances de fecundação das flores se polinizadas por animais capazes de deslocamento a grandes distâncias (Bawa 1990). Espécies visitadas por abelhas pequenas, que comprovadamente coletam alimentos dentro de um espaço restrito, tendem a ser polinizadas somente quando indivíduos coespecíficos estiverem próximos. House (1993) observou, para uma espécie dióica polinizada por pequenos insetos (Diptera, Coleoptera e Hymenoptera), redução de 50% da taxa de polinização de plantas femininas distantes a 6,5 m das plantas masculinas; embora a transferência de grãos de pólen possa ocorrer por até 330 m, apenas 10% das flores femininas são polinizadas. Estudos recentes em florestas tropicais, por outro lado, têm demonstrado que o fluxo de pólen nas espécies polinizadas por animais atinge grandes distâncias, com maior proporção entre 0,5 e 1,0 km mas mantendo significativos níveis até 2 a 3 km (Boshier *et al.* 1995).

Seis espécies lenhosas do cerrado estudado apresentam polinização pelo vento e densidade populacional menor que aquelas visitadas por animais — 4 indivíduos/ha; em todas foi observada produção natural de frutos nos indivíduos. Aparentemente a baixa densidade populacional não é um fator limitante para o sucesso reprodutivo destas espécies na área.

As espécies com dispersão por animais apresentam também densidade populacional de 8 indivíduos/ha. Assim como em muitas espécies polinizadas por animais, a densidade está associada com maior número de espécies, com diferentes hábitos, resultando em disponibilidade de frutos na área para os dispersores. Os principais dispersores de frutos, pássaros, morcegos e macacos, são capazes de se movimentar sobre grandes áreas. Esta característica, em princípio, possibilitaria a coleta de recursos e fluxo genético via sementes mesmo para espécies com baixa densidade populacional.

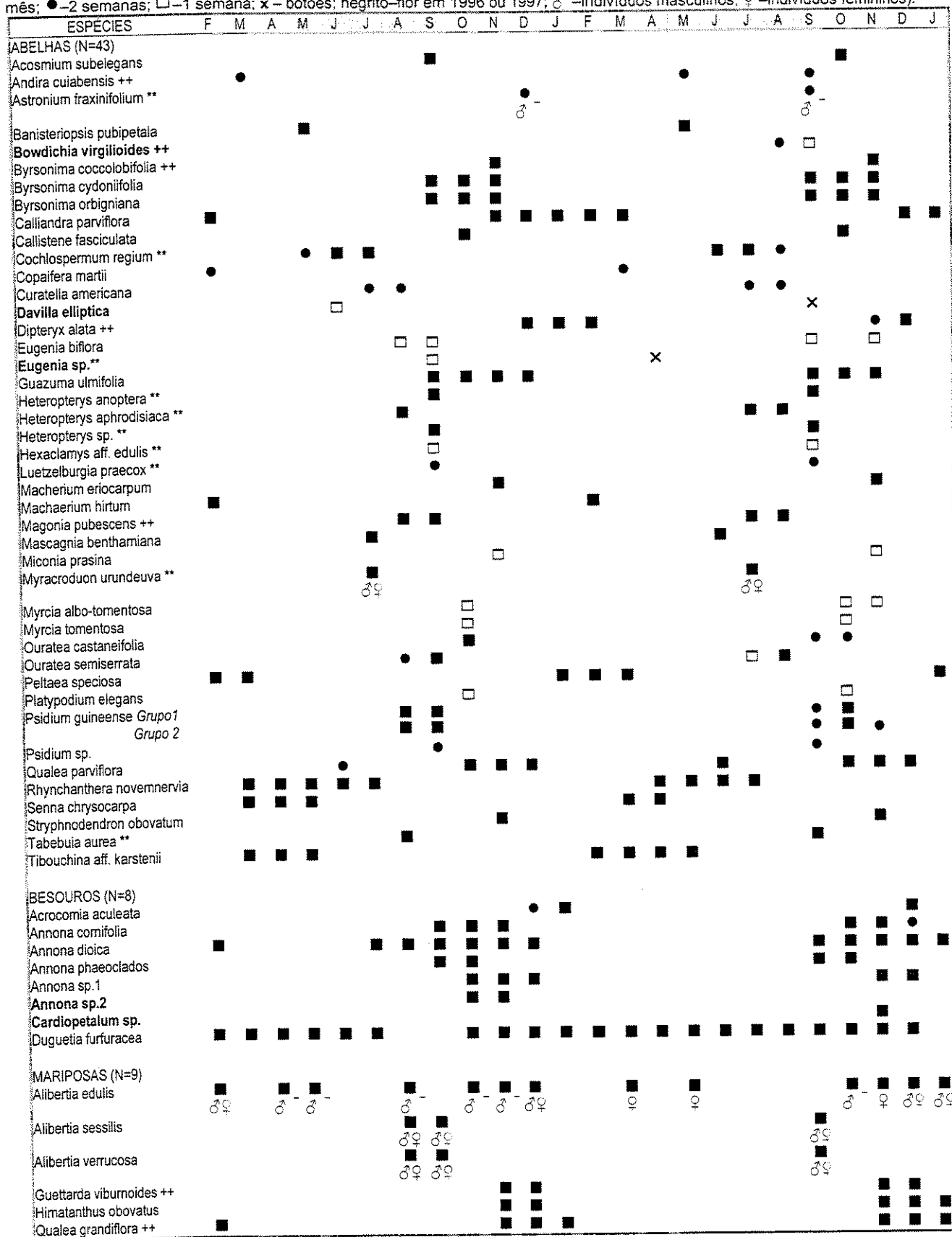
CONCLUSÃO

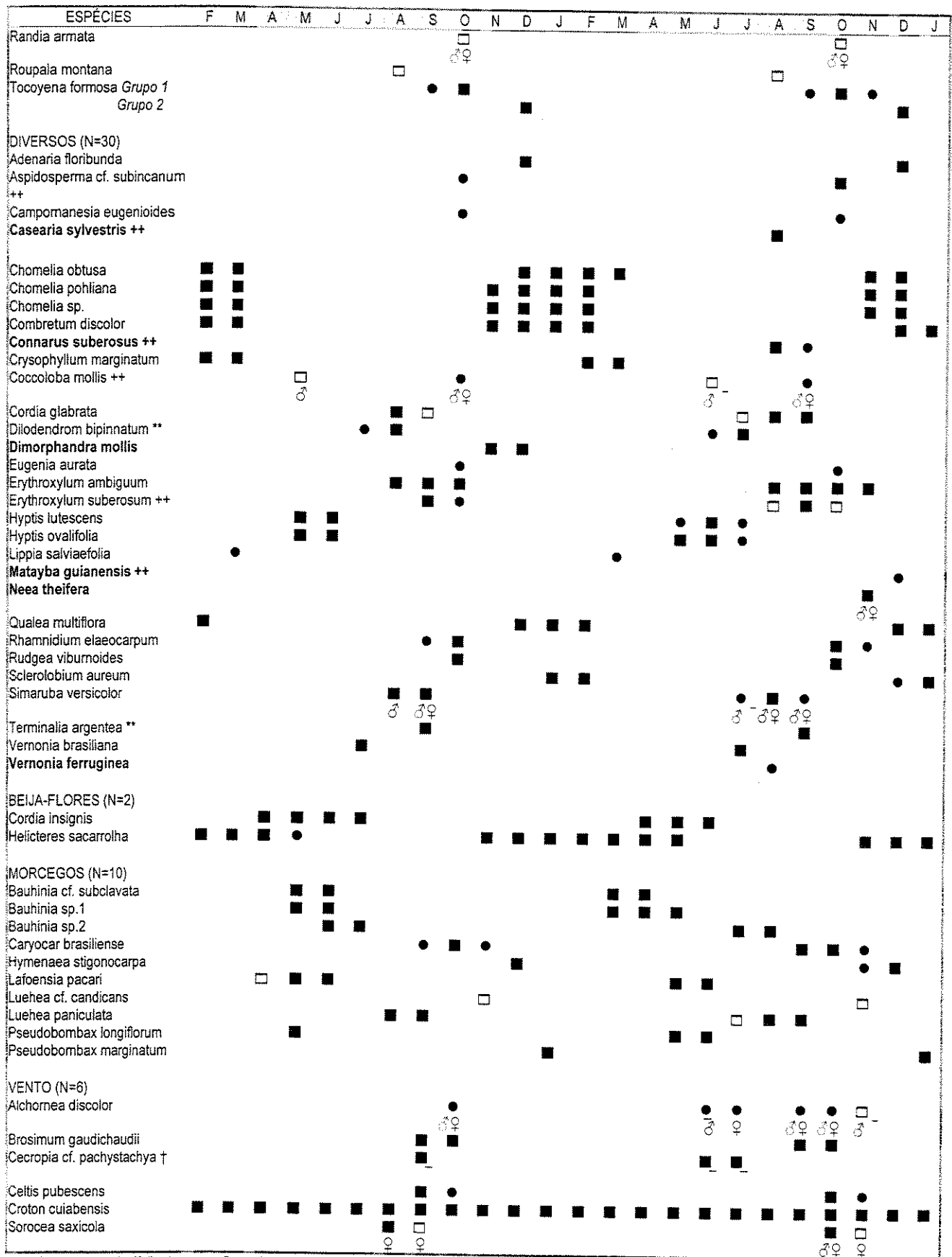
A análise do estrato lenhoso revela diferentes alternativas relacionadas às fenofases reprodutivas e rede de interações com animais na polinização das flores, principalmente, e na dispersão das sementes. As informações disponíveis para o Cerrado sugerem que as tendências observadas na floração e frutificação das espécies lenhosas são determinadas mais por fatores biológicos (polinização, dispersão, germinação e estabelecimento de plântulas) que pelos climáticos. Observações fenológicas apontam floração (81,6%, 89/109) e frutificação (95,7%, 79/81) anual para a maior parte das espécies com atividade reprodutiva nos dois anos de acompanhamento. Isto significa maior disponibilidade de sementes, ampliando as oportunidades de introdução de novos propágulos com regularidade na comunidade. Implica, ainda, no desenvolvimento de uma importante função ecológica das plantas que é oferecer recursos para polinizadores e dispersores.

Com seis sistemas de polinização desenvolvidos por animais, o estrato lenhoso dispõe de diferentes adaptações que conduzem à fecundação dos óvulos, garantindo o sucesso da função feminina das flores que é a produção de sementes. Particularmente para espécies visitadas por abelhas ou animais diversos a relação com dois ou mais polinizadores aumenta a chance de produção bem sucedida de sementes. No cerrado estudado o deslocamento das sementes é promovido principalmente por animais e pelo vento. As espécies arbustivas reúnem maior diversidade de mecanismos de dispersão (3 tipos) que as arbóreas (2 tipos).

Os resultados são semelhantes aos encontrados entre comunidades lenhosas de outras localidades do Cerrado. Isto confere unidade entre áreas, quanto a estes aspectos, independente da composição florística das mesmas. As diferenças estão relacionadas com períodos de picos de atividade reprodutiva e frequência dos sistemas envolvendo planta-animal. Acompanhamento a longo prazo será necessário no intuito de verificar se as tendências fenológicas se confirmam para uma parcela das espécies e quais fatores determinam as limitações à atividade reprodutiva observadas entre outras no estrato.

ANEXO 1 – Período de florescimento das espécies arbustivo-arbóreas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT entre fevereiro de 1996 a janeiro de 1998, ordenadas segundo sistema de polinização (células em branco—estação chuvosa; células em cinza—estação seca; ■—1 mês; ●—2 semanas; □—1 semana; x—botões; negrito—flor em 1996 ou 1997; ♂—indivíduos masculinos; ♀—indivíduos femininos).

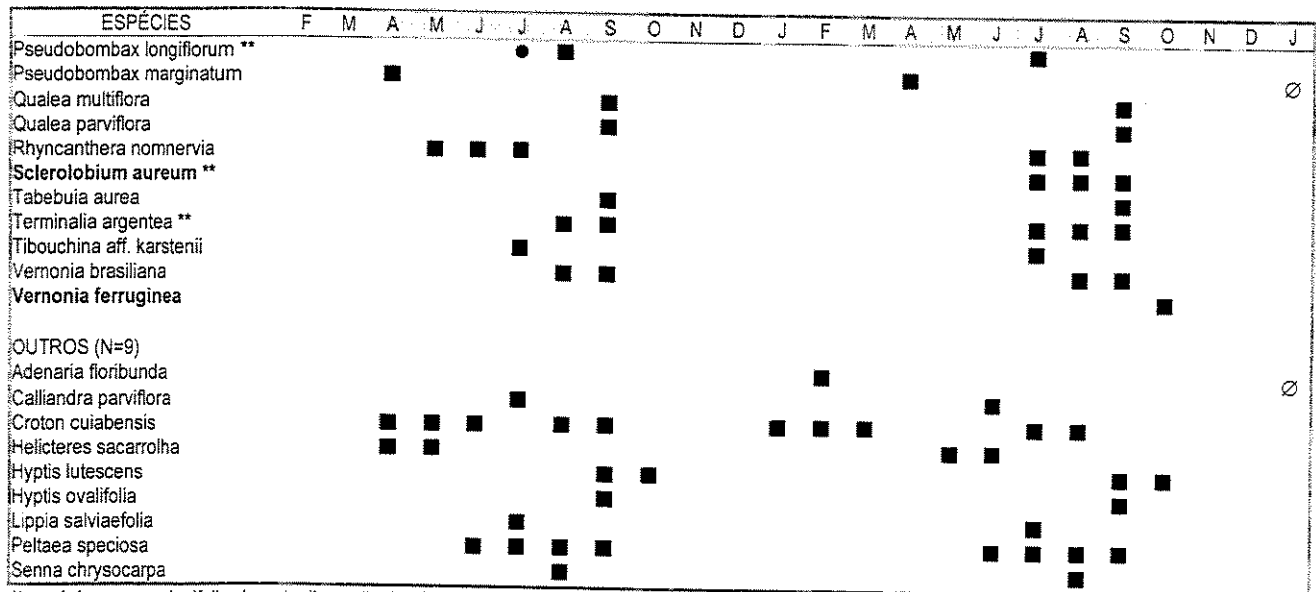




** espécies com caducifolia durante o florescimento (11 spp.); ++ 14 espécies com poucas flores; † flores femininas: identificação limitada em função do porte dos indivíduos (Estruturas reprodutivas observadas durante quase todo o ano). N=108 spp., *Astrocaryum* sp. com período de florescimento indefinido.

ANEXO 2 – Período de frutificação das espécies arbustivo-arbóreas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT entre fevereiro de 1996 a janeiro de 1998, ordenadas segundo sistema de dispersão (células em branco—estação chuvosa; células em cinza—estação seca; ■—1 mês; ●—2 semanas; □—1 semana; (⊗)—fruto imaturo; negrito—fruto em 1996 ou 1997)

-2 semanas; □ -1 semana; (○) -fruto imaturo: negrito-fruto em 1996 ou 1997)	
ESPÉCIES	F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J
ANIMAL (N=43)	
Acrocomia aculeata	
Alchornea discolor	
Alibertia edulis	
Alibertia sessilis	
Alibertia verrucosa	
Annona cornifolia ++	
Annona dioica ++	
Astrocaryum sp.	
Brosimum gaudichaudii	
Byrsonima coccolobifolia	
Byrsonima cydoniifolia	
Byrsonima orbigniana	
Campomanesia eugenioides	
Caryocar brasiliense	
Casearia sylvestris	
Celtis pubescens	
Chomelia obtusa	
Chomelia pohliana	
Chomelia sp.	
Coccoloba mollis	
Chrysophyllum marginatum	
Copaifera martii	
Curatella americana	
Erythroxyllum ambiguum	
Erythroxyllum suberosum	
Eugenia aurata	
Eugenia biflora	
Eugenia sp.	
Guazuma ulmifolia	
Guetarda viburnoides	
Hymenaea stigonocarpa	
Miconia prasina	
Myracrodruon urundeuva **	
Myrcia albo-tomentosa	
Myrcia tomentosa	
Neea theifera	
Ouatea castaneifolia	
Psidium guineense Grupo 1	
Grupo 2 +	
Randia armata ++	
Rhamnidium elaeocarpum	
Rudgea viburnoides	
Sorocea saxicola	
Tocoyena formosa Grupo 1	
Grupo 2	
VENTO (N=29)	
Acosmium subelegans ++	
Aspidosperma cf.	
subincanum** +++	
Banisteriopsis pubipetala	
Bowdichia viburnioides	
Callistene fasciculata	
Cochlospermum regium **	
Combretum discolor	
Cordia glabrata **	
Cordia insignis **	
Heteropterys anoptera **	
Heteropterys aphrodisiaca **	
Himatanthus obovatus ++	
Luehea paniculata	
Machaerium eriocarpum	
Machaerium hirtum	
Magonia pubescens **	
Mascagnia benthamiana **	
Platyopodium elegans **	



** espécies com caducifolia durante dispersão dos frutos e/ou sementes (13 spp.); + em 1997 os frutos de *Psidium guineense* Grupo 2 foram predados e destruídos; ++ 5 espécies com poucos frutos; +++ frutos observados em 1996 de *Aspidosperma* cf. *subincanum* resultaram do florescimento em ano anterior. N=81 spp., 28 espécies sem frutos (19 com dispersão por animais, 6 pelo vento; 3 autocóricas).

ANEXO 3 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas exclusivamente com atividade vegetativa no cerrado da Faz. Exp. da UFMT. N=22 spp.

Agonandra brasiliensis; *Alchornea* sp.; *Buchenavia tomentosa*; *Byttneria* cf. *filipes*; *Copaifera langsdorffii*; *Dyospiros hispida*; *Dyospiros* sp.; *Eugenia dysenterica*; *Hancornia speciosa*; *Himatanthus* sp.; *Jacaranda cuspidifolia*; *Kielmeyera rubriflora*; *Kielmeyera* sp.; *Pouteria ramiflora*; *Pouteria* sp.; *Pseudobombax* sp.; *Tabebuia impetiginosa*; *Tabebuia* sp.; *Vatairea* cf. *macrocarpa*; *Zanthoxylum hasslerianum*; *Zanthoxylum riedelianum*; *Xylopia aromatica*.

ANEXO 4 – Características florais das espécies arbustivo-arbóreas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT segundo a síndrome de polinização (GR-guia de recurso; D-diurna; AM-amanhecer; N-noturna; C-crepuscular; P-presente; A-ausente; ab-aberta; fe-fechada; tu-tubulosa; ♂-masculino; ♀-feminino; n-noite; po-pólen; ne-néctar; te-tecido; n.ob.-não observado). N=109 spp com atividade reprodutiva.

AGENTE POLINIZADOR/ ESPÉCIE	ANTESE (DIN/AMC)	COR	ODOR (P/A)	GR (P/A)	FORMA	TAMANHO (MM)	LONGEVIDADE (DIAS)	RECURSO	VISITANTES
ABELHAS (N=43)									
1. Aconitum subelegans	D	branco	P	P	ab	10	—	ne (1)	abelhas pequenas
2. Andira culabensis	D	lilás	P	P	fe	6x5	1	ne	abelhas médias
3. Astronium fraxinifolium	D	amarelo	A	P	ab	5 ♂	—	ne (1)	abelhas pequenas
4. Banisteriopsis pubipetala	D	amarelo	A	A	ab	20	1	po+óleo	abelhas médias
5. Bowditchia virgilioides	D	roxo	A	P	fe	12x13	1	ne	abelhas médias
6. Byrsonima coccolobifolia	D	roxo	A	A	ab	20	1	po+óleo	abelhas médias
7. Byrsonima cydonifolia	D	amarelo	A	A	ab	10	1	po+óleo	abelhas médias
8. Byrsonima orthigniana	D	amarelo	A	A	ab	10	1	po+óleo	abelhas médias
9. Callandra parviflora	D	vináceo	A	A	ab	5	—	ne	abelhas pequenas
10. Callistene fasciculata	D	amarelo	P	P	ab	25	1	ne	abelhas pequenas e médias
11. Cochlospermum regium	D	amarelo	A	A	ab	70	1+½	po	abelhas médias e grandes (abelhas pequenas †)
12. Copaifera maritii	D	branco	P	A	ab	10	—	ne	abelhas médias
13. Curatella americana	D	branco	P	A	ab	14	½	po	abelhas pequenas e médias
14. Davilla elliptica	D	amarelo	P	A	ab	20	½	po	abelhas médias (abelhas pequenas e médias 2)
15. Dipteryx alata	D	roxo	P	P	fe	5x5	—	ne	n.ob. (abelhas pequenas 3)
16. Eugenia biflora	D	branco	P	A	ab	15	½	po	abelhas pequenas e médias
17. Eugenia sp	D	branco	P	A	ab	15	—	po	n.ob.
18. Guazuma ulmifolia	D	amarelo	P	A	ab	5	—	ne (1)	abelhas pequenas
19. Heteropteryx anoptera	D	amarelo	A	A	ab	15	½	po+óleo	abelhas médias (abelhas pequenas †)
20. Heteropteryx aphrodisiaca	D	amarelo	A	A	ab	15	½	po+óleo	abelhas médias (abelhas pequenas †)
21. Heteropteryx sp.	D	amarelo	A	A	ab	18	½	po+óleo	abelhas médias (abelhas pequenas †)
22. Hexaclamys aff. edulis	AM	branco	P	A	ab	30	½	po	abelhas médias (abelhas pequenas †)
23. Luetzelburgia praecox	D	roxo	A	P	fe	20x10	1	ne	abelhas médias
24. Machaerium eriocarpum	D	lilás	A	P	fe	8x5	1	ne	abelhas médias e grandes
25. Machaerium hirtum	D	roxo	A	P	fe	15x10	—	ne	abelhas médias
26. Magonia pubescens	D	amarelo	P	A	ab	25 ♂/♀	—	ne (1)	n.ob.
27. Mascagnia benthiana	D	amarelo	A	A	ab	10	1	po+óleo	abelhas médias
28. Miconia prasina	D	branco	P	A	ab	10	1	po	n.ob.
29. Myracrodruon urundeuva	D	verde	A	A	ab	5 ♂	—	ne	abelhas pequenas
30. Myrcia albo-tomentosa	D	branco	P	A	ab	15	½	po	abelhas pequenas
31. Myrcia tomentosa	D	branco	P	A	ab	5	½	po	abelhas pequenas
32. Ouratea castaneifolia	D	amarelo	P	A	ab	15	1	po	abelhas médias e grandes (abelhas pequenas †)
33. Ouratea semiserrata	D	amarelo	P	A	ab	18	1	po	n.ob.
34. Peltea speciosa	D	amarelo	A	A	ab	35x45	—	po	abelhas médias
35. Platypodium elegans	D	amarelo	A	P	fe	10x20	1	ne	abelhas médias e grandes
36. Psidium guineense	D	branco	P	A	ab	20-30	½	po	abelhas médias (abelhas pequenas †)
Grupo 1									
37. Psidium sp.	D	branco	P	A	ab	30	—	po	abelhas médias
38. Qualea parviflora	D	magenta	A	P	ab*	10x20	—	ne	abelhas médias
39. Rhynganthra novemneria	D	magenta	A	P	ab	30	1	po	abelhas médias e grandes (abelhas pequenas †)
40. Senna chrysocarpa	D	amarelo	P	A	ab	60	1	po	abelhas médias e grandes
41. Stryphnodendron obovatum	D	branco	P	P	tu	3	—	ne	n.ob.
42. Tabebuia aurea	D	amarelo	P	A	tu	45x60	—	ne	abelhas grandes
43. Tibouchina aff. karstenii	D	lilás	P	A	ab	10	1	po	abelhas pequenas, médias e grandes

AGENTE POLINIZADOR/ ESPÉCIE	ANTESE (D/M/A/M/C)	COR	ODOR (P/A)	GR (P/A)	FORMA	TAMANHO (MM)	LONGEVIDADE (DIAS)	RECURSO	VISITANTES
BESOUROS (N=9)									
44. <i>Acrocomia aculeata</i>	N	amarelado	P	A	ab	5	—	po	n.ob. (besouros 4)
45. <i>Astrocaryum</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	n.ob. (++ besouros 5,6)
46. <i>Annona cornifolia</i>	N	amarelado	P	A	fe	15x23	2 n (7)	po+te	n.ob. (besouros 7)
47. <i>Annona dioica</i>	N	amarelo	P	A	fe	45x30 ♂/♀	2 n (7)	po+te	n.ob. (besouros 7)
48. <i>Annona phaeoclados</i>	N	amarelo	P	A	fe	20x30	—	po+te	n.ob. (++ besouros 7)
49. <i>Annona</i> sp. 1	N	alaranjado	P	A	fe	30x24	—	po+te	n.ob.
50. <i>Annona</i> sp. 2	N	alaranjado	P	A	fe	60x30	—	po+te	n.ob.
51. <i>Cardiopetalum</i> sp.	N	amarelo	P	A	fe	15x30	2 n (6)	po+te	n.ob. (++ besouros)
52. <i>Duguetia furfuracea</i>	D/N (9/2)	vermelho	P	A	ab	10x40	2 (2)	po+te	n.ob. (besouros 7)
MARIPOSAS (N=9)									
53. <i>Alibertia edulis</i>	N	branco	P	A	tu***	10x50 ♀ 15x35 ♂	2 n	ne	n.ob.
54. <i>Alibertia sessilis</i>	D	branco	P	A	tu	10x6 ♀ 8x5 ♂	1	ne	mariposas (abelhas médias e grandes, borboletas f)
55. <i>Alibertia verrucosa</i>	D	branco	P	A	tu	10x7 ♀ 8x5 ♂	1	ne	mariposas (abelhas médias e grandes, borboletas f)
56. <i>Guetardia viburnoides</i>	N	branco	P	A	tu***	25x15	1 n	ne	n.ob. (mariposas f)
57. <i>Himalanthus obovatus</i>	N	branco	P	P	tu	15x40	—	po?	n.ob. (mariposas – Spingidae 8)
58. <i>Qualea grandiflora</i>	C (9)	amarelo	P	A	ab*	50	2 (9)	ne	n.ob. (mariposas – Spingidae 9)
59. <i>Randia amata</i>	D	branco	P	A	tu***	25x15 ♂	1 d+1 n	ne	n.ob. (mariposas – Spingidae 5; abelhas e vespas f)
60. <i>Roupala montana</i>	N	branco	P	A	ab	8x5	3 (9)	ne	n.ob. (mariposas – Noctuidae 9; abelhas f)
61. <i>Tocoyena formosa</i> Grupo 1	N	amarelo	P	A	tu***	38x117	2 n	ne	n.ob. (mariposas – Spingidae 9; abelhas f)
Grupo 2									
62. <i>Adenaria floribunda</i>	D	branco	P	P	ab	10	1	ne	abelhas médias e moscas
63. <i>Aspidosperma</i> cf. <i>subincanum</i>	D	branco	P	P	tu	2x2	—	ne	n.ob.
64. <i>Campomanesia eugenioides</i>	D	branco	P	P	ab	10	1/2	po	abelhas pequenas e médias, moscas e borboletas
65. <i>Casearia sylvestris</i>	D	amarelado	P	A	ab	3	1 (2)	ne (1)	moscas (abelhas pequenas, moscas 2)
66. <i>Chomelia oblusa</i>	D	branco	P	A	tu***	10x5	—	ne	mariposas e borboletas
67. <i>Chomelia pohiana</i>	D	branco	P	A	tu***	15x5	—	ne	mariposas e borboletas
68. <i>Chomelia</i> sp.	D	branco	P	A	tu***	15x5	—	ne	mariposas e borboletas
69. <i>Combretum discolor</i>	D	amarelado	P	A	ab	3	1	ne	abelhas pequenas e borboletas
70. <i>Connarus suberosus</i>	D	amarelo	P	A	ab	10	1	ne	abelhas pequenas e vespas
71. <i>Chrysophyllum marginatum</i>	D	amarelado	P	A	ab	3	—	ne?	abelhas pequenas e médias e moscas
72. <i>Coccoloba mollis</i>	D	amarelado	P	A	ab	5 ♂	1	ne (1)	abelhas pequenas e vespas
73. <i>Cordia glabrata</i>	D	branco	P	A	tu	30x25	—	ne	abelhas médias e borboletas
74. <i>Dilodendron bipinnatum</i>	D	verde	P	A	ab	3 ♂	—	ne (1)	abelhas pequenas e médias e vespas
75. <i>Dimorphandra mollis</i>	D	amarelo	P	A	tu	5	1 (9)	ne?	abelhas pequenas e vespas 9)
76. <i>Eugenia aurata</i>	AM	branco	P	A	ab	10	1/2	po	abelhas pequenas e médias e moscas (vespas f)
77. <i>Erythroxylum ambiguum</i>	D	branco	P	A	ab	9	1	ne	abelhas médias e grandes, vespas, moscas e borboletas
78. <i>Erythroxylum suberosum</i>	D	branco	P	A	ab	15	1 (9)	ne	n.ob. (abelhas pequenas e médias, vespas e moscas 9)
79. <i>Hyptis lutescens</i>	D	branco	P	P	tu	5x5	—	ne	abelhas médias e grandes, vespas e mariposas
80. <i>Hyptis ovalifolia</i>	D	magenta	P	A	tu	5x5	—	ne	abelhas médias e grandes, vespas e mariposas
81. <i>Lippia salviaefolia</i>	D	branco	P	P	tu	3x3	—	ne	n.ob.
82. <i>Matayba guianensis</i>	D	branco	P	A	ab	3	—	ne	abelhas pequenas e vespas

AGENTE POLINIZADOR/ ESPÉCIE	ANTESE (D/N/A/M/C)	COR	ODOR (P/A)	GR (P/A)	FORMA	TAMANHO (MM)	LONGEVIDADE (DIAS)	RECURSO	VISITANTES
83. <i>Neea theifera</i>	D	amarelo	A	A	tu	3x3 ♀	—	ne (1)	n.ob. (pequenos insetos 9)
84. <i>Qualea multiflora</i>	D	amarelo	P	P	ab*	20	1 (9)	ne	abelhas médias e beija-flores
85. <i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	D	verde	A	A	ab	3	—	ne	abelhas pequenas, vespas e moscas
86. <i>Rudgea viburnoides</i>	D	branco	P	A	tu	10x5 L.B	1	ne	abelhas pequenas e médias, vespas e beija-flores (mariposas/Sphingidae f)
87. <i>Sclerobolium aureum</i>	D	amarelo	P	A	ab	5	—	ne	abelhas pequenas, vespas e borboletas
88. <i>Simaruba versicolor</i>	D	verde	A	A	ab	8 ♀/5 ♂	1	ne (1)	abelhas pequenas e moscas
89. <i>Terminalia argentea</i>	D	verde	A	A	ab	5	1	ne (1)	abelhas pequenas, vespas e moscas
90. <i>Vernonia brasiliensis</i>	D	lilás	P	A	tu	8x17	—	ne (1)	abelhas médias, vespas, borboletas e mariposas
91. <i>Vernonia ferruginea</i>	D	branco	P	A	tu	10x15	—	ne (1)	abelhas médias, vespas, borboletas e mariposas
BEIJA-FLORES (N=2)									
92. <i>Cordia insignis</i>	D	amarelo	A	A	tu***	35x10	1	ne	beija-flores
93. <i>Helicteres sacaroilha</i>	D	vermelho	A	A	tu***	35x15	1 (10)	ne	beija-flores
MORCEGOS (N=10)									
94. <i>Bauhinia cf. subclavata</i>	N	branco	P	A	ab	40x20	1 n	ne	n.ob. (beija-flores f)
95. <i>Bauhinia sp.1</i>	N	branco	P	A	ab	35x20	1 n	ne	n.ob. (beija-flores f)
96. <i>Bauhinia sp.2</i>	N	branco	P	A	ab	40x20	1 n	ne	n.ob. (beija-flores f)
97. <i>Caryocar brasiliense</i>	N	branco	P	A	ab	105	1 (9)	ne	n.ob. (morecos 11)
98. <i>Hymenaea siftonocarpa</i>	N	rosado	P	P	ab	70	1 (13)	ne	n.ob. (morecos 13)
99. <i>Laflesia pacari</i>	C (12)	branco	P	P	ab	88x72	1 n	ne	n.ob. (morecos 12; abelhas pequenas e beija-flores f)
100. <i>Luehea cf. candidans</i>	N	branco	A	A	ab	80	1 n	ne	n.ob. (abelhas pequenas e beija-flores f)
101. <i>Luehea paniculata</i>	N	branco	A	A	ab	15	1 n	ne	n.ob. (abelhas pequenas e médias f)
102. <i>Pseudobombax longiflorum</i>	N	branco	P	A	tu	125x122	1 n	ne	n.ob. (abelhas pequenas e beija-flores f)
103. <i>Pseudobombax marginatum</i>	N	branco	P	A	tu	120x100	1 n	ne	n.ob. (abelhas pequenas f)
VENTO (N=6)									
104. <i>Alchornea discolor</i>	D	branco verde	♀ ♂	A	ab	3 ♂	—	po	flores ♂ (abelhas pequenas f)
105. <i>Brosimum gaudichaudii</i>	D	verde	♂	A	ab	15**	—	A	n.ob.
106. <i>Cecropia cf. pachystachya</i>	D	verde amarelo	♀ ♂	A	ab	?	—	A	n.ob.
107. <i>Celtis pubescens</i>	D	verde	A	A	ab	3 ♀/3 ♂	—	po	flores ♂ (abelhas pequenas f)
108. <i>Croton culabensis</i>	D	amarelado	A	A	ab	3 ♀/3 ♂	—	po?	flores ♂ (vespas, Hemiptera f)
109. <i>Sorocaea saxicola</i>	D	verde	A	A	ab	5 ♀	—	A	n.ob.

GR: pontuações, listras e coloração diferenciada em áreas da corola e/ou entre esta e os órgãos reprodutivos; FORMA: aberta—pétalas separadas e órgãos reprodutivos expostos; fechada—órgãos reprodutivos encobertos pela corola. TAMANHO: aberta—diâmetro da corola; fechada ou tubulosa—diâmetro da corola x comprimento do tubo. LONGEVIDADE: 52 espécies avaliadas e 13 indicadas em literatura; f pilhadores (nas espécies com antese noturna são observados na manhã seguinte à abertura); * cálice com esporão; ** inflorescência; *** tubo estreito; ++ informação para o gênero. REFERÊNCIAS: 1 Cronquist (1981 – informações para família ou gênero); 2 Barbosa 1997; 3 O. Peres & A. Dorval (com. pess.); 4 Scarot & Lleras (1991); 5 Bawa et al. (1985a); 6 Henderson (1986); 7 Gottsberger (1994); 8 Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988); 9 Oliveira (1991); 10 Franceschinelli (1989); 11 Griebel & Hay (1993); 12 Sazima & Sazima (1975); 13 Gibbs et al. (1999).

ANEXO 5 – Relação de visitantes coletados durante florescimento das espécies arbustivo-arbóreas do cerrado
Faz. Exp. da UFMT. N=72 spp.

az. Exp. da UFMT. N=72 Spp.

FAMÍLIA	AGENTE POLINIZADOR SUB-FAMÍLIA/TRIBO/ ESPÉCIE	TAMANHO	TIPO SEXUAL	COLETA (MÊS)	ESPÉCIES VISITADAS †	
ABELHAS (N=51)						
ANDRENIDAE	OXAEINAE					
	<i>Oxaea flavescens</i> Klug.	grande	fêmea macho	mai jun	39, 43 79	
COLLETIDAE	DIPHAGLOSSINAE					
	<i>Ptiloglossa</i> sp. <i>P. cf. rugata</i> Moure	média média	fêmea macho	out out	76, 64 86	
HALICTIDAE	HALICTINAE					
	AUGOCHLORINI					
	<i>Augochlorella</i> sp.	pequena	fêmea macho	ago/set/out ago	23, 36 * 70, 85	
	<i>Augochloropsis electra</i> (Smith)	pequena	fêmea	out	12	
	<i>A. smithiana</i> (Cockerell)	pequena	fêmea	mai/jun/out	39 *, 43, 76	
	<i>A. sp.1</i>	pequena	fêmea	ago	77	
	<i>A. sp.2</i>	pequena	fêmea	jun	12 *	
	<i>A. sp.3</i>	pequena	fêmea	jun	39	
	<i>A. sp.4</i>	pequena	fêmea	out	86	
	<i>Ceratalictus</i> (?) sp.	pequena	macho	out	85	
	HALICTINI					
	<i>Halictus hesperus</i> Smith	pequena	fêmea	set/out	36, 64, 76, 85, 86	
	MEGACHILIDAE	MEGACHILINAE				
		ANTHIDIINI				
		<i>Anthidium latum</i> Schrottky	média	fêmea	abr	80
MEGACHILINI						
	<i>Megachile</i> sp.	media	fêmea	abr	80	
	<i>M. cf. ypiranguensis</i> Schrottky	média	fêmea/macho	set	54, 55	
APIDAE	XYLOCOPINAE					
	CERATININI					
	<i>Ceratina</i> sp.	média	fêmea	jul/set	14	
	XYLOCOPINI					
	<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier)	grande	fêmea	out	35	
	<i>X. suspecta</i> Moure & Camargo	grande	fêmea	abr	40	
	<i>X. subcyanea</i> Perez	grande	fêmea	abr/set	54, 55, 80	
	APINAE					
	CENTRIDINI					
	<i>Centris aenea</i> Lepeletier	média	fêmea	jun/jul/ago/out	12, 20, 21, 22, 35, 39	
	<i>C. inermis</i> Friese.	média	fêmea	jul/out	8, 12, 76	
	<i>C. spilopoda</i> Moure	média	fêmea macho	ago/set/out out	20, 21, 22, 35, 38	
	<i>C. varia</i> (Erichson)	média	fêmea/macho	set/out	20, 22, 32, 35, 54, 55	
	<i>C. trigonoides</i> Lepeletier	média	fêmea	ago	12	
	<i>C. analis</i>	média	macho	set	54, 55	
	<i>C. fuscata</i> Lepeletier	média	fêmea	jun/ago	12, 20, 21	
	<i>C. cfr. scopipes</i> Friese.	média	fêmea	abr/set/out	35, 36, 40	
	<i>Epicharis affinis</i> Smith	média	fêmea	set	8, 22, 35, 86	
	<i>E. xanthogastra</i> Moure & Seabra	média	macho	out	38	
	APINI					
	<i>Apis mellifera</i> Linneus	média	operária	jul/set/out	2, 11, 13, 14, 17, 26, 35, 54, 55, 64, 71, 72, 74, 76, 86, 90, 91, 101*	
	BOMBINI					
	<i>Bombus atratus</i> Franklin	média	operária	jun/ago/nov	12, 21, 86	
	<i>B. morio</i> (Swederus)	média	operária rainha	jun/jul/out out	11, 35, 36, 39, 79, 86	
EXOMALOPSINI						
<i>Exomalopsis analis</i> Spinola	pequena	fêmea	jun/out	39 *, 76		
<i>E. auropilosa</i> Spinola	pequena	fêmea	set	36		
<i>E. fulvofasciata</i> Smith	pequena	fêmea	jul	12 *		

FAMÍLIA	AGENTE POLINIZADOR SUB-FAMÍLIA/TRIBO/ ESPÉCIE	TAMANHO	TIPO SEXUAL	COLETA (MÊS)	ESPÉCIES VISITADAS †
MELIPONINI					
	Frieseomelitta cf. varia (Lepeletier)	pequena	operária	out	59 *, 64, 76
	Geotrigona mombuca Smith	pequena	operária	set	17
	Melipona rufiventris Lepeletier	pequena	operária	out	64
	Oxytrigona sp.	pequena	operária	ago	14
	Partamona vicina Camargo	pequena	operária	jul/out	11, 14, 64
	Plebeia sp.	pequena	operária	ago	21
	Scaptotrigona postica (Lepeletier)	pequena	operária	set/out	17, 30, 64
	Tetragona cf. clavipes (Fabricius)	pequena	operária	jun/ago/set/out	20 *, 22 *, 36 *, 72, 77, 85
	Trigona chanchamayoensis Schwarz	pequena	operária	out	32 **
	Trigona hyalinata Lepeletier	pequena	operária	mai/jun/jul/ago/set/out	14, 17, 64, 72, 99 *
	Trigona spinipes (Fabricius)	pequena	operária	jun	104 *
TAPINOTASPIDINI					
	Monoeca sp.	pequena	fêmea	ago/set	20, 22
	Paratetrapedia sp.	pequena	fêmea	ago	14
	P. sp.	pequena	fêmea	ago	20 *
TETRAPEDINI					
	Tetrapedia cfr. ornata (Spinola)	pequena	macho	jul/ago	14, 21 *
VESPAS (N=11)					
EUMENIDAE	Ancistroceroides sp.	grande	—	ago	77
	Montezumia sp.	grande	—	ago	77
POMPIDAE	sp.1	grande	—	ago	77
	sp.2	grande	—	ago	77
SPHECIDAE	Cerceris sp.	grande	—	ago	77
	Stictia signata (Linneus)	grande	—	jun	79, 86
VESPIDAE	Brachygastra lecheguana (Latreille)	pequena	—	out	76 *
	Polistes geminatus Fox.	grande	—	ago	77
	Polybia jurinei Saussure	grande	—	set	77
	P. sericea (Olivier)	grande	—	ago	77, 86
	Synoeca surinama (Latreille)	pequena	—	out	59 *, 86
MOSCAS (N=4)					
CALLIPHORIDAE	Chrysomya megacephala	pequena	—	out	85
	Phaenicia sp.	pequena	—	out	76
SARCOPHAGIDAE	sp.1	pequena	—	out	85
SYRPHIDAE	sp.1	pequena	—	mai	79
BORBOLETAS E MARIPOSAS (N=6)					
HESPERIIDAE	Aguna metophis	média	—	out	86
	Panoquina ocola	média	—	out	86
	Pyrgus communis orcynoides	pequena	—	out	86
	Urbanus simplicius	média	—	ago	54, 55
PIERIDAE	Phoebis statira	média	fêmea	ago	54, 55
SPHINGIDAE	Aellopos fadus (Cramer, 1775)	grande	—	ago/out/nov/dez	54, 55, 56 *, 66, 67, 68, 86 *

† numeração indica espécies listadas no ANEXO 4; * pilhador; ** corte das antenas (predadora)

TAMANHO: abelhas, vespas e moscas – pequenas ≤ 0,7 cm, médias >0,7 <1,4 cm, grandes >1,4 cm; borboletas e mariposas – pequenas <1,5 cm, médias >1,5 <2,5 cm, grandes >2,5 cm.

ANEXO 6 – Características dos frutos das espécies arbustivo-arbóreas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT segundo a síndrome de dispersão — observações de campo (UD-unidade de dispersão; aq-aquênio; ba-baga; bac-bacáreo; ca-cápsula; dr-drupa; es-esquizocarpo; fr-fruto composto; le-legume; ls-legume seco; sm-sâmara; si-siliqua; fr-fruto; se-semente). N=81 spp.

AGENTE DISPERSOR/ESPÉCIE		FRUTO	UD FR/SE	UNIDADE DE DISPERSÃO CARACTERÍSTICAS	SÍNDROME
ANIMAL (N=43)					
Acrocomia aculeata	dr	fr		epicarpo lenhoso; polpa suculenta, fibrosa, adocicada e amarela	mamíferos
Alchornea discolor	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa carnosa, adocicada e negra	aves
Alibertia edulis	ba	fr		epicarpo liso e marrom; polpa suculenta, fermentada e negra, odor ativo	mamíferos
Alibertia sessilis	ba	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e negra	mamíferos (aves e mamíferos 1)
Alibertia verrucosa	ba	fr		epicarpo verrucoso e negro; polpa suculenta, adocicada e marrom	mamíferos
Annona cornifolia	ba	fr		epicarpo verrucoso e alaranjado; polpa suculenta, adocicada e alaranjada	mamíferos (aves e mamíferos 1)
Annona dioica	ba	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa carnosa, fibrosa, adocicada e amarela, odor ativo	mamíferos (macacos e aves 2)
Astrocaryum sp.	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa carnosa, viscosa, adocicada e amarela	aves (aves 1)
Brosimum gaudichaudii	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa farinácea, ácida e amarela, odor ativo	aves (aves 1)
Byrsionima coccobifolia	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa farinácea, ácida e amarela, odor ativo	aves
Byrsionima cydonifolia	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa farinácea, ácida e amarela, odor ativo	aves
Byrsionima orbigniana	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa farinácea, ácida e amarela, odor ativo	aves
Campomanesia eugenioideis	bac	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa suculenta, adocicada e amarela, odor ativo	aves
Casearia sylvestris *	ca	se		epicarpo verde, semente lisa, negra e com arilo vermelho	aves (aves 1)
Caryocar brasiliense	bac	se		epicarpo liso e verde; polpa carnosa e amarela, odor ativo; semente com testa carnosa amarela	mamíferos (morcegos 4)
Celtis pubescens	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa carnosa e amarela	aves
Chomelia obtusa	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e verde, odor ativo	aves
Chomelia pohliana	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e verde, odor ativo	aves
Chomelia sp.	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e verde, odor ativo	aves
Coccoloba mollis	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa carnosa, seca	aves (macacos e aves 2)
Chrysophyllum marginatum	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta e roxa	aves
Copallera martii *	ls	se		face interna vermelha; semente negra com arilo branco	aves (aves 3)
Curatella americana *	ca	se		epicarpo com cerdas irritantes, face interna vermelha; semente negra com arilo branco	aves (aves 3, 4)
Erythroxylum ambiguum	dr	fr		epicarpo liso e vermelho; polpa suculenta e vermelha	aves (aves 3)
Erythroxylum suberosum	dr	fr		epicarpo liso e vermelho; polpa suculenta e vermelha	aves (aves 3, 4)
Eugenia aurata	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e roxa	aves (aves 1)
Eugenia biflora	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e amarela, odor suave	aves
Eugenia sp	dr	fr		cápsula lenhosa e muricada; polpa viscosa e vermelha	mamíferos
Guazuma ulmifolia	ca	se		epicarpo liso e branco; polpa carnosa, seca e branca	mamíferos (macacos 2)
Guettarda viburnoides	dr	fr		epicarpo lenhoso; semente envolta em polpa farinácea, amarela com odor ativo	mamíferos
Hymenaea siligonocarpa	le	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e negra	roedores (macacos 3)
Miconia prasina	ba	fr		epicarpo liso e negro; polpa sucosa, sem odor; cálice acrescente	aves (aves 3)
Myracrodruon urundeuva	dr	fr		epicarpo piloso e negro; polpa farinácea, ácida e branca	aves
Myrcia albo-tomentosa	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e branca	aves (macacos e aves 2)
Myrcia tomentosa	dr	fr		epicarpo liso, negro-vináceo; polpa suculenta, adocicada e vinácea; raque vermelha	aves
Neea theifera	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa carnosa e verde; raque vermelha	mamíferos (++ aves e mamíferos 1)
Ouratea castaneifolia	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa carnosa, adocicada e amarela, odor ativo	mamíferos
Psidium guineense	ba	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa gelatinosa e amarela	aves
Randia armata	ba	fr		epicarpo liso e negro; polpa gelatinosa, adocicada e translúcida	aves
Rhamnidium elaeocarpaceum	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa carnosa e amarela	aves
Rudgea viburnoides	dr	fr		epicarpo liso e negro; polpa suculenta, adocicada e verde	mamíferos (aves e mamíferos 1)
Soroea saxicola	dr	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa suculenta, adocicada e verde	
Tocoyena formosa	ba	fr		epicarpo liso e amarelo; polpa carnosa e branca; sementes com mucilagem adocicada marrom, odor ativo	

AGENTE DISPERSOR/ ESPÉCIE	FRUTO	UD FRASE	UNIDADE DE DISPERSÃO CARACTERÍSTICAS	SÍNDROME
VENTO (N=29)				
<i>Acosmium subelegans</i>	ls	fr	asas	
<i>Aspidosperma cf. subincanum</i> **	ca	se	asas	
<i>Banisteriopsis pubipetala</i>	es	fr	asas	
<i>Bowdichia virgilioides</i>	ls	fr	PS<1g	
<i>Callistene fasciculata</i>	ca	se	asas	
<i>Cochlospermum regium</i>	ca	se	pêlos plumosos	
<i>Combretum discolor</i>	dr (++)	fr	asas	
<i>Cordia glabrata</i>	dr	fr	fruto seco; corola marcescente	
<i>Cordia insignis</i>	dr	fr	fruto seco; corola marcescente	
<i>Heteropterys anoptera</i>	es	fr	asas	
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	es	fr	asas	
<i>Himatanthus obovatus</i>	ca	se	asas	
<i>Luehea paniculata</i>	ca	se	asas	
<i>Machaerium eriocarpum</i>	sm	fr	asas	
<i>Machaerium hirtum</i>	sm	fr	asas	
<i>Magonia pubescens</i>	ca	se	asas	
<i>Mascagnia benthamiana</i>	es	fr	asas	
<i>Platypodium elegans</i>	sm	fr	asas	
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	ca	se	pêlos plumosos	
<i>Pseudobombax marginatum</i>	ca	se	pêlos plumosos	
<i>Qualea multiflora</i>	ca	se	asas	
<i>Qualea parviflora</i>	ca	se	asas	
<i>Rhynchanthera novemnervia</i>	ca	se	PS reduzido	
<i>Sclerolobium aureum</i>	ls	fr	asas	
<i>Tabebuia aurea</i>	si	se	asas	
<i>Terminalia argentea</i>	dr (++)	fr	asas	
<i>Tibouchina aff. kartanii</i>	ca	se	PS reduzido	
<i>Vernonia brasiliana</i>	aq	fr	cerdas	
<i>Vernonia ferruginea</i>	aq	fr	cerdas	
OUTROS (N=9)				
<i>Adenaria floridunda</i>	ca	se	PS reduzido	
<i>Calliandra parviflora</i>	ls	se	deiscência explosiva	
<i>Croton cuiabensis</i> *	ca	se	PS<1g; semente negra com elaiossomo	
<i>Helicteres saccolha</i>	ca	se	PS<1g	
<i>Hyptis lutescens</i>	es (++)	fr	PS<1g	
<i>Hyptis ovalifolia</i>	es (++)	fr	PS<1g	
<i>Lippia salvifolia</i>	es	fr	PS<1g	
<i>Pelteaea speciosa</i>	ca	se	PS<1g	
<i>Senna chrysocarpa</i>	ls	se	deiscência explosiva	

baç-3 a 4 sementes/fruto; * potencialmente diplocórica (dispersão secundária por formigas); ** frutos maduros caracterizados são resultado do florescimento de 1995; ++ informações para o gênero; REFERÊNCIAS: 1 Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983); 2 Roosmalen (1985); 3 Macedo (1993); 4 Grilhet & Hay (1993); 5 Barroso *et al.* (1986); 8 Rizzini (1971a)

CAPÍTULO 3

REPRODUÇÃO SEXUADA – ASPECTOS FUNCIONAIS

I. ESTRATO LENHOSO: SISTEMAS SEXUAIS E REPRODUTIVOS

INTRODUÇÃO

A continuidade de uma espécie no ambiente é determinada pelas suas respostas às pressões de seleção que surgem em função da heterogeneidade do mesmo no tempo e no espaço (Richards 1986). Respostas evolutivas são obtidas quando existe variabilidade; caso as linhagens sejam depauperadas geneticamente, tendem a extinção (Ledig 1986). O nível e distribuição de variabilidade genética em uma espécie são afetados pela frequência de autofecundação ou fecundação cruzada entre os indivíduos. Espécies autógamas tendem a exibir pequena variação genética dentro e maiores diferenças entre populações, enquanto as alógamas concentram maior variação dentro e pequena heterogeneidade entre populações (Hamrick 1983, Wolff 1991). Estudos sobre sistemas reprodutivos, portanto, são importantes para delinear os padrões de variação genética em populações de espécies tropicais.

Os sistemas reprodutivos são influenciados por aspectos que caracterizam a sexualidade das plantas — (a) sistemas sexuais, (b) dicogamia e (c) sistemas de incompatibilidade (Silvertown & Doust 1993). Estes aspectos, isolados ou em conjunto, afetam diretamente a frequência de autofecundação ou xenogamia nas espécies. Maior variação genética e heterozigose são comumente encontradas em espécies com xenogamia (Hamrick 1983, Loveless & Hamrick 1984).

O Cerrado representa um ambiente frequentemente alterado pelo fogo e continuamente sob efeito da sazonalidade climática e solos pobres (Eiten 1993). Diante de tantas restrições existe interesse em compreender como sobrevivem as espécies de plantas ao longo de gerações. Isto implica no conhecimento das estratégias reprodutivas usadas para obtenção de maior variabilidade, particularmente quanto aos sistemas reprodutivos encontrados nas populações. Informações para espécies do Cerrado destacam a xenogamia como importante método de reprodução sexuada na comunidade lenhosa pelo maior número de taxa auto-incompatíveis ou dióicos (ver Oliveira 1991, Oliveira *et al.* 1992, Vieira *et al.* 1992, Gibbs & Bianchi 1993, Oliveira & Silva 1993, Oliveira & Gibbs 1994, Proença & Gibbs 1994). Algumas espécies produzem sementes através de meios assexuados (agamospermia) (Oliveira *et al.* 1992, Goldenberg & Shepherd 1998). O número amostrado de espécies ainda é pequeno, entretanto, para permitir generalizações com relação ao sistema reprodutivo neste tipo de vegetação.

É necessário que outras espécies, representando diferentes hábitos de crescimento, sejam estudadas com objetivo de obter uma avaliação mais abrangente dos mecanismos reprodutivos usados pelas espécies nos estratos do Cerrado. Neste sentido foi avaliado o estrato arbustivo-arbóreo de uma área de cerrado com relação aos sistemas sexuais, sistemas de incompatibilidade e dicogamia, resultando em informações diretas ou indiretas sobre o sistema reprodutivo característico das espécies lenhosas na comunidade. Os estudos morfológicos e ecológicos desenvolvidos, para todo o estrato ou parte das espécies, são úteis para entender como as espécies combinam estes aspectos reprodutivos nas populações e, conseqüentemente, como estruturam a comunidade sob este ponto de vista. Uma parcela das espécies teve a sua produção natural de frutos acompanhada na tentativa de medir o sucesso dos processos reprodutivos.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área — Os estudos foram desenvolvidos em 4,9 hectares de cerrado (*sensu lato*) da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso — UFMT. A Fazenda Experimental está localizada junto ao perímetro urbano de Santo Antônio do Leverger (15°46'S, 56°05'W). O município está situado na extremidade norte do Pantanal de Poconé (classificação de Adámoli 1981). O Cerrado, com suas variações fisionômicas, predomina na região (RADAMBRASIL 1982). O clima segundo a classificação de Köppen, é Aw (subtipo savana), com temperaturas altas durante o ano (média anual de 25,6 °C), chuvas no verão (outubro-maio) e seca no inverno (abril-setembro) (Oliveira Filho 1992). Maiores detalhes sobre a vegetação são descritos no Capítulo 1.

Sistema Sexual — O sistema sexual das espécies com atividade reprodutiva (109 spp.) foi definido em campo ou laboratório, e para as espécies exclusivamente com atividade vegetativa (22 spp.), foram consideradas as informações de bibliografias especializadas. Os tipos sexuais foram definidos segundo distribuição espacial dos órgãos reprodutivos masculinos e femininos nas flores e indivíduos (classificação Bawa 1980, Bawa & Beach 1981, Cruden & Lloyd 1995). As espécies dióicas (13 spp.) e monóicas (6 spp.), com atividade reprodutiva no estrato, foram avaliadas quanto aos sistemas de polinização e dispersão com base nas características das estruturas reprodutivas e visitantes. As flores foram analisadas quanto aos aspectos morfológicos (cor, forma, tamanho), funcionais (período de antese, presença de odor, guias de recurso) e tipo de recurso oferecido aos visitantes. Deste grupo, em nove dióicas e quatro monóicas, foram realizadas observações diretas sobre a categoria e, quando possível, sobre o comportamento dos visitantes; para outras seis espécies o sistema foi deduzido considerando a identificação dos polinizadores em outras áreas do Cerrado (1 sp.) ou apenas pelas características florais (5 spp.). Os visitantes que em contato com as anteras recolhem, direta ou indiretamente, os grãos de pólen e permitem a sua transferência para o estigma foram considerados polinizadores. Os sistemas de dispersão foram caracterizados para as 19 espécies a partir de: (a) dados morfológicos dos frutos maduros (10 spp. dióicas e 6 spp. monóicas), (b) informações de literatura (3 spp. dióicas). Os mecanismos de dispersão das espécies foram inferidos através da análise de síndromes de dispersão (*sensu* Howe 1986 e Van der Pijl 1982). As categorias de animais citadas são consideradas "prováveis dispersores".

Sistema Reprodutivo (Sistemas de Incompatibilidade e Agamospermia) — O sistema reprodutivo, de 60 espécies do estrato arbustivo-arbóreo, foi caracterizado considerando diferentes fontes de informação: (a) espécies avaliadas diretamente na comunidade (19 spp.), (b) espécies estudadas em outras áreas de cerrado do país (14 spp.), (c) espécies que, mesmo sem estudos experimentais, têm a xenogamia sugerida pela ocorrência de dioicia e heterostilia (22 spp.), (d) espécies avaliadas quanto a presença de auto-incompatibilidade em áreas de floresta tropical (5 spp.). Os sistemas reprodutivos foram definidos segundo classificação de Cruden & Lloyd (1995). Para *Miconia prasina* foram analisadas anteras de botões presentes em exemplares de herbário, visando estimar o número de grãos de pólen.

Produção Natural de Frutos — A produção natural de frutos no estrato arbustivo-arbóreo foi avaliada, pela percentagem de frutos resultantes de polinização natural, em 43 espécies com botões e flores marcadas em um a 28 indivíduos. Deste total de espécies, 41 foram avaliadas quanto à predação de estruturas reprodutivas. A intensidade de predação foi medida pela percentagem de botões, flores e/ou frutos predados (imaturos ou maduros) em amostras coletadas aleatoriamente em um a 20 indivíduos. A predação foi considerada alta quando acima de 20% da amostra foi atacada em cada espécie. O ataque de predadores às estruturas reprodutivas foi caracterizado pela destruição, total ou parcial, dos tecidos.

Densidade — Informações sobre densidade absoluta estão disponíveis para dois grupos de espécies lenhosas: (a) para 90 das 130 espécies lenhosas com dados sobre sistema sexual e (b) para 49 das 60 espécies com dados sobre sistema reprodutivo. A densidade foi obtida na análise estrutural da área (Capítulo 1) e foi considerada como densidade populacional de cada espécie. Os índices representam a população potencialmente reprodutiva de cada espécie pela inclusão de indivíduos com perímetro que indica maturidade reprodutiva das plantas na comunidade. A densidade de indivíduos reprodutivos foi estimada através de censo, realizado quinzenalmente, percorrendo a área em toda a sua extensão durante dois anos (1996 e 1997).

RESULTADOS

SISTEMA SEXUAL

A comunidade apresenta seis diferentes sistemas sexuais entre as espécies lenhosas, com predominância do hermafroditismo e dioicia sobre os demais (Tab. 1, Anexos 1 e 2). Associação entre flores perfeitas e flores estaminadas é encontrada em duas espécies arbustivas (andromonoicia e androdioicia) e uma arbórea (trioicia). A proporção de espécies arbóreas e arbustivas não difere significativamente nos três tipos básicos ($\chi^2=0,349$, $gl=2$, $P>0,05$). As variações nos sistemas básicos foram excluídas da análise pelo número reduzido de espécies (insuficiência estatística). O número de espécies dióicas arbustivas (15%, 11/72) e arbóreas (15%, 9/59) é proporcionalmente semelhante na comunidade. O sistema sexual não foi determinado para *Alchornea* sp., uma espécie sem atividade reprodutiva, que pertence a um gênero com espécies monóicas e dióicas. Os demais taxa sem identificação específica pertencem a gêneros exclusivamente hermafroditas ou dióicos (Anexo 2).

Tabela 1 - Relação entre sistemas sexuais e hábito no estrato arbustivo-arbóreo do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n-número de espécies)

EXPRESSÃO SEXUAL	ÁRVORES (n)	ARBUSTOS (n)	TOTAL (n)
Hermafroditismo	46	55	101 (77 %)
Monoicia	2	4	6 (4,6 %)
Dioicia	9	11	20 (15,2 %)
Andromonoicia	0	1	1
Androdioicia	0	1	1
Trioicia	1	0	1
Indeterminado	1	0	1
TOTAL	59	72	131

As espécies hermafroditas podem apresentar dimorfismo floral (heterostília) ou diferenças temporais na funcionalidade dos órgãos reprodutivos (dicogamia) (Anexo 1). Há uma relação clara entre tais variações e grupos taxonômicos. São oito espécies heterostílicas, todas com distília, representantes de Boraginaceae (2 spp.), Erythroxylaceae (2 spp.) e Rubiaceae (3 spp.). Protoginia foi evidenciada em Annonaceae (8 spp.) e Arecaceae (1 sp.). A única flor feminina de *Croton cuiabensis* (monóica) está receptiva antes que as masculinas completem o seu desenvolvimento em cada inflorescência, permitindo a sua caracterização como protogínica. Protandria é encontrada em taxa de Asteraceae (2 spp.), Lamiaceae (2 spp.), Proteaceae (1 sp.), Rhamnaceae (1 sp.) e Rubiaceae (1 sp.).

No estrato arbustivo-arbóreo as espécies hermafroditas estão distribuídas em 32 famílias, as monóicas em cinco e as dióicas em 13. Todas as famílias com monoicia (100%, 5/5) e a maioria daquelas com dioicia (84,6%, 11/13) são representadas exclusivamente por espécies com estes sistemas sexuais. Os seis gêneros monóicos e os 15 dióicos identificados no estrato também reúnem

somente espécies com estes sistemas sexuais (Anexos 1 e 2). A dioícia é melhor representada em Rubiaceae, com quatro espécies.

A definição de indivíduos dióicos foi dificultada em *Coccoloba mollis* e *Dilodendron bipinnatum* pela presença de estaminódios ou pistilos estéreis nas flores masculinas e femininas, respectivamente. A distinção entre sexos em *Coccoloba mollis* foi definida pela produção de frutos em somente um dos sete indivíduos com atividade reprodutiva na área (6 masculinos:1 feminino). Para *D. bipinnatum* dois indivíduos com flores foram considerados masculinos, em função da ausência de frutos em dois anos (2 masculinos:0 feminino). O único indivíduo de *Matayba guianensis* que produziu flores na área é hermafrodita. Entretanto, estudos revelam a existência de trioícia nesta espécie (G. Guarim Neto, com. pess.) — em uma mesma população estão presentes indivíduos com flores masculinas ou femininas ou hermafroditas (*sensu* Cruden & Lloyd 1995). Nas espécies de *Alibertia* e *Randia* as flores femininas são solitárias, enquanto as masculinas estão reunidas em inflorescências. *Croton cuiabensis* apresenta inflorescências com uma única flôr feminina, situada na base, e várias flores masculinas. A andromonóica *Calliandra parviflora* reúne flores estaminadas ou hermafroditas em inflorescências distintas.

Uma parcela representativa das espécies (68,7%, 90/131) foi avaliada quanto a densidade populacional na área estudada. Com exceção da androdioícia (*Annona dioica*, 297 indivíduos/ha), os demais sistemas sexuais do estrato lenhoso reúnem espécies relativamente com baixa densidade populacional (Fig. 1). Nas espécies hermafroditas, dióicas e andromonóica há tendência de 8 indivíduos/ha (mediana), enquanto entre as monóicas a densidade aumenta para 12 indivíduos/ha.

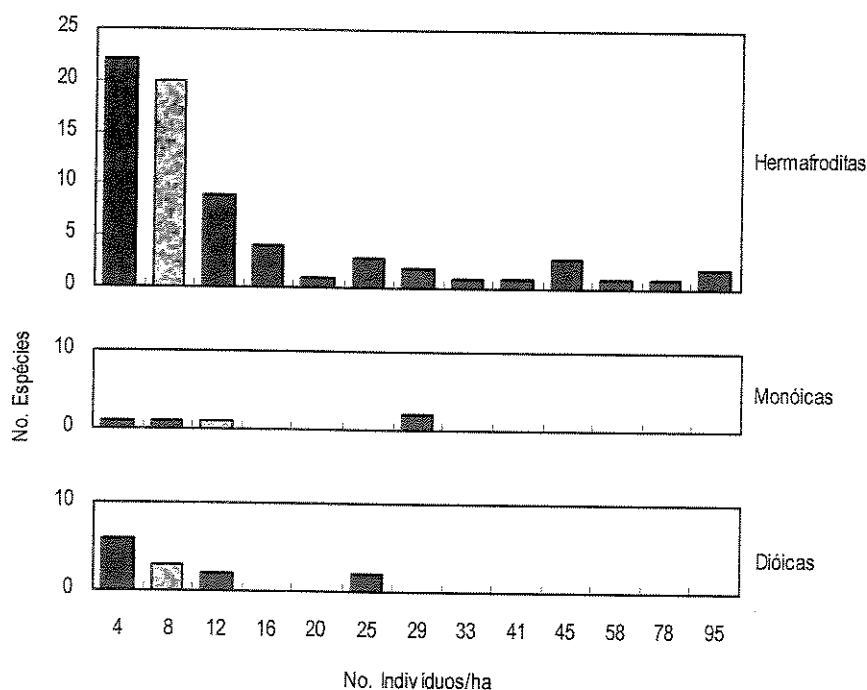


Figura 1— Distribuição de densidade populacional segundo o sistema sexual de 130 espécies do cerrado da Faz. exp. da UFMT (coluna cinza indica a classe onde está a mediana)

Sistema Sexual vs. Polinização e Dispersão — As dióicas (65%, 13/20) e monóicas (100%, 6/6), com atividade reprodutiva, foram analisadas quanto à relação entre o sistema sexual e os sistemas de polinização e de dispersão (Anexos 2 e 3). As espécies dióicas reúnem duas características ecológicas indicadas em literatura como próprias deste sistema sexual: (a) flores pequenas (diâmetro ≤ 10 mm, 84,6%, 11/13), claras (brancas, amareladas ou esverdeadas, 100%, 13 spp.), polinizadas por pequenos insetos (61,5%, 8/13) ou pelo vento (23%, $n=3/13$), (b) frutos carnosos ou suculentos ou com sementes ariladas (pássaros, 54%, 7/13; mamíferos, 46%, 6/13). Duas espécies diferem das demais pelas flores grandes (>20 mm) — *Alibertia edulis* e *Randia armata* (Rubiaceae). As espécies monóicas são polinizadas em igual proporção por animais (50%, 3/6) e pelo vento (50%, 3/6); a dispersão é realizada principalmente por animais (66,6%, 4/6) mas as diferenças não são significativas ($\chi^2=0,66$, $gl=1$, $P>0,05$) entre dispersão zoocórica e outras alternativas de deslocamento de propágulos no estrato (vento+outros= 2 spp.).

SISTEMA REPRODUTIVO

As informações disponíveis sobre sistema reprodutivo, para 60 espécies lenhosas do cerrado estudado, devem ser acatadas com algumas ressalvas. Primeira, os resultados obtidos, para esta e em outras comunidades, são válidos, mas sem esquecer que as espécies formam populações que podem diferir no grau de compatibilidade, determinando respostas diferenciadas entre áreas. Segunda, dados sobre características florais permitem, exclusivamente, inferir a forma de reprodução usada pelas espécies com sexo separado entre indivíduos (dióicas) ou com dimorfismo floral (heterostilicas). Assim, a representação obtida para os sistemas reprodutivos no cerrado estudado poderá ser confirmada somente quando uma parcela representativa das espécies for avaliada experimentalmente na comunidade, incluindo estudos sobre agamospermia. O valor da mesma é o de agrupar aspectos que têm efeitos previsíveis sobre os sistemas reprodutivos e, portanto, são indicativos dos mecanismos usados pelas plantas do Cerrado na reprodução sexuada.

Os dados relacionados dizem respeito à 46% (60/131) das espécies que participam do estrato lenhoso da comunidade (Tab. 2). A maioria (70%, 42/60), aparentemente, usa a xenogamia como principal forma de reprodução. Neste grupo estão 17 espécies com xenogamia (fecundação cruzada) comprovada experimentalmente em diferentes áreas do Cerrado. Também foram incluídas 25 espécies que potencialmente apresentam xenogamia, isto é, espécies com indicativos morfológicos (dióicas ou heterostilicas) ou de incompatibilidade (avaliações incompletas ou realizadas em florestas tropicais). Em 15 espécies (25%) a xenogamia é facultativa, em função da associação entre fecundação cruzada e autofecundação. A autogamia parece se restringir a duas espécies e a agamospermia a uma.

Informações sobre compatibilidade foram relacionadas para 34 espécies, das quais 16 são arbóreas e 18 arbustivas. A frequência de espécies auto-incompatíveis (17 spp.) é igual à de autocompatíveis (17 spp.). Árvores e arbustos diferem significativamente quanto ao número de espécies auto-incompatíveis e autocompatíveis na área ($\chi^2=4,25$, $gl=1$, $P<0,05$). Árvores são principalmente auto-incompatíveis (68,7%, 11/16), enquanto os arbustos são autocompatíveis (66,6%, 12/18). No grupo das auto-incompatíveis foi incluída *Rudgea viburnoides* em função da presença de incompatibilidade nos indivíduos longistilos e a produção significativamente maior de frutos após xenogamia nos brevistilos (autocompatíveis). Embora não tenha sido submetida à polinização cruzada por Barros (1992), *Byrsonima coccolobifolia* é indicada como potencialmente auto-incompatível, em função da baixa produção de frutos sob autopolinização quando comparada com a produzida após polinização natural.

Embora sem avaliação experimental no cerrado estudado, agamospermia parece ocorrer em *Miconia prasina*, em função da produção natural de numerosos frutos na ausência de visitantes. A análise de botões de exemplares de herbário aponta número reduzido de grãos de pólen nas anteras desta espécie, indicando irregularidades no processo reprodutivo sexuado. Agamospermia foi comprovada nesta espécie em área de floresta tropical (ver Renner 1989).

Tabela 2 – Sistema reprodutivo de 60 espécies do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (ar-árvore; ab-arbusto; d-dóica; m-monóica; he-heterostilica; Al-auto-incompatível; AC-autocompatível; ‡ número de indivíduos/ha; L-longistilo; B-brevistilo; H-homostilo; AG-agamospérmica)

SISTEMA REPRODUTIVO/ ESPÉCIES	HÁBITO	DENSIDADE ‡	DENSIDADE REPRODUTIVA‡	MECANISMOS REPRODUTIVOS	REFERÊNCIAS
XENOGAMIA (n=17)					
				(3d; 14 Al; 1 he)	
<i>Alibertia edulis</i>	ab	25	4	d	neste estudo
<i>Alibertia sessilis</i>	ab	—	4	d	neste estudo
<i>Alibertia verrucosa</i>	ab	4	4	d	neste estudo
<i>Cochlospermum regium</i>	ab	8	2	Al	neste estudo
<i>Duguetia furfuracea</i>	ab	8	2	Al, protoginia	Barbosa 1997
<i>Erythroxylum suberosum</i>	ab	4	0,4	Al, he	Barros 1998
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	ar	29	3	Al	Gibbs <i>et al.</i> 1999
<i>Ouratea castaneifolia</i>	ar	4	1,6	Al	neste estudo
<i>Platyopodium elegans</i>	ar	4	3	Al	neste estudo
<i>Qualea grandiflora</i>	ar	25	1,6	Al	Barbosa 1983
<i>Qualea multiflora</i>	ar	8	0,8	Al	Barbosa 1983
<i>Qualea parviflora</i>	ar	25	2	Al	Barbosa 1983
<i>Roupala montana</i>	ar	—	0,4	Al	Oliveira 1991
<i>Rudgea viburnoides</i>	ab	8	4	Al (L), AC (B)*, he	neste estudo
<i>Tabebuia aurea</i>	ar	25	1,6	Al	Gibbs & Bianchi 1993
<i>Tocoyena formosa</i>	ab	12	2,2	Al, protandria	neste estudo
<i>Xylopia aromatica</i>	ab	4	0	Al, protoginia	Costa 1988
XENOGAMIA POTENCIAL (n=25)					
				(17 d; 3 Al; 5 he)	
<i>Agonandra brasiliense</i>	ar	4	0	d	neste estudo
<i>Alchornea discolor</i>	ar	4	0,8	d	neste estudo
<i>Astronium fraxinifolium</i>	ar	25	0,4	d	neste estudo
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	ar	4	1,6	Al †	Barros 1992
<i>Cecropia cf. pachystachya</i>	ar	4	1	d	neste estudo
<i>Chomelia obtusa</i>	ab	20	4	he	neste estudo
<i>Chomelia pohliana</i>	ab	29	4	he	neste estudo
<i>Chomelia sp.</i>	ab	8	3	he	neste estudo
<i>Coccoloba mollis</i>	ar	4	1,4	d	neste estudo
<i>Cordia glabrata</i>	ar	4	2,4	he	neste estudo
<i>Dillodendron bipinnatum</i>	ar	8	0,4	d	neste estudo
<i>Diospyros hispida</i>	ab	—	0	d	neste estudo
<i>Diospyros sp.</i>	ab	—	0	d	neste estudo
<i>Erythroxylum ambiguum</i>	ab	16	2	he	neste estudo
<i>Guazuma ulmifolia</i>	ar	4	1,2	Al*	Bullock 1985
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	ar	—	0,8	d	neste estudo
<i>Neea theifera</i>	ab	4	0,8	d	neste estudo
<i>Pouteria ramiflora</i>	ar	4	0	d	neste estudo
<i>Pouteria sp.</i>	ab	—	0	d	neste estudo
<i>Randia armata</i>	ab	8	1,8	d	neste estudo
<i>Simaruba versicolor</i>	ar	12	2,4	d	neste estudo
<i>Sorocea saxicola</i>	ab	12	0,4	d	neste estudo
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	ar	—	0	Al*	Bullock 1985
<i>Zanthoxylum hasslerianum</i>	ab	—	0	d	neste estudo
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	ar	8	0	d	neste estudo
XENOGAMIA FACULTATIVA (n=15)					
				(15 AC; 1 m; 1 he)	
<i>Acrocomia aculeata</i>	ar	8	0,6	AC**, m	Scariot & Lieras 1991
<i>Byrsonima cydoniifolia</i>	ar	45	3	AC**	neste estudo
<i>Campomanesia eugenioides</i>	ab	12	4	AC	neste estudo
<i>Cordia insignis</i>	ab	41	6	AC (L, B, H), he	neste estudo
<i>Caryocar brasiliense</i>	ar	4	1,6	AC**	Gribel & Hay 1993
<i>Curatella americana</i>	ar	95	3	AC	neste estudo
<i>Eugenia aurata</i>	ab	12	2,4	AC	neste estudo
<i>Eugenia biflora</i>	ab	45	4	AC	neste estudo

SISTEMA REPRODUTIVO/ ESPÉCIES	HÁBITO	DENSIDADE ‡	DENSIDADE REPRODUTIVA‡	MECANISMOS REPRODUTIVOS	REFERÊNCIAS
<i>Eugenia dysenterica</i>	ar	—	0	AC**	Proença & Gibbs 1994
<i>Helicteres sacarolha</i>	ab	8	1,6	AC**	Franceschinelli 1989
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	ab	4	1	AC	neste estudo
<i>Psidium guineense</i>	ab	8	3	AC**	neste estudo
<i>Rhynchanthera novemneria</i>	ab	8	4	AC	neste estudo
<i>Senna chrysocarpa</i>	ab	12	1,6	AC	neste estudo
<i>Tibouchina aff. kartenii</i>	ab	12	2	AC	neste estudo
AUTOGAMIA (n=2)				(2 AC)	
<i>Casearia sylvestris</i>	ab	—	1	AC	Barbosa 1997
<i>Davilla elliptica</i>	ab	4	0,6	AC	Barbosa 1997
AGAMOSPERMIA (n=1)				(1 AG)	
<i>Miconia prasina</i>	ab	—	0,4	AG**	Renner 1989

Al†-auto-incompatibilidade potencial; * resultado obtido em área de floresta tropical; ** % frutos xenogamia Vs. % frutos autofecundação: *Acrocomia aculeata*- $\chi^2=69,59$ e *Caryocar brasiliense*- $\chi^2=6,12$, $gl=1$, $P<0,001$, *Eugenia dysenterica*- $\chi^2=0,09$ e *Helicteres sacarolha*- $\chi^2=3,60$, $gl=1$, não significativo, $P>0,05$).

As espécies com informações sobre sistema reprodutivo apresentaram densidade populacional diferenciada. As espécies com xenogamia, obrigatória ou potencial (34 spp.), tendem a apresentar densidade populacional mediana de 8 indivíduos/ha. Para aquelas com xenogamia facultativa, a densidade aumenta para 12 indivíduos/ha (14 spp., mediana). A única espécie autógama com informação sobre densidade populacional exibe 4 indivíduos/ha. Os índices são menores quando se considerou apenas o número de indivíduos com atividade reprodutiva em dois anos. A densidade reprodutiva mediana das espécies com xenogamia é de 1,4 indivíduos/ha; na xenogamia facultativa sobe para 2,4 indivíduos/ha e nas espécies autógamas o índice é reduzido a 0,8 indivíduo/ha.

PRODUÇÃO NATURAL DE FRUTOS

A produção natural de frutos (PNF) foi avaliada em 43 espécies arbustivo-arbóreas, representando cerca de um terço do conjunto em atividade reprodutiva na área (Tab. 3). Deste total, 18 espécies não produziram nenhum fruto (PNF=0); para as 25 espécies com frutos os resultados variam de 2,5% a 60%, com uma produção média de 27% (mediana). A PNF é diferenciada entre as espécies com relação ao hábito de crescimento, sistema sexual, compatibilidade e tipo de fruto. A PNF é significativamente maior entre as espécies arbustivas, dióicas, autocompatíveis e com dispersão por animais (Tab. 4).

Tabela 3 – Produção natural de frutos em 43 espécies arbustivo-arbóreas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n=número de botões e/ou flores: L-longistilo; B-brevistilo; H-homostilo; ab-arbusto; abe- arbusto escandente; ar-árvore; d-dióica; he-hermafrodita; m-monóica; AC-autocompatível; AI-autocompatível; a-animal; v-vento; o-outros)

ESPÉCIE	HÁBITO	SISTEMA SEXUAL	AUTO- INCOMPATIBILIDADE	DISPERSÃO	No. IND. ¹	% FRUTOS ‡ (n)
<i>Alibertia edulis</i>	ab	d	—	a	5	55,6 (36)
<i>Alibertia sessilis</i>	ab	d	—	a	5	60 (75)
<i>Alibertia verrucosa</i>	ab	d	—	a	5	49 (66)
<i>Andira cuiabensis</i>	ar	he	—	a	2	0 (97)
<i>Annona comifolia</i>	ab	he	—	a	4	0 (30)
<i>Annona phaeoclados</i>	ab	he	—	a	3	0 (31)
<i>Banisteriopsis pubipetala</i>	abe	he	—	v	2	0 (55)
<i>Bauhinia cf. subclavata</i>	ab	he	—	o	4	0 (49)
<i>Bauhinia sp.1</i>	ab	he	—	o	4	0 (68)
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	ab	m	—	a	8	3 (108)*
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	ar	he	—	a	3	0 (104)
<i>Byrsonima cydoniifolia</i>	ar	he	AC	a	5	21 (96)
<i>Callisthene fasciculata</i>	ar	he	—	v	3	2,5 (78)

ESPÉCIE	HÁBITO	SISTEMA SEXUAL	AUTO-INCOMPATIBILIDADE	DISPERSÃO	No. IND. ¹	% FRUTOS ‡ (n)
<i>Campomanesia eugenioides</i>	ab	he	AC	a	5	39 (66)
<i>Caryocar brasiliense</i>	ar	he	AC	a	2	0 (55)
<i>Cochlospermum regium</i>	ab	he	AI	v	28	11,6 (103)
<i>Cordia insignis</i>	ab	he	AC	v	4L	22 (29)**
					5B	36 (40)**
					4H	32,6 (24)**
<i>Curatella americana</i>	ar	he	AC	a	5	27 (74)
<i>Davilla elliptica</i>	ab	he	AC	a	2	0 (69)
<i>Duguetia furfuracea</i>	ab	he	AI	a	3	0 (30)
<i>Erythroxylum ambiguum</i>	ab	he	—	a	3	15 (60)
<i>Eugenia aurata</i>	ab	he	AC	a	5	49 (83)
<i>Eugenia biflora</i>	ab	he	AC	a	4	26,5 (53)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	ar	he	—	a	3	0 (37)
<i>Guettarda viburnoides</i>	ab	he	—	a	5	6,5 (90)
<i>Heteropterys anoptera</i>	ab	he	AC	v	8	5,5 (145)
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	ab	he	—	v	6	15 (154)
<i>Heteropterys</i> sp.	ab	he	—	v	1	0 (20)
<i>Hexaclamys aff. edulis</i>	ab	he	—	a	2 †	0 (143)
<i>Lafoensia pacari</i>	ar	he	—	v	10	0 (127)
<i>Luehea cf. candicans</i>	ar	he	—	v	3	0 (49)
<i>Luetzelburgia praecox</i>	ar	he	—	v	2	0 (90)
<i>Ouratea castaneifolia</i>	ar	he	AI	a	6	0 (140)
<i>Ouratea semiserrata</i>	ab	he	—	a	5	3 (100)
<i>Platipodium elegans</i>	ar	he	AI	v	5	26 (61)
<i>Psidium guineense</i> Grupo 1	ab	he	AC	a	12	39 (117)
Grupo 2					4	32 (41)
<i>Qualea parviflora</i>	ar	he	AI	v	2	0 (78)
<i>Rhynchanthera novemnervia</i>	ab	he	AC	v	5	30 (100)
<i>Rudgea viburnoides</i>	ab	he	AI	a	5L	27 (93)
					5B	34 (171)
<i>Senna chrysocarpa</i>	ab	he	AC	o	8	28 (126)
<i>Sorocea saxicola</i>	ab	d	—	a	1	40 (35)
<i>Tibouchina aff. karstenii</i>	ab	he	AC	v	5	11 (196)
<i>Tocoyena formosa</i> Grupo 1	ab	he	AI	a	5	10 (72)
Grupo 2					3	12 (33)

¹ amostragem restrita a um ou dois indivíduos = número de indivíduos com atividade reprodutiva na população; ‡ observação com 30 dias; † agrupamentos; * número de inflorescências; ** número de sementes;

Tabela 4 – Relação entre PNF e características funcionais no estrato arbustivo-arbóreo do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (N-número de espécies; * valores percentuais)

VARIÁVEIS	MEDIANA * ‡	AMPLITUDE * (MÍN. – MÁX.)	N	TOTAL (N)
HÁBITO				
árvores	0	0 – 27	13	43
arbustos	22	0 – 60	30	
SISTEMA SEXUAL				
hermafroditas	6,5	0 – 39	38	42
dióicas	49	40 – 60	4	
COMPATIBILIDADE				
AI	11,6	0 – 27	7	20
AC	28	0 – 49	13	
DISPERSÃO				
animal	12	0 – 60	29	43
vento/outros	5,5	0 – 30	19	

‡ incluídos tipos florais heterostílicos em *C. insignis* e grupos em *P. guineense* e *T. formosa*.

A perda de estruturas reprodutivas ocorre por aborto ou predação. O aborto de flores e/ou frutos foi evidenciado em várias espécies arbustivo-arbóreas do cerrado estudado (ver Capítulo 2, item Atividade Reprodutiva). Das 43 espécies com informações sobre PNF, 41 foram também analisadas quanto à predação de estruturas reprodutivas (Tab. 5). Apenas *annona phaeoclados* e *Bauhinia* cf.

subclavata foram excluídas da avaliação. Os índices obtidos nas amostras, podem justificar a PNF baixa ou nula em algumas espécies, pela associação significativa entre PNF e predação ($\chi^2=4,379$, $gl=1$, $P<0,05$). Aparentemente 12 espécies exibem esta relação (Tab. 6). Para cinco espécies a predação alta parece não afetar a PNF — *Alibertia* spp. (3 espécies), *Eugenia aurata* e *Tibouchina* aff. *karstenii*. Um terceiro grupo, com nove espécies, apresentou pouco ataque às estruturas reprodutivas. A baixa PNF seria consequência então de outros fatores.

A maioria das espécies avaliadas com relação a predação (80,5%, 33/41) apresentou indícios de ataque às estruturas reprodutivas. Em 20 espécies (48,8%) a intensidade de ataque foi superior a 20% da amostra. Os ataques são verificados principalmente sobre botões e flores (13 spp.) e menos nos frutos (10 spp.). As espécies apresentam susceptibilidade diferenciada à predação. As mais susceptíveis atingem índices superiores a 80% da amostra atacada — *Annona cornifolia* (flores), *Alibertia edulis* (frutos) e *Ouratea castaneifolia* (frutos). As estruturas reprodutivas são predadas por diferentes grupos de animais. Larvas, principalmente de espécies de Lepidoptera (Geometridae), atacam indiscriminadamente botões, flores e/ou frutos na maioria das espécies. As flores são predadas por formigas em *Luetzelburgia praecox* (Formicidae: *Atta* sp.) e por besouros em *Cordia insignis*, *Lafoensia pacari*, *Tibouchina* aff. *karstenii* (Tenebrionidae: *Epitragus* sp.) e também *Senna chrysocarpa* (Cucurilionidae: *Cryptochynchini* sp. e Tenebrionidae: *Epitragus* sp.).

Tabela 5 - Percentagem de predação no estrato arbustivo-arbóreo do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n=número de botões e/ou flores: L-longistilo; B-brevistilo; H-homostilo)

ESPÉCIES	No. IND.	% PREDAÇÃO ‡	
		(botões+flores)	(frutos)
<i>Alibertia edulis</i>	5/8	0 (80)	89,5 (29)
<i>Alibertia sessilis</i>	5/5	0 (80)	60 (96)
<i>Alibertia verrucosa</i>	5/5	0 (85)	27 (143)
<i>Andira cuiabensis</i>	2/2	17 (120)	0 (3)
<i>Annona cornifolia</i>	6/3	96 (30)	0 (5)
<i>Annona phaeoclados</i>	3	8 (36)	++
<i>Bauhinia</i> sp.1	3	45 (38)	—
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	6	0 (108)*	—
<i>Byrsonima cydoniifolia</i>	8/7	7 (132)	6 (196)
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	5	29 (82)	—
<i>Callisthene fasciculata</i>	5	0 (78)	—
<i>Campomanesia eugenioides</i>	6/6	6 (120)	0 (25)
<i>Caryocar brasiliense</i>	3	0 (32)	—
<i>Cochlospermum regium</i>	20/10	15 (243)	63 (30)
<i>Cordia insignis</i>	13/13	0 (100)	2,5 (243)**
<i>Curatella americana</i>	6/6	0 (100)	0 (58)**
<i>Davilla elliptica</i>	3/3	0 (69)	51 (69)
<i>Duguetia furfuracea</i>	5/6	0 (20)	84 (25)
<i>Erythroxylum ambiguum</i>	5/5	0 (102)	3 (150)
<i>Eugenia aurata</i>	6/3	25 (150)	0 (20)
<i>Eugenia biflora</i>	5/5	0 (134)	0 (30)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3/3	2 (110)	25 (40)
<i>Guettarda viburnoides</i>	6/6	25 (60)	0 (15)
<i>Heteropterys anoptera</i>	6/6	41 (71)	11 (18)
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	7/7	46 (154)	68 (25)
<i>Heteropterys</i> sp.	1	0 (20)	++
<i>Hexaclamys</i> aff. <i>edulis</i>	2†	3 (110)	++
<i>Luehea</i> cf. <i>candicans</i>	3	4 (52)	++
<i>Lafoensia pacari</i>	11/3	12 (247)	0 (277)**
<i>Luetzelburgia praecox</i>	2	78 (41)	—
<i>Ouratea castaneifolia</i>	3/5	45,5 (66)	99,5 (240)
<i>Ouratea semiserrata</i>	4	50 (100)	—
<i>Platypodium elegans</i>	5/5	0 (150)	6,5 (75)
<i>Psidium guineense</i> Grupo 1	3	0 (44)	—
Grupo 2	4	10 (58)	—
<i>Qualea parviflora</i>	3/3	21 (48)	—
<i>Rhynchanthera novemnervia</i>	5/5	8,5 (106)	0 (82)

ESPÉCIES	No. IND.	% PREDÇÃO ‡	
		(botões+flores)	(frutos)
<i>Rudgea viburnoides</i>	10/10	0 (412)	0 (165)
<i>Senna chrysocarpa</i>	5/10	39 (144)	9 (533)**
<i>Sorocea saxicola</i>	1	0 (145)	12,5 (40)
<i>Tibouchina aff. karstenii</i>	5/5	42 (373)	21 (99)
<i>Tocoyena formosa</i> Grupo 1	6/5	0 (60)	20 (10)
Grupo 2	3/3	0 (33)	20 (8)

‡ predção: alta > 20% e baixa ≤ 20% da amostra; * número de inflorescências;

** número de sementes; † agrupamentos; ++ sem frutos; — sem observação

Tabela 6 – Relação entre PNF e predção no estrato arbustivo-arbóreo da Faz. Exp. da UFMT.

% PNF	% PREDÇÃO		TOTAL
	≤ 20	>20	
0-10	9	12	21
> 10	15	5	20
TOTAL	24	17	41

DISCUSSÃO

SISTEMA SEXUAL

As espécies lenhosas do cerrado estudado apresentam seis diferentes sistemas sexuais, com dominância dos tipos básicos (hermafroditismo, monoícia e dioícia) sobre suas variações (andromonoícia, androdioícia e trioícia). Como em outras formações tropicais, o hermafroditismo é o sistema mais comum entre as espécies lenhosas. Porém, a monoícia e a dioícia aparecem em menor proporção neste grupo de espécies em áreas de cerrado (Fig. 2 e 3). A monoícia alcança índices iguais ou superiores a 10% das espécies lenhosas em florestas tropicais, enquanto no Cerrado os valores estão abaixo de 6%. Sobrevila & Arroyo (1982) incluíram as monóicas entre as espécies hermafroditas, limitando a definição de freqüência destes sistemas em floresta nebulosa. É neste tipo de vegetação que a dioícia é mais representada entre as espécies lenhosas — 30,5% (11/36). Em outras florestas tropicais acima de 19% das espécies são dióicas — 19,7% (Bawa 1979), 22% (Bawa 1974), 23% (Bawa *et al.* 1985b) e 24% (Bullock 1985). Em área de morichal, a monoícia (8,7%) e dioícia (17,3%) são representadas por um número menor de espécies lenhosas. Andromonoícia, androdioícia e trioícia são igualmente raras em florestas tropicais (Flores & Schemske 1984, Bullock 1985) como no Cerrado.

Particularmente quanto à dioícia, o Cerrado apresenta diferenças entre tipos fisionômicos quanto ao número de espécies (Fig. 3). Oliveira (1996), a partir de dados estruturais, avaliou a freqüência de dioícia na vegetação lenhosa de cerrado (4 áreas), cerradão (4 áreas) e mata de galeria (2 áreas). Os resultados apontam um progressivo aumento no número de espécies dióicas do cerrado (7-11%, X=9,7%), para o cerradão (11-21%, X=16%) e mata de galeria (18-22%, X=20%). Os dados para cerrado são inferiores aos obtidos no presente trabalho (20%) e em área do Distrito Federal (15%, Oliveira 1991).

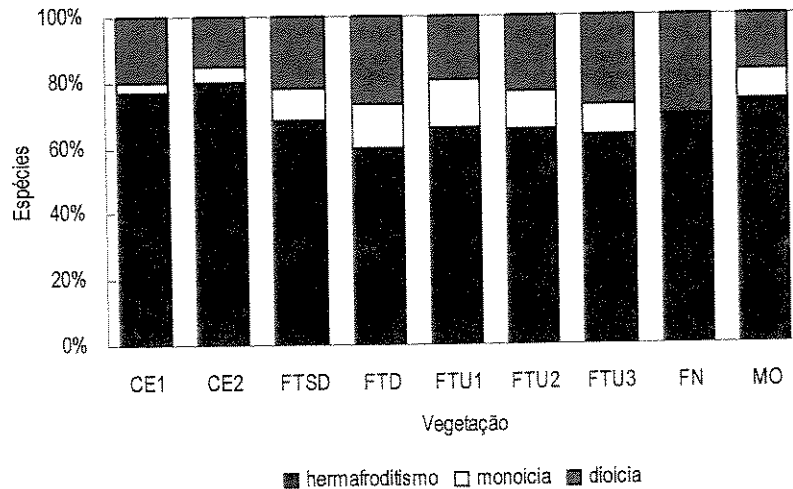


Figura 2 – Frequência dos sistemas sexuais em diferentes formações tropicais. CE1—cerrado/MT: 131 spp., ar/ab; CE2—cerrado/DF: 59 spp., ar/ab; FTSD—floresta tropical semi-decídua: 130 spp., ar; FTD—floresta tropical decídua: 188 spp., ar; FTU1—floresta tropical úmida: 309 spp., ar; FTU2—floresta tropical úmida: 333 spp., ar; FTU3—floresta tropical úmida: 139 spp., ar; FN—floresta nebulosa: 36 spp., ar; MO—morichal: 23 spp., ar/ab. (CE1—neste estudo; CE2—Oliveira 1991; FTSD—Bawa 1974; FTD—Bullock 1985; FTU1—Bawa 1979; FTU2—Bawa *et al.* 1985; FTU3—Ibarra-Manríquez & Oyama 1992; FN—Sobrevila & Arroyo 1982; MO—Ramírez & Brito 1990; ar—árvores; ab—arbustos).

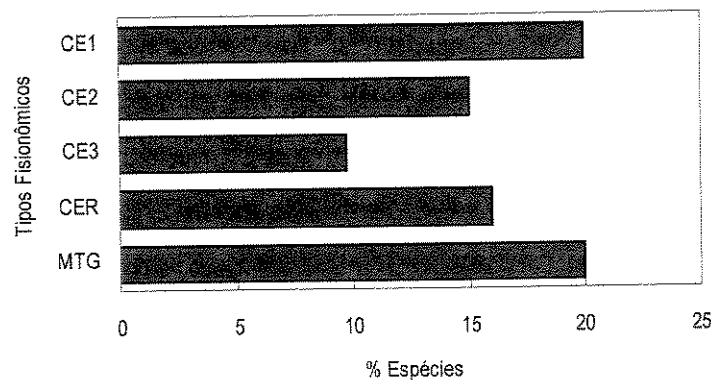


Figura 3 – Frequência de dioícia em espécies lenhosas em diferentes tipos fisionômicos do Cerrado. CE1—cerrado/MT (neste estudo); CE2—cerrado/DF (Oliveira 1991); CE3—cerrado (Oliveira 1996); CER—cerradão (Oliveira 1996); MTG—mata de galeria (Oliveira 1996). CE1 e CE2—valor total; CE3, CER e MTG—valores médios.

Algumas hipóteses são sugeridas para explicar as diferenças na frequência dos sistemas sexuais intra e entre comunidades. O predomínio do hermafroditismo pode ser uma consequência direta do fato das angiospermas apresentarem, em sua maioria, flores sob esta condição (Cox 1988, Jong *et al.* 1993) e ser uma característica encontrada em angiospermas primitivas (Cronquist 1988). O hermafroditismo é favorecido por alternativas reprodutivas que tornam as espécies um grupo ecologicamente diversificado (Bawa & Beach 1981). Todos estes recursos reprodutivos usados por espécies hermafroditas foram observados no estrato arbustivo-arbóreo estudado. O hermafroditismo beneficia a polinização em espécies autocompatíveis, reduz custos na atração de visitantes (estruturas masculinas e femininas estão reunidas na mesma flor) e garante a fecundação em

espécies que têm o pólen como único recurso, aumenta a eficiência na transferência dos grãos de pólen e pode limitar a proporção de grãos e óvulos destruídos por predadores (Lloyd 1979, Cox 1988). Muitas espécies hermafroditas desenvolveram mecanismos que favorecem a xenogamia, como auto-incompatibilidade genética, heterostilia e dicogamia.

Na área estudada o número de espécies dicogâmicas é o dobro (13%, 17/131) do número de espécies heterostílicas (6%, 8/131). Todas são representantes de famílias com taxa encontrados no Cerrado ou em florestas tropicais. A heterostilia oferece maiores chances de xenogamia, pois quase sempre aparece combinada com auto-incompatibilidade (Ganders 1979a). Estudos com espécies dicogâmicas revelam que a protoginia pode reduzir as chances de autofecundação mas, com relação à protandria, não existem evidências que confirmem tal suposição (Bertin & Newman 1993). As espécies monóicas como *Croton cuiabensis*, que exibem desenvolvimento em períodos distintos das flores masculinas e femininas, podem ser consideradas com dicogamia inter-floral (Lloyd & Webb 1986).

A menor frequência de outros sistemas sexuais no cerrado estudado pode ser justificada por diferentes fatores. A andromonoiccia e androdioiccia são sistemas sexuais incomuns, talvez, por representarem opções em que não há garantia efetiva de xenogamia. Segundo Lloyd (1979), a perda de óvulos nas flores estaminadas não significa que seus grãos de pólen promovam de fato xenogamia ou que ocorra redução na frequência de auto-fertilização das flores hermafroditas em espécies androdioicas; em algumas espécies com este sistema, a xenogamia é favorecida por auto-incompatibilidade. Ruiz-Zapata & Arroyo (1978) relacionam duas espécies andromonóicas e que são auto-incompatíveis. Para as autoras, a andromonoiccia é uma estratégia usada pelas plantas para aumentar a eficiência na reprodução, pois previne o gasto de energia no desenvolvimento inicial de frutos que, devido à competição entre óvulos fecundados, posteriormente seriam abortados em espécies com flores hermafroditas ou pistiladas. No caso de trioiccia ainda não é claro qual o seu valor adaptativo (Baker *et al.* 1983).

A frequência de monoiccia no estrato arbustivo-arbóreo aparentemente está associada com a presença de gêneros que, particularmente na área estudada, reúnem apenas espécies com este sistema sexual. Árvores e arbustos monóicos apresentam sistemas de polinização e de dispersão diversificados e sem diferenças significativas na área. Portanto, não existe associação entre monoiccia e sistemas de polinização e de dispersão no estrato estudado.

A frequência de dioiccia possivelmente é regulada por características taxonômicas e fatores ecológicos. Os gêneros com espécies dióicas representam 16% (15/92) do total encontrado na área de estudo. Todos os gêneros com dioiccia registrados apresentam, no estrato estudado, apenas espécies com este sistema sexual. A maioria destes gêneros (60%, 9/15) é considerada exclusivamente dióica dentro da vegetação do Brasil (ver Barroso *et al.* 1978, 1984). Com exceção de *Agonandra* (1 sp.), os demais oito gêneros dióicos reúnem mais de uma espécie no Cerrado, ampliando a sua importância neste tipo de vegetação — *Alibertia* (7 spp.), *Cecropia* (5 spp.), *Coccoloba* (2 spp.), *Diospyros* (5 spp.), *Neea* (3 spp.), *Pouteria* (2 spp.), *Sorocea* (2 spp.) e *Zanthoxylum* (4 spp.) (Castro *et al.* 1999). A predominância de gêneros exclusivamente dióicos sobre os demais influencia diretamente no número de espécies com este sistema sexual na área.

Alguns aspectos ecológicos surgem muitas vezes combinados com dioiccia. O hábito arbóreo predomina entre as espécies dióicas (Bawa 1980). Os maiores índices de dioiccia em florestas tropicais foram registrados em estudos envolvendo exclusivamente espécies arbóreas (22%—Bawa 1974; 23%—Bawa *et al.* 1985b; 27%—Ibarra-Manríquez & Oyama 1992; 30,5%—Sobrevila & Arroyo 1982). O presente trabalho, tem como premissa estudar apenas espécies lenhosas, impedindo que se avalie

uma possível correlação entre diferentes hábitos de crescimento e dioícia. Entretanto, considerando que o estrato é formado por espécies com crescimento diferenciado, é possível observar que no cerrado estudado árvores e arbustos não diferem quanto à proporção de espécies dióicas. Este resultado sugere que, pelo menos para a comunidade estudada, as espécies arbóreas não são os principais representantes da dioícia.

Estudos em florestas tropicais revelam que espécies dióicas são preferencialmente polinizadas por pequenos insetos ou pelo vento (Bawa 1980, Flores & Schemske 1984) e têm seus frutos dispersados por animais (Bawa & Opler 1975, Bawa 1980, Bawa & Beach 1981). Estas correlações são também observadas em diferentes tipos fisionômicos do Cerrado (Oliveira 1996) e na área estudada. Oliveira (1996) sugere que o aumento no número de espécies dióicas, do cerrado para o cerradão, seja consequência da maior disponibilidade de animais dispersores em fisionomias com maior densidade de vegetação. Mesmo em florestas tropicais, que apresentam condições ambientais favoráveis aos dispersores e polinizadores, o número de dióicas provavelmente é influenciado pela disponibilidade destes animais no ambiente (Sobrevila & Arroyo 1982, Bawa *et al.* 1985b).

É possível considerar também a possibilidade de maior frequência de espécies dióicas e monóicas na área, uma vez que a análise do sistema sexual das espécies se restringiu à morfologia das flores. Algumas espécies tropicais indicadas como hermafroditas apresentam estruturas reprodutivas (masculinas ou femininas) não funcionais em uma mesma planta ou indivíduos distintos, permitindo a sua caracterização como dióicas ou monóicas (Bawa & Beach 1981, Baker *et al.* 1983, Mayer & Charlesworth 1991).

SISTEMA REPRODUTIVO

A idéia de estratégia reprodutiva para plantas está relacionada com uso de alternativas, isoladas ou combinadas, que resultam em um sistema reprodutivo ótimo para cada espécie. No cerrado estudado a xenogamia é alcançada diretamente com a dioícia ou auto-incompatibilidade. Outras vezes aparece como resultado da associação entre auto-incompatibilidade e heterostilia ou com dicogamia. A flexibilidade da xenogamia facultativa permite aproveitar os benefícios da autocompatibilidade (aumento na probabilidade de polinização bem sucedida, genótipos bem adaptados são replicados integralmente) com outro decorrente do cruzamento entre indivíduos (variabilidade genética). Opção exclusiva pela assexualidade é encontrada numa única espécie agamospérmica.

O sistema reprodutivo que parece predominar entre as plantas lenhosas do cerrado é a xenogamia. O total de espécies com xenogamia, entretanto, não é claro pelo pequeno número amostrado de *taxa* que comprovadamente usam meios sexuais para reprodução. Estudos em florestas tropicais incluem espécies dióicas entre aquelas com xenogamia, muitas vezes sem avaliação prévia sobre a presença de agamospermia entre os indivíduos femininos (ver Bawa 1974, 1979, Sobrevila & Arroyo 1982, Ruiz-Zapata & Arroyo 1978, Ramírez & Brito 1990). Medidas neste sentido podem resultar em superestimativa da xenogamia em áreas tropicais. Agamospermia é menos incomum que o suposto na vegetação tropical, ocorrendo em espécies dióicas (Ha *et al.* 1988) e hermafroditas (Sobrevila & Arroyo 1982, Renner 1989, Berry *et al.* 1991, Nogueira Borges 1991, Piedade & Ranga 1993). No Cerrado a agamospermia foi observada em espécies hermafroditas — Bombacaceae (Oliveira *et al.* 1992) e Melastomataceae (Goldenberg & Shepherd 1998) e sugerida para *Miconia ferruginata* (DC.) Cogn. (Melastomataceae) e *Didymopanax macrocarpum* (C. & S.) Seem. (Araliaceae) (Oliveira 1991).

A xenogamia ocorre nas espécies lenhosas sem restrições ao hábito de crescimento, mas auto-incompatibilidade genética a impõe como única forma de reprodução sexuada na maioria das espécies arbóreas analisadas. Espécies com ciclo longo de vida usualmente têm a xenogamia como alternativa reprodutiva, sendo mais comum entre árvores que entre herbáceas (Ledig 1986).

Arroyo & Uslar (1993) creditam a fatores bióticos e abióticos (ex. precipitação irregular, herbivoria) seleção para xenogamia em floresta temperada no Chile, justificando o alto índice de auto-incompatibilidade entre as espécies arbustivas da área. Para as autoras, embora crescendo no mesmo ambiente as ervas, pela menor longevidade, são na maioria das vezes autocompatíveis. Sob esta ótica, características ambientais do Cerrado — clima sazonal, ação recorrente do fogo e predação de estruturas reprodutivas — podem ser consideradas fatores limitantes que favorecem a seleção para xenogamia entre as lenhosas. Contudo, as espécies arbustivas estudadas são essencialmente autocompatíveis (70,6%) e capazes de rebrotação via estrutura subterrânea, com exceção de *Rhinchanthera novemnervia*, devendo permanecer por longo tempo no ambiente.

No cerrado estudado as informações disponíveis demonstram que a proporção de espécies lenhosas auto-incompatíveis é igual à de espécies autocompatíveis. A frequência de auto-incompatibilidade (50%) é inferior a registrada em outro cerrado no Distrito Federal (86%), onde foram analisadas predominantemente espécies arbóreas (Oliveira 1991), e semelhante (43%) ao observado num cerrado em São Paulo, onde foram analisadas árvores e arbustos (Saraiva 1993). As mesmas diferenças são observadas em outras comunidades tropicais — quando árvores são priorizadas o índice de auto-incompatibilidade é maior (floresta tropical decídua — 79%, Bawa 1974 e 76%, Bullock 1985; floresta tropical úmida — 88%, Bawa 1979 e 80%, Bawa *et al.* 1985b) que o obtido se arbustos e ervas são incluídas na análise (floresta nebulosa — 45,4%, Sobrevila & Arroyo 1982; morichal — 41%, Ramirez & Brito 1990). Estes números sugerem que a auto-incompatibilidade está mais correlacionada com o hábito de crescimento das plantas e menos com o tipo de ambiente onde vivem.

A autocompatibilidade, por outro lado, não tem a raridade sugerida por Oliveira (1991) para o estrato arbustivo-arbóreo do Cerrado. Talvez alcance maior representatividade em fisionomias com predominância de elementos arbustivos. As espécies autocompatíveis no cerrado estudado também produzem sementes através de cruzamentos, apresentando assim xenogamia facultativa. Esta é a opção mais comum entre plantas, com autofecundação aparecendo associada a diferentes níveis de xenogamia (Waller 1993).

DENSIDADE POPULACIONAL

A densidade populacional pode afetar a produção de sementes e o fluxo gênico de espécies polinizadas por animais (House 1993) e pelo vento (Regal 1982). O grau de influência depende do sistema sexual e do sistema reprodutivo adotados pelas espécies. É importante observar que os sistemas reprodutivos são definidos basicamente pelos sistemas sexuais e de incompatibilidade, permitindo a ordenação das espécies em diferentes grupos: (1) xenogamia — hermafroditas auto-incompatíveis ou dióicas, (2) xenogamia facultativa — hermafroditas ou monóicas autocompatíveis e (3) autógamas — hermafroditas ou monóicas autocompatíveis predominantemente autofecundadas. Nas espécies monóicas a xenogamia ocorre pela presença de auto-incompatibilidade ou quando há maturação diferenciada das flores estaminadas e pistiladas em todo indivíduo (Bawa 1992). Os sistemas sexuais derivados (androdioiccia, andromonoiccia, ginodioiccia, ginomonoiccia e trioiccia) podem promover autofecundação ou xenogamia nos taxa. Portanto, as considerações relacionando densidade e sistema reprodutivo são extensivas aos sistemas sexuais.

Para espécies autocompatíveis, independente de maior ou menor densidade, a capacidade de autofecundação deve garantir a produção de sementes pelos indivíduos em cada população. O sucesso reprodutivo poderá ser comprometido pelo número de indivíduos em uma população, principalmente nas espécies com xenogamia. Florestas tropicais reúnem exemplos de espécies dióicas com produção limitada de frutos em função de baixa densidade (ver Ackerly *et al.* 1990, House 1993). Como o Cerrado é uma vegetação carente de estudos desta natureza não se tem conhecimento se suas espécies apresentam igual comportamento. Contudo, estudos têm demonstrado que muitas espécies lenhosas do Cerrado exibem distribuição espacial agrupada (Meirelles & Luiz 1995 e referências); este padrão de dispersão deve resultar em menor distância entre indivíduos.

Menor densidade implica em menores oportunidades de cruzamento, principalmente para espécies dióicas. A probabilidade teórica de indivíduos coespecíficos próximos serem parceiros reprodutivos é 50% maior nas espécies hermafroditas (1,0) que para as dióicas (0,5 ou menos dependendo da razão sexual) (Bawa *et al.* 1985b, Lieberman & Lieberman 1994). Bawa & Opler (1975) acreditam que esta limitação nas espécies dióicas, provocada pela separação dos sexos em plantas distintas, seja compensada por maior número de indivíduos que entre as hermafroditas. Esta tendência é encontrada em florestas tropicais (Bawa & Opler 1975, Lieberman & Lieberman 1994), mas não se confirma para o cerrado estudado, onde as espécies dióicas e hermafroditas exibem a mesma densidade.

A mínima densidade necessária para garantir a sobrevivência de populações locais e espécies deve variar entre espécies em função de características de vida (ex. dioicia) e da amplitude de deslocamento dos polinizadores (ver Capítulo 2). Murawski & Hamrick (1991), estudando um grupo de nove espécies arbóreas de florestas tropicais, detectaram menor variabilidade genética naquelas com densidade reprodutiva inferior a 0,25 indivíduo/ha; nas espécies com 0,30 a 6,5 indivíduos/ha é maior a variabilidade. Para o cerrado estudado informações neste sentido não são disponíveis, mas a presença de frutos sob polinização natural sugerem que a densidade reprodutiva registrada para espécies lenhosas (entre 0,8 a 2,4 indivíduos/ha) é suficiente para garantir o sucesso reprodutivo das mesmas, em qualquer sistema reprodutivo.

PRODUÇÃO NATURAL DE FRUTOS

No cerrado estudado, observações em 43 espécies apontam limitações para a produção natural de frutos (PNF) no estrato lenhoso. A PNF foi comprometida nos indivíduos amostrados em 18 espécies (PNF=0) e em aproximadamente metade (12 spp.) das 25 que frutificaram a produção alcançou índices abaixo da média registrada para o conjunto (PNF=27%). Observações fenológicas apontam outras espécies na comunidade com PNF reduzida a poucos indivíduos ou ramos (8 spp.) ou nula (14 spp., ver Capítulo 2). Estes dados sugerem pouca ou nenhuma disponibilidade de sementes na população de boa parte das espécies lenhosas nos dois anos de acompanhamento. É provável que as populações destas espécies na área sofram, como consequência, mudanças em aspectos demográficos e no recrutamento de novos indivíduos no futuro.

A produção natural de frutos observada é maior entre as espécies autocompatíveis. Fatores funcionais, morfológicos e ecológicos comentados anteriormente (sementes originadas de cruzamento, morfologia floral que permite a autopolinização, abertura de flores sincrônica intra-indivíduos e disponibilidade de visitantes) devem favorecer a PNF. Nas espécies auto-incompatíveis é possível que os resultados sejam afetados por geitonogamia (Bawa & Opler 1975), por técnicas de

polinização inadequadas, polinizações em flores “destinadas” ao aborto e cruzamento entre indivíduos aparentados resultando em depressão endogâmica (Bawa *et al.* 1985b). Além disso, a xenogamia pode manter altos níveis de genes desfavoráveis, cuja combinação letal de alelos provoca aumento na taxa de aborto de sementes (Lalonde & Roitberg 1994).

Sutherland (1986), analisando 447 espécies, observou maior PNF entre aquelas autocompatíveis, dióicas, herbáceas ou com frutos secos, e menor entre as auto-incompatíveis, hermafroditas, com hábito lenhoso e frutos dispersados por animais. Esta tendência se confirma para o cerrado estudado. Como as espécies amostradas no presente trabalho são exclusivamente lenhosas, comparações relacionadas com hábito são limitadas. As diferenças entre árvores e arbustos podem ser justificadas pelo maior número de espécies arbustivas, tendo uma parte delas autocompatibilidade comprovada em campo. Espécies autocompatíveis produzem mais frutos que as auto-incompatíveis também em outra área de cerrado no Distrito Federal (Oliveira 1991). Estudos mais detalhados são necessários para compreender os fatores que afetam a fecundidade das espécies neste ambiente, determinando as tendências registradas.

A PNF de uma dada espécie pode ser afetada por diferentes fatores (Horvitz & Schenske 1988 e referências, Jong *et al.* 1993). Os mais estudados são: disponibilidade de recursos (Lloyd 1980, Stephenson 1981, Copland & Whelan 1989), polinização insuficiente (Armstrong & Irvine 1989, Johnson & Bond 1997, Mitchell 1997) ou ineficiente (Koptur 1984, Ramsey 1995) e predação de estruturas reprodutivas (Evans *et al.* 1989, Cunningham 1995 e referências, Miller 1996). No cerrado estudado, das 43 espécies avaliadas quanto à PNF, 41 tiveram amostras de botões, flores, frutos ou sementes (pré-dispersão) analisadas quanto à predação por animais. A maioria apresentou indícios de predação (80,5%), mas associação entre predação de estruturas reprodutivas e baixa PNF parece ocorrer apenas em 12 das espécies avaliadas no estrato lenhoso. Outros fatores devem ser responsáveis pela PNF baixa em algumas espécies como: dispersão ineficiente do pólen pelo vento em *Brosimum gaudichaudii* (espécie com anemofilia), ou população pequena em *Heteropterys* sp. (1 indivíduo reprodutivo), ou irregularidades no processo reprodutivo que provoca o aborto das flores em *Andira cuiabensis*, *Annona phaeoclados*, *Callisthene fasciculata*, *Hexaclamys aff. edulis*, *Lafoensia pacari*, *Luehea cf. candicans* e *Tocoyena formosa*. Para *Lafoensia pacari* existe a possibilidade de PNF ser maior em anos favoráveis para o desenvolvimento dos frutos, uma vez que observações fenológicas sugerem um padrão pluriannual na frutificação (ver Capítulo 2).

Informações sobre predação de estruturas reprodutivas e suas conseqüências para populações e comunidades são inexistentes no Cerrado. Citações em artigos, voltados sempre para outros aspectos ecológicos, sugerem que a predação de sementes não é incomum neste ambiente. Rizzini (1971a) relaciona exemplos de espécies com sementes predadas, mas não comenta se o ataque ocorre antes ou depois da dispersão (pré e pós-dispersão). Sementes são atacadas nos frutos ainda imaturos de *Kielmeyera speciosa* (Oliveira & Silva 1993) e espécies de *Vochysia* (Oliveira & Gibbs 1994). Não foram encontradas referências sobre destruição de estruturas florais por predadores no Cerrado, impossibilitando definir se a sua freqüência é usual neste tipo de vegetação.

Para as espécies avaliadas em Mato Grosso existem diferenças na susceptibilidade ao ataque, com algumas intensamente predadas e outras com menor ou nenhum registro nas amostras. Ataque a estruturas florais ou frutos aparece aproximadamente com igual freqüência na área. Nas florestas tropicais muitas vezes a abordagem se restringe às sementes (Janzen & Vásquez-Yanes 1991). Predação de botões e flores é referenciada mais raramente. Armstrong & Marsh (1997) relatam a perda de aproximadamente 50% dos botões de *Anaxagorea crassipetala* Hemsl. (Annonaceae) pela infestação de larvas de besouros numa floresta tropical. A destruição de estruturas reprodutivas pode

ser efetivada por larvas de mariposas (Evans *et al.* 1989), besouros (Steven 1983, Armstrong & Marsh 1997), moscas (Zimmerman 1980) e vespas (Louda 1982). Gafanhotos (Cunningham 1995), pássaros e macacos (Ganesh & Davidar 1997) destroem botões e flores em algumas espécies. Alguns destes grupos de predadores atuam sobre as espécies do cerrado estudado.

CONCLUSÃO

O estrato arbustivo-arbóreo do cerrado estudado é formado principalmente por espécies hermafroditas e dióicas. A frequência de dioicia aparentemente é regulada por características taxonômicas e fatores ecológicos. A frequência de auto-incompatibilidade está relacionada com a frequência de espécies arbóreas no estrato. A maioria espécies arbustivas amostradas é autocompatível. Este fato implica em diferenças entre comunidades do Cerrado, em função do maior ou menor número de espécies arbóreas e arbustivas compondo a flora. A densidade populacional observada é relativamente pequena para a maioria das espécies lenhosas, exceto para as monóicas ou com xengamia facultativa. Não é possível saber por ora se os índices obtidos no cerrado estudado quanto à densidade comprometem a sobrevivência dos *taxa* na comunidade, mas devem atuar como um fator a mais afetando negativamente o sucesso reprodutivo de espécies com irregularidades nas diferentes fases do ciclo da reprodução sexuada. A produção natural de frutos relativamente alta ($\geq 27\%$), confirma a ação de polinizadores junto às flores de muitas espécies. Em outras, o aborto e/ou predação de estruturas reprodutivas restringem a produção natural de frutos e, conseqüentemente, a disponibilidade de sementes necessárias para o equilíbrio ou aumento das populações locais.

ANEXO 1 – Relação de espécies do cerrado da Faz. Exp. da UFMT ordenadas segundo sistemas sexuais (hábito: ab-arbusto, ar-árvore; he: heterostilia; densidade populacional: número de indivíduos/ha)

HERMAFRODITISMO (N=101): **ANNONACEAE** – *Annona cornifolia* (ab, protoginia, 45); *A. phaeoclados* (ab, protoginia, 4); *A. sp.1* (ab, protoginia, 4); *A. sp.2* (ab, protoginia); *Cardiopetalum* sp. (ab, protoginia, 8); *Duguetia furfuracea* (ab, protoginia, 4); *Xylopia aromatica* (ab, protoginia, 4); **APOCYNACEAE** – *Aspidosperma* cf. *subincanum* (ar, 4); *Hancornia speciosa* (ar); *Himatanthus obovatus* (ar); *H. sp.* (ab); **ASTERACEAE** – *Vernonia brasiliensis* (ab, protandria, 58); *V. ferruginea* (ab, protandria); **BIGNONIACEAE** – *Jacaranda cuspidifolia* (ar); *Tabebuia aurea* (ar, 25); *T. impetiginosa* (ar); *T. sp.* (ar); **BOMBACACEAE** – *Pseudobombax longiflorum* (ar, 8); *P. marginatum* (ab, 4); *P. sp.* (ar); **BORAGINACEAE** – *Cordia glabrata* (ar, he, 4); *C. insignis* (ab, he, 41); **CAESALPINIACEAE** – *Bauhinia* cf. *subclavata* (ab), *B. sp.1* (ab, 4); *B. sp.2* (ab, 4); *Copaifera martii* (ab, 12); *C. langsdorffii* (ar); *Dimorphandra mollis* (ar); *Hymenaea stigonocarpa* (ar, 29); *Sclerolobium aureum* (ar, 8); *Senna chrysocarpa* (ab, 12); **CARYOCARACEAE** – *Caryocar brasiliense* (ar, 4); **COCHLOSPERMACEAE** – *Cochlospermum regium* (ab, 8); **COMBRETACEAE** – *Buchenavia tomentosa* (ar, 8); *Combretum discolor* (ab, 16); *Terminalia argentea* (ar, 33); **CONNARACEAE** – *Connarus suberosus* (ar); **CLUSIACEAE** – *Kielmeyera rubriflora* (ab); *K. sp.* (ab); **DILLENIACEAE** – *Curatella americana* (ar, 95); *Davilla eliptica* (ab, 4); **ERYTHROXYLACEAE** – *Erythroxylum ambiguum* (ab, he, 16); *E. suberosum* (ab, he, 4); **FABACEAE** – *Acosmium subelegans* (ar, 4); *Andira cuiabensis* (ar, 8); *Bowdichia virgilioides* (ar); *Dipteryx alata* (ar, 4); *Luetzelburgia praecox* (ar, 8); *Machaerium eriocarpum* (ar, 16); *M. hirtum* (ar); *Platypodium elegans* (ar, 4); *Vatairea* cf. *macrocarpa* (ar); **FLACOURTIACEAE** – *Casearia sylvestris* (ab); **LAMIACEAE** – *Hyptis lutescens* (ab, protandria?, 78); *H. ovalifolia* (ab, protandria?, 8); **LYTHRACEAE** – *Adenaria floribunda* (ab); *Lafoensia pacari* (ar, 8); **MALPIGHIACEAE** – *Banisteriopsis pubipetala* (ab); *Byrsonima coccolobifolia* (ar); *B. cydoniifolia* (ar, 45); *Byrsonima orbignyana* (ab); *Heteropteryx anoptera* (ab, 12); *H. aphrodisiaca* (ab, 4); *H. sp.* (ab, 4); *Mascagnia benthamiana* (ab, 8); **MALVACEAE** – *Peltia speciosa* (ab, 95); **MELASTOMATACEAE** – *Miconia prasina* (ab); *Rhynchanthera novemnervia* (ab, 8); *Tibouchina* aff. *kartenii* (ab, 12); **MIMOSACEAE** – *Stryphnodendron obovatum* (ar); **MYRTACEAE** – *Campomanesia eugenioides* (ab, 12); *Eugenia aurata* (ab, 12); *E. biflora* (ab, 45); *E. dysenterica* (ar); *E. sp.* (ar); *Hexaclamys* aff. *edulis* (ab, 8); *Myrcia albo-tomentosa* (ab, 12); *M. tomentosa* (ab, 8); *Psidium guineense* (ab, 8); *P. sp.* (ab); **OCHNACEAE** – *Ouratea castaneifolia* (ar, 4); *O. semiserrata* (ab, 4); **PROTEACEAE** – *Roupala montana* (ab, protandria); **Rhamnaceae** – *Rhamnidium elaeocarpum* (ar, 4); **RUBIACEAE** – *Chomelia obtusa* (ab, he, 20); *C. pohliana* (ab, he, 29); *C. sp.* (ab, he, 8); *Guettarda viburnoides* (ab, 12); *Rudgea viburnoides* (ab, he, 8); *Tocoyena formosa* (ab, protandria, 12); **SAPOTACEAE** – *Chrysophyllum marginatum* (ar, 4); **Sterculiaceae** – *Byttneria* cf. *filipes* (ab); *Guazuma ulmifolia* (ar, 4); *Helicteres sacarrolha* (ab, 8); **TILIACEAE** – *Luehea paniculata* (ar, 8); *L. cf. candicans* (ar); **VERBENACEAE** – *Lippia salvialifolia* (ab); **VOCHYSIACEAE** – *Callistene fasciculata* (ab, 8); *Qualea grandiflora* (ar, 25); *Q. multiflora* (ar, 8); *Q. parviflora* (ar, 25).

MONOICIA (N=6): **ARECACEAE** – *Acrocomia aculeata* (ar, 8); *Astrocaryum* sp. (ab); **EUPHORBIACEAE** – *Croton cuiabensis* (ab, 29); **MORACEAE** – *Brosimum gaudichaudii* (ab, 12); **SAPINDACEAE** – *Magonia pubescens* (ar, 29); **ULMACEAE** – *Celtis pubescens* (ab).

DIOICIA (N=20): **ANACARDIACEAE** – *Astronium fraxinifolium* (ar, 25); *Myracrodruon urundeuva* (ar); **CECROPIACEAE** – *Cecropia* cf. *pachystachya* (ar, 4); **EBENACEAE** – *Diospyros hispida* (ab); *D. sp.* (ab); **EUPHORBIACEAE** – *Alchornea discolor* (ar, 4); **MORACEAE** – *Sorocea saxicola* (ab, 12); **NYCTAGINACEAE** – *Neea theifera* (ab); **OPILIACEAE** – *Agonandra brasiliensis* (ar, 4); **POLYGONACEAE** – *Coccoloba mollis* (ar, 4); **RUBIACEAE** – *Alibertia edulis* (ab, 25); *A. sessilis* (ab); *A. verrucosa* (ab, 4); *Randia armata* (ab, 8); **RUTACEAE** – *Zanthoxylum hasslerianum* (ab); *Z. riedelianum* (ar, 8); **SAPINDACEAE** – *Dilodendron bipinnatum* (ar, 8); **SAPOTACEAE** – *Pouteria ramiflora* (ar, 4); *P. sp.* (ab); – *Simaruba versicolor* (ar, 12).

ANDROMONOICIA (N=1): **MIMOSACEAE** – *Calliandra parviflora* (ab, 8).

ANDRODIOICIA (N=1): **ANNONACEAE** – *Annona dioica* (ab, protoginia, 297).

TRIOICIA (N=1): **SAPINDACEAE** – *Matayba guianensis* (ar).

ANEXO 2 – Características florais das espécies arbustivo-arbóreas, dióicas e monóicas com atividade reprodutiva, no cerrado da Faz. Exp. da UFMT segundo a síndrome de polinização (GR-guia de recurso; D-diurna; N-noturna; P-presente; A-ausente; ab-aberta; lu-tubulosa; ♂-masculino; ♀ - feminino; n-noite; po-pólen; ne-néctar; n.ob.-não observado). N=13 spp. dióicas e 6 spp. monóicas.

AGENTE POLINIZADOR/ ESPÉCIE	ANTESE (D/N)	COR	ODOR (P/A)	GR (P/A)	FORMA	TAMANHO (MM)	LONGEVIDADE (DIAS)	RECURSO	VISITANTES
DIÓICA									
<i>Alchornea discolor</i>	D	branco verde	A	A	ab	3 ♂	—	po	flores ♂ (abelhas pequenas †)
<i>Alibertia edulis</i>	N	branco	P	A	tu***	10x50 ♀ 15x35 ♂	2 n	ne	n.ob.
<i>Alibertia sessilis</i>	D	branco	P	A	lu	10x6 ♀ 8x5 ♂	1	ne	mariposas (abelhas médias e grandes, borboletas †)
<i>Alibertia vertucosa</i>	D	branco	P	A	lu	10x7 ♀ 8x5 ♂	1	ne	mariposas (abelhas médias e grandes, borboletas †)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	D	amarelo verde	A	P	ab	5 ♂	—	ne (1)	abelhas pequenas n.ob.
<i>Cecropia cf. pachystachya</i>	D	amarelo ♂ amarelado	A	A	ab	?	—	A	
<i>Coccoloba mollis</i>	D	amarelado	P	A	ab	5 ♂	1	ne (1)	abelhas pequenas e vespas
<i>Diodendron bipinnatum</i>	D	verde	A	A	ab	3 ♂	—	ne (1)	abelhas pequenas e médias e vespas
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	D	verde	A	A	ab	3 ♂	—	ne	abelhas pequenas
<i>Neea theifera</i>	D	amarelo	A	A	tu	3x3 ♀	—	ne (1)	n.ob. (pequenos insetos 5)
<i>Randia amata</i>	D	branco	P	A	tu***	25x15 ♂ 8 ♀/5 ♂	1 d+1 n	ne	n.ob. (mariposas – Sphingidae 3; abelhas e vespas †)
<i>Simaruba versicolor</i>	D	verde	A	A	ab	8 ♀/5 ♂	1	ne (1)	abelhas pequenas e moscas
<i>Sorocea saxicola</i>	D	verde	A	A	ab	5 ♀	—	A	n.ob.
MONÓICA									
<i>Acrocomia aculeata</i>	N	amarelado	P	A	ab	5	—	po	n.ob. (besouros 2)
<i>Asrocaryum sp.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	n.ob. (++ besouros 3, 4)
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	D	verde	A	A	ab	15**	—	A	n.ob.
<i>Cellis pubescens</i>	D	verde	A	A	ab	3 ♀/3 ♂	—	po	flores ♂ (abelhas pequenas †)
<i>Croton cuiabensis</i>	D	amarelado	A	A	ab	3 ♀/3 ♂	—	po?	Flores ♂ (vespas, Hemiptera †)
<i>Magonia pubescens</i>	D	amarelo	P	A	ab	25 ♂/1 ♀	—	ne (1)	n.ob.

GR: pontuações, listras e coloração diferenciada em áreas da corola e/ou entre esta e os órgãos reprodutivos. FORMA: aberta- pétalas separadas e órgãos reprodutivos expostos. TAMANHO: aberta-diâmetro da corola; tubulosa-diâmetro da corola x comprimento do tubo. † pilhadores; ** tubo estreito; ++ informações para a família ou gênero; 2 Scariot & Lleras (1991); 3 Bawa et al. (1985a); 4 Henderson (1986); 5 Oliveira (1991).

ANEXO 3 – Características dos frutos das espécies arbustivo-arbóreas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT segundo a síndrome de dispersão — observações de campo (UD=unidade de dispersão; ba-baga; ca-cápsula; es-esquizeocarpo; fr-fruto composto; fr-fruto; se-semente). N=81 spp.

AGENTE DISPERSOR/ ESPÉCIE	FRUTO	UD FR/SE	UNIDADE DE DISPERSÃO CARACTERÍSTICAS	SÍNDROME
DIOICIA				
<i>Alchornea discolor</i>	dr	fr	epicarpo liso e negro; polpa carnosa, adocicada e negra	aves
<i>Alibertia edulis</i>	ba	fr	epicarpo liso e marrom; polpa succulenta, fermentada e negra, odor ativo	mamíferos
<i>Alibertia sessilis</i>	ba	fr	epicarpo liso e negro; polpa succulenta, adocicada e negra	mamíferos (aves e mamíferos 1)
<i>Alibertia verrucosa</i>	ba	fr	epicarpo verrucoso e negro; polpa succulenta, adocicada e marrom	mamíferos
<i>Astronium fraxinifolium</i>	ba (++)	fr	cálice acrescente (++)	aves (aves 3)
<i>Cecropia cf. pachystachya</i>	Frc	fr	epicarpo liso e verde; polpa carnosa, adocicada e verde	mamíferos (morcegos, macacos e aves 2)
<i>Coccoloba mollis</i>	Dr	fr	epicarpo liso e negro, polpa carnosa, seca	aves (macacos e aves 4)
<i>Diodendron bipinnatum</i> *	ca (++)	se	semente anilada (++)	aves
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	dr	fr	epicarpo liso e negro; polpa sucosa, sem odor; cálice acrescente	aves (aves 3)
<i>Neea theifera</i>	dr	fr	epicarpo liso, negro-vináceo; polpa succulenta, adocicada e vinácea; raque vermelha	aves (macacos e aves 4)
<i>Randia armata</i>	ba	fr	epicarpo liso e amarelo; polpa gelatinosa e amarela	mamíferos
<i>Simaruba versicolor</i>	dr	fr	mericarpo liso e marrom; polpa carnosa e marrom (3)	mamíferos (macacos 3)
<i>Sorocea saxicola</i>	dr	fr	epicarpo liso e negro; polpa succulenta, adocicada e verde	aves
MONOICIA				
<i>Acrocomia aculeata</i>	dr	fr	epicarpo lenhoso; polpa succulenta, fibrosa, adocicada e amarela	mamíferos
<i>Astrocaryum</i> sp.	dr	fr	epicarpo liso e amarelo; polpa carnosa, fibrosa, adocicada e amarela, odor ativo	mamíferos (macacos e roedores 4)
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	dr	fr	epicarpo liso e amarelo; polpa, carnosa, viscosa, adocicada e amarela	mamíferos (macacos e aves 4)
<i>Cellis pubescens</i>	dr	fr	epicarpo liso e amarelo; polpa carnosa e amarela	aves
<i>Croton culabensis</i> *	ca	se	PS<1g; semente negra com elatossomo	
<i>Magonia pubescens</i>	ca	se	asas	

++ informações para o gênero; REFERÊNCIAS: 1 Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983); 2 Barroso *et al.* (1984); Macedo (1993); 4 Roosmalen (1985).

CAPÍTULO 4

REPRODUÇÃO SEXUADA – ASPECTOS FUNCIONAIS

II. ESPÉCIES: SISTEMAS REPRODUTIVOS

INTRODUÇÃO

Informações sobre os mecanismos empregados pelas plantas tropicais, na reprodução sexuada, têm sido coletadas principalmente em áreas de florestas (Bawa 1974, 1979, Sobrevila & Arroyo 1982, Bullock 1985). Estudos desta natureza foram intensificados apenas nos últimos anos para o Cerrado. Os resultados indicam que as espécies que crescem neste ambiente usam as mesmas alternativas, em termos de sistemas reprodutivos, que as de florestas.

A xenogamia aparece freqüentemente entre as espécies, em função da presença de auto-incompatibilidade e dioícia (Oliveira 1991, Oliveira *et al.* 1992, Vieira *et al.* 1992, Gibbs & Bianchi 1993, Oliveira & Silva 1993, Oliveira & Gibbs 1994, Proença & Gibbs 1994). Uma parte das espécies é autocompatível; podem produzir suas sementes com autopolinização (autógamas) e/ou com polinização cruzada (xenogamia facultativa) (Scariot & Lleras 1991, Gribel & Hay 1993, Proença & Gibbs 1994, Barbosa 1997). Agamospermia também é encontrada entre as espécies do Cerrado, embora com menor freqüência e restrita a poucas famílias (Oliveira *et al.* 1992, Goldenberg & Shepherd 1998).

O número de espécies estudado ainda é pequeno, entretanto, para permitir generalizações sobre a freqüência dos vários sistemas reprodutivos no Cerrado. Além disso, nos estudos recentes foram priorizados os taxa arbóreos, enquanto as espécies arbustivas, sub-arbustivas e herbáceas recebem menor atenção por parte dos pesquisadores (ver Barbosa 1997). É necessário estudar outras espécies, representando diferentes hábitos de crescimento, visando ampliar o volume de dados sobre a reprodução sexuada neste tipo de vegetação. Nesse sentido foi avaliado o sistema reprodutivo de espécies arbustivas e arbóreas numa área de cerrado em Mato Grosso. As espécies foram analisadas quanto aos sistemas de incompatibilidade e viabilidade dos grãos de pólen. Informações sobre estes dois aspectos são complementares, possibilitando a caracterização mais precisa do sistema reprodutivo usado pelas plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área — Os estudos foram desenvolvidos em 4,9 hectares de cerrado (*sensu lato*) da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso — UFMT. A Fazenda Experimental está localizada junto ao perímetro urbano de Santo Antônio do Leverger (15°46'S, 56°05'W). O município está situado na extremidade norte do Pantanal de Poconé (classificação de Adâmolli 1981). O Cerrado, com suas variações fisionômicas, predomina na região (RADAMBRASIL 1982). O clima segundo a classificação de Köppen, é Aw (subtipo savana), com temperaturas altas durante o ano (média anual de 25,6 °C), chuvas no verão (outubro-maio) e seca no inverno (abril-setembro) (Oliveira Filho 1992). Maiores detalhes sobre a vegetação são descritos no Capítulo 1.

Sistema Reprodutivo (Sistemas de Incompatibilidade e Agamospermia) — O sistema reprodutivo foi avaliado em 24 espécies através de polinizações (controladas e natural) e testes para agamospermia. As polinizações controladas foram efetuadas com grãos de pólen coletados em flores recém abertas — com grãos da mesma flor (autopolinização) ou de flores do mesmo indivíduo (polinização geitonogâmica) e flores de outros

indivíduos (polinização cruzada). No último caso as flores foram emasculadas previamente, assim como nos testes para agamospermia. Em cada tratamento as flores foram polinizadas durante o período de receptividade do estigma (teste com água oxigenada e/ou presença de exudados) e posteriormente ensacadas até o término desta condição. A produção natural de frutos foi avaliada por flores apenas etiquetadas (controle). Os resultados foram considerados positivos com a formação de frutos contendo sementes normais. Um índice de auto-incompatibilidade com base na produção de frutos (Bullock 1985) foi calculado para as espécies. Foi também calculada a eficácia reprodutiva na polinização (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978). Para *Cordia insignis* o índice de auto-incompatibilidade foi avaliado considerando a produção de sementes (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978). Para *Heteropterys* spp. foi também avaliada a formação de frutos com pólen depositado naturalmente sobre o estigma após a deiscência das anteras (autopolinização espontânea). O sistema reprodutivo de *Cordia insignis* foi verificado através de polinizações controladas entre indivíduos com igual tipo floral ou com tipos distintos (doador de óvulo x doador de pólen). Neste caso o teste para agamospermia consistiu na remoção de anteras e também do estigma (Richards 1986), em função da contaminação do estigma nas flores brevistilas durante a emasculação dos estames. Algumas flores de *Lafoensia pacari* foram analisadas quanto ao crescimento do tubo polínico em microscopia de fluorescência (Martin 1959) após os seguintes tratamentos: autopolinização, polinização cruzada e polinização natural. As flores analisadas foram abortadas entre o quinto e sexto dia após a abertura. Foram analisadas 53 botões e flores desta espécie para avaliar taxa de predação. Os sistemas reprodutivos foram definidos seguindo classificação de Cruden & Lloyd (1995).

Viabilidade do Pólen — Os grãos de pólen das 24 espécies, com sistema reprodutivo analisado na comunidade, foram avaliados quanto à viabilidade. Foram analisadas anteras das flores dos indivíduos submetidos à polinizações controladas. A percentagem de grãos corados com carmin-acético (Radford *et al.* 1974) foi definida como medida de viabilidade. Grãos de pólen retirados de botões em pré-antese foram analisados em nove campos por lâmina de microscopia (obj. 40x) e considerados potencialmente viáveis quando com citoplasma corado e inviáveis os sem conteúdo citoplasmático e transparentes.

RESULTADOS

SISTEMA REPRODUTIVO

Um total de 24 espécies arbustivo-arbóreas foi estudado na comunidade, com resultados positivos para 19 (79%) e inconclusivos para 5 (21%) (Tab. 1, 2 e 3). No grupo de 19 espécies três são dióicas, com reprodução exclusivamente sexuada, e dezesseis são hermafroditas. As hermafroditas são auto-incompatíveis (4 spp.), autocompatíveis (10 spp.) ou são heterostílicas, cujos tipos florais diferem quanto à compatibilidade (2 spp.). Os resultados obtidos para *Byrsonima cydoniifolia* e *Tocoyena formosa* sugerem que os sistemas de auto-incompatibilidade não são claramente delimitados nestas espécies; a inclusão das mesmas em um dado sistema é arbitrariamente definida pela escolha de um índice como referência (Bullock 1985). Para as demais espécies hermafroditas a proporção de arbustivas autocompatíveis é superior (80%, 8/10) ao de arbóreas com este sistema (50%, 2/4). Quanto à auto-incompatibilidade as árvores são preferencialmente auto-incompatíveis (50%, 2/4), enquanto nos arbustos este sistema é representado por menor número de espécies (20%, 2/10).

Tabela 1 - Sucesso reprodutivo de 22 espécies do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n-número de flores; PNF-produção natural de frutos; Fr- frutos; IAÍ-índice de auto-incompatibilidade; AI-auto-incompatível; AC-autocompatível; ER-eficácia reprodutiva; L-com flores longistilas; B-com flores brevistilas)

SISTEMA REPRODUTIVO/ ESPÉCIES	No. IND.	AUTO- POLINIZAÇÃO % FR (n)	POLINIZAÇÃO CRUZADA % FR (n)	AGAMOSPERMIA % FR (n)	PNF % FR (n)	IAI‡	x²	ER
DIOICIA								
<i>Alibertia edulis</i>	5	—	64 (14)	0 (30)	55,5 (36)			0,86
<i>Alibertia sessilis</i>	5	—	53 (30)	0 (66)	49 (66)			0,92
<i>Alibertia verrucosa</i>	5	—	36,6 (30)	0 (83)	60 (75)			1,63
AUTO-INCOMPATIBILIDADE								
<i>Cochlospermum regium</i>	20	3,5 (29)	28 (61)	0 (49)	10,6 (103)	AI (0,12)		0,37
<i>Ouratea castaneifolia</i>	5	7,5 (67)	57 (74)	0 (109)	11 (140)	AI (0,13)		0,19
<i>Platypodium elegans</i>	5	0 (57)	11 (62)	0 (53)	26 (61)	AI (0,0)		2,36
<i>Tocoyena formosa</i> Grupo 1¹	5	8 (24)++	32 (22)	3 (30)	10 (72)	AI (0,25)		
AUTOCOMPATIBILIDADE								
<i>Byrsonima cydoniifolia</i>	5	6,5 (62)	23 (44)	0 (40)	21 (96)	AC (0,28)	***	0,91
<i>Campomanesia eugenioides</i>	6	16 (43)	30,5 (36)	0 (50)	39 (66)	AC (0,52)	NS	1,27
<i>Curatella americana</i>	5	26 (58)	17 (59)	3 (58)	24 (84)	AC (1,52)	NS	1,41
<i>Eugenia aurata</i>	5	66 (73)	62 (69)	9,5 (63)	49 (83)	AC (1,06)	NS	0,79
<i>Eugenia biflora</i>	4	7 (41)	10 (50)	0 (43)	41,5 (53)	AC (0,70)	NS	4,15
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	6	17,5 (34)	26,5 (60)	0 (96)	15 (154)	AC (0,66)	NS	0,56
		0 (95)+++						
<i>Psidium guineense</i> Grupo 1²	6	12 (102)	23 (48)	3 (89)	39 (117)	AC (0,52)	*	1,69
Grupo 2	4	21 (43)	29 (45)	0 (37)	32 (41)	AC (0,72)	NS	1,10
<i>Rhynchanthera nomnervia</i>	5	86,6 (30)	80 (30)	2,5 (79)	30 (100)	AC (1,08)	NS	0,37
<i>Senna chrysocarpa</i>	8	34 (35)	25,5 (51)	0 (39)	28 (126)	AC (1,33)	NS	1,12
<i>Tibouchina aff. karstenii</i> ³	5	12,5 (40)	20 (61)	0 (90)	11 (196)	AC (0,62)	NS	0,55
INDETERMINADO								
<i>Guettarda viburnoides</i>	6	4,5 (68)	0 (62)	0 (93)	6,5 (90)	?		
<i>Hexaclamys aff. edulis</i>	1+ (1996)	0 (30)	—	0 (30)	0 (35)	?		
	2+ (1997)	0 (57)	0 (58)	0 (51)	0 (143)	?		
<i>Heteropterys anoptera</i>	8	11,3 (89)	0 (47)	0 (79)	5,5 (145)	?		
		0 (64)+++						
<i>Lafoensia pacari</i>	6 (1996)	0 (32)	5 (41)	3 (35)	1 (81)	?		
	8 (1997)	0 (49)	0 (15)	0 (43)	0 (110)	?		
<i>Ouratea semiserrata</i>	5	0 (61)	0 (61)	0 (73)	3 (100)	?		

IAI=% frutos autopolinização/% frutos polinização cruzada; espécie auto-incompatível: IAI≤0,25, espécie autocompatível: IAI>0,25 (Bullock 1985)

ER=% PNF/% frutos polinização cruzada; x²=% frutos autopolinização x % frutos polinização cruzada, NS não significativo, *P<0,05, ***P<0,001

‡calculado com 15 (*O. castaneifolia*) ou 30 dias (demais espécies)

+agrupamentos; ++polinização geitonogâmica; +++autopolinização espontânea; ? resultados inconclusivos

¹ Grupo 1-florescimento em outubro

² Grupo 1-indivíduos pilosos; Grupo 2-indivíduos glabros

³ frutos com sementes normais

As quatro espécies exclusivamente auto-incompatíveis têm sistema homomórfico. Uma espécie heterostilica (sistema heteromórfico), *Rudgea viburnoides*, apresenta compatibilidade diferenciada entre formas — o sistema é ativo somente na forma longistila (Tab. 2). Entretanto, a produção de frutos resultantes de autopolinização é significativamente menor que a de polinização cruzada nas flores brevistilas, caracteristicamente auto-compatíveis, aumentando as chances de sucesso para a fecundação cruzada. Em *R. viburnoides* a distília produz exclusivamente tipos florais longistilos e brevistilos e nos frutos as sementes são sempre normais.

Uma outra espécie com distília é *Cordia insignis* e suas flores apresentam, entre as formas básicas, variações no comprimento das estruturas reprodutivas formando um gradiente onde estão incluídos dois tipos florais quase homostilos — um com estilete um pouco mais longo e outro mais curto que os estames, posicionando o estigma quase na mesma altura das anteras. A única semente presente em cada fruto nem sempre completa o desenvolvimento nos tratamentos, apresentando tamanho reduzido, murcha e ausência de conteúdo, sendo considerada anormal. Análise das

sementes indicou um sucesso reprodutivo menor que o apontado pela produção de frutos em *C. insignis*, (Tab. 3). Nos tipos longistilos e brevistilos um menor número de sementes normais foi observado após autopolinização e cruzamento entre formas similares. No tipo homostilo as únicas sementes formadas resultaram de autopolinização. Os resultados dos cruzamentos entre o tipo brevi-homostilo e o tipo brevistilo foram mais definidos que os registrados em todos os outros cruzamentos entre formas distintas. Os dados sugerem que as formas da espécie sejam autocompatíveis.

Tabela 2 - Sucesso reprodutivo de *R. viburnoides* Benth. no cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n-número de flores; PNF-produção natural de frutos; IAI-índice de auto-incompatibilidade; AI-auto-incompatibilidade; AC-autocompatibilidade; L-longistilo; B-brevistilo)

TIPO FLORAL	POLINIZAÇÃO	No. IND.	PNF % (n)	IAI	x ²	ER
Longistilo	auto	5	0 (87)	AI (0,0)	—	0,51
	cruzada L x B	5	52 (71)			
	agamospermia	5	3,3 (91)			
	natural	5	27 (93)			
Brevistilo	auto	5	21 (38)	AC (0,35)	***	0,57
	cruzada B x L	5	59,6 (57)			
	agamospermia	5	0 (68)			
	natural	5	34 (171)			

IAI=% frutos autopolinização/% frutos polinização cruzada; ; ER=% frutos PNF/% frutos polinização cruzada
x²=% frutos autopolinização x % frutos polinização cruzada, ***P<0,001

Tabela 3 - Sucesso reprodutivo de *C. insignis* Cham. no cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n1-número de frutos; n2-número de sementes normais; IAI-índice de auto-incompatibilidade; AC-autocompatibilidade; L-longistilo; B-brevistilo; BH-breve-homostilo; LH-longo-homostilo, + *sensu* Ganders 1979a)

TIPO FLORAL	POLINIZAÇÃO	No. IND.	No. FLORES	FRUTOS % (n1)	SEMENTES % (n2)	IAI‡	x ²	ER
Longistilo	auto	4	39	36 (14)	15,4 (6)	AC (0,70) AC (3,08) AC (1,46)	NS	1,00
	cruzada L x B	3	63	40 (25)	22 (14)			
	L x L	4	38	45 (17)	5 (2)			
	L x BH+	3	38	68,5 (26)	10,5 (4)			
	agamospermia	4	57	0 (0)	—			
	natural	4	50	58 (29)	22 (11)			
Brevistilo	auto	5	49	26,5 (13)	8 (4)	AC (0,57) AC (0,66) AI (0,14)	NS	2,57
	cruzada B x L	2	35	37 (13)	14 (5)			
	B x B	2	25	36 (9)	12 (3)			
	B x BH	1	9	66,5 (6)	55,5 (5)			
	agamospermia	3	20	0 (0)	—			
	natural	5	56	71,5 (40)	36 (20)			
Homostilo	auto	4	42	36 (15)	21,4 (9)	AC		
	cruzada BH x BH	2	8	12,5 (1)	0 (0)			
	LH x LH+	1	26	54 (14)	0 (0)			
	agamospermia	4	62	0 (0)	—			
	natural	4	49	49 (24)	32,6 (16)			

‡ natureza dos dados = sementes; IAI=% sementes autopolinização/% sementes polinização cruzada; espécie auto-incompatível: IAI ≤ 0,2, espécie autocompatível > 0,2 (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978); ER=% frutos PNF/% frutos polinização cruzada; x²=% frutos autopolinização x % frutos polinização cruzada; NS não significativo, *P<0,05

Nas espécies autocompatíveis qualquer tipo de polinização (auto ou cruzada) tem igual oportunidade de fecundação (x², Tab. 3). As exceções são *Byrsonima cydoniifolia* e os indivíduos pilosos de *Psidium guineense* (Grupo 1) que produzem mais frutos após polinização cruzada. Os frutos de *Tibouchina* aff. *karstenii* reúnem numerosas sementes. Uma parcela ou o total das sementes é abortada (murcha e sem conteúdo) em frutos formados após autopolinização (66,7%, 10/15) e polinização natural (54%, 25/46), enquanto as de fecundação cruzada são normais.

O cruzamento entre os indivíduos de *Platypodium elegans* resultou no aborto progressivo de frutos nos tratamentos. Uma avaliação preliminar 11 dias após as polinizações revelou o desenvolvimento de frutos em 46% (28/61) das flores sob polinização natural e 24% (15/62) daquelas submetidas à cruzamentos. Ao completar 30 dias a produção natural de frutos caiu para 26% (16/61) e o índice de xenogamia foi reduzido a 11% (7/62). Na xenogamia, a redução pode ser maior devido à sensibilidade das flores ao processo de emasculação dos estames. As inflorescências reúnem de 6 a 15 flores, com cada 6 formando em média 3 frutos. Cada ovário reúne quatro óvulos e origina uma única semente, posicionada na região distal (asa basal) do fruto.

Entre as espécies autocompatíveis a estrutura floral e abertura de várias flores a cada dia podem favorecer a autopolinização espontânea e polinização geitonogâmica em algumas espécies — *Campomanesia eugenioides*, *Curatella americana*, *Eugenia aurata* e *Eugenia biflora*. Para outras, algumas características florais devem restringir estes tipos de polinização. Nas flores de *Byrsonima cydoniifolia* ocorre autopolinização espontânea mas os poucos frutos formados após autopolinização artificial sugerem que autopolinização espontânea e geitonogamia não sejam importantes para a espécie. Cinco outras espécies, em função principalmente da morfologia floral, dependem dos visitantes para garantir a polinização (auto e/ou cruzada) o que limitaria autopolinização espontânea e geitonogamia nas flores. Em *Heteropterys aphrodisiaca* os estigmas (3) nas flores recém abertas produzem secreção protegida por uma película impermeável. É necessário que a mesma seja rompida para que ocorra a polinização; durante a visita as abelhas rompem a película e efetivam a polinização. Os grãos de pólen das anteras poricidas de *Rhynchanthera novemnervia*, *Senna chrysocarpa* e *Tibouchina* aff. *karstenii*, em princípio, são liberados apenas pela ação de abelhas vibradoras. Para *Cordia insignis* a posição do estigma acima das anteras nas flores longistilas deve limitar autopolinização espontânea e geitonogamia enquanto nas brevistilas provavelmente ocorre o inverso. Nas flores de *Psidium guineense* o estigma está posicionado acima das anteras impossibilitando a autopolinização espontânea. Os dois grupos identificados em *P. guineense* florescem no mesmo período do ano (agosto-setembro) e suas flores são visitadas pelos mesmos polinizadores.

A reprodução sexuada é efetivada na comunidade com auxílio dos polinizadores, cuja eficiência na transferência do pólen entre flores é comprovada pelos índices obtidos de eficácia reprodutiva. Os valores médios são altos para as espécies com fecundação cruzada obrigatória — dióicas e auto-incompatíveis ($0,88 \pm 0,74$) e maiores para aquelas com sistema reprodutivo misto ($1,34 \pm 1,0$). No caso das espécies com autopolinização espontânea, é provável que a ação dos polinizadores esteja sendo super-estimada, uma vez que parte da produção natural de frutos pode resultar deste tipo de polinização.

Frutos agamospérmicos foram computados em uma parcela das espécies, mas os resultados devem ser observados com reserva. Em *Curatella americana*, *Eugenia aurata*, *Lafoensia pacari*, *Psidium guineense* (Grupo 1) e *Rudgea viburnoides* não é descartada a possibilidade de contaminação do estigma com pólen durante a emasculação das flores, especialmente aquelas com numerosos estames, resultando em autopolinização. Os frutos agamospérmicos de *Rhynchanthera novemnervia* produzem sementes abortadas, invalidando o resultado neste tratamento. Para *Tocoyena formosa*, entretanto, o único fruto formado produziu sementes aparentemente normais. Avaliação após 30 dias apontou o desenvolvimento de frutos em 59% (39/66) das flores testadas para agamospermia em *Alibertia sessilis* e 67,5% (56/83) das flores em *Alibertia verrucosa*. Contudo, 15 dias depois foi constatada a queda de todos os frutos de origem assexuada nas duas espécies.

A produção de frutos, geralmente abaixo de 10% em todos os tratamentos, gerou dúvidas sobre o sistema reprodutivo de cinco espécies. Os resultados são influenciados por predação e aborto

das flores e frutos. A destruição das flores nestas espécies é efetuada por lagartas de mariposas (Geometridae, Lepidoptera) que consomem boa parte das estruturas produzidas pelas plantas. Amostras de flores coletadas revelam perdas de 25% (15/60) para *Guettarda viburnoides*, 41% (29/71) para *Heteropterys anoptera* e 50% (50/100) para *Ouratea semiserrata*. Em *O. semiserrata* a ausência de polinizadores contribui para a queda de flores. Para *Guettarda viburnoides* outro fator importante é o aborto progressivo dos frutos. Com 30 dias foi observada a formação de frutos em aproximadamente 6% das flores sob polinizações controladas e 25% daquelas sob polinização natural. Após mais 60 dias os índices foram reduzidos drasticamente, mantendo-se até o amadurecimento dos frutos. Nesta espécie a distância entre indivíduos é pequena (2 a 5 m).

Em *Hexaclamys aff. edulis* e *Lafoensia pacari*, espécies avaliadas por dois anos, foi verificado principalmente o aborto de flores. A queda de todas as flores ocorreu nos dois agrupamentos de *Hexaclamys aff. edulis*, uma espécie com propagação vegetativa (ver Capítulo 5). Os resultados obtidos nas polinizações controladas sugerem que a população seja formada por clones e indivíduos isolados, provavelmente aparentados, cuja proximidade genética entre plantas impede o sucesso da reprodução sexuada na espécie. Dos 20 indivíduos que formaram a população reprodutivamente ativa de *Lafoensia pacarii* somente dois produziram frutos sob condições naturais em dois anos. Análise de botões e flores (n=53) revelou predação de óvulos em parte das estruturas reprodutivas (13%) por besouros (*Epitragus* sp., Tenebrionidae). A queda das flores é verificada entre o quinto e sexto dia após a abertura. Observações de flores submetidas à polinizações controladas (auto e cruzada) ou natural revelam a germinação e crescimento de tubos polínicos até os óvulos, alguns alcançando a nucela.

PÓLEN — VIABILIDADE

A maioria das espécies avaliadas experimentalmente quanto ao sistema reprodutivo (79%, 19/24) apresentou grande quantidade de grãos de pólen potencialmente viáveis (Tab. 4). Somente duas exibiram menos de 60% dos grãos viáveis — *Hexaclamys aff. edulis* e *Psidium guineense*. Entretanto, os índices não são uniformes nas populações, variando entre indivíduos ou grupos ou tipos florais identificados no estrato. Em sete, das 24 espécies analisadas, a variação entre os indivíduos é maior — entre 20% a 95%. As maiores desigualdades foram observadas em *Hexaclamys aff. edulis*, com diferenças significativas entre anos e entre grupos. Em outras sete espécies o coeficiente de variação, acima de 40%, indica que as diferenças entre indivíduos são importantes. A percentagem de grãos potencialmente viáveis é alta em todas as formas de reprodução e entre as espécies com sistema reprodutivo indeterminado. As espécies dióicas e as auto-incompatíveis variam menos na percentagem de viabilidade enquanto nas demais as diferenças são altas, principalmente no grupo formado por *taxa* com sistema indeterminado.

Tabela 4 — Viabilidade dos grãos de pólen de 24 espécies do cerrado da Faz. Exp. da UFMT, ordenadas segundo sistema reprodutivo (n=número total de grãos; A1-anteras maiores; A2-anteras menores; G1-grupo 1; G2-grupo 2)

SISTEMA REPRODUTIVO/ ESPÉCIES	No. IND.	No. FLORES	VIABILIDADE % (n)	VIABILIDADE — INDIVÍDUOS		
				%MIN.	%MÁX.	%CV
DIOICIA						
<i>Alibertia edulis</i>	5	47	98 (8664)	96 (1725)	99,8 (1711)	10
<i>Alibertia sessilis</i>	4	40	64 (2818)	23 (913)	87 (670)	37
<i>Alibertia verrucosa</i>	5	50	97 (4272)	91 (818)	99 (903)	16
AUTO-INCOMPATIBILIDADE						
<i>Cochlospermum regium</i>	12	37	91 (28576)	75 (1205)	99 (600)	57
<i>Ouratea castaneifolia</i>	6	60	98 (13646)	97 (1941)	99 (2846)	19
<i>Platypodium elegans</i>	5	50	98 (5391)	97 (933)	99 (1027)	13
<i>Rudgea viburnoides</i>	5L	50	80 (1430)	51 (206)	90 (307)	36
	5B	50	91 (1959)	39 (292)	93 (417)	36
<i>Tocoyena formosa</i> Grupo 1	4	40	75 (2801)	55 (641)	97 (655)	23
AUTOCOMPATIBILIDADE						
<i>Byrsonima cydoniifolia</i>	4	30	99 (18429)	98 (392)	99 (4972)	8
<i>Campomanesia eugenoides</i>	4	37	80 (4213)	56 (1362)	95 (734)	17
<i>Cordia insinifolia</i>	4L	38	96 (3620)	95 (1106)	98 (743)	26
	5B	43	90 (3695)	79 (847)	96 (790)	19
	4H	32	94 (3021)	89 (390)	95 (560)	46
<i>Curatella americana</i>	4	40	99 (6432)	84 (1631)	98 (1661)	12
<i>Eugenia aurata</i>	5	50	86 (7422)	79 (1901)	97 (1342)	12
<i>Eugenia biflora</i>	3	30	89 (4461)	87 (2164)	93 (905)	40
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	5	50	93 (4640)	88 (847)	96 (1005)	9
<i>Psidium guineense</i> Grupo 1	9	82	54 (9938)	19 (1457)	98 (845)	41
Grupo 2	4	40	97 (6985)	97 (1917)	98 (1701)	11
<i>Rhynchanthera nomnervia</i>	4	40	93 (4047)	73 (535)	97 (1701)	56
<i>Senna chrysocarpa</i>	5	42 A1	92 (8861)	84 (1592)	98 (2832)	42
		42 A2	94 (8913)	84 (1550)	98 (2480)	27
<i>Tibouchina aff. karstenii</i>	5	50	85 (10436)	79 (2132)	91 (3196)	38
INDETERMINADO						
<i>Guettarda viburnoides</i>	5	50	68 (3974)	50 (846)	87 (783)	29
<i>Heteropterys anoptera</i>	6	60	72 (4889)	44 (677)	90 (795)	25
<i>Hexaclamys aff. edulis</i>	G1/G1 ¹	25/30	40 (3669)/99 (4193)	—	—	80/25 ¹
	G2 ²	30	7 (2030)	—	—	40
<i>Lafoensia pacari</i>	5/6 ¹	28/42	98 (9287)/98 (12844)	96 (2029)/ 97 (2068)	99 (1558)/ 98 (2418)	18/28 ¹
<i>Ouratea semiserrata</i>	4	40	91 (11799)	75 (3320)	99 (2711)	6

¹ 1996/1997; ² 1997

DISCUSSÃO

SISTEMA REPRODUTIVO

Uma medida do sucesso reprodutivo entre plantas é a produção de sementes, permitindo o recrutamento de indivíduos e, portanto, a manutenção de populações no ambiente. A semente passa a existir, na ausência de agamospermia, quando o óvulo é fecundado e para alcançar este objetivo as plantas usam duas estratégias básicas — autogamia e/ou xenogamia. No Cerrado poucos dados informam como se caracteriza a fecundação das plantas — se existe predomínio de um mecanismo sobre o outro, ou diferenças entre hábito de crescimento, ou quais os potenciais fatores limitantes ou ainda se existem particularidades inerentes às espécies que interferem no processo de fecundação. Estudos com 24 espécies de cerrado apontam algumas respostas nesse sentido.

Os resultados para agamospermia sugerem falhas durante a emasculação de flores, promovendo a contaminação dos estigmas com pólen produzido em suas anteras, antes que

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

produção regular de sementes assexuadas nas espécies testadas na comunidade. Apenas em *Tocoyena formosa* foi verificada a formação de sementes agamospérmicas, reunidas em um único fruto. Nesta espécie a probabilidade de contaminação do estigma com pólen da mesma flor é quase nula, pois os lobos estigmáticos permanecem fechados durante toda a fase masculina da flor (protandria). A baixa produção de sementes entre os indivíduos sugere que agamospermia não é um mecanismo importante para a reprodução de *T. formosa*. Os resultados são também um reflexo da ausência de grupos taxonômicos que exibem agamospermia no Cerrado entre as espécies estudadas ou como parte da composição florística da área — *Eriotheca* (Bombacaceae, Oliveira *et al.* 1992), *Leandra* e *Miconia* (Melastomataceae, Goldenberg & Shepherd 1998).

Goldenberg & Shepherd (1998) apontam a presença de agamospermia em três tribos de Melastomataceae — Melastomeae (4 spp.), Miconieae (34 spp.) e Rhexieae (1 sp.); espécies agamospérmicas foram registradas principalmente em *Miconia* (20 spp.). No cerrado estudado esta família reúne apenas três espécies — *Miconia prasina* (Miconieae), *Rhynchanthera novemnervia* (Microlicieae) e *Tibouchina* aff. *karstenii* (Melastomeae). A primeira não foi avaliada experimentalmente e nas demais os dados de campo excluem a agamospermia como forma de reprodução. Estas duas estão ligadas a gêneros sem indicativos de agamospermia na família.

A xenogamia aparece em 19 espécies de forma obrigatória (dióicas e auto-incompatíveis) ou associada com autofecundação (xenogamia facultativa). A auto-incompatibilidade é considerada uma alternativa de espécies hermafroditas para garantir a xenogamia (Richards 1986) que permitiria adaptação ao ambiente e mudanças evolutivas graças ao aumento de variabilidade genética (Silvertown & Doust 1993). Muitas espécies adaptadas à autofecundação regular, entretanto, são bem sucedidas no ambiente em que vivem e geralmente têm uma parte das sementes com origem em cruzamentos (Baker 1959; Lloyd & Schoen 1992; Stebbins 1958). No cerrado estudado é possível que a produção natural de frutos das espécies com xenogamia facultativa seja um produto de autopolinização e polinização cruzada das flores. Não existem características morfológicas que impeçam a autopolinização das flores nestas espécies e aspectos ecológicos (abertura de numerosas flores ao dia, abundância de visitantes) devem influenciar positivamente na frequência de autofecundação entre seus indivíduos.

O índice de eficácia reprodutiva avalia o sucesso reprodutivo sob a máxima condição de polinização em uma comunidade e, simultaneamente, é uma medida da eficiência dos visitantes como polinizadores (Ruiz-Zapata & Arroyo 1978). Os valores altos de eficácia reprodutiva confirmam a disponibilidade de polinizadores na área e a eficiência dos mesmos na transferência dos grãos de pólen entre plantas, independente do tipo de compatibilidade. Aparentemente, então, a polinização no cerrado está sendo mais eficiente que a registrada em outras comunidades (cerrado: 0,50, floresta tropical: 0,16–0,36, Oliveira 1991 e referências). É importante constatar que a comunidade mantém seus polinizadores uma vez que uma parte significativa das espécies avaliadas (63%, 12/19) depende dos mesmos para efetivar a fecundação de suas flores. É o que ocorre com as espécies dióicas (3 spp.), auto-incompatíveis (4 spp.) e aquelas auto-compatíveis cuja morfologia floral não permite a transferência dos grãos de pólen das anteras para o estigma exceto com auxílio de visitantes (5 spp.).

A condição heterostílica geralmente está associada a auto-incompatibilidade genética nas plantas, resultando em fecundação cruzada bem sucedida apenas nos cruzamentos entre formas florais distintas (Barrett & Richards 1990). Duas espécies testadas na comunidade apresentam desvios na síndrome de heterostílica. Somente os tipos básicos são encontrados em *Rudgea viburnoides*, mas com diferenças no grau de auto-incompatibilidade entre as formas longistilas e brevistilas. A presença de autocompatibilidade encontrada na forma brevistila de *R. viburnoides*

contraria o usual para espécies com distília. Segundo Ganders (1979a) a auto-incompatibilidade geralmente é mais forte nos indivíduos brevístilos que nos longístilos.

Em *Cordia insignis* a distília está presente com variações florais, produzindo formas longístilas, brevístilas e homóstilas auto-compatíveis. Autocompatibilidade é incomum entre espécies com heterostília e ocorre como condição derivada da auto-incompatibilidade (Barrett & Richards 1990). Para espécies com distília exemplos são encontrados em Erythroxylaceae (Ganders 1979b) e Rubiaceae (Bawa & Beach 1983, Sobrevila *et al.* 1983, Riveros *et al.* 1995). Este fato não deveria surpreender, entretanto, pois a heterostília tem controle genético simples e susceptível às modificações que influenciam nos cruzamentos nas populações (Barrett 1989). Isto confere uma flexibilidade que torna a heterostília uma alternativa reprodutiva que se adapta às pressões ambientais, promovendo novas formas de reprodução (Vuilleumier 1967).

O gênero *Cordia* é diversificado na morfologia e fisiologia das flores, reunindo espécies dióicas e, principalmente, heterostílicas auto-incompatíveis ou auto-compatíveis (Opler *et al.* 1975, Bullock 1985). A heterostília pode ser alterada no gênero, originando espécies com dois (homóstilas e brevístilas, Gibbs & Taroda 1983, Opler *et al.* 1975) ou três tipos florais (longístilas, brevístilas e homóstilas, Gibbs & Taroda 1983). A homostília é originada por recombinação de um "supergene" (grupo de genes interligados) que controla a distília, provocando a perda da auto-incompatibilidade genética (Barrett 1988). Associação entre homostília e autocompatibilidade, como encontrada em *C. insignis*, pode provocar isolamento reprodutivo levando à especiação (Barrett 1989).

A população estudada de *C. insignis* apresenta variação contínua entre indivíduos quanto ao comprimento dos estames e do estilete, incluindo no gradiente as formas longi, brevi e homóstilas. Isto contraria a marcada distília encontrada por Gibbs & Taroda (1983) na espécie. Os autores possivelmente se basearam em material botânico coletado em populações com apenas duas formas florais ou sem coleta de formas intermediárias. O mesmo padrão observado entre os indivíduos avaliados no presente estudo foi encontrado para *Cordia pringlei* Robins. (Opler *et al.* 1975), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrib. ex Steudel (Gibbs & Taroda 1983) e em outras espécies de Boraginaceae (Philipp & Schou 1981 e referências) e ainda de Erythroxylaceae (Ganders 1979b). Ganders (1979b) e Philipp & Schou (1981) acreditam que esta variação seja natural em espécies com distília.

Embora os resultados dos tratamentos apontem a autocompatibilidade como mecanismo reprodutivo em *C. insignis*, somente após estudos envolvendo maior número de indivíduos, de cruzamentos (longístilo x longo-homóstilo, brevístilo x longo-homóstilo, brevi-homóstilo x longo-homóstilo) e de populações será possível definir com certeza o sistema presente na espécie. Os dados também demonstram que o controle genético da heterostília e, como consequência, do tipo de compatibilidade merecem uma avaliação mais completa na espécie.

A variação morfológica encontrada entre os indivíduos de *Psidium guineense* contraria a tendência de uniformidade fenotípica dentro de populações, observada em espécies auto-compatíveis, em função da homogeneidade genética (Richards 1986). As diferenças quanto a pilosidade (pilosos vs. glabros) e ambiente de ocupação entre os grupos (solo seco vs. solo periodicamente encharcado), em princípio, seriam determinadas por diferentes fatores: os grupos autocompatíveis identificados talvez sejam originados de populações distintas; os dois grupos apresentam propagação vegetativa (ver capítulo 5) e talvez sejam originados de clones separados pela presença ou não de alelos que determinam pilosidade nas plantas; os indivíduos glabros crescem somente em solos secos, mas os pilosos ocupam os dois tipos de ambiente, sugerindo que as diferenças morfológicas não resultam de plasticidade fenotípica; como não existem barreiras etológicas, estruturais ou temporais que impeçam o cruzamento entre indivíduos dos grupos de *P. guineense*, é possível que os mesmos representem

raças ecológicas, isto é, populações de uma mesma espécie que ocupam ambientes diferentes numa mesma área, se inter cruzam mas preservam suas diferenças genéticas (*sensu* Grant 1981).

Por outro lado, há probabilidade de não ocorrer efetivamente troca de genes entre os grupos, caracterizando isolamento de natureza genética e, portanto, presença de dois *taxa* distintos na área. Além disso o menor número de grãos viáveis entre os indivíduos pilosos de *P. guineense* pode ser um indicativo de esterilidade encontrado em híbridos de espécies crípticas que usualmente exibem barreiras de incompatibilidade e esterilidade cromossômica (Grant 1981). É necessário que sejam realizadas polinizações controladas entre indivíduos pilosos e glabros e avaliações citológicas, no cerrado estudado e em outras populações, buscando determinar se os mesmos são reprodutivamente distintos ou se apenas representam a grande variação morfológica indicada para esta espécie (ver Mc Vaugh 1969).

Para *Tocoyena formosa* as variações encontradas na morfologia floral provavelmente refletem a variabilidade genética que é própria das espécies com fecundação cruzada. A variabilidade genética geralmente é refletida na variação morfológica (Baker 1959). Existe a possibilidade que as diferenças entre indivíduos sejam acentuadas na área estudada, como consequência de separação temporal no período de florescimento entre plantas, que provoca restrições aos cruzamentos, isolando reprodutivamente os dois grupos definidos. A fecundação das flores nos dois grupos ocorreria com pólen proveniente de indivíduos distantes. Silberbauer-Gottsberger *et al.* (1992) reconhecem três variedades para a espécie, sendo que as mesmas apresentam sobreposição parcial no período de florescimento e usufruem do mesmo polinizador. Segundo os autores, cruzamentos entre variedades resultaram na produção de frutos, indicando que não existem barreiras genéticas separando as mesmas.

Para outras cinco espécies, a predação e/ou aborto de flores restringiram total ou parcialmente a produção de sementes, impossibilitando a definição do sistema reprodutivo das mesmas. Estes fatores aparecem quase sempre associados (exceção *Hexaclamys aff. edulis*), limitando ainda mais a interpretação dos resultados. Polinização mal sucedida, em função de ausência ou baixa frequência de visitantes, pode provocar o aborto de flores em muitas espécies (Bierzzychudek 1981) como o observado em *Ouratea semiserrata*. Em *Hexaclamys aff. edulis* a formação de clones (ver Capítulo 5) e a proximidade com indivíduos isolados, possivelmente geneticamente semelhantes, são suficientes para justificar a queda das flores. Talvez a população tenha sido originada por um único clone e, neste caso, não produziria sementes como consequência de auto-incompatibilidade, esterilidade por acúmulo de anormalidades cromossômicas ou origem híbrida (Richards 1986).

Análise de ovários em *Lafoensia pacari* revela a perda de flores por predação mas numa frequência inferior à de aborto. A viabilidade alta dos grãos de pólen e observações sobre o crescimento de tubos polínicos até o interior dos óvulos indicam que o aborto das flores seja, neste caso, provocado por irregularidades no processo de fertilização. Caso a população seja formada por elementos aparentados ou geneticamente muito diferentes, qualquer tipo de polinização (auto ou cruzada) pode resultar em falha na fecundação, induzindo à queda das flores (Waser & Price 1983). Outra possibilidade é a ocorrência de auto-incompatibilidade de ação tardia ou ainda de aborto do embrião provocado por depressão endogâmica, com origem em genes letais homozigotos, duas condições difíceis de se distinguir experimentalmente (Sage *et al.* 1994). É possível também que a produção de sementes entre os indivíduos desta espécie somente ocorra em anos favoráveis para o desenvolvimento de embriões ("mast fruiting"). O aborto de flores na espécie talvez ocorra por limitação de recursos necessários para o desenvolvimento dos frutos. Tonello (1997), estudando a

fenologia em outra área de cerrado de Mato Grosso, observou produção natural de semente nos indivíduos com menor número de inflorescências (ca. 30%).

Em *Guettarda viburnoides* é verificado o aborto contínuo de frutos imaturos. Esta espécie não apresenta propagação vegetativa. As mesmas considerações dirigidas a *L. pacari* são, desta forma, válidas para justificar a menor produção natural de frutos observada nestas espécies.

As informações disponíveis atualmente são insuficientes para se explicar o aborto de flores nas espécies com sistema reprodutivo indeterminado. Estudos a longo prazo, relacionados com aspectos reprodutivos (fenologia, sistema de compatibilidade, polinização), são necessários buscando entender quais os fatores que influenciam nos resultados. Neste grupo de espécies, os resultados permitem sugerir que: as espécies não são agamospérmicas e *Hexaclamys* aff. *edulis* depende da propagação vegetativa e da imigração de sementes de outros locais para se manter no cerrado estudado.

PÓLEN — VIABILIDADE

A viabilidade dos grãos de pólen é essencial para garantir a fecundação dos óvulos e, assim, uma análise dos mesmos é medida complementar no estudo sobre sistema reprodutivo de plantas. O uso de corantes para estimar a viabilidade sugere que os grãos corados são viáveis embora necessariamente não sejam capazes de germinar (Juliá & Villodre 1994). Isto implica em superestimativa da viabilidade. Apesar da limitação, esta metodologia inegavelmente é uma ferramenta útil para separar grãos abortados (sem conteúdo citoplasmático) dos demais e avaliar a potencial viabilidade dos últimos.

O predomínio de grãos potencialmente viáveis complementam a idéia de reprodução sexuada bem sucedida na maioria das espécies avaliadas na comunidade quanto ao sistema reprodutivo. Variação significativa entre indivíduos em parte das espécies (29%, 7/24), e menor viabilidade encontrada em outras, sugere irregularidades durante o desenvolvimento dos grãos e deve resultar em diminuição do número de flores fertilizadas. Comprovadamente, quanto maior a viabilidade dos grãos, maior a produção de sementes em muitas espécies (Nybom 1987).

A viabilidade dos grãos não é um aspecto limitante para a produção de sementes nas espécies com sistema reprodutivo indeterminado, principalmente para *Lafoensia pacari* e *Ouratea semiserrata*, cujos grãos são em sua maioria potencialmente viáveis. Nas demais espécies, os grãos viáveis aparecem em menor proporção e, por ora, não é possível saber se a quantidade é suficiente para garantir a fecundação dos óvulos. Aparentemente outros fatores, citados no item anterior (Sistema Reprodutivo), devem em parte justificar os resultados negativos na tentativa de se definir o sistema reprodutivo destas espécies. A variação entre anos, observada em *Hexaclamys* aff. *edulis* quanto à percentagem de grãos viáveis, sugere problemas no processo reprodutivo e/ou influência do ambiente sobre a viabilidade dos grãos, comprometendo a reprodução sexuada na espécie.

CONCLUSÃO

As espécies lenhosas avaliadas no cerrado estudado empregam mecanismos sexuais para a produção de sementes. A única exceção é *Hexaclamys* aff. *edulis*, uma espécie com aborto total das flores em dois anos de acompanhamento. Para as demais espécies com sistema reprodutivo indeterminado, aparentemente ocorre produção de sementes em anos favoráveis. Nas espécies com sistema reprodutivo determinado a xenogamia, ou fecundação cruzada, aparece em 7 espécies (dióicas e auto-incompatíveis); xenogamia facultativa, determinada pela associação entre autofecundação e fecundação cruzada, foi observada em 10 espécies. Duas espécies com heterostilia apresentam resultados que contrariam a esperada auto-incompatibilidade, comum em espécies com este tipo de dimorfismo floral. Os resultados também indicam que *Byrsonima cydoniifolia* e *Tocoyena formosa* são espécies que se posicionam no limite entre autocompatibilidade e auto-incompatibilidade. As espécies com fecundação cruzada, e mesmo as capazes de autofecundação, na área dependem dos animais para efetuar a transferência dos grãos de pólen para o estigma. Os dados de eficácia reprodutiva confirmam a ação de polinizadores junto às flores de muitas espécies.

CAPÍTULO 5 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E REBROTAMENTO

INTRODUÇÃO

As estruturas subterrâneas podem assumir duas funções importantes na vida das plantas das savanas neotropicais: capacidade de produzir novos indivíduos vegetativamente (propagação vegetativa) e de regeneração dos existentes (rebrotamento). A distinção entre os dois processos está na garantia do primeiro de manter a espécie no ambiente, enquanto o último mantém o indivíduo. Para ocorrer propagação vegetativa é necessário que um indivíduo originado de um zigoto formado sexualmente (*genet*) cresça lateralmente formando novos indivíduos separados espacialmente que, num dado momento, se tornarão fisiologicamente independentes (*ramets*) (James 1984). A regeneração é promovida pela emissão de ramos novos após a eliminação da porção aérea por perturbações ou pela idade. As duas alternativas reúnem vários exemplos de espécies no Cerrado (Rachid 1947, Rachid-Edwards 1956, Rizzini & Heringer 1962, 1966, Rizzini 1979, Ramos 1990, Henriques 1993).

A propagação vegetativa e a capacidade de rebrotamento das plantas nas savanas neotropicais merecem mais cuidado e atenção, que os recebidos até agora, considerando a sua influência na organização de comunidades. O rebrotamento, induzido em plantas com porte pequeno (arbustos e árvores jovens), conduz ao estabelecimento de populações arbustivas ou subarbustivas, influenciando na estratificação da vegetação (Ramos & Rosa 1992) e criando possibilidade de isolamento reprodutivo destes indivíduos com outros de maior porte no Cerrado (Oliveira 1991). A rebrotamento também interfere no processo reprodutivo das espécies do Cerrado pela emissão de ramos aéreos usualmente aptos a produzirem flores e frutos, aumentando as chances de recrutamento nas populações através da via sexuada. James (1984) acredita que a capacidade de regeneração por rebrotamento pode preadaptar as plantas para propagação vegetativa.

A propagação vegetativa contribui para a diversidade nas savanas quando promove a permanência de espécies raras ou com baixa frequência (Henriques 1993) e de espécies com irregularidades no processo reprodutivo. A propagação vegetativa favorece a estabilidade nestas áreas quando permite a recuperação da vegetação frente à perturbações ambientais (Silva 1993) ou em períodos desfavoráveis para a reprodução sexuada (Henriques 1993). Para espécies tropicais este processo pode promover ocupação eficiente do espaço, uma vez que não participam de fases críticas do recrutamento por sementes (germinação e estabelecimento de plântulas); a propagação vegetativa afeta, desta forma, a dinâmica de regeneração da vegetação tropical (Mathes *et al.* 1999). Clones muito competitivos podem impedir o estabelecimento de plântulas ou de *ramets* de outras espécies (Lacey & Johnston 1990), conduzindo ao predomínio de poucas espécies no ambiente e influenciando na distribuição espacial. Desta forma, a propagação vegetativa afeta a fisionomia da comunidade. Perturbações frequentes, como fogo, podem beneficiar a colonização de um clone sobre uma grande área ao eliminar a competição entre clones adjacentes (Kemperman & Barnes 1976).

A extensão de crescimento vegetativo influencia a variabilidade genética das espécies clonais. Quando o crescimento é limitado, ocorre proximidade de flores com diferenças genotípicas resultando num padrão de dispersão de pólen semelhante àquele das plantas sem propagação vegetativa. Para espécies que formam grandes clones e são autocompatíveis, a endogamia e homogeneidade ecotípica serão favorecidas. Naquelas com fecundação cruzada seriam reduzidas as chances de fertilização e de produção de sementes (Lacey & Johnston 1990). Espécies clonais auto-incompatíveis

ou dióicas aumentam as oportunidades de fecundação quando promovem alta densidade dos *genets* (Eriksson 1993).

Entre os estudiosos do Cerrado, a propagação vegetativa é considerada uma alternativa reprodutiva desenvolvida pelas plantas (Rizzini & Heringer 1962, 1966, Rizzini 1971b). Como nenhuma recombinação gênica está envolvida, a mesma pode ser entendida como forma de crescimento e não de reprodução. O processo é referenciado, nestes casos, como crescimento modular ou crescimento clonal (Mogie 1992). Contudo, não se pode ignorar que a propagação vegetativa assume a função reprodutiva uma vez que os *ramets* são capazes de ter vida independente e de difundir os genes maternos no tempo e espaço (Abrahamson 1980).

O fato das savanas abrigarem espécies capazes de propagação vegetativa tem conduzido a generalizações. É afirmado que espécies lenhosas parecem depender mais da propagação vegetativa que da reprodução sexuada para estruturar suas populações (aumento e equilíbrio) e muitas herbáceas seriam mantidas no ambiente pelo crescimento e fragmentação contínuos do rizoma (Monastério & Sarmiento 1976, Sarmiento 1984). Especificamente para o Cerrado, a savana brasileira, a reprodução por sementes estaria limitada a áreas protegidas de perturbações por muito tempo (Rizzini & Heringer 1962). As informações disponíveis conduzem a uma visão apenas parcial pois dizem respeito a um número limitado de espécies e sem avaliação quanto aos aspectos sexuais em suas populações.

Estudos mais amplos são necessários no intuito de compreender qual a importância da propagação vegetativa e do rebrotamento nas savanas neotropicais. Particularmente para o Cerrado estes estudos devem ser acompanhados de outros relacionados com a reprodução sexuada de suas espécies. Com este intuito foram avaliadas espécies arbustivo-arbóreas numa comunidade do Cerrado de Mato Grosso. Todas com informações sobre sistema reprodutivo (reprodução sexuada) coletadas previamente na referida comunidade (ver Capítulo 4). Estas espécies foram analisadas quanto a: (1) ocorrência de propagação vegetativa, (2) capacidade de regeneração das plantas via estrutura subterrânea e (3) relação entre propagação vegetativa e reprodução sexuada.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área — Os estudos foram desenvolvidos em 4,8 hectares de cerrado (*sensu lato*) da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso — UFMT. A Fazenda Experimental está localizada junto ao perímetro urbano de Santo Antônio do Leverger (15°46'S, 56°05'W). O município está situado na extremidade norte do Pantanal de Poconé (classificação de Adámoli 1981). O Cerrado, com suas variações fisionômicas, predomina na região (RADAMBRASIL 1982). O clima segundo a classificação de Köppen é Aw (subtipo savana), com temperaturas altas durante o ano (média anual de 25,6 °C), chuvas no verão (outubro-maio) e seca no inverno (abril-setembro) (Oliveira Filho 1992). Maiores detalhes sobre a vegetação são descritos no Capítulo 1.

Propagação Vegetativa e Capacidade de Regeneração — A presença de propagação vegetativa e capacidade de rebrotamento das plantas foram avaliadas para 22 espécies através de escavações do sistema subterrâneo. As escavações foram realizadas em dois a cinco pontos por espécie, exceto em *Hexaclamys aff. edulis*, avaliada em apenas um ponto. Em cada ponto foi escolhido um ramo aéreo (No.1) e a partir dele foram computados outros da mesma espécie presentes num raio de 3 m, sendo medida a distância entre estes e o primeiro. As escavações iniciaram em torno do primeiro ramo aéreo marcado (No.1), verificando se o mesmo estava ligado a outros próximos e assim sucessivamente. Nem todos os ramos aéreos de cada ponto foram

escavados. Cada ramo aéreo representa um indivíduo para as plantas autônomas e parte de um clone quando a propagação vegetativa foi comprovada. A evidência de ligação entre ramos aéreos, distantes ≥ 10 cm, foi considerada como forma de propagação vegetativa. A regeneração foi considerada possível pela presença de dois ou mais ramos aéreos e cicatrizes de ramos antigos partindo da porção central do sistema subterrâneo (estrutura vertical).

Sistemas Subterrâneos — A análise do sistema subterrâneo ficou restrita à morfologia externa das estruturas envolvidas. Na ausência de estudos anatômicos, com exceção de *Cochlospermum regium* (Kirizawa 1981, Rizzini 1979), os elementos do sistema subterrâneos foram referenciados como estruturas verticais e horizontais. Os dados morfológicos foram interpretados de acordo com a classificação de Rizzini (1979): órgãos axiais, órgãos tuberosos, órgãos difusos e órgãos fibrosos. Em cada escavação foram observadas as seguintes características do sistema subterrâneo: (1) estrutura vertical - perímetro e comprimento, (2) estrutura horizontal - perímetro e comprimento. O comprimento da estrutura vertical foi definido pela extensão entre a superfície do solo e a porção distal dos elementos subterrâneos. Os sistemas subterrâneos foram considerados superficiais quando as estruturas verticais alcançam até 20 cm abaixo da superfície e profundos nos casos acima deste valor.

Densidade — A densidade absoluta, obtida na análise estrutural da área (Capítulo 1), foi considerada como densidade populacional de cada espécie. Os índices representam a população potencialmente reprodutiva de cada espécie pela inclusão de indivíduos com perímetro que indica maturidade reprodutiva das plantas na comunidade.

RESULTADOS

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO

Na escavação do solo, em torno de 192 plantas (22 spp.), foram evidenciados quatro tipos básicos de sistema subterrâneo (classificação Rizzini 1979) no estrato arbustivo-arbóreo da comunidade. Sistemas subterrâneos formados por órgãos axiais (11 spp.) e órgãos tuberosos (6 spp.) são os mais comuns. Órgãos difusos (3 spp.) ou fibrosos (1 sp.) são raros. O sistema subterrâneo, em algumas plantas de *Heteropterys anoptera* apresenta órgãos axiais e em outras, órgãos difusos. Neste caso o sistema subterrâneo da espécie será considerado misto (Tab. 1).

A ocorrência de propagação vegetativa foi constatada em 32% (7 spp.) das espécies, representando os diferentes tipos de sistemas subterrâneos. Um a três clones foram identificados entre as espécies escavadas, geralmente com dois ramos aéreos interligados. Os clones com maior número de ligações foram encontrados em *Hexaclamys* aff. *edulis* (6 ramos), *Eugenia biflora* (3 ramos) e *Randia armata* (3 ramos). As espécies com propagação vegetativa comprovada ocupam locais secos ou sob inundação periódica. Em *Psidium guineense* a propagação vegetativa foi constatada em indivíduos que crescem em área alagável (Grupo 1 – pilosos) e área seca (Grupo 2 – glabros). Entre as espécies com propagação vegetativa, nem todos os indivíduos escavados formam clones. Duas espécies, *Alibertia sessilis* e *Rudgea viburnoides* podem produzir estruturas verticais interligadas por estrutura horizontal curta (1,5 a 4 cm). Estes casos não foram considerados como evidências de propagação vegetativa.

Tabela 1 – Características gerais do sistema subterrâneo de 22 espécies escavadas no cerrado da Faz. Exp. da UFMT (l-indiferente; S-seca; A-alagável; n-número de clones; PV-propagação vegetativa; + presente; – ausente; P-PV potencial)

ÓRGÃO SUBTERRÂNEO/ ESPÉCIE	ÁREA I/S/A	No. PONTOS	No. RAMOS AMOSTRADOS (n)	No IND.* (Raio 3 m)	DISTÂNCIA ENTRE PONTOS* (cm)	ESTRUTURA VERTICAL*		ESTRUTURA HORIZONTAL*		REBROTAÇÃO +/-	PV +/-
						PERÍMETRO (cm)	COMPRIMENTO (cm)	PERÍMETRO (cm)	COMPRIMENTO (cm)		
ÓRGÃOS AXIAIS											
1.Campomanesia eugenioides	S	4	5	2	105	18 (24)	37 (50)	10 (13)	60 (100)	-	-
2.Cochlospermum regium	I	2	7(1)	9	203	21 (24)	18 (26)	3 (5)	69 (170)	+\$	+
3.Cordia insignis	I	2	11	9	139	14,5 (22,5)	10 (15)	5,5 (7)	85 (185)	+	-
4.Curatella americana	I	5	7	2	205	18,5 (31)	41 (50)	8 (9)	136 (250)	+	-
5.Eugenia aurata	S	3	5	1,5	144	7,5 (9,5)	45 (80)	3 (3)	112 (150)	-\$	P
6.Guettarda viburnoides	S	3	5	4	163	16 (24,5)	45,5 (105)	3 (3)	50 (100)	-	-
7.Lafoensia pacari	S	2	5	2	190	13 (19)	37 (60)	8 (15)	168 (250)	-	-
8.Ouratea semiserrata	S	4	5	1,5	230	7 (9,5)	64 (100)	<2	20 (30)	+	-
9.Psidium guineense Grupo 1	A	4	5(1)	1,5	102	8 (10,5)	70 (100)	<2	77 (90)	+	+
Grupo 1	S	3	5(1)	1,5	175	15,5 (24)	102 (215++)	3 (3)	30 (40)	-\$	+
Grupo 2	S	3	3	1	>300	11,5 (16)	80 (100++)	3 (3)	86 (150)	+	+
10.Rudgea viburnoides	S	2	6(2)	5	141	16 (24)	40 (50)	7,5 (10)	43 (79)	+	+
11.Tocoyena formosa Grupo 1	I	5	5	1	>300	18 (27,5)	47 (50)	3 (4)	115 (155)	+	-
ÓRGÃOS TUBEROSOS											
12.Alibertia edulis	I	3	9	3	145	6 (9,5)	28 (47)	8 (12)	66 (150)	+	-
13.Alibertia sessilis	S	3	8	2	124	14,5 (26)	15 (25)	4 (5)	66 (100)	+	-
14.Alibertia verrucosa	S	4	4	1,5	210	53 (60)	26 (30)	11 (13)	86 (100)	+	-
15.Heteropterys aphrodisiaca	S	5	5	1	>300	11 (12)	6 (6)	5 (6)***	109 (179)	+	-
16.Senna chrysocarpa	S	3	17	7	185	14 (23)	10 (15)	3 (3)	128 (215)	+	-
17.Tibouchina aff. karstenii	A	5	5	1,5	21,5	28 (40)	8 (12)	6 (7)	56 (115)	+	-
ÓRGÃOS DIFUSOS											
18.Eugenia biflora	I	2	10(2)	7	68	10+	30+	7 (10)	91 (106)	-\$	+
19.Hexaclamys aff. edulis	S	1	3(2)	3**	80	0	0	<2	28 (59)	+	+
20.Randia armata	A	2	12(2)	11**	85	0	0	<2	43 (90)	-	+
ÓRGÃOS FIBROSOS											
21.Rhynchanthera novemneria	A	2	40	71	66	0	0	<2	20 (36)	-	-
ÓRGÃOS MISTOS											
22.Heteropterys anoptera	S	3	5(3)	1	55++	14 (17)	14 (18)	3 (4)	49 (100)	+\$	+

* valores médios; ** dentro grupo; *** zona de nódulos; + indivíduo (1) com estrutura vertical; ++ paralelo à superfície; \$ rebrotação após escavação; Clones - dois ou mais ramos aéreos interligados e distantes por ≥ 10 cm.

* valores médios; ** dentro grupo; *** zona de nódulos; + indivíduo (1) com estrutura vertical; ++ paralelo à superfície; \$ rebrotação após escavação; Clones - dois ou mais ramos aéreos interligados e distantes por ≥ 10 cm.

Um a dois meses após escavações, cinco espécies produziram novos ramos aéreos nas estruturas horizontais expostas — *Cochlospermum regium* (Fig. 1A), *Eugenia aurata* (Fig. 1D), *Eugenia biflora*, *Heteropterys anoptera* e *Psidium guineense* (Grupo 2). Caso ocorra a ruptura das estruturas horizontais, que corte a ligação entre ramos aéreos, surgirão novos indivíduos geneticamente semelhantes e fisiologicamente independentes. Potencialmente, estas espécies são capazes de se propagar vegetativamente. Em *Tibouchina* aff. *karstenii* após a exposição do sistema subterrâneo ocorreu a emissão de inúmeros ramos aéreos junto à base dos ramos antigos (ápice da estrutura vertical), demonstrando habilidade para regeneração e não de propagação vegetativa pela espécie. Indivíduos não escavados mantiveram somente ramos de anos anteriores.

Entre as 22 espécies submetidas à escavações 16 (73%) rebrotam via estrutura vertical subterrânea. Seis espécies apresentam somente um ramo aéreo e nenhuma cicatriz que poderia indicar rebrotações anteriores — *Campomanesia eugenoides*, *Eugenia aurata*, *Eugenia biflora*, *Lafoensia pacari*, *Randia armata* e *Rhynchanthera novemnervia*. No cerrado estudado a produção de vários caules em espécies arbóreas é menos frequente (ex. *Machaerium eriocarpum*), predominando um tronco por indivíduo na comunidade enquanto nas arbustivas muitas vezes são formados indivíduos multicaulinares.

SISTEMAS SUBTERRÂNEOS

Espécies representando os diferentes tipos de sistemas subterrâneos observados no estrato lenhoso, exceto os formados por órgãos fibrosos, apresentam propagação vegetativa. Estas espécies serão indicadas no texto em negrito.

ÓRGÃOS AXIAIS

Neste grupo estão incluídas espécies com sistema subterrâneo profundo (30 a 100 cm), com estrutura vertical espessada e estruturas horizontais, geralmente vigorosas e concentradas nos primeiros 25 cm de profundidade do solo. O comprimento da estrutura vertical equivale à profundidade alcançada pela mesma no interior do solo na maioria das espécies. Em *Guettarda viburnoides*, *Eugenia aurata* e *Tocoyena formosa* a estrutura vertical sofre uma ou duas curvaturas à medida que aprofunda no solo, completando o seu crescimento paralelamente à superfície. Propagação vegetativa foi evidenciada em três espécies no grupo — *Cochlospermum regium*, *Psidium guineense* (Grupos 1 e 2) e *Rudgea viburnoides*. Nas espécies com capacidade de emissão de ramos aéreos a partir de estruturas subterrâneas os mesmos estão concentrados na porção proximal da estrutura vertical.

Campomanesia eugenoides — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical espessada (14 cm de perímetro x 8 cm de altura) que afina abruptamente e aprofunda por cerca de 50 cm no solo (Fig. 2A). As estruturas horizontais (até 9) têm igual espessura da porção mais delgada da estrutura vertical (ca. 10 cm). À medida que ocorre o seu desenvolvimento, que pode se estender por até 100 cm, progressivamente afinam e aprofundam no solo. Sem evidências de rebrotações (ramos aéreos e cicatrizes) partindo da estrutura vertical.

Cochlospermum regium — Sistema subterrâneo formado por estruturas de origem radicular (Kirizawa 1981, Rizzini 1979). A raiz principal é espessada e pode abruptamente afinar até alcançar 50 cm de profundidade. Raízes secundárias aparecem em número reduzido (até 3), são vigorosas e longas (até 170 cm). Geralmente apenas um ramo aéreo permanece por indivíduo mas cicatrizes (até

2) são evidentes na porção proximal da raiz principal. Em um dos indivíduos uma raiz secundária origina, a 88 cm de distância do ramo principal, um novo ramo aéreo formando um clone (Fig. 2B, 2C). Esta raiz continua o crescimento, aprofundando no solo. O sistema subterrâneo é carnoso e facilmente rompido em fragmentos. Os indivíduos jovens observados (plântulas) exibem espessamento da estrutura vertical. Não foi observada sobreposição das raízes secundárias entre os indivíduos escavados (Fig. 1C).

Cordia insignis — O sistema subterrâneo é formado por estrutura vertical espessada com 25 a 30 cm de comprimento. As estruturas horizontais surgem no terço inferior da estrutura vertical, são vigorosas e longas (Fig. 2D). As estruturas horizontais inter cruzam no espaço dentro dos grupos mas os indivíduos são autônomos. Geralmente sobrevive apenas um ramo em cada indivíduo, mas cicatrizes ao longo da estrutura vertical evidenciam rebrotamentos anteriores. Os dois indivíduos jovens observados (plântulas) exibem espessamento da estrutura vertical.

Curatella americana — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical espessada (16 cm de perímetro x 8 cm de altura) que afina abruptamente (8 cm de perímetro) e aprofunda por cerca de 50 cm no solo (Fig. 1B, 2E). As estruturas horizontais inicialmente têm igual espessura da porção delgada da estrutura vertical. A medida que ocorre o desenvolvimento, que pode estender por até 250 cm, progressivamente afinam. Ramos aéreos (até 4) e cicatrizes (até 3) surgem da estrutura vertical. Indivíduos adultos apresentam um só caule aéreo (tronco), raramente dois.

Eugenia aurata — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical espessada que progressivamente afina até alcançar 50 cm de profundidade. Estruturas secundárias são vigorosas e longas (até 150 cm, Fig. 1C). Em dois indivíduos a estrutura vertical curva-se, crescendo paralelamente à superfície do solo. Sem evidências de rebrotamentos (ramos aéreos e cicatrizes) partindo da estrutura vertical, mas com rebrotamento nas estruturas horizontais após escavação do sistema subterrâneo (1D, 2F).

Guettarda viburnoides — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical espessada que inicialmente aprofunda no solo (até 17 cm) e segue paralelamente à superfície do solo por cerca de 100 cm (Fig. 4A). A estrutura vertical gradativamente afina, atingindo na extremidade cerca de 5 cm de perímetro. Até três estruturas horizontais vigorosas e longas (ca. 100 cm) surgem da estrutura vertical e crescem em direção oposta aos indivíduos próximos. Ramos aéreos (até 2) e cicatrizes (até 2) surgem da estrutura vertical.

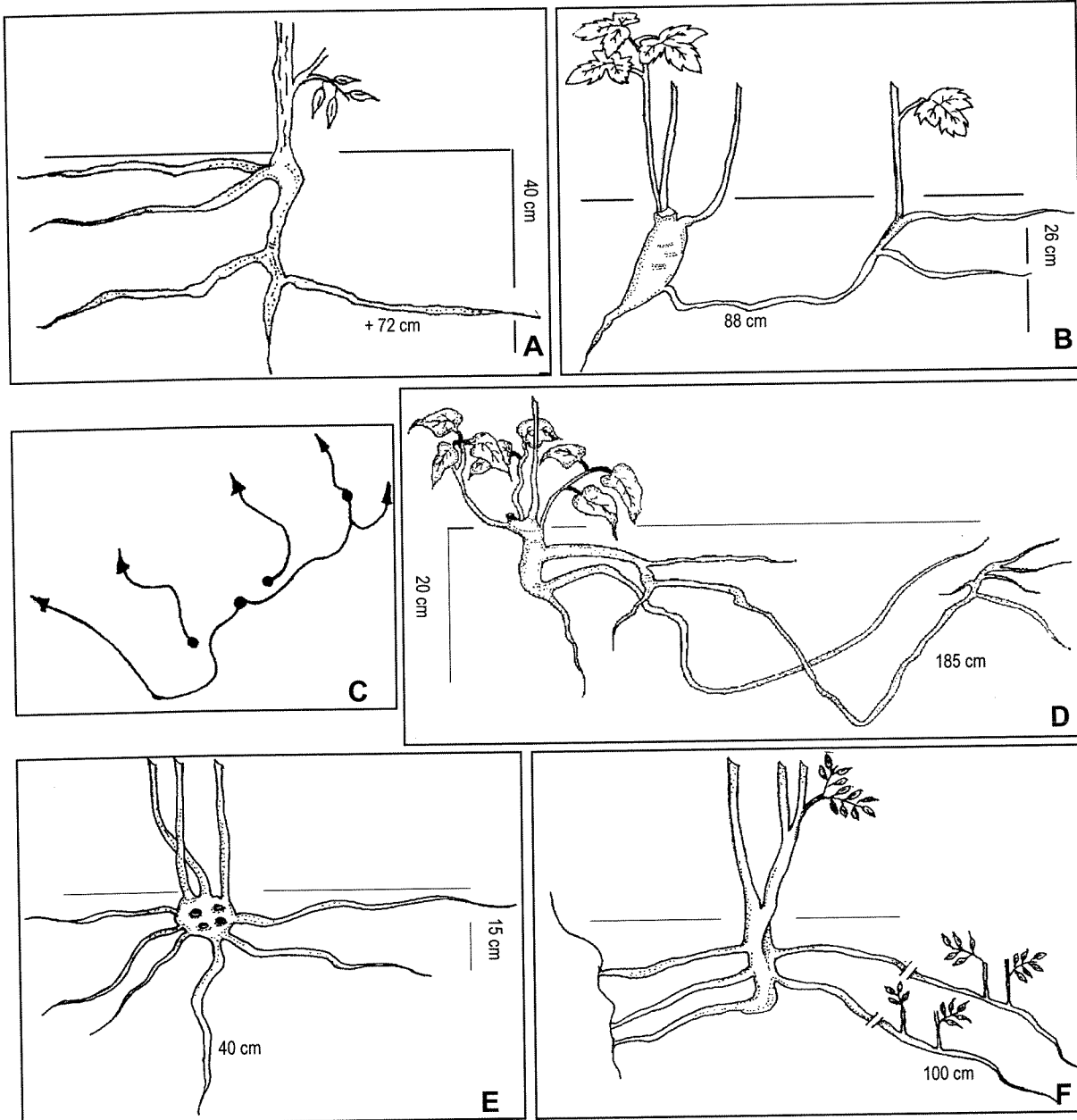
Lafoensia pacari — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical pouco espessada que progressivamente afina até alcançar 50 cm de profundidade. Estruturas secundárias aparecem em número reduzido (até 3), são vigorosas e longas (até 250 cm). Crescem paralelamente à superfície e, a medida que se desenvolvem intercalam umas com as outras dos indivíduos coespecíficos (Fig. 1E, 4B). Sem evidências de rebrotamentos (ramos aéreos e/ou cicatrizes), permanecendo apenas um ramo aéreo por indivíduo. As estruturas secundárias se sobrepõem na área ocupada pelos indivíduos escavados (Ponto 1, Fig. 4C).

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Figura 1 – SISTEMAS SUBTERRÂNEOS. A: *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg. – rebrotamento no sistema subterrâneo exposto ; B: *Curatella americana* L. – sistema subterrâneo; C-D: *Eugenia aurata* O. Berg. – C-sistema subterrâneo recém escavado, D-rebrotamento no sistema subterrâneo exposto; E: *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. – estruturas horizontais superficiais; F: *Ouratea semiserrata* Mart. & Ness – estrutura vertical; G-H: *Rudgea viburnoides* Benth.: G-estrutura horizontal ligando ramos aéreos, H-estruturas verticais interligadas.



Figura 2 – SISTEMAS SUBTERRÂNEOS. A: *Campomanesia eugenii* (Cambess.) D. Legrand – sistema subterrâneo; B-C: *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilg.: B-estrutura horizontal ligando ramos aéreos, C-distribuição espacial dos ramos aéreos e sistema radicular (Ponto 1), círculos negros indicam posição dos ramos aéreos, setas indicam direção de crescimento das raízes; D: *Cordia insignis* Cham. – sistema subterrâneo; E: *Curatella americana* L. – sistema subterrâneo; F: *Eugenia aurata* O. Berg. – rebrotamento no sistema subterrâneo exposto.



UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Ouratea semiserrata — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical relativamente vigorosa, mais espessada (7 cm) que o ramo aéreo (3,5 cm), e ocupa até 100 cm de profundidade do solo (Fig. 1F, 4D). A zona de espessamento tem de 16 a 23 cm de comprimento. Estruturas secundárias finas (até 3) crescem por até 30 cm. Geralmente sobrevive apenas um ramo aéreo em cada indivíduo, mas cicatrizes (até 2) evidenciam rebrotamentos anteriores na porção proximal da estrutura vertical.

Psidium guineense (Grupos 1 e 2) — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical vigorosa, pouco espessada na porção distal, e profundas (ca. 100 cm, Fig. 4E). A estrutura vertical pode apresentar curvatura (ca. 10 cm de profundidade) e continuar seu crescimento paralelamente à superfície do solo (100-150cm, Fig. 4F). Estruturas secundárias relativamente vigorosas e longas crescem ao longo da estrutura vertical. Aquelas que aparecem na porção mais profunda dos indivíduos do Grupo 1 crescem em direção à superfície do solo. Geralmente sobrevive apenas um ramo aéreo em cada indivíduo, mas cicatrizes (até 2) evidenciam rebrotamentos anteriores. A exceção está no Grupo 2 que apresenta indivíduos com rebrotamentos acima da superfície do solo, na base do ramo aéreo. Um dos cinco indivíduos analisados no Grupo 1 não exibiu estrutura vertical definida mas uma estrutura horizontal, com dois ramos aéreos, separados por 13 cm, que cresce paralelamente ao solo e se ramifica em uma extremidade e na outra exibe evidência de ruptura do tecido (Clone 1) (Fig. 4F). Um dos indivíduos do Grupo 2 exibiu estrutura vertical definida, onde uma das estruturas horizontais produziu um novo ramo aéreo (Fig. 4E) e continua o crescimento, aprofundando no solo (Clone 2).

Rudgea viburnoides — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical espessada que pode progressivamente afinar, até alcançar 50 cm de profundidade, ou interromper o crescimento logo abaixo da zona de espessamento. Estruturas secundárias aparecem em número reduzido (até 3), são vigorosas e relativamente curtas. Ramos aéreos (até 3) e cicatrizes (até 2) surgem da estrutura vertical. Em um dos indivíduos uma estrutura horizontal origina, a 43 cm de distância do ramo principal, quatro novos ramos aéreos num mesmo ponto (Clone 1, Fig. 21G, 4G). Esta estrutura horizontal continua o crescimento, aprofundando no solo. Outro indivíduo origina um novo ramo aéreo distante a 1,5 cm do ramo principal e a estrutura horizontal a qual está ligado cresce paralela ao solo por mais 70 cm (Fig. 1H). Neste caso não se caracteriza a formação de clone. O único indivíduo jovem observado (plântula) exibe espessamento da estrutura vertical. As estruturas secundárias dos indivíduos escavados se sobrepõem na área ocupada (Ponto 1, 4H).

Tocoyena formosa (Grupo 1) — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical espessada que progressivamente afina até alcançar 50 cm de profundidade. Um dos indivíduos amostrados apresentou estrutura vertical curvada e crescendo paralelamente à superfície do solo (Fig. 4I). Estruturas secundárias aparecem em número reduzido (até 3) e são vigorosas e longas. Ramos aéreos (até 4) e cicatrizes (até 4) surgem da estrutura vertical.

ÓRGÃOS TUBEROSOS

As espécies deste grupo apresentam sistema subterrâneo superficial (10 a 20 cm), com estrutura vertical espessada e estruturas horizontais vigorosas concentradas nos primeiros 15 cm de profundidade do solo. Nas espécies com rebrotamento os ramos aéreos surgem em diferentes pontos da estrutura vertical, exceto em *Tibouchina* aff. *karstenii* com ramos agrupados na porção proximal da mesma.

Figura 3 – SISTEMAS SUBTERRÂNEOS. A-C: *Alibertia edulis* (L.Rich.) A. Rich. – A-estruturas horizontais superficiais, B-estrutura vertical tuberosa, C-plântulas independentes; D: *Alibertia verrucosa* Moore – estrutura vertical tuberosa; E: *Heteropterys aphrodisiaca* O. March. – detalhe nodulações em estruturas horizontais; F-G: *Senna chrysocarpa* Desv. – F-estruturas horizontais superficiais, G-plântulas autônomas; H: *Tibouchina* aff. *karstenii* Cogn. –estruturas horizontais com zonas tuberizadas

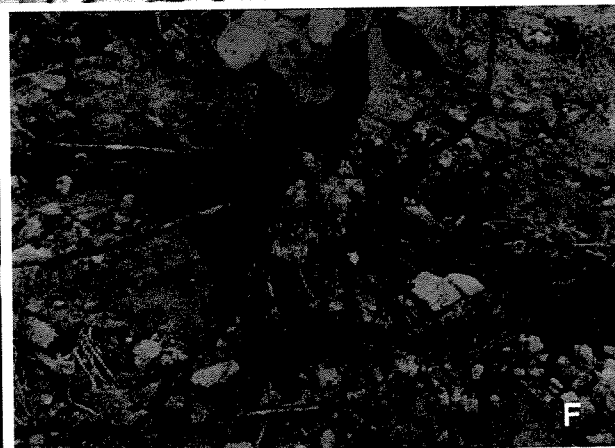
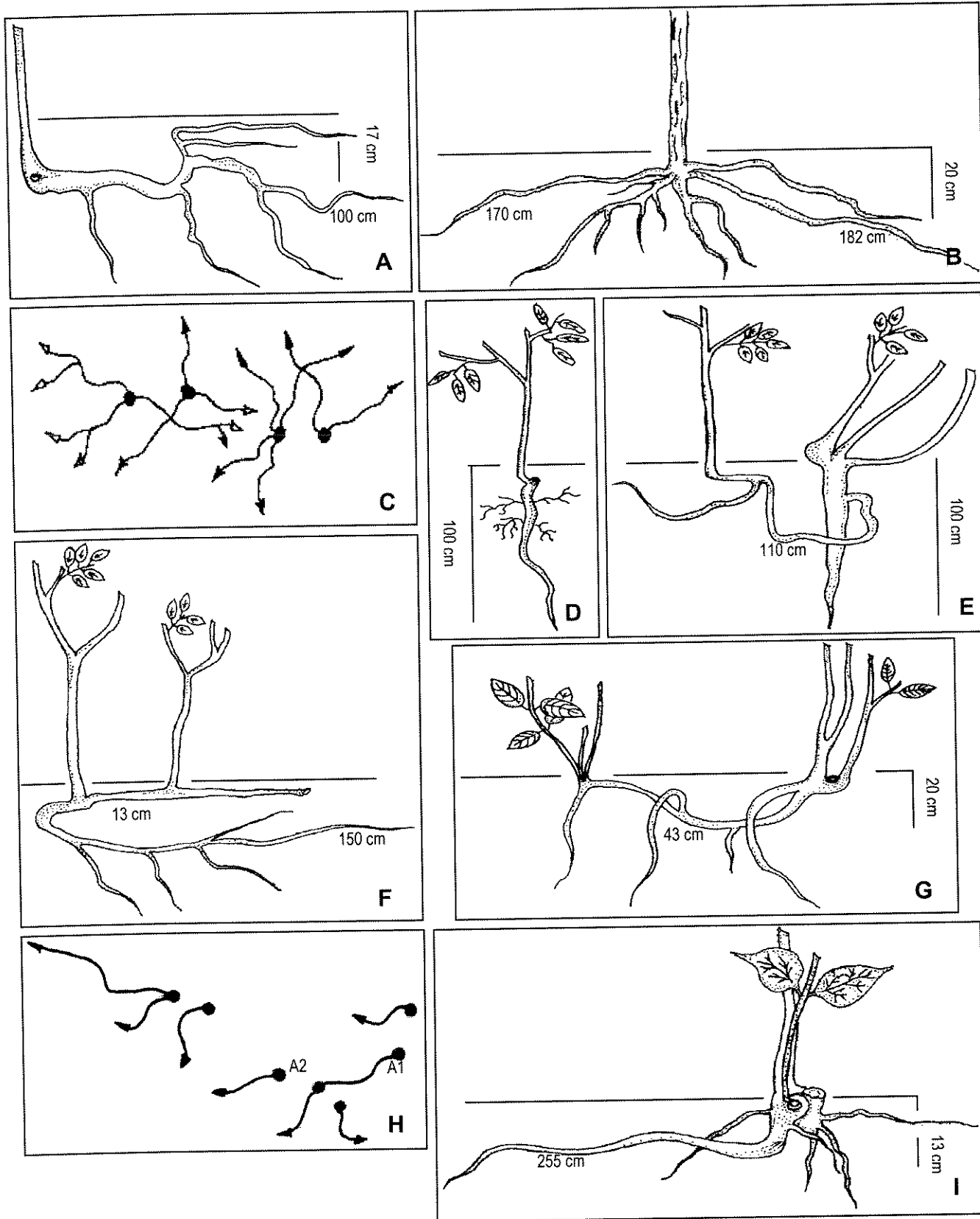


Figura 4 – SISTEMAS SUBTERRÂNEOS. A: *Guettarda viburnoides* Cham. & Schultdl. – sistema subterrâneo; B-C: *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. – B-estruturas horizontais superficiais, C-distribuição espacial dos ramos aéreos e das estruturas horizontais (Ponto 1), círculos negros indicam posição dos ramos aéreos, setas indicam direção de crescimento das estruturas horizontais, setas brancas indicam estruturas mortas; D: *Ouratea semiserrata* Mart. & Ness – estrutura vertical; E-F: *Psidium guineense* Sw.: E-estrutura horizontal ligando ramos aéreos (Grupo 2), F-estrutura horizontal ligando ramos aéreos (Grupo 1); G-H: *Rudgea viburnoides* Benth.: G-estrutura horizontal ligando ramos aéreos, H-distribuição espacial dos ramos aéreos e das estruturas horizontais (Ponto 1), círculos negros indicam posição dos ramos aéreos, setas indicam direção de crescimento das estruturas horizontais (A1-clone 1, A2-estruturas verticais separadas por 1,5 cm); I: *Tocoyena formosa* (Cham. & Schultdl.) Schum. – sistema subterrâneo.



Alibertia edulis — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical tuberosa, situada nos primeiros 15 cm de profundidade do solo (Fig. 3B, 5A). Estruturas horizontais são vigorosas e relativamente longas (100 cm, Fig. 3A). Ramos aéreos (até 3) surgem da estrutura vertical e não há evidências de cicatrizes. Plântulas e indivíduos jovens exibem estrutura vertical espessada (não tuberosa) e profunda (25 a 47 cm, Fig. 3C).

Alibertia sessilis — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical tuberosa, de formato irregular. Poucas estruturas horizontais, vigorosas e curtas, crescem em direção oposta aos indivíduos próximos e aprofundam no solo. Ramos aéreos (até 6) e inúmeras cicatrizes são evidentes na estrutura vertical (Fig. 5B). O único indivíduo jovem observado (plântula) exibe espessamento da estrutura vertical (4 cm perímetro x 2 cm altura), estruturas horizontais finas e dois ramos aéreos. Apesar da proximidade com outras plantas o mesmo se revelou autônomo. Os ramos aéreos podem surgir de estruturas verticais isoladas ou não. Neste caso duas a quatro estruturas verticais, interligadas por um elemento fino (ca. 2 cm perímetro) com até 4 cm de comprimento foram identificadas (Fig. 5B). Cada estrutura vertical origina um indivíduo multicaulinar. Em um indivíduo com duas estruturas verticais foi observado a partir de uma delas o crescimento de uma estrutura horizontal com espessamento após 18 cm de comprimento. A zona espessada origina três estruturas horizontais e exibe três cicatrizes. Não é possível saber se as mesmas estão relacionadas a outras estruturas horizontais ou a ramos aéreos mortos. O mesmo padrão de crescimento é observado entre indivíduos masculinos e femininos.

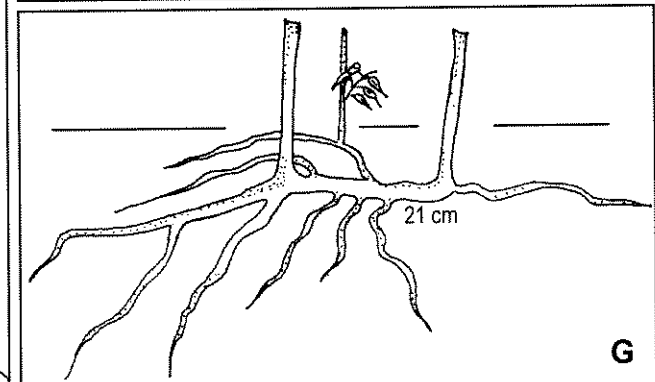
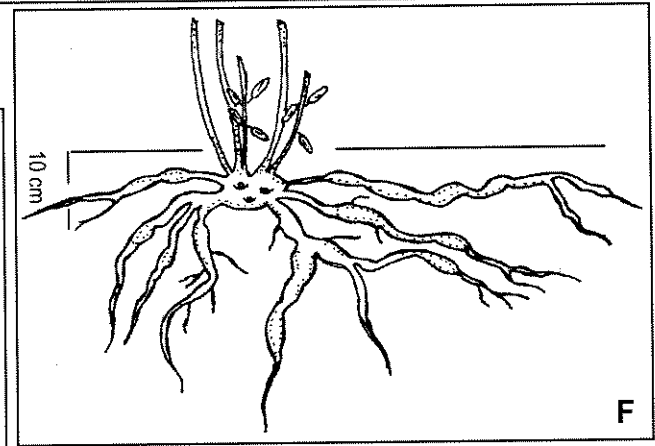
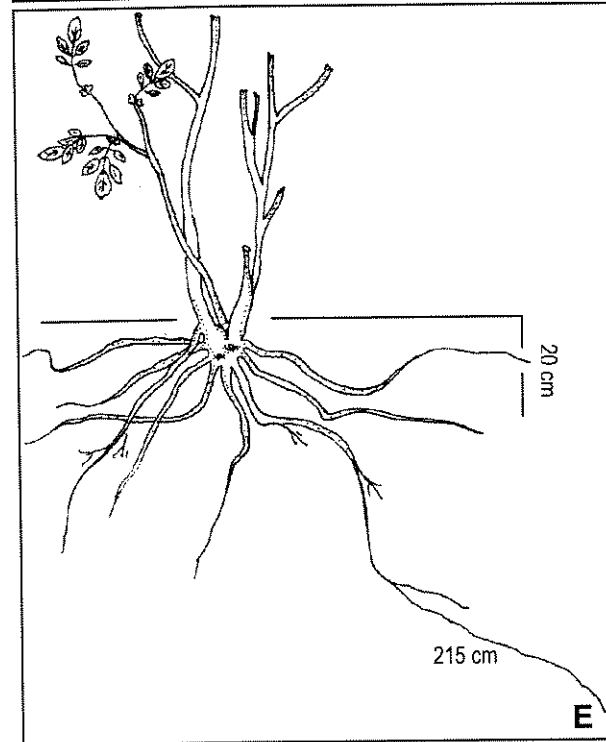
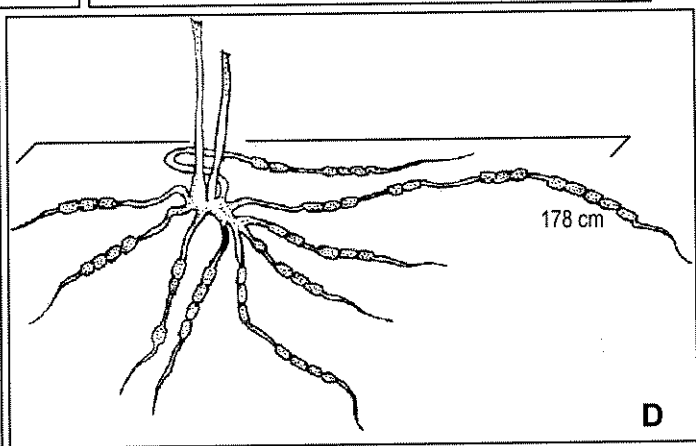
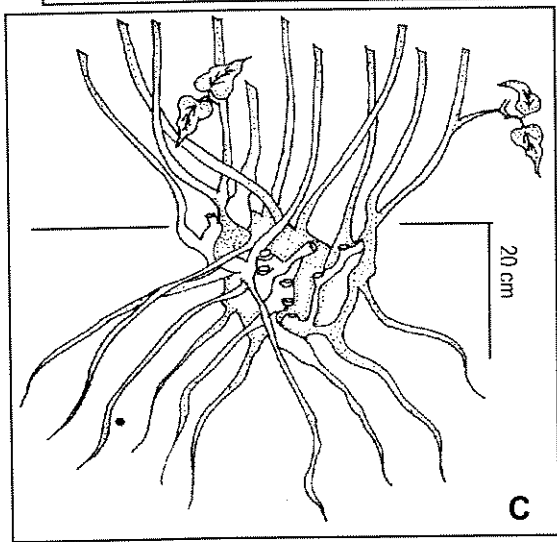
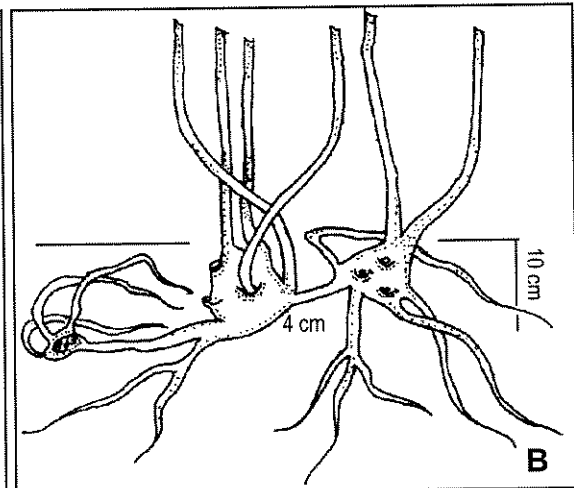
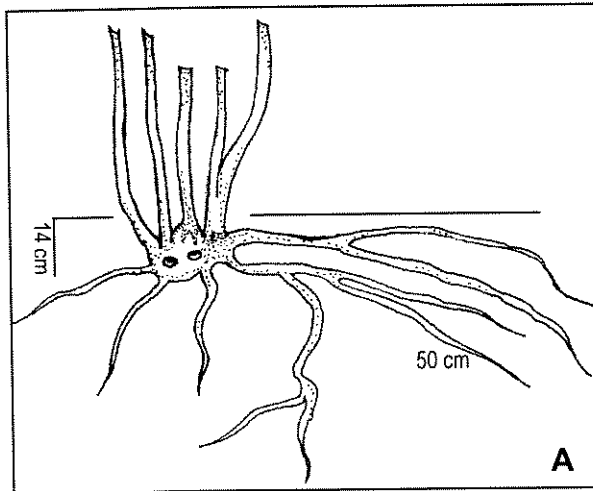
Alibertia verrucosa — O sistema subterrâneo formado por estrutura vertical tuberosa, de formato irregular e maior que em *Alibertia sessilis* (Fig. 3D, 5C). Numerosas estruturas horizontais relativamente vigorosas e longas crescem inicialmente paralelas à superfície do solo (ca. 20 cm de comprimento) e aprofundam no solo. De uma única estrutura vertical surgem inúmeras cicatrizes e ramos aéreos (até 20), formando indivíduos multicaulinares (Fig. 3D). O mesmo padrão de crescimento foi observado entre indivíduos masculinos e femininos.

Heteropterys aphrodisiaca — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical tuberosa pequena e várias estruturas horizontais longas (até 180 cm), formando nodulações em intervalos irregulares (Fig. 3E, 5D). Ramos aéreos (até 2) e cicatrizes (até 3) surgem na estrutura vertical.

Senna chrysocarpa — O sistema subterrâneo é formado por estrutura vertical tuberosa e numerosas estruturas horizontais vigorosas e longas (Fig. 3F, 5E), podendo se estender por pouco mais de 200 cm. Rebrotamentos são evidenciadas, com dois a quatro ramos aéreos por indivíduo da espécie partindo da estrutura vertical. Nos indivíduos jovens (plântulas) já é possível observar rebrotamentos e espessamento da estrutura vertical, crescimento limitado das horizontais (Fig. 3G). A espécie pode apresentar o sistema subterrâneo atacado por cupins (Isoptera), que leva a destruição total das estruturas horizontais.

Tibouchina aff. *karstenii* — Sistema subterrâneo formado por estrutura vertical tuberosa e várias estruturas horizontais curtas, ramificadas e com zonas tuberizadas (Fig. 3H, 3F). Ramos aéreos (até 10) e cicatrizes (até 6) surgem da porção proximal da estrutura vertical. Apesar da proximidade (10 a 33 cm) não foram evidenciadas ligações entre indivíduos.

Figura 5 – SISTEMAS SUBTERRÂNEOS. A: *Alibertia edulis* (L.Rich.) A. Rich. – estrutura vertical tuberosa; B: *Alibertia sessilis* (Cham.) K. Schum. – ligação entre estruturas verticais; C: *Alibertia verrucosa* Moore – estrutura vertical tuberosa; D: *Heteropterys aphrodisiaca* O. March. – estruturas horizontais superficiais; E: *Senna chrysocarpa* Desv. – estruturas horizontais superficiais; F: *Tibouchina* aff. *karstenii* Cogn. – estruturas horizontais com zonas tuberizadas; G: *Eugenia biflora* (L.) DC. – estrutura horizontal ligando ramos aéreos (clone 1).



ÓRGÃOS DIFUSOS

Grupo formado por espécies com sistema subterrâneo superficial (até 8 cm) e ramificado, sem estrutura vertical definida na maioria das plantas. As espécies que compõem o grupo apresentam propagação vegetativa. Em *Eugenia biflora* as estruturas subterrâneas de onde partem ramos aéreos são vigorosas. Nas demais espécies as estruturas subterrâneas são delicadas.

Eugenia biflora — Sistema subterrâneo muito superficial (6 cm), profuso e sem estrutura vertical definida. As estruturas horizontais crescem paralelamente à superfície do solo, originando novos ramos aéreos em diferentes pontos. Foram identificados de dois (Clone 1, Fig. 5G, 6A) a três (Clone 2) ramos interligados por uma única estrutura horizontal. É difícil definir o número de indivíduos interligados e a existência de indivíduos isolados dentro dos agrupamentos formados pelas plantas, em função do emaranhado de estruturas horizontais mais finas que dificultam a escavação (Fig. 6A). Sem evidências de rebrotamento (ramos aéreos e/ou cicatrizes. A única planta jovem escavada apresentou estrutura vertical definida e profunda (30 cm), e estava isolada a mais de 3 m de outros coespecíficos. Foi observada a emissão de ramos aéreos por estruturas horizontais finas (Fig. 6B).

Hexaclamys aff. edulis — A espécie cresce formando agrupamentos com indivíduos isolados ou interligados (Fig. 6C, 6D). As estruturas horizontais originam novos ramos aéreos distantes entre 15 e 70 cm. Foram identificados entre seis (Clone A, Fig. 7A) e três (Clone B, Fig. 7B) ramos interligados por uma única estrutura horizontal. No ponto escavado foram encontrados dois clones e um indivíduo isolado. Não há evidências, como cicatrizes ou restos de estruturas subterrâneas, que indiquem ligações prévias entre plantas autônomas e aquelas com ligações evidentes. Apenas um ramo aéreo é observado, mas cicatrizes (até 2) indicam rebrotamentos anteriores que surgem junto ao ponto de inserção com as estruturas horizontais. As estruturas horizontais podem apresentar, em intervalos determinados, somente cicatrizes. As estruturas secundárias se sobrepõem na área ocupada pelos indivíduos escavados (Ponto 1, Fig. 7B).

Randia armata — Não ocorre espessamento na base do ramo aéreo, que tem cerca de 6 cm enterrados no solo. Estrutura vertical foi definida em apenas uma das plantas observadas (20 cm de comprimento), não mais espessada que o ramo aéreo. Duas a três estruturas horizontais, sempre finas, aparecem por planta. Não foram encontrados indícios de rebrotamento (cicatrizes e/ou ramos aéreos) em uma mesma planta. A espécie geralmente forma agrupamentos no cerrado estudado. Foram identificados sete grupos (plantas masculinas) e quatro indivíduos isolados (plantas femininas). Dentro de um grupo de plantas masculinas foi observada ligação entre ramos aéreos através de estruturas horizontais (2 clones, Fig. 6E, 6F). É possível que ligações entre plantas sejam cortadas durante as escavações em função da fragilidade das estruturas subterrâneas e da dificuldade de separação destas no emaranhado que se forma no mesmo espaço. Somente plantas masculinas foram avaliadas. Nos clones identificados os ramos aéreos estão interligados por estrutura horizontal com 5 a 12 cm.

ÓRGÃOS FIBROSOS

Rhynchanthera novemnervia — Sistema subterrâneo superficial (5 a 11 cm) e delicado (Fig. 6G). Não existe estrutura vertical definida e as estruturas horizontais são finas, curtas (32 cm) e ocorrem em profusão. A espécie cresce formando agrupamentos de indivíduos autônomos. Não há evidências de rebrotamentos (ramos aéreos e/ou cicatrizes) permanecendo apenas um ramo aéreo por espécie.

ÓRGÃOS MISTOS

Heteropterys anoptera — O sistema subterrâneo exibiu variações morfológicas entre plantas. Em dois pontos escavados as plantas têm órgãos caracteristicamente axiais e no terceiro a estrutura vertical é tuberosa. *Sistema subterrâneo formado por órgão axial*: estrutura vertical pouco espessada que inicialmente aprofunda no solo (até 17 cm) e posteriormente cresce paralela à superfície por cerca de 100 cm. Uma vez curvada pode produzir em intervalos (4 a 17 cm) novos ramos aéreos e continuar seu crescimento, tornando-se delgada (Clones 1 e 2). Estruturas horizontais são vigorosas, em pequeno número (até 3) e crescem em direção oposta aos indivíduos próximos. Ramos aéreos (até 7) e cicatrizes (até 2) são evidenciadas na estrutura vertical. *Sistema subterrâneo formado por órgão tuberoso*: estrutura vertical tuberosa quase plana (17 cm de comprimento x 13 cm de largura x 5 cm de altura), de onde partem ramificações espessadas (7,5-11 cm de perímetro x 5-64 cm de comprimento) em cuja extremidade surge um ramo aéreo ou uma cicatriz (Fig. 7C, 7D). Foram identificados seis ramos aéreos e seis cicatrizes. Da porção subterrânea dos ramos aéreos podem surgir estruturas horizontais que aprofundam no solo (Clone 3).

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA VS. REPRODUÇÃO SEXUADA

A maioria das 22 espécies lenhosas com sistema subterrâneo analisado na comunidade investe exclusivamente na reprodução sexuada para a geração de novos indivíduos (68,2%, 15/22). A produção natural de frutos observada entre as espécies abre caminho para a efetivação deste processo na área estudada e a densidade populacional indica o seu sucesso (Tabela 2). Ausência de frutos, durante dois anos de acompanhamento, foi determinada por aborto e/ou predação de estruturas reprodutivas entre plantas de *Lafoensia pacari*. Mesmo espécies com baixa produção natural de frutos apresentam densidade populacional de oito ou mais indivíduos/ha.

Figura 6 – SISTEMAS SUBTERRÂNEOS. A-B: *Eugenia biflora* (L.) DC. – A-ramos aéreos interligados, B-fragmento de estrutura horizontal com ramo aéreo novo; C-D: *Hexaclamys* aff. *edulis* (O.Berg) Kaus. & Legr.: C-ramos aéreos interligados, D-detálhe da ligação entre ramos aéreos; E-F: *Randia armata* (Sw.) DC. – E-estrutura horizontal ligando ramos aéreos, F-detálhe da ligação entre ramos aéreos; G: *Rhyncanthera nomnervia* DC. – G-sistema subterrâneo fibroso.

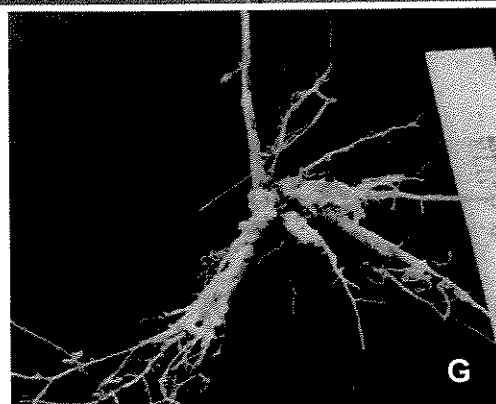
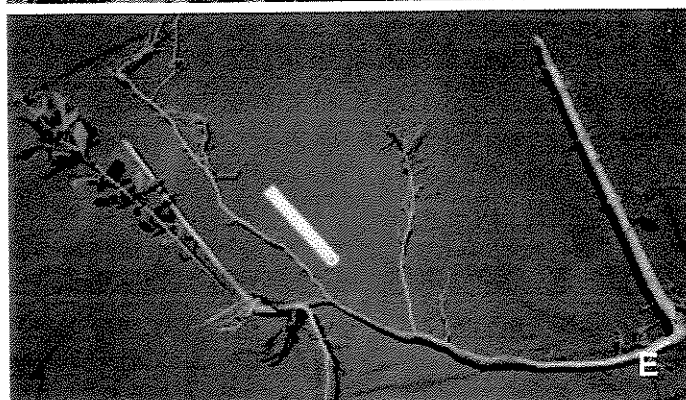
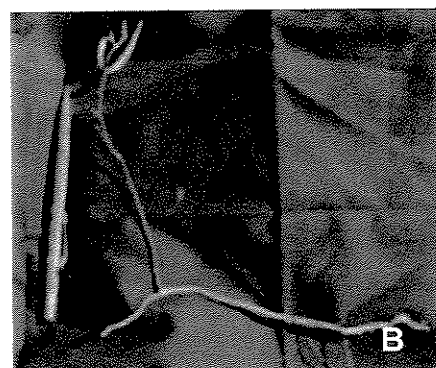


Figura 7 – SISTEMAS SUBTERRÂNEOS. A-B: *Hexaclamys* aff. *edulis* (O.Berg) Kaus. & Legr. – A-representação do Clone A (6 ramos aéreos), B-diagrama da distribuição das estruturas subterrâneas dos clones (A, B) e indivíduo isolado (C), círculos negros indicam posição dos ramos aéreos, setas indicam direção de crescimento das estruturas horizontais; C-D: *Heteropterys anoptera* A. Juss. – C-sistema subterrâneo, seta indica estrutura tuberosa (clone 3), D-representação do Clone 3, círculos negros indicam posição dos ramos aéreos, círculos brancos indicam cicatrizes de ramos aéreos, setas indicam direção de crescimento das estruturas horizontais e estrutura tuberosa.

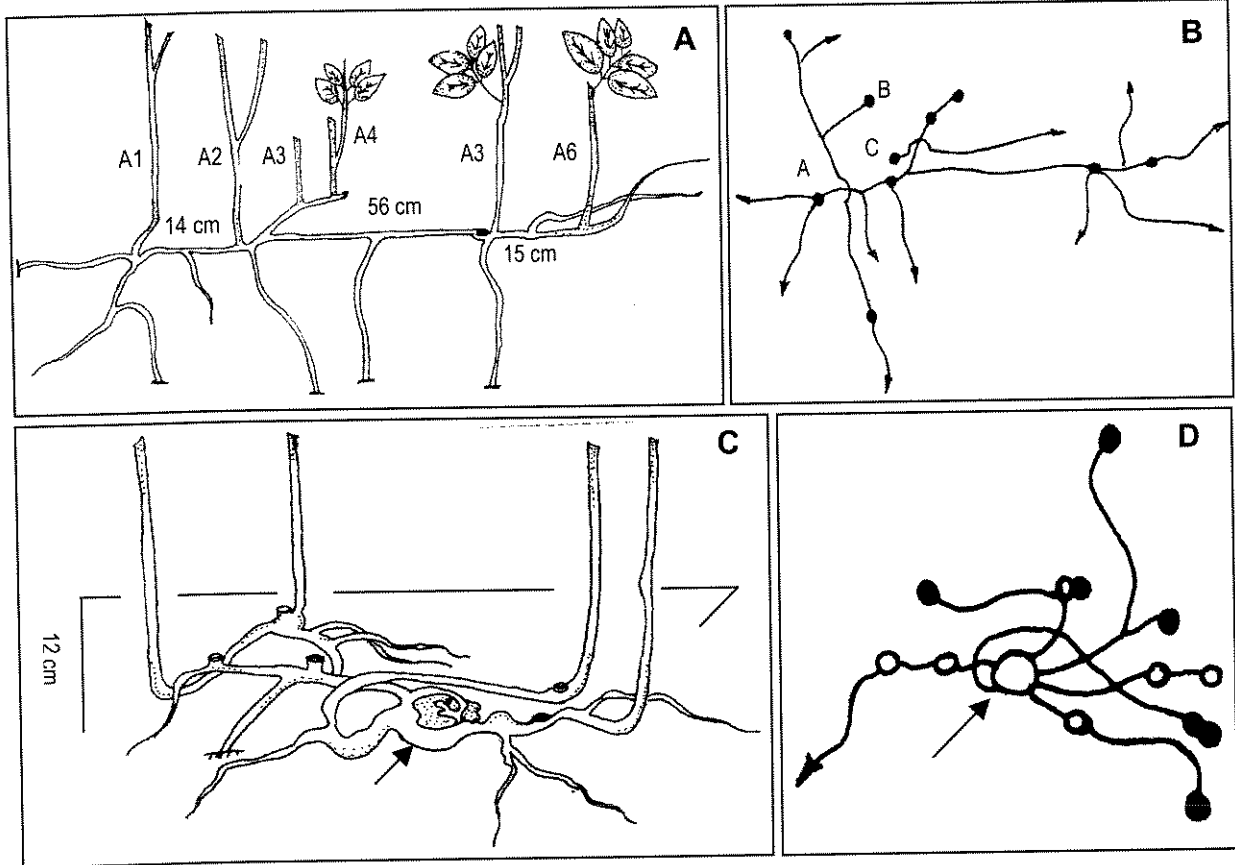


Tabela 2 – Características das espécies lenhosas com sistema subterrâneo analisado no cerrado da Faz. Exp. da UFMT (n-número de botões e/ou flores: L-longistilo; B-brevistilo; H-homostilo; ab-arbusto; ar-árvore; PV- propagação vegetativa; + presente; – ausente; P- PV potencial).

ESPÉCIE	HÁBITO	DENSIDADE (ind./ha)	No. IND. ¹	% FRUTOS ‡ (n)	PV +/-
<i>Alibertia edulis</i>	ab	25	5	55,6 (36)	–
<i>Alibertia sessilis</i>	ab	—	5	60 (75)	–
<i>Alibertia verrucosa</i>	ab	4	5	49 (66)	–
<i>Campomanesia eugenioides</i>	ab	12	5	39 (66)	–
<i>Cochlospermum regium</i>	ab	8	28	11,6 (103)	+
<i>Cordia insignis</i>	ab	41	4L	22 (29)*	–
			5B	36 (40)*	
			4H	32,6 (24)*	
<i>Curatella americana</i>	ar	95	5	27 (74)	–
<i>Eugenia aurata</i>	ab	12	5	49 (83)	P
<i>Eugenia biflora</i>	ab	45	4	26,5 (53)	+
<i>Guettarda viburnoides</i>	ab	12	5	6,5 (90)	–
<i>Heteropterys anoptera</i>	ab	12	8	5,5 (145)	+
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	ab	4	6	15 (154)	–
<i>Hexaclamys aff. edulis</i>	ab	8	2 ‡	0 (143)	+
<i>Lafoensia pacari</i>	ar	8	10	0 (127)	+
<i>Ouratea semiserrata</i>	ab	4	5	3 (100)	–
<i>Psidium guineense</i> Grupo 1	ab	8	12	39 (117)	+
Grupo 2			4	32 (41)	
<i>Randia armata</i>		8	4	**	+
<i>Rhynchanthera novemnervia</i>	ab	8	5	30 (100)	–
<i>Rudgea viburnoides</i>	ab	8	5L	27 (93)	+
			5B	34 (171)	
<i>Senna chrysocarpa</i>	ab	12	8	28 (126)	–
<i>Tibouchina aff. karstenii</i>	ab	12	5	29,5 (196)	–
<i>Tocoyena formosa</i> Grupo 1	ab	12	5	10 (72)	–
Grupo 2			3	12 (33)	

‡ observação com 30 dias; † agrupamentos; * número de sementes; ** com frutos - sem dados quantitativos

A via vegetativa é usada para recrutamento na população por somente sete taxa (31,8%, 7/22) e, aparentemente, está associada à mecanismos sexuais. Uma única espécie, *Hexaclamys aff. edulis*, não apresentou produção de frutos, sob polinização natural ou controlada, em dois ciclos reprodutivos. Nas polinizações controladas efetuadas intra (autopolinização) e entre clones (polinização cruzada) da área estudada as flores foram abortadas. Dúvidas surgem para *Randia armata* pela ausência de informações sobre a presença de propagação vegetativa entre as plantas femininas.

DISCUSSÃO

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO

As escavações revelam que as plantas lenhosas do cerrado estudado apresentam geralmente sistema subterrâneo bem desenvolvido. Entre as 22 espécies avaliadas, três têm estruturas delicadas (órgãos difusos ou fibrosos), enquanto nas demais o espessamento ocorre em maior ou menor grau. Rizzini (1979) separa as estruturas tuberosas em xilopódios ou raízes (carnosas, tuberosas, lenhosas). O xilopódio seria uma estrutura lenhosa e gemífera, com origem caulinar ou radicular. Entre as espécies com órgãos tuberosos aparentemente apenas *Tibouchina aff. karstenii* exibe raízes tuberosas, considerando a sua morfologia externa.

¹ amostragem restrita a um ou dois indivíduos = número de indivíduos com atividade reprodutiva na população.

Nas espécies com sistema subterrâneo difuso na área estudada, os órgãos horizontais são ramificados e superficiais. Este padrão é característico entre espécies com este tipo de sistema subterrâneo (Rizzini 1979). O sistema subterrâneo difuso é citado em literatura sobre savanas apenas nas referências voltadas para o Cerrado. Com as informações disponíveis não é possível saber se este tipo de sistema subterrâneo está restrito às espécies do Cerrado ou se o número avaliado de espécies em outras comunidades de savana é insuficiente para conclusões. Órgãos fibrosos, como os registrados em *Rhynchanthera novemnervia*, são referenciados para outras espécies de Melastomataceae do Cerrado e sempre com origem radicular (Rizzini 1979).

As plantas jovens de *Alibertia edulis* e *Eugenia biflora* apresentam estrutura vertical definida e profunda que, com o tempo, assume aspecto tuberoso ou é eliminada nos adultos. Situação semelhante foi observada em outras espécies com sistema subterrâneo difuso como em *Eugenia biflora* (Rizzini & Heringer 1966). Não foram encontradas referências para espécies com órgãos tuberosos sobre este aspecto. Nas espécies com plântulas analisadas na comunidade foi observado o espessamento da estrutura vertical nesta fase de crescimento o que, aparentemente, é próprio das espécies lenhosas do Cerrado como estratégia para garantir sua sobrevivência a períodos desfavoráveis (Rizzini & Heringer 1962, Paviani & Haridasan 1988, Oliveira & Silva 1993).

As espécies arbustivo-arbóreas apresentam grande crescimento do sistema subterrâneo tanto no Cerrado (Rachid 1947, Rawitscher 1948, Rizzini & Heringer 1966, Rizzini 1979) como em outras áreas de savanas (Sarmiento 1983). Nas savanas neotropicais as estruturas subterrâneas, na maioria das vezes, apresentam maior concentração de biomassa que a porção aérea (Medina & Huber 1992). Este padrão de desenvolvimento é considerado a mais interessante adaptação morfológica da vegetação e surge como resposta à pressão ambiental sempre presente nas savanas — fogo, déficit hídrico periódico e pobreza de nutrientes no solo (Sarmiento 1983, Sarmiento *et al.* 1985). Para Rizzini (1979) o crescimento do sistema subterrâneo é uma consequência da radiação solar sobre a vegetação. O efeito da luz foi detectado em *Mimosa multipinna* Benth. que apresentou raiz atrofiada sob luz difusa e xilopódio desenvolvido sob iluminação total (Rizzini 1963).

A capacidade de regeneração é freqüente entre as plantas escavadas no cerrado estudado, com 16 espécies, representando cerca de 73% do total (22 spp.), produzindo ramos aéreos a partir de estruturas subterrâneas. A presença de apenas um ramo aéreo não significa necessariamente incapacidade de rebrotamento por uma dada espécie. Há casos como *Cordia insignis* e *Ouatea semiserrata*, duas espécies que somente após exposição do sistema subterrâneo, foram evidenciadas cicatrizes que confirmam rebrotamentos anteriores. Existe a possibilidade que outras 27 espécies (7 árvores e 20 arbustos) da comunidade tenham capacidade de rebrotamento através da estrutura subterrânea em função da produção de dois ou mais ramos aéreos próximos que surgem abaixo da superfície do solo nos indivíduos (Anexo 1).

A propagação vegetativa aparece em um terço das espécies escavadas (7 spp.). Estudos anatômicos serão necessários para determinar a origem (caulinar ou radicular) da mesma nas espécies da área. A propagação vegetativa surge no Cerrado a partir de xilopódios, sistemas subterrâneos difusos (Rizzini & Heringer 1966) e raízes gemíferas (Rizzini 1979). Na área estudada a formação de clones em *Hexaclamys aff. edulis* e *Randia armata* servem como exemplo de propagação vegetativa via órgãos difusos, e *Cochlospermum regium* via raízes gemíferas.

A presença de estrutura subterrânea espessada, axial ou tuberosa, interligando ramos aéreos nos indivíduos de *Eugenia biflora*, *Heteropterys anoptera* e *Psidium guineense* é encontrada em outras espécies de diferentes tipos de vegetação. Segundo Lacey & Johnston (1990) a separação dos ramos aéreos em indivíduos independentes raramente é observada na natureza e, portanto, a idéia de

propagação vegetativa não se aplica a estas espécies. Os autores consideram estes indivíduos como "pré-clones" em função da potencial separação dos ramos aéreos por morte ou fragmentação das estruturas que promovem a ligação entre os mesmos. Neste caso, *H. anoptera* não seria indicada com propagação vegetativa e nas duas outras a frequência seria menor que o observado, uma vez que apenas os indivíduos com ligações extensas e mais finas poderiam vir a ser independentes.

Acompanhamento periódico dos indivíduos de todas as espécies com propagação vegetativa comprovada no cerrado estudado, durante pelo menos um ano, serão necessários com intuito de verificar se as ligações entre ramos aéreos são rompidas e em que condições (com ou sem exposição do sistema subterrâneo, estação seca ou chuvosa). Estudos neste sentido foram desenvolvidos por Mathes *et al.* (1999) para 27 espécies com raízes gemíferas, em floresta tropical. Os autores observaram que as estruturas radiculares que ligam ramos aéreos sofrem necrosamento, promovendo a separação dos mesmos. Na base dos novos indivíduos crescem raízes secundárias, permitindo que as plantas sejam capazes de sobreviver.

Entre as espécies com propagação vegetativa comprovada, a formação de clones não se estende a todos os indivíduos escavados. Variação dentro de populações foi igualmente observada em outra comunidade de cerrado por Henriques (1993). Tais diferenças são justificadas pela ação de fatores que influenciam na presença de propagação vegetativa. Perturbações e características do ambiente determinam que a mesma seja freqüentemente episódica e não regular nas populações (Lacey & Johnston 1990).

Num segundo grupo do estrato lenhoso, formado por 17 espécies com sistema subterrâneo analisado em outras localidades de cerrado (*sensu lato*), a propagação vegetativa é desenvolvida através de raízes gemíferas — *Bowdichia virgilioides*, *Brosimum gaudichaudii*, *Caryocar brasiliense*, *Casearia sylvestris*, *Dimorphandra mollis*, *Duguetia furfuracea*, *Eugenia dysenterica*, *Hancornia speciosa*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Magonia pubescens*, *Qualea grandiflora*, *Tabebuia aurea* e *Xylopia aromatica* (ver Rizzini & Heringer 1962, 1966; Rizzini 1979) — ou com origem indefinida (caulinar ou radicular) — *Byrsonima coccolobifolia*, *Pouteria ramiflora*, *Qualea multiflora* e *Qualea parviflora* (ver Henriques 1993). Estas informações indicam a possibilidade de uso de propagação vegetativa entre estas espécies na área estudada.

A propagação vegetativa e a capacidade de rebrotamento podem ser estimuladas por fatores abióticos: solo (umidade, textura e fertilidade), luz (intensidade, duração e qualidade) e temperatura (ar e solo) (Abrahamson 1980, James 1984, Brewer & Platt 1994). No Cerrado estes processos geralmente são associados a perturbações, sendo o fogo a mais importante. Quase sempre a rebrotamento é apontada como adaptação das espécies resistentes ao fogo (Raw & Hay 1985, Gignoux *et al.* 1997). O fogo, recorrente nestas áreas, é apontado como o principal estímulo à emissão de ramos novos pelas plantas (Sarmiento *et al.* 1985, Kauffman & Martin 1990). Tanto as herbáceas quanto as lenhosas apresentam regeneração após a queima (Ramos & Rosa 1992). Para espécies arbustivas o número de ramos aéreos por indivíduo pode dobrar em áreas queimadas a cada dois anos quando comparado com áreas protegidas (Ramos 1990). Isto deve justificar, em parte, o maior número de indivíduos multicaulinares entre espécies arbustivas e menor entre as arbóreas na área estudada.

A propagação vegetativa é estimulada também por herbivoria ou estresse ambiental (Abrahamson 1980). Em espécies lenhosas a propagação vegetativa aparece como uma resposta direta à perturbações, enquanto nas herbáceas a produção de novos indivíduos independe de pressões ambientais (Berg & Hamrick 1994). Para o Cerrado, Rizzini & Heringer (1966) acreditam que novos ramos oriundos de raízes gemíferas surgem após estímulos traumáticos na estrutura

(exposição ao ar ou ferimentos) nas árvores, e nos subarbustos são formados espontaneamente em raízes sem danos. Existe a possibilidade que nas espécies com a emissão de ramos novos após a exposição da estrutura subterrânea seja um exemplo de gemação radicular em arbustos por exposição ao ar e/ou luminosidade — *Cochlospermum regium*, *Eugenia aurata*, *Eugenia biflora*, *Heteropterys anoptera* e *Psidium guineense* (Grupo 2).

O rebrotamento das plantas através do sistema subterrâneo está associado a perturbações, geralmente pela conseqüente perda da parte aérea após a ação de fogo, corte, seca ou herbivoria (James 1984). A gemação de estruturas subterrâneas para rebrotamento é estimulada pela diminuição dos hormônios relacionados à dormência apical e sob maior concentração de nutrientes e carboidratos pelas mesmas (James 1984). Os indivíduos analisados de *Tibouchina* aff. *karstenii*, embora mantendo ramos antigos, produziram novos após as escavações. Resta saber se este procedimento representou um estímulo traumático para as plantas ou se outros fatores determinaram a rebrotamento, como por exemplo a luz.

No cerrado estudado, a propagação vegetativa aparece em *Psidium guineense*, tanto nos indivíduos que crescem em ambiente periodicamente alagado (Grupo 1), como naqueles exclusivos de locais secos (Grupo 2). Neste caso a amostragem é insuficiente para definir se a propagação vegetativa predomina em um ambiente sobre o outro.

As espécies com propagação vegetativa na área estudada representam sete diferentes gêneros em quatro famílias — *Cochlospermaceae*, *Malpighiaceae*, *Myrtaceae* e *Rubiaceae*. Além das espécies analisadas no presente estudo aproximadamente 68 outras, distribuídas em 57 gêneros e 37 famílias, de ervas, arbustos, árvores e lianas usam deste mecanismo para produção de novos indivíduos no Cerrado (ver Rachid 1947, Rachid-Edwards 1956, Rizzini & Heringer 1962, 1966, César & Pagano, 1971, Rizzini 1971b, 1979, Henriques 1993). Estes dados sugerem que a propagação vegetativa no Cerrado independe de hábito ou relações taxonômicas.

A proporção de espécies com propagação vegetativa (32%, 7/22), comprovada através de exposição do sistema subterrâneo, no cerrado estudado, é inferior ao registrado por Henriques (1993) em outra área com igual vegetação no Distrito Federal (89,3%, 25/28). No Cerrado, aparentemente a propagação vegetativa está associada a algum tipo de perturbação ambiental. Então, o número de espécies com este caráter deveria ser maior no cerrado em Mato Grosso, sujeito a diferentes tipos de perturbações, e menor para o cerrado do Distrito Federal, protegido por muito tempo, principalmente de queimadas. Henriques (1993) acredita que o significativo número de espécies com propagação vegetativa seja conseqüência de pressão de seleção por longo tempo sobre a comunidade estudada no Distrito Federal. Os fatores que possivelmente determinam esta pressão não foram identificados pelo autor. Provavelmente estes fatores não são ainda claros, considerando o volume limitado de dados quantitativos sobre propagação vegetativa, em número de espécies e comunidades, para o Cerrado.

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA VS. REPRODUÇÃO SEXUADA

Informações sobre sistema subterrâneo de 22 espécies lenhosas revelam que o recrutamento de novos indivíduos é determinado exclusivamente pela reprodução sexuada na maioria, e combinado com propagação vegetativa em um número menor de espécies. A reprodução sexuada parece se confirmar através da produção natural de frutos na área estudada e, particularmente para as espécies sem propagação vegetativa, pela densidade populacional geralmente acima de 8 indivíduos/ha. Para

aquelas com pequena ou nenhuma produção de frutos os dados de densidade indicam sucesso reprodutivo em anos anteriores.

Para *Hexaclamys aff. edulis*, existe a possibilidade que a propagação vegetativa seja a única alternativa que garanta a sobrevivência da espécie na comunidade ou que a ausência de frutos, em dois ciclos reprodutivos consecutivos, tenha ocorrido como consequência de auto-incompatibilidade genética e presença de clones e indivíduos isolados aparentados, cuja similaridade genética impede o sucesso da reprodução sexuada na área estudada. Estudos a longo prazo, envolvendo acompanhamento fenológico e cruzamento com clones localizados em outras comunidades, serão necessários para definir as estratégias reprodutivas usadas pela espécie para se manter no Cerrado.

Alguns pesquisadores defendem a tese de dominância da propagação vegetativa no Cerrado, em função de interrupção do ciclo reprodutivo sexuada pela eliminação sistemática de sementes e plântulas do ambiente por causas diversas (Rizzini & Heringer 1962, Ferri 1973). Outros, entretanto, acreditam que a existência de sementes em fase de germinação e de plântulas em diferentes estágios serve como indicativo de sucesso da reprodução sexuada neste ambiente (Labouriau *et al.* 1963, 1964, Válio & Moraes 1966). Estudos recentes, conforme comentado a seguir, vêm demonstrando que o recrutamento através da via sexuada no Cerrado é real e garantido através de um conjunto de estratégias relacionadas com a germinação de propágulos e com as fases iniciais de desenvolvimento de um novo indivíduo.

Muitas espécies do Cerrado apresentam sementes com, sob condições de laboratório, viabilidade alta e capacidade de germinação (Felippe & Silva 1984). As limitações da estação seca podem ser superadas por uma série de adaptações estruturais que se manifestam cedo entre as plantas do Cerrado: lignificação e suberização das raízes e ramos sob iluminação forte e ar seco; maturação celular favorecida pela deficiência de água no solo; deposição de pectina nas paredes celulares da coifa. Estas adaptações protegem as plântulas contra dessecação e calor, apressa a diferenciação e retém água na raiz, ajudando a manter o ponto de crescimento em bom estado de turgescência (Rizzini 1979). A sobrevivência das plântulas também é garantida pelo crescimento rápido em comprimento do sistema radicular para algumas espécies ou pelo seu espessamento em outras (Rizzini & Heringer 1962, Oliveira & Silva 1993). Desta forma, as mesmas dispõem de água através da penetração nas camadas mais profundas do solo ou seu acúmulo no sistema radicular. Plântulas são ainda capazes de rebrotamento após a eliminação da parte aérea (Rizzini 1979, Oliveira & Silva 1993).

Com frequência as espécies lenhosas apresentam germinação de sementes e estabelecimento de plântulas em locais com cobertura (sob a copa de árvores isoladas ou vegetação mais densa) e durante a estação chuvosa (Labouriau *et al.* 1964, Válio & Moraes 1966, Rizzini 1971b, 1979, Oliveira 1991, Hoffmann 1996). Um conjunto de aspectos ecológicos favorece esta tendência. Em locais com maior cobertura, o recrutamento é beneficiado pelas condições ambientais. Há acúmulo de nutrientes, maior umidade e menor temperatura sob a copa das árvores; em áreas mais densas a exclusão de gramíneas e outras herbáceas reduz a competição entre estas e as plântulas (Hoffmann 1996). Algumas características fisiológicas observadas nas sementes facilitam a germinação em pontos abrigados do Cerrado — muitas espécies são indiferentes à luz como estímulo para a germinação; temperaturas altas registradas em pontos com maior exposição solar inibem este processo (Felippe & Silva 1984). Na estação chuvosa, é suprida a necessidade básica de água das sementes e plântulas para germinação e estabelecimento (Rizzini 1979, Hoffmann 1996).

Estas informações reforçam a idéia de reprodução sexuada bem sucedida no Cerrado. Por outro lado a ausência de estudos relacionados com aspectos sexuais, particularmente quanto à

produção e germinação de sementes e estabelecimento de plântulas, para espécies que usam a propagação vegetativa, não é possível saber se existem *taxa* sendo mantidos no Cerrado exclusivamente através de meios assexuados.

Por ora, é permitido supor que as espécies características desta vegetação formam dois grupos básicos definidos por *taxa* que se reproduzem exclusivamente pela via sexuada e outros que associam os dois mecanismos para a estruturação de suas populações. As últimas garantem a replicação de genótipos bem sucedidos através da propagação vegetativa e a variabilidade genética, necessária para sobreviver às pressões de seleção no ambiente, por meio de cruzamentos. O balanço entre reprodução sexuada e assexuada em espécies que usam os dois mecanismos é influenciado por fatores abióticos (composição e fertilidade do solo, temperatura e luz) e bióticos (competição, densidade, estabilidade, sucessão e ausência de polinização) (Abrahamson 1980).

As escavações demonstram que a propagação vegetativa não é comum a todos os indivíduos dentro da amostragem efetuada para espécies com este mecanismo na comunidade. Um exemplo de possíveis variações entre populações de uma mesma espécie é dado por *Lafoensia pacari*, sem indícios de propagação vegetativa na área estudada e com ligação entre ramos num cerrado próximo à Brasília (Henriques 1993). Outra espécie sem propagação vegetativa no cerrado estudado, *Guettarda viburnoides*, quando avaliada em floresta exibiu ramos aéreos interligados por distância de 60 cm (Mathes *et al.* 1999). Estes resultados conferem importância diferenciada à propagação vegetativa dentro e entre populações. Diante desta imprevisibilidade, levam vantagem as espécies que combinam alternativas sexuadas e assexuadas para garantir o recrutamento de novos indivíduos.

Perturbações podem favorecer este grupo de espécies sobre outras exclusivamente sexuadas no Cerrado. Algumas espécies ilustram esta tendência com melhores resultados para propagação vegetativa, quando submetidas a queimadas regulares. O fogo estimula a propagação vegetativa nestes *taxa* e reduz o sucesso da reprodução sexuada pela não produção de frutos nos anos de queimada ou destruição de estruturas reprodutivas (botões, flores, frutos imaturos e maduros), e também por comprometer a produção de sementes nos anos posteriores em função de menor esforço reprodutivo pelos indivíduos (Hoffman 1998). Arbustos são mais susceptíveis ao fogo anual que as árvores, podendo ocorrer retardamento no período de frutificação em algumas espécies e ausência de frutos em outras (Sanaiotti & Magnusson 1995).

Espécies com populações estabelecidas exclusivamente através de sementes com origem sexuada são igualmente importantes no Cerrado. O presente trabalho e outros estudos sobre sistemas subterrâneos (Rachid 1947, Rawitscher 1948, Dubs 1994) descrevem um grande número de espécies mantidas sob estas condições. Muitas delas são abundantes e com distribuição ampla neste ambiente (Ratter *et al.* 1996), indicando que as mesmas são capazes de superar diferentes pressões (biótica e abióticas) sobre a reprodução sexuada. Entre estas podem ser incluídas dez espécies encontradas na área estudada que, quando submetidas a escavações em outros locais do Cerrado, não apresentaram indícios de propagação vegetativa — *Neea theifera* (Warming 1908), *Copaifera langsdorffii* (Rachid 1947), *Buchenavia tomentosa*, *Byrsonima orbigniana*, *Cordia glabrata*, *Dipteryx alata*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Luehea paniculata*, *Tabebuia impetiginosa* e *Terminalia argentea* (Dubs 1994).

CONCLUSÃO

Os dados referentes ao sistema subterrâneo de 22 espécies lenhosas do Cerrado revelam a diversidade de tipos estruturais apresentados pelas mesmas. As estruturas geralmente são bem desenvolvidas e capazes de rebrotamento, promovendo a regeneração dos indivíduos com ou sem formação de plantas multicaulinares no ambiente. A maioria das espécies depende da produção de sementes com origem sexuada para garantir o recrutamento de novos indivíduos na população. Sete apresentaram indícios de propagação vegetativa entre seus indivíduos.

Qualquer discussão sobre reprodução de plantas do Cerrado será polarizada pela ocorrência de propagação vegetativa e restrições à reprodução sexuada. A argumentação é baseada no estudo de um número limitado de espécies quanto aos dois aspectos e sempre abordados isoladamente. Contudo, estudos demonstram que, apesar das várias pressões impostas à reprodução sexuada, as espécies desenvolveram mecanismos e estratégias que permitem o sucesso das diferentes etapas do ciclo reprodutivo tornando a mesma efetiva no Cerrado. Por ora, conclusões sobre o papel da propagação vegetativa e reprodução sexuada no Cerrado ainda são precipitadas pela insuficiência de espécies amostradas e estudos comparativos quanto à eficiência das duas alternativas para a manutenção de populações.

ANEXO 1 – Relação de espécies arbustivo-arbóreas com capacidade de rebrotamento (comprovada ou inferida) no cerrado da Faz. Exp. da UFMT (ab-arbusto, ar-árvore; abe-arbusto escandente; número de ramos aéreos; cicatriz). N=43 spp.

ESPÉCIES SUBMETIDAS À ESCAVAÇÃO (16 spp.) — **BORAGINACEAE**: *Cordia insignis* (ab, 1+c); **CAESALPINIACEAE**: *Senna chrysocarpa* (ab, 2-4); **COCHLOSPERMACEAE**: *Cochlospermum regium* (ab, 1-3); **DILLENIACEAE**: *Curatella americana* (ar, 1-4); **MALPIGHIACEAE**: *Heteropterys anoptera* (ab, 1-7), *H. aphrodisiaca* (ab, 1-2); **MELASTOMACEAE**: *Tibouchina* aff. *Karstenii* (ab, 3-5); **MYRTACEAE**: *Hexaclamys* aff. *edulis* (ab, 1+c), *Psidium guineense* (ab, 1-3); **OCHNACEAE**: *Ouratea semiserrata* (ab, 1+c); **RUBIACEAE**: *Alibertia edulis* (ab, 1-3), *A. sessilis* (ab, 3-6), *A. verrucosa* (ab, 3-20), *Guettarda viburnoides* (ab, 1-3), *Rudgea viburnoides* (ab, 1-3), *Tocoyena formosa* (ab, 1-4);

ESPÉCIES NÃO SUBMETIDAS À ESCAVAÇÃO (27 spp.) — **ANNONACEAE**: *Annona cornifolia* (ab, 1-4), *Annona dioica* (ab, 3-6), *A. sp.1* (ab, 1-2), *A. sp.2* (1-2), *Duguetia furfuracea* (1-4), *Xylopia aromatica* (ab, 1-2); **ASTERACEAE**: *Vernonia brasiliensis* (1-4); **CAESALPINIACEAE**: *Hymenaea stigonocarpa* (ar, 1-2); **COMBRETACEAE**: *Combretum discolor* (ab, 3-5); **EUPHORBIACEAE**: *Croton cuiabensis* (ab, 1-2); **FABACEAE**: *Machaerium eriocarpum* (ar, 1-8); **LAMIACEAE**: *Hyptis lutescens* (ab, 1-3), *H. ovalifolia* (ab, 3-6); **MALPIGHIACEAE**: *Byrsonima orbignyana* (ab, 1-3), *Mascagnia benthamiana* (abe, 3-5); **MALVACEAE**: *Pelteae speciosa* (ab, 1-3); **MELASTOMACEAE**: *Miconia prasina* (ab, 1-2); **MIMOSACEAE**: *Calliandra parviflora* (ab, 2-5); **MORACEAE**: *Brosimum gaudichaudii* (ab, 1-2); **MYRTACEAE**: *Myrcia albo-tomentosa* (ab, 1-2); **RHAMNACEAE**: *Rhamnidium elaeocarpum* (r, 1-2); **RUBIACEAE**: *Chomelia obtusa* (ab, 1-7), *C. pohliana* (ab, 1-3), *C. sp.* (ab, 1-4); **SAPINDACEAE**: *Magonia pubescens* (ar, 1+c); **STERCULIACEAE**: *Helicteres sacarrolha* (ab, 1-3); **VOCHYSIACEAE**: *Qualea multiflora* (ar, 1-2).

CAPÍTULO 6 COMUNIDADE Vs. CONSERVAÇÃO

INTRODUÇÃO

A crescente destruição de ambientes naturais tem despertado preocupação quanto à conservação de espécies e comunidades (Given 1990, Primack 1992). O resultado imediato do desmatamento em grande escala de áreas tropicais é a perda irreversível de centenas de plantas e animais (Hubbell & Foster 1992). Com a perda de habitats, há uma estimativa de extinção de aproximadamente 100 espécies a cada dia (Nunney & Campbell 1993). Num futuro próximo, a conservação de plantas e animais em todo o mundo dependerá da preservação e manejo de remanescentes de vegetação natural (Saunders *et al.* 1991).

A paisagem da savana brasileira, o Cerrado, tem sido alterada de forma contínua e intensiva por ação antrópica nas últimas três décadas. O estado de Mato Grosso serve como exemplo da ocupação da região e das suas consequências. O estado apresentava 47,9 milhões de hectares com este tipo de vegetação, representando 39% da sua área (Ferri 1977). Hoje 24,7% deste total estão desmatados (Silva Jr. & Felfili 1992). Com a instalação de pólos de desenvolvimento (Promat, Polocentro, Poloamazônia e Polonoroeste) promoveu-se no estado a mais acentuada expansão demográfica do país nos anos oitenta. As terras exploradas anteriormente por atividades extrativistas, agricultura de subsistência, pecuária extensiva e garimpagem artesanal, foram invadidas por tecnologia moderna, predatória e aplicada a grandes extensões geográficas. Como resultado, tem sido verificada a destruição da flora e fauna, e o estabelecimento de graves problemas sociais (Ferreira & Monteiro 1990).

O desenvolvimento de diferentes atividades dentro do Cerrado impôs como prática usual a remoção da vegetação natural, tendo como efeito imediato a formação de ilhas de vegetação espalhadas por toda a região. Fragmentos de vegetação são considerados "ilhas ecológicas" (Gentry 1992) que variam em tamanho, forma, tempo e grau de isolamento. Estas características conferem mudanças diferenciadas em aspectos físicos (Saunders *et al.* 1991) e bióticos nestas áreas (Primack 1992, Terborgh 1992), quase sempre com consequências biológicas danosas sobre o ecossistema. A continuidade de espécies no ambiente será garantida apenas quando os processos que determinam a dinâmica interna dos fragmentos sejam mantidos. Para tanto, os fragmentos exigem um manejo constante e preciso (Given 1990), buscando sempre reduzir as pressões que interferem nesta dinâmica.

Os efeitos da fragmentação, sobre a flora e a fauna do Cerrado, ainda não foram avaliados. Mesmo para áreas contínuas, as informações são limitadas a alguns locais e a determinados aspectos ecológicos. O ritmo de degradação do Cerrado impõe que decisões visando a sua conservação sejam tomadas, antes que estejam disponíveis dados mais abrangentes sobre as espécies e suas relações biológicas (Marinho 1992). Neste sentido, são necessárias inferências e previsões sobre as possibilidades de extinção de espécies e comunidades. As estimativas podem ser baseadas na fragilidade do ambiente (Nilsson & Grelsson 1995). A análise de aspectos estruturais e biológicos relacionados com o estrato arbustivo-arbóreo de um cerrado (*sensu stricto*) de Mato Grosso, bem como a constatação de perturbações com origem antrópica dentro da área, permitem desenvolver algumas considerações quanto à fragilidade potencial da comunidade e às perspectivas de conservação da mesma.

A COMUNIDADE

Os estudos foram desenvolvidos em 4,9 hectares de cerrado (*sensu stricto*, classificação Coutinho 1978). A área representa o único espaço com vegetação natural dentro dos 210,4 hectares que definem a Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso — UFMT e limita-se parcialmente com propriedades particulares. O entorno da área é ocupado por igual vegetação (fora dos limites da Fazenda Experimental) e pastagens artificiais. Atualmente, o cerrado (*sensu lato*) da região sofre com queimadas anuais, pastoreio por animais (gado e cavalos), bem como pela substituição por agricultura de subsistência ou por pastagens artificiais ou completa remoção com fins imobiliários. O cerrado estudado está sujeito à ação de perturbações estacionais ou contínuas — fogo, pastoreio por animais (gado e cavalos), invasão de espécies provenientes de áreas alteradas e escavação do solo por coletores de minhoca (*Glossoscolex* sp., *Oligochaeta*).

Os estudos se concentraram sobre o estrato arbustivo-arbóreo da comunidade. O levantamento florístico revelou um total de 131 espécies, distribuídas em 45 famílias e 92 gêneros determinados, em uma área de 4,9 ha. Estudos sobre a estrutura da comunidade envolveram 69% (90/131) das espécies lenhosas; os resultados apontaram densidade populacional mediana de 8 indivíduos/ha. A maioria das espécies exibiu florescimento (83%, 109/131) e frutificação (62%, 81/131), durante dois anos de acompanhamento fenológico. A produção de flores e frutos ocorreu com frequência anual, episódica ou contínua.

Entre as espécies com atividade reprodutiva foi observada interação com animais, na polinização das flores (94,5%, 103/109) e na dispersão das sementes (53%, 43/81). A polinização por animais pode ser ordenada em seis sistemas básicos, definidos segundo a categoria de visitantes — abelhas, besouros, mariposas, animais diversos, morcegos e beija-flores. O vento também pode atuar como agente polinizador (5,5%, 6/109) e, principalmente, como dispersor (36%, 29/81). A dispersão de sementes ainda é desenvolvida através de mecanismos autocóricos (11%, 9/81). Seis sistemas sexuais foram identificados no estrato estudado, com maior destaque para o hermafroditismo (77%, 101/131) e a dioécia (15%, 20/131). Informações disponíveis para 60 espécies, revelam que o sistema reprodutivo adotado, pela maioria, é a xenogamia (70%, 42/60), a xenogamia facultativa (25%, 15/60) e a autogamia (3,4%, 2/60). Apenas uma espécie (1,6%, 1/60), deste total, apresenta indícios de agamospermia.

Estudos envolvendo sistema subterrâneo, num grupo de 22 espécies, descrevem a ocorrência de propagação vegetativa em sete (32%) e capacidade de regeneração em 16 (73%). Entre as espécies com propagação vegetativa somente uma (*Hexaclamys* aff. *edulis*) não produziu sementes. O aborto e predação de estruturas reprodutivas, pólen inviável, ausência de polinizadores e/ou produção natural de frutos pequena ou ausente são fatores que afetam negativamente o sucesso reprodutivo em parte das espécies.

VULNERABILIDADE — CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

No cerrado estudado, a vulnerabilidade ou fragilidade potencial, está associada à possibilidade de isolamento da área, em função da fragmentação da vegetação natural na região, e a pequena extensão da área (4,9 ha). A fragilidade é definida, em maior ou menor grau, por mudanças relacionadas à abundância e composição de espécies, como resultado de perturbações com origem antrópica (*sensu* Nilsson & Grelsson 1995). A abundância de espécies pode ser reduzida como consequência de extinção de populações locais ou redução no número de novas espécies introduzidas via semente. A composição florística poderá ser influenciada por um número predominante de espécies herbáceo-subarbustivas e pela introdução de espécies invasoras ou exóticas. A fragilidade é evidenciada no estrato lenhoso em aspectos relacionados à (1) densidade populacional, (2) biologia reprodutiva das espécies, particularmente quanto à polinização, dispersão, sistema reprodutivo e dioécia e (3) perturbações ambientais. As alterações que possam surgir nesse sentido interferem na dinâmica de populações localmente adaptadas das espécies lenhosas, tornando-as propensas à extinção.

DENSIDADE POPULACIONAL

As espécies lenhosas do cerrado estudado, considerando amostragem de 90 taxa, tendem a exibir densidade populacional mediana de 8 indivíduos/ha. Para 32% (29/90) destas, as estimativas apontam menor densidade — 4 indivíduos/ha. A partir dos índices obtidos é possível estimar o tamanho da população de cada espécie na área (4,9 ha). Os resultados indicam que a população local da maioria das espécies amostradas (73%, 66/90) varia de 20 a 59 indivíduos aproximadamente; para 23 espécies o número de indivíduos varia entre 79 a 466 e apenas uma reúne 1455 indivíduos na área.

O tamanho da população tem influência sobre o grau de variabilidade genética das plantas, que é requisito essencial para adaptações evolutivas necessárias frente às mudanças ambientais. O número de indivíduos é um importante parâmetro quando se quer determinar o quanto de variabilidade genética existe em uma população (Lande & Barrowclough 1990). Populações pequenas tendem a apresentar perda de variabilidade genética através de deriva genética, endogamia, limitação do fluxo gênico entre indivíduos e aumento na probabilidade de extinção de populações locais com troca livre de genes entre os indivíduos (Young *et al.* 1993, 1996).

O tamanho da população, portanto, assume importância na proposta de população mínima viável (PMV) para uma dada espécie — a menor população isolada com variação genética suficiente para permitir a sobrevivência de uma espécie por longo tempo, apesar dos efeitos negativos provocados por limitações demográficas, ambientais e genéticas e catástrofes ambientais (Shaffer 1981). A PMV, por sua vez, é influenciada pelo tamanho efetivo da população, ou seja, pelo número de indivíduos com possibilidade real de cruzamento numa população. Estimativas teóricas definem que o tamanho efetivo da população varia de 200 a 10.000 indivíduos (Kemp *et al.* 1976). Franklin (1980) supõe que uma população com tamanho efetivo inferior a 50 indivíduos pode sofrer depressão endogâmica a curto prazo; provavelmente 500 ou mais indivíduos são necessários para manter a variação genética a longo prazo.

Embora não tenha sido calculado o tamanho efetivo da população de nenhuma espécie lenhosa no cerrado estudado, é possível observar, pelo tamanho da população local estimada para 90 espécies lenhosas, o predomínio de taxa com número inferior a 50 indivíduos. O limite mínimo de 50

indivíduos necessários para evitar endogamia, proposto por Franklin (1980), seria satisfeito por 40% (36/90) das espécies. A maioria, entretanto, 60% (54/90) não apresenta condições de permanência no ambiente a longo prazo (Tab.1). Este grupo de espécies com menor densidade populacional teria maiores chances de sobrevivência somente se o tamanho da área de ocupação fosse maior, ampliando o tamanho das populações. Para as espécies com populações formadas por 4 indivíduos/ha (20 indivíduos/4,9 ha) uma área de 13 ha poderia reunir 52 indivíduos. Aquelas com 8 indivíduos/ha (39 indivíduos/4,9 ha) precisariam de 7 ha para agrupar 56 indivíduos.

Tabela 1 – Relação entre hábito de crescimento e densidade no estrato arbustivo-arbóreo da Faz. Exp. da UFMT (n=número de espécies)

HÁBITO	NÚMERO DE INDIVÍDUOS			TOTAL (n)
	<50	≥50	>500	
árvore	28	11	0	39
arbusto	26	24	1	51
TOTAL	54	35	1	90

Estudos pressupõem que a PMV seja cinco a dez vezes maior que o tamanho efetivo determinado para uma população (Nunney & Campbell 1992). Supondo uma PMV com indivíduos em número cinco vezes superior ao tamanho efetivo de 50 indivíduos, pode ser observado que poucas espécies poderiam satisfazer esta condição na área. Apenas cinco espécies apresentam população local estimada acima de 250 indivíduos — *Annona dioica*, *Curatella americana*, *Hyptis lutescens*, *Peltaea speciosa* e *Vernonia brasiliensis*. A única com mais de 500 indivíduos na área é *Annona dioica*. Avaliação preliminar indica a presença de propagação vegetativa nesta espécie, o que deve reduzir a estimativa do tamanho da população local.

Os dados relacionados com densidade populacional apontam limitações à sobrevivência das espécies lenhosas na comunidade, caso ocorra o isolamento completo da vegetação, convertendo o cerrado estudado em um pequeno fragmento. No entanto, a área permanece hoje circundada por cerrado, implicando em aumento efetivo da população local das espécies o que deve reduzir as chances de extinção previstas para as mesmas.

POLINIZADORES E DISPERSORES

Os animais desempenham um papel importante na polinização das flores e dispersão das sementes das espécies lenhosas com atividade reprodutiva no cerrado estudado. A grande maioria (99%, 108/109) depende dos animais em pelo menos uma fase do seu ciclo reprodutivo. A única exceção é *Croton cuiabensis*, uma espécie com polinização pelo vento e dispersão das sementes por mecanismos autocóricos. Caso as relações entre plantas e animais sejam eliminadas não ocorrerá polinização e não existirão sementes, impedindo a dispersão e estabelecimento de novos indivíduos das espécies lenhosas na comunidade. O tamanho da área e a possibilidade de fragmentação colocam em risco estas relações para o estrato lenhoso.

Aparentemente algumas espécies são mais susceptíveis que outras às mudanças na polinização; efeitos negativos são sempre maiores em menores fragmentos (Aizen & Feinsinger 1994a, Murcia 1996). Entre as espécies estudadas em Mato Grosso, aquelas que apresentam flores de óleo (com elaióforos) ou com anteras poricidas possivelmente são mais sensíveis às alterações ambientais, em função de suas relações particulares com determinados grupos de abelhas polinizadoras. Na área estudada, os principais polinizadores (prováveis) visitam as flores de duas a

seis espécies lenhosas estabelecendo, uma rede de interações na comunidade. Na presença de perturbações, a extinção de uma espécie de polinizador poderá contribuir para a extinção de muitas espécies de plantas associadas (Didham *et al.* 1996, Waser *et al.* 1996).

Estudos revelam que a fragmentação da vegetação produz diminuição na abundância e diversidade de polinizadores (Bawa 1990, Didham *et al.* 1996, Murcia 1996, Kearns & Inouye 1997, Kearns *et al.* 1998) e dispersores (Howe 1984, Janzen & Vázquez-Yanes 1991). Menor disponibilidade de polinizadores implica em produção limitada de sementes (Aizen & Feinsinger 1994a), ou em produção de sementes com menor qualidade genética, como resultado de endogamia, ou quantidade insuficiente de pólen, provocando a fecundação dos óvulos por tubos polínicos menos vigorosos que crescem na ausência de competição com outros (Kearns & Inouye 1997). A presença de polinizadores, entretanto, não garante maior produção de sementes quando o número de plantas é reduzido. Polinizadores que habitualmente forrageiam sobre grande densidade floral podem desprezar as flores produzidas pelos indivíduos que formam populações pequenas (Lamont *et al.* 1993).

Com a fragmentação há uma limitação de habitats e de recursos disponíveis, promovendo redução na diversidade e no tamanho das populações de animais, restringindo a dispersão entre áreas (Alho 1993, Harvey & Pimentel 1996). Estudos comparativos entre áreas contínuas e fragmentadas de florestas tropicais apontam redução na diversidade de espécies e na abundância de morcegos frugívoros e nectarívoros, quanto menor a extensão do habitat ocupado por estes animais (Cosson *et al.* 1999). O isolamento produz um aumento na concentração de animais provenientes de locais desmatados dentro do fragmento provocando maior competição por recursos e predação de sementes e influenciando assim na fecundidade das populações (Saunders *et al.* 1991).

SISTEMA REPRODUTIVO E DIOICIA

A reprodução sexuada é bem representada entre as espécies lenhosas da comunidade. A produção de sementes é necessária para promover o recrutamento de novos indivíduos e, portanto, é fundamental para garantir a sobrevivência deste grupo de espécies no cerrado estudado. A maioria das espécies (70%, 42/60), com informações sobre sistema reprodutivo, aparentemente usa a xenogamia como alternativa reprodutiva. Este percentual é baseado em resultados obtidos em avaliações experimentais e/ou com indcativos morfológicos (dioicia e heterostilia). Entre estas espécies 17 são auto-incompatíveis e 20 são dióicas. Em outras 15 espécies (25%) a xenogamia é facultativa. Duas espécies são autógamas e uma agamospérmica.

A redução no tamanho da população das espécies com xenogamia tem efeitos negativos na fecundidade das plantas. A produção de sementes é menor em função da transferência inadequada (pólen incompatível) ou insuficiente de grãos de pólen entre indivíduos (Mc Clanahan 1986), por endogamia (Ellstrand 1992) ou pelas características genéticas-sexuais dos indivíduos — populações pequenas devem reunir poucos indivíduos compatíveis entre espécies auto-incompatíveis ou com formas sexuais básicas nas espécies dióicas (Murcia 1996).

Em qualquer população pequena existirá aumento na transferência de grãos de pólen entre coespecíficos aparentados, diminuindo progressivamente a produção de sementes até que o número de indivíduos, com possibilidades reais de cruzamento, seja tão reduzido que a produção seja desprezível (Lamont *et al.* 1993). Portanto, há uma perda progressiva da fecundidade nestas populações (Lande 1988, Wattson *et al.* 1994, Young *et al.* 1996), levando à “extinção ecológica” das mesmas, pois os indivíduos tornam-se apenas sobreviventes antes que ocorra a extinção total da espécie na comunidade (Lovejoy *et al.* 1983, Rankin-de-Merona & Ackerly 1987).

Diferenças na proporção sexual podem limitar o tamanho efetivo da população e aumentar as chances de deriva genética de espécies dióicas, pela redução no número de indivíduos masculinos que contribuem para a variabilidade em diferentes gerações (Futuyma 1992). Na área estudada, o número de indivíduos estaminados em atividade reprodutiva foi maior que o de pistilados em dois anos de acompanhamento fenológico de espécies dióicas lenhosas. Como pode ocorrer variação ao longo dos anos no número de indivíduos com flores dentro de uma população (Janzen 1983), existe a possibilidade de em determinados períodos predominar indivíduos pistilados com atividade reprodutiva na área.

PERTURBAÇÕES AMBIENTAIS

Diferentes formas de perturbações foram detectadas na área estudada, todas com origem antrópica — fogo, pastoreio por animais (gado e cavalos), invasão de espécies provenientes de áreas alteradas e escavação do solo por coletores de minhoca. Estas perturbações podem promover a destruição de estruturas reprodutivas (flores, frutos, sementes); redução na disponibilidade de indivíduos com maturidade reprodutiva e na quantidade e qualidade de recursos para polinizadores e dispersores; alteração na composição florística e, conseqüentemente, nas interações flor-polinizador e fruto-dispersor na comunidade e nas populações de animais na área. Estudos conduzidos no Cerrado e em outras formações vegetais demonstram como perturbações podem afetar determinados aspectos de vida das plantas.

Oliveira (1991) acredita que perturbações frequentes no Cerrado podem afetar o sucesso reprodutivo de espécies polinizadas por agentes com pouca mobilidade e que têm dispersão por animais, provocar o aumento na frequência de agamospermia e propagação vegetativa. Perturbações podem reduzir o número de locais apropriados para nidificação de abelhas, como troncos, buracos no solo ou na areia (Kearns & Inouye 1997). Estudos em florestas tropicais revelam que o fogo elimina a vegetação usada na orientação de abelhas quanto à localização de ninhos fundados no solo (Frankie *et al.* 1990). O fogo comprovadamente diminui populações de diferentes espécies de aves em áreas do Cerrado (Marini & Cavalcanti 1996). No Cerrado a destruição de plântulas e indivíduos jovens pelo fogo pode interferir na distribuição espacial e tamanho das populações de espécies lenhosas (Raw & Hay 1985). Quando alterações ambientais afetam aspectos demográficos das plantas, pode ocorrer a extinção de populações pequenas antes que efeitos genéticos sejam perceptíveis (Bijlsma *et al.* 1994).

As perturbações poderão favorecer espécies tolerantes ao fogo (nativas ou invasoras), ao pastoreio e invasoras de solos alterados (Hobbs & Huenneke 1992). Gramíneas são invasoras das áreas de cerrado que ampliam sua dominância após a passagem do fogo (Sanaiotti & Magnusson 1995, Morisini & Klink 1997), interferindo diretamente no estabelecimento de espécies nativas competindo por luz, nutrientes e provocando alelopatia (Morosini & Klink 1997). Em última instância, as perturbações devem afetar, em diferentes proporções, a diversidade específica da comunidade lenhosa estudada. Durante o pastoreio o gado pode destruir parte da vegetação e transportar sementes de espécies daninhas (Fox *et al.* 1997).

A introdução de *Apis mellifera* em áreas antes ocupadas apenas por outros grupos de abelhas pode ser considerada um novo tipo de perturbação ambiental com origem antrópica, uma vez que competem com espécies nativas por recursos (Kwak 1987). A fragmentação da vegetação resulta em aumento nas populações de *Apis mellifera* em detrimento de outras espécies que são mais abundantes e com maior diversidade em áreas contínuas de vegetação (Aizen & Feinsinger 1994b).

PERSPECTIVAS DE CONSERVAÇÃO

O estrato arbustivo-arbóreo é um componente importante do cerrado estudado, considerando os diferentes níveis de diversidade observados para o mesmo: número de espécies (riqueza), taxonômica (espécies, gêneros e famílias), estratégias de florescimento e frutificação, sistemas de polinização e de dispersão, sistemas sexuais e reprodutivos. Estas características resultam em complexidade da comunidade em termos estruturais e de organização quanto aos aspectos relacionados diretamente com a capacidade reprodutiva das espécies. Toda diversidade registrada, em princípio, está comprometida pela fragilidade potencial observada para a área.

Por ora, a exposição desta fragilidade possivelmente seja reduzida pela existência de vegetação nativa circundando parte da área, restringindo os efeitos negativos que possam surgir caso se confirme o completo isolamento da vegetação. O cerrado do entorno deve promover a entrada de novos propágulos na área estudada aumentando a disponibilidade de sementes e oportunidade de estabelecimento para outras espécies. As chances de permanência de polinizadores e dispersores são maiores, uma vez que a comunidade atua como fonte de recursos e abrigo para estes animais. A variabilidade genética deve ser mantida, em função do fluxo gênico entre um maior número de indivíduos (maior densidade populacional/espécie). Desta forma, a sobrevivência das espécies lenhosas no cerrado estudado parece estar condicionada à manutenção da vegetação do entorno, em escala que permita a efetivação desses processos ecológicos. Infelizmente, o Cerrado da região vem sendo progressivamente eliminado, como consequência do processo de ocupação — agricultura, pastagens e urbanização. Estes fatores a médio e longo prazo devem promover o empobrecimento ou destruição da vegetação, tornando real a possibilidade de isolamento ecológico e espacial da área estudada.

As informações disponíveis sobre densidade e aspectos reprodutivos indicam que as espécies lenhosas do cerrado estudado diferem no grau de risco de extinção de populações locais (Tab. 2). Em termos gerais, as espécies com maior risco de extinção predominam na área. As diferenças entre taxa serão determinadas pela forma como os parâmetros estão associados dentro de suas populações. A maioria das espécies (66,4%, 87/131) dispõe de dados que permitem estimar o seu potencial de extinção dentro da comunidade. Uma maneira de realizar esta estimativa é designar arbitrariamente um valor numérico para cada categoria que define o risco de extinção, indicadas na Tabela 2. Assim todos os parâmetros com baixo, médio e alto risco serão indicados pelos valores 0, 1 e 2, respectivamente. A soma destes valores para cada espécie, totalizando o conjunto de parâmetros, representa um índice de risco potencial de extinção da população (RPE) na área estudada. Com os resultados, apresentados segundo ordem decrescente do índice, é possível identificar as espécies com maior risco de extinção local. As 87 espécies foram analisadas considerando aspectos estruturais e relacionados com reprodução sexuada. As espécies diferem no número de parâmetros com informações, justificando a separação das mesmas em dois grupos (Tab. 3 e 4).

No primeiro grupo a associação entre baixa densidade populacional, polinização e dispersão por animais, xenogamia e dioicia resulta em maiores índices de risco de extinção local entre as espécies lenhosas (Tab. 3). Mesmo nos casos de maior densidade, como em *Alibertia edulis* e *Simaruba versicolor*, estas características reprodutivas são determinantes no grau de risco. Para *S. versicolor* a polinização por diferentes categorias de animais, aumentando as chances de sucesso reprodutivo, promove uma pequena redução no índice. As 12 espécies com maiores índices apresentam também problemas no florescimento ou frutificação. Os menores índices (≤ 3) são observados entre espécies com maior densidade, dependentes dos animais numa única fase do ciclo

reprodutivo, usam a auto-polinização e a polinização cruzada para produção de sementes e são hermafroditas.

Para as espécies que participam do segundo grupo não existem de informações sobre o sistema reprodutivo, mas a densidade populacional e interação com animais são suficientes para indicar o grau de risco de extinção local (Tab. 4). As seis espécies com maiores índices têm em comum baixa densidade populacional e dependem de animais na polinização e dispersão. Quatro delas apresentam produção natural de frutos ausente em consequência do aborto de flores e/ou predação de frutos — *Annona phaeoclados*, *Annona* sp.1, *Hexaclamys* aff. *edulis* e *Ouratea semiserrata*. Os menores índices (≤ 2) são registrados entre espécies com maior densidade populacional, florescimento e frutificação anual e interação com animais em apenas uma fase do ciclo reprodutivo.

Tabela 2 – Risco potencial de extinção de espécies lenhosas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT com base em parâmetros estruturais e reprodutivos (% - número de espécies em valores percentuais).

PARÂMETROS	No. ESPÉCIES	RISCO DE EXTINÇÃO					
		BAIXO	%	MÉDIO	%	ALTO	%
<u>ESTRUTURA POPULACIONAL</u>							
Número de Indivíduos/4,9 ha	90	≥ 50	40	—	—	19,6 a 39	60
<u>FENOFASES REPRODUTIVAS</u>							
Florescimento	131	anual; sub-anual; contínuo	77	anual; flores em poucos indivíduos ou ramos	7	supra-anual	16
Frutificação	131	anual; sub-anual	49	anual; frutos em poucos indivíduos ou ramos	13	supra-anual; irregular	38
<u>BIOLOGIA REPRODUTIVA</u>							
Polinização	109	vento	5,5	biótico; várias categorias de visitantes	27,5	biótico; categorias exclusivas de visitantes	67
Dispersão	81	vento; outros	47	—	—	biótico	53
<u>REPRODUÇÃO SEXUAL</u>							
Sistema Sexual	130	hermafroditas	78	monóica; andromonóicas; trioícia	7	dióicas	15
Auto-incompatibilidade	34	auto-compatíveis	50	—	—	auto-incompatíveis	50
Sistema Reprodutivo	60	autógamas; agamospérmicas	5	misto	25	xenogamia	70
<u>REPRODUÇÃO ASSEXUAL</u>							
Propagação Vegetativa	22	presente	32	potencial	4,5	ausente	63,5

Tabela 3 – Densidade e características reprodutivas das espécies lenhosas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (RPE-índice do risco potencial de extinção; FEC-xenogamia; AUT-autógama; D-dióica; H-hermafrodita; M-monóica). N=47 spp.

PARÂMETROS	DENSIDADE (No. IND./HA)	FLOR	FRUTO	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	SISTEMA REPRODUTIVO	SISTEMA SEXUAL	RPE
<i>Randia armata</i>	8	A	B	animal	animal	FEC	D	11
<i>Alibertia edulis</i>	25	B	B	animal	animal	FEC	D	10
<i>Alibertia sessilis</i>	4*	A	A	animal	animal	FEC	D	10
<i>Alibertia verrucosa</i>	4	A	A	animal	animal	FEC	D	10
<i>Duguetia furfuracea</i>	8	A	C	animal	animal	FEC	H	10
<i>Alchornea discolor</i>	4	B	A	animal	animal	FEC	D	10
<i>Coccoloba mollis</i>	4	A	B	animal	animal	FEC	H	10
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4*	A	A	animal	animal	FEC	D	10
<i>Erythroxylum suberosum</i>	4	B	B	animal	animal	FEC	H	9
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	4	A	B	animal	animal	FEC	H	9
<i>Neea theifera</i>	4	A	A	animal	animal	FEC	D	9
<i>Simaruba versicolor</i>	12	A	C	animal	animal	FEC	D	9
<i>Ouratea castaneifolia</i>	4	A	A	animal	animal	FEC	H	8
<i>Platydictyon elegans</i>	4	A	A	animal	vento	FEC	H	8
<i>Roupala montana</i>	4*	A	C	animal	vento (++)	FEC	H	8
<i>Cecropia cf. pachystachya</i>	4	A	A	vento	animal	FEC	H	8
<i>Chomelia sp.</i>	8	A	B	animal	animal	FEC	H	8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	A	A	animal	animal	FEC	H	8
<i>Acrocomia aculeata</i>	8	A	A	animal	animal	MISTO	M	8
<i>Casearia sylvestris</i>	4*	B	B	animal	animal	AUT	H	8
<i>Davilla elliptica</i>	4	A	C	animal	animal (2)	AUT	H	8
<i>Qualea grandiflora</i>	25	A	B	animal	vento	FEC	H	7
<i>Qualea multiflora</i>	8	A	A	animal	vento	FEC	H	7
<i>Rudgea viburnoides</i>	8	A	A	animal	animal	FEC	H	7
<i>Caryocar brasiliense</i>	4	A	A	animal	animal	MISTO	H	7
<i>Psidium guineense</i>	8	A	A	animal	animal	MISTO	H	7
<i>Cochlospermum regium</i>	8	A	A	animal	vento	FEC	H	6
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	29	A	A	animal	animal	FEC	H	6
<i>Qualea parviflora</i>	25	A	A	animal	vento	FEC	H	6
<i>Tocoyena formosa</i>	12	A	A	animal	animal	FEC	H	6
<i>Sorocea saxicola</i>	12	A	C	vento	animal	FEC	D	6
<i>Chomelia obtusa</i>	20	A	A	animal	animal	FEC	H	5
<i>Chomelia pohliana</i>	29	A	A	animal	animal	FEC	H	5
<i>Cordia glabrata</i>	4	A	A	animal	vento	FEC	H	5
<i>Erythroxylum ambiguum</i>	16	A	A	animal	animal	FEC	H	5
<i>Byrsonima cydoniifolia</i>	45	A	A	animal	animal	MISTO	H	5
<i>Campomanesia eugenioides</i>	12	A	A	animal	animal	MISTO	H	5
<i>Cordia insignis</i>	41	A	A	animal	vento	MISTO	H	5
<i>Curatella americana</i>	95	A	A	animal	animal	MISTO	H	5
<i>Eugenia aurata</i>	12	A	A	animal	animal	MISTO	H	5
<i>Eugenia biflora</i>	45	A	A	animal	animal	MISTO	H	5
<i>Helicteres sacarolha</i>	8	A	A	animal	outros	MISTO	H	5
<i>Heteropterys aphrodisiaca</i>	4	A	A	animal	vento	MISTO	H	5
<i>Rhynchanthera novemnervia</i>	8	A	A	animal	vento	MISTO	H	5
<i>Tabebuia aurea</i>	25	A	A	animal	vento	FEC	H	4
<i>Senna chrysocarpa</i>	12	A	A	animal	outros	MISTO	H	3
<i>Tibouchina aff. kartenii</i>	12	A	A	animal	vento	MISTO	H	3

FLORESCIMENTO: A-anual, sub-anual ou contínuo; B-anual, flores em poucos indivíduos ou ramos; C-supra-anual

FRUTIFICAÇÃO: A-anual ou sub-anual; B-anual, frutos em poucos indivíduos ou ramos; C-supra-anual ou irregular (estruturas reprodutivas abortadas ou predadas)

* sem observações diretas, indicadas com menor densidade observada na área; ++ informações para a família ou gênero; (1) Barroso *et al.* (1984); (2) Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (1983)

Tabela 4 – Densidade, aspectos ecológicos e sistema sexual das espécies lenhosas do cerrado da Faz. Exp. da UFMT (RPE-índice do risco potencial de extinção; H-hermafrodita; AD-androdioica; AM-andromonoica; M-monoica). N=40 spp.

ESPÉCIE	DENSIDADE (No. IND./HA)	FLOR	FRUTO	POLINIZAÇÃO	DISPERSÃO	SISTEMA SEXUAL	RPE
<i>Andira cuiabensis</i>	8	B	B	animal	animal	H	8
<i>Annona phaeoclados</i>	4	A	C	animal	animal (1++)	H	8
<i>Annona</i> sp.1	4	A	C	animal	animal (1++)	H	8
<i>Hexaclamys</i> aff. <i>edulis</i>	8	A	C	animal	animal (2++)	H	8
<i>Ouratea semiserrata</i>	4	A	C	animal	animal **	H	8
<i>Dipteryx alata</i>	4	A	B	animal	animal **	H	7
<i>Acosmium subelegans</i>	4	B	B	animal	vento	H	6
<i>Annona dioica</i>	297	A	B	animal	animal	AD	6
<i>Bauhinia</i> sp.1	4	A	C	animal	outros	H	6
<i>Bauhinia</i> sp.2	4	A	C	animal	outros	H	6
<i>Heteropterys</i> sp.	4	A	A	animal	vento	H	6
<i>Lafoensia pacari</i>	8	A	C	animal	vento	H	6
<i>Luetzelburgia praecox</i>	8	A	C	animal	vento	H	6
<i>Myrcia tomentosa</i>	8	A	A	animal	animal	H	6
<i>Annona cornifolia</i>	45	A	B	animal	animal	H	5
<i>Aspidosperma</i> cf. <i>subincanum</i>	4	B	B	animal	vento	H	5
<i>Calliandra parviflora</i>	8	A	A	animal	outros	AM	5
<i>Celtis pubescens</i>	4	A	A	vento	animal	M	5
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	4	A	A	animal	animal	H	5
<i>Guettarda viburnoides</i>	12	A	B	animal	animal	H	5
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	4	A	A	animal	animal	H	5
<i>Callisthene fasciculata</i>	8	A	A	animal	vento	H	4
<i>Copaifera martii</i>	12	A	A	animal	animal	H	4
<i>Luehea paniculata</i>	8	A	A	animal	vento	H	4
<i>Magonia pubescens</i>	29	A	B	animal	vento	M	4
<i>Mascagnia benthamiana</i>	8	A	A	animal	vento	H	4
<i>Myrcia albo-tomentosa</i>	12	A	A	animal	animal	H	4
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	8	A	A	animal	vento	H	4
<i>Pseudobombax marginatum</i>	4	A	A	animal	vento **	H	4
<i>Hyptis ovalifolia</i>	8	A	A	animal	outros	H	3
<i>Sclerolobium aureum</i>	8	A	A	animal	vento	H	3
<i>Heteropterys anoptera</i>	12	A	A	animal	vento	H	2
<i>Machaerium eriocarpum</i>	16	A	A	animal	vento	H	2
<i>Peltaea speciosa</i>	95	A	A	animal	outros	H	2
<i>Vernonia brasiliana</i>	58	A	A	animal	vento	H	2
<i>Combretum discolor</i>	16	A	A	animal	vento	H	1
<i>Croton cuiabensis</i>	29	A	A	vento	outros	M	1
<i>Hyptis lutescens</i>	78	A	A	animal	outros	H	1
<i>Terminalia argentea</i>	33	A	A	animal	vento	H	1

FLORESCIMENTO: A-anual, sub-anual ou contínuo; B-anual, flores em poucos indivíduos ou ramos; C-supra-anual

FRUTIFICAÇÃO: A-anual ou sub-anual; B-anual, frutos em poucos indivíduos ou ramos; C-supra-anual ou irregular (estruturas reprodutivas abortadas ou predadas)

** frutos imaturos; ++ informações para a família ou gênero; (1) Barroso *et al.* (1978); (2) Barroso *et al.* (1984)

Para muitas espécies a produção de sementes parece ser limitada por irregularidades no processo reprodutivo. Estes resultados poderão ser confirmados somente após acompanhamento sistemático e posterior comparações com populações que crescem em áreas contínuas e fragmentadas. Com os dados atuais não é possível definir se os mesmos surgem como consequência das condições ecológicas particulares da área (clima, regime de fogo, histórico de perturbação) ou pelo isolamento parcial da área (proximidade com pastagens). Caso estas limitações sejam mantidas é possível supor que as populações localmente adaptadas destas espécies estejam fadadas à extinção, a menos que sementes provenientes de outras áreas sejam introduzidas na comunidade. A vegetação nativa do entorno assume, mais uma vez, importância fundamental para garantir a continuidade das espécies lenhosas na área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ameaça de fragmentação, e consequente isolamento, que paira sobre a área estudada é a mesma que torna vulnerável o Cerrado como um todo. O estudo de fatores estruturais e reprodutivos do estrato-arbustivo-arbóreo permitiu avaliação da fragilidade potencial da comunidade. Os resultados indicam que a diversidade de espécies próprias do Cerrado e a densidade populacional, bem como característica ecológicas e funcionais ligadas à reprodução sexuada, são relevantes para o manejo visando à conservação da área estudada.

As espécies lenhosas formam um grupo com vulnerabilidade acentuada pela dependência de animais por um grande número de *taxa* neste ecossistema (Oliveira 1991). São estas espécies que oferecem abundância e diversidade de recursos para polinizadores e dispersores ao longo do ano, assumindo uma função ecológica importante dentro da comunidade. Árvores são especialmente frágeis pelo número de representantes auto-incompatíveis. A susceptibilidade dos arbustos é determinada pelo seu menor porte — as plantas são afetadas com maior intensidade por herbivoria (gado e cavalos) e, principalmente, pelo fogo que podem influenciar a sua capacidade de regeneração e fecundidade.

As espécies arbustivo-arbóreas aparentemente são elementos-chave para a conservação da vegetação do Cerrado. A permanência do estrato lenhoso implicará em maior diversidade de plantas e animais no ambiente. Estratégias voltadas para conservação devem ser elaboradas para este grupo de espécies. Nesse sentido, são necessárias medidas que visem manter a diversidade genética das espécies e reduzir as pressões sobre as populações (fragmentação, isolamento, perturbações), especialmente seus efeitos sobre estágios que influenciam a sobrevivência e/ou crescimento das mesmas. Oliveira (1994) comenta que áreas com maior densidade lenhosa, consideradas com melhores solos para agricultura, são as mais atingidas por perturbações. Segundo o autor sem estrato lenhoso devem predominar na região fisionomias abertas, definidas basicamente por espécies com polinização e dispersão pelo vento, que são favorecidas pela ausência de polinizadores.

Particularmente quanto às perturbações ambientais, foi comentado que o fogo pode prejudicar ou favorecer a vegetação. No entanto, a recorrência do mesmo a cada ano em uma área pequena e isolada pode ser devastadora para a sobrevivência das espécies. Assim, fogo e fragmentação é uma combinação preocupante a ser considerada no manejo de comunidades do Cerrado, especialmente para a área estudada.

A comunidade estudada representa potencialmente um fragmento de cerrado na região. Caso ocorra o isolamento a área será convertida em um fragmento de tamanho reduzido, onde predominam espécies lenhosas com baixa densidade populacional, espécies dependentes de animais na polinização e/ou dispersão e muitas espécies que necessitam do cruzamento entre indivíduos para produção de sementes. A combinação destes aspectos, estruturais e reprodutivos, confere risco potencial de extinção de populações locais para um número significativo de espécies lenhosas na área. Portanto, o cerrado estudado é pequeno para garantir a sobrevivência destas espécies. Resultados como estes devem ser considerados na definição de áreas para conservação de espécies do Cerrado. Fragmentos pequenos, em princípio, são inadequados para a conservação de plantas lenhosas e animais neste tipo de vegetação. A diversidade de espécies lenhosas poderá ser conservada em maior proporção em áreas mais extensas. Estas áreas deverão representar fisionomias mais fechadas e outras mais abertas, devido ao mosaico de recursos oferecidos pelos elementos do Cerrado ao longo do tempo e do espaço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMSON, W.G. 1980. Demography and vegetative reproduction. In O.T. Solbrig (Ed.). **Demography and Evolution in Plant Populations**. Botanical Monographs. v.5. Berkeley: University of California Press, pp.89-106.
- ACKERLY, D.D., J.M. RANKIN-DE-MERONA & W.A. RODRIGUES 1990. Tree densities and sex ratios in breeding populations of dioecious Central Amazonian Myristicaceae. **Journal of tropical Ecology** 6: 239-248.
- ADÂMOLI, J. 1981. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados. Discussão sobre o conceito de "Complexo do Pantanal". In **XXXII Congresso Nacional de Botânica**, Teresina, pp. 109-119.
- AIZEN, M.A. & P. FEINSINGER 1994a. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest forest, Argentina. **Ecology** 75(2): 330-351.
- AIZEN, M.A. & P. FEINSINGER 1994b. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine "Chaco Serrano". **Ecological Applications** 4(2): 378-392.
- ALHO, C.J.R. 1993. Distribuição da fauna num gradiente de recursos em mosaico. In M.N. Pinto (Org.). **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília – Edunb/Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia – SEMATEC, pp.213-262.
- ANDERSON, W.R. 1979. Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. **Biotropica** 11(3): 219-223.
- ARMSTRONG, J.E. & A.K. IRVINE 1989. Flowering, sex ratios, pollen-ovule ratios, fruit set, and reproductive effort of a dioecious tree, *Myristica insipida* (Myristicaceae), in two different rain forest communities. **American Journal of Botany** 76(1): 74-85.
- ARMSTRONG, J.E. & D. MARSH 1997. Floral herbivory, floral phenology, visitation rate, and fruit set in *Anaxagorea crassipetala* (Annonaceae), a lowland rain forest tree of Costa Rica. **Journal of the Torrey Botanical Society** 124(3): 228-235.
- ARROYO, M.T.K. & P. USLAR 1993. Breeding systems in a temperate mediterranean-type climate montane sclerophyllous forest in Central Chile. **Botanical Journal of the Linnean Society** 111: 83-102.
- ARRUDA, V.L.V. DE 1997. Uso de recursos florais por sirfídeos (Diptera: Syrphidae) e interações com outros visitantes. **Naturalia** 22: 163-178.
- BAKER, H.G. 1959. Reproductive methods as factors in speciation in flowering plants. **Cold Spring Harbor Symposia of Quantitative Biology** 24: 177-189.
- BAKER, H.G. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. In **The Genetics of Colonizing Species**. New York: Academic Press Inc., pp.147-171.
- BAKER, H.G., K.S. BAWA, G.W. FRANKIE & P.A. OPLER 1983. Reproductive biology of plants in tropical forests. In F.B. Golley (Ed.). **Tropical Rain Forest Ecosystems. Structure and Function**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, pp.183-215.
- BARBOSA, A.A.A. 1997. **Biologia Reprodutiva de uma Comunidade de Campo Sujo, Uberlândia – MG**. Campinas: Tese de Doutorado, Universidade estadual de Campinas – UNICAMP, 180p.
- BARRETT, S.C.H. 1988. The evolution, maintenance, and loss of self-incompatibility systems. In J.L. Doust, L.L. Doust (Eds.). **Plant Reproductive Ecology**. New York: Oxford University Press, pp. 98-124.
- BARRETT, S.C.H. 1989. Mating system evolution and speciation in heterostilous plants. In D. Otte, J.A. Endler (Eds.). **Speciation and its Consequences**. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, pp. 257-283.
- BARRETT, S.C.H. & J.H. RICHARDS 1990. Heterostily in tropical plants. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 55: 35-61.
- BARROS, M.A.G. 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Biologia** 52(2): 343-353.
- BARROS, M.A.G. 1998. Sistemas reprodutivos e polinização em espécies simpátricas de *Erythroxylum* P. Br. (Erythroxylaceae) do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 21(2): 159-166.
- BARROSO, G.M., E.F. GUIMARÃES, C.L.F. ICHASO, C.G. COSTA, A.L. PEIXOTO 1978. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v.1. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 255p.

- BARROSO, G.M., A.L. PEIXOTO, C.G. COSTA, C.L.F. ICHASO, E.F. GUIMARÃES & H.C. DE LIMA 1984. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v.2. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade de Viçosa, 377p.
- BARROSO, G.M., A.L. PEIXOTO, C.G. COSTA, C.L.F. ICHASO, E.F. GUIMARÃES & H.C. DE LIMA 1986. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v.3. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade de Viçosa, 326p.
- BATALHA, M.A. & W. MANTOVANI 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and wood floras. **Revista Brasileira de Biologia** 60(1): 129-145.
- BATALHA, M.A., S. ARAGAKI & W. MANTOVANI 1997. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Acta Botânica Brasilica** 11(1): 61-78.
- BAWA, K.S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution** 28: 85-92.
- BAWA, K.S. 1979. Breeding systems of trees in a tropical wet forest. **New Zealand Journal of Botany** 17: 521-524.
- BAWA, K.S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** 11: 15-39.
- BAWA, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics** 21: 399-422.
- BAWA, K.S. 1992. Mating systems, genetic differentiation and speciation in tropical rain forest plants. **Biotropica** 24(2b): 250-255.
- BAWA, K.S. & P.A. OPLER 1975. Dioecism in tropical forest trees. **Evolution** 29: 167-179.
- BAWA, K.S. & J.H. BEACH 1981. Evolution of sexual systems in flowering plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 68: 254-274.
- BAWA, K.S. & J.H. BEACH 1983. Self-incompatibility systems in the Rubiaceae of a tropical lowland wet forest. **American Journal of Botany** 70(9): 1281-1288.
- BAWA, K.S. & S.L. KRUGMAN 1991. Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management. In A. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore, M. Hadley (Eds.). **Rain Forest Regeneration and Management**. Paris: UNESCO/The Parthenon Publishing Group, pp. 119-136.
- BAWA, K.S., S.H. BULLOCK, D.R. PERRY, R.E. COVILLE & M.H. GRAYUM 1985a. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. **American Journal of Botany** 72(3): 346-356.
- BAWA, K.S., D.R. PERRY & J.H. BEACH 1985b. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany** 72(3): 331-345.
- BERG, E.E. & J.L. HAMRICK 1994. Spatial and genetic structure of two sandhills oaks: *Quercus laevis* and *Quercus margaretta* (Fagaceae). **American Journal of Botany** 81(1): 7-14.
- BERRY, P.E., H. TOBE & J.A. GÓMEZ 1991. Agamospermy and the loss of distily in *Erythroxylum undulatum* (Erythroxylaceae) from Northern Venezuela. **American Journal of Botany** 78(5): 595-600.
- BERTIN, R.I. & C.M. NEWMAN 1993. Dichogamy in angiosperms. **The Botanical Review** 59(2): 112-152.
- BIERZYCHUDEK, P. 1981. Pollinator limitation of plant reproductive effort. **The American Naturalist** 117: 838-840.
- BIJLSMA, R., N.J. OUBORG & R. VAN TREUREN 1994. On genetic erosion and population extinction in plants: a case study in *Scabiosa columbaria* and *Salvia pratensis*. In V. Loeschcke, J. Tomiuk, S.K. Jain (Eds.). **Conservation Genetics**. Birkhäuser Verlag Basel, pp. 255-271.
- BOSHIER, D.H., M.R. CHASE & K.S. BAWA 1995. Population genetics of *Cordia alliodora* (Boraginaceae), a neotropical tree. 3. gene flow, neighborhood, and population substructure. **American Journal of Botany** 82(4): 484-490.
- BREWER, J.S. & W.J. PLATT 1994. Effects of fire season and soil fertility on clonal growth in a pyrophilic herb, *Pityopsis graminifolia* (Asteraceae). **American Journal of Botany** 81(7): 805-814.
- BROWER, J.E. & J.H. ZAR 1977. **Field & Laboratory Methods for General Ecology**. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 226p.

- BUCHMANN, S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. In C.E. Jones, R.J. Little (Eds.). **Handbook of Experimental Pollination Biology**. New York: Van Nostrand reinhold Company Inc., pp.73-113.
- BUCHMANN, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annual Review of Ecology and Systematics** 18: 343-369.
- BULLOCK, S.H. 1985. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica** 17(4): 287-301.
- CARVALHO, A.M. & L.R. BEGO 1995. Seasonality of dominant species of bees in the Panga Ecological Reserve, Cerrado, Uberlândia/MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 24(2): 329-337.
- CASTRO, A.A.J.F., F.R. MARTINS, J.Y. TAMASHIRO & G.J. SHEPHERD 1999. How rich is the flora of Brazilian cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden** 86: 192-224.
- CÉSAR, O. & S.N. PAGANO 1971. Reprodução vegetativa em *Aegiphila verticilata* Vell. **Ciência e Cultura** 23(suplemento): 253-254.
- CESAR, O., S.N. PAGANO, H.F. LEITÃO-FILHO, R. MONTEIRO, O.A. DA SILVA, G. DE MARINIS & G.J. SHEPHERD 1988. Estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de uma área de vegetação de cerrado no município de Corumbataí (Estado de São Paulo). **Naturalia** 13: 91-101.
- CLARK, D.A. 1994. Plant demography. In L.A. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespenheide, G.S. Hartshorn (Eds.). **La Selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: The University Chicago Press, Ltda., pp. 90-105.
- COPLAND, B.J. & R.J. WHELAN 1989. Seasonal variation in flowering intensity and pollination limitation of fruit set in four co-occurring *Banksia* species. **Journal of Ecology** 79: 509-523.
- COSSON, J.F., J.M. PONS & D. MASSON 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** 15: 515-534.
- 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**. Piracicaba: Tese de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" – ESALQ/USP, 92p.
- COTTAM, G. & J.T. CURTIS 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology** 37: 451-460.
- COUTINHO, L.M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 1: 17-23
- COX, P.A. 1988. Monomorphic and dimorphic sexual strategies: a modular approach. In J.L. Doust, L.L. Doust (Eds.). **Plant Reproductive Ecology**. New York: Oxford University Press, pp. 80-97.
- CRONQUIST, A. 1981. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. New York: Columbia University Press, 1262p.
- CRONQUIST, A. 1988. **The Evolution and Classification of Flowering Plants**. New York: The New York Botanical Garden, 555p.
- CRUDEN, R.W. & R.M. LLOYD 1995. Embryophytes have equivalent sexual phenotypes and breeding systems: why not a common terminology to describe them? **American Journal of Botany** 82(6): 816-825.
- CUNHA, C.N. DA & W. JUNK 1997. Composição florística de capões e cordilheiras: localização das espécies lenhosas quanto ao gradiente de inundação no Pantanal de Poconé – MT, Brasil. In **Anais do II SIMPAN**. Corumbá: EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), 20p.
- CUNNINGHAM, S.A. 1995. Ecological constraints on fruit initiation by *Calyptrorhynchus ghiesbreghtiana* (Arecaceae): floral herbivory, pollen availability, and visitation by pollinating bats. **American Journal of Botany** 82(12): 1527-1536.
- DIAS, B.F. DE S. 1993. Vegetação do Cerrado. In M.N. Pinto (Org.). **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília – Edunb/Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia – SEMATEC, pp. 607-663.
- DIDHAM, R.K., J. GHAZOUL, N.E. STORK & A.J. DAVIS 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Tree** 11(6): 255-260.
- DUBS, B. 1994. **Differentiation of woodland and wet savanna habitats in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil**. The Botany of Mato Grosso, series B, n.1. Küssnacht: Betrona-Verlag, pp. 32-43.

- EITEN G. 1992. Natural Brazilian vegetation types and their causes. **Academia Brasileira de Ciências** 64(Supl.1): 35-65.
- EITEN, G. 1993. Vegetação do Cerrado. In M.N. Pinto (Org.). **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília – Edunb/Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia – SEMATEC, pp. 17-73.
- ELLSTRAND, N.C. 1992. Gene flow by pollen: implications for plant conservation genetics. **Oikos** 63: 77-86.
- ERIKSSON, O. 1993. Dynamics of *genets* in clonal plants. **Trends in Ecology & Evolution** 8(9): 313-316.
- EVANS, E.W., C.C. SMITH & R.P. GENDRON 1989. Timing of reproduction in a prairie legume: seasonal impacts of insects consuming flowers and seeds. **Oecologia** 78: 220-230.
- FAEGRI, K. & L. VAN DER PIJL 1979. **The Principles of Pollination Ecology**. London: Pergamon Press, 291p.
- FELFILI, J.M. & M.C. DA SILVA JR. 1993. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 9: 277-289.
- FELIPPE, G.M. & J.C.S. SILVA 1984. Estudos de germinação em espécies do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 7(2): 157-163.
- FERREIRA, M.S.F.D. & J.R.B. MONTEIRO 1990. **Mato Grosso. Impacto Ambiental na Área de Abrangência da BR-364**. Programa Polonoroeste. Relatório de Pesquisa n.10, SCT/PR-CNPq. Programa do Trópico Úmido, 40p.
- FERRI, M.G. 1973. **A Vegetação de Cerrados Brasileiros**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 74p.
- FERRI, M.G. 1977. A ecologia dos cerrados. In M.G. Ferri (Coord.). **IV Simpósio sobre o Cerrado. Bases para utilização agropecuária**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP/Livraria Itatiaia Editora Ltda., pp.
- FLORES, S. & D.W. SCHEMSKE. 1984. Dioecy and monoecy in the flora of Puerto Rico and the Virgin Islands: ecological correlates. **Biotropica** 16(2): 132-139.
- FOX, B.J., J.E. TAYLOR, M.D. FOX & C. WILLIAMS 1997. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. **Biological Conservation** 82: 1-13.
- FRANCESCHINELLI, E.V. 1989. **Biologia da Reprodução de Espécies de Helicteres: H. brevispira, H. ovata e H. sacarolha**. Campinas: Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 122p.
- FRANKIE, G.W. 1975. Tropical forest phenology and pollinator plant coevolution. In L.E. Gilbert, P.H. Raven (Eds.). **Coevolution of Animals and Plants**. Austin: University of Texas press, pp. 192-208.
- FRANKIE, G.W., H.G. BAKER & P.A. OPLER 1974a. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. In H. Lieth (Ed.). **Phenology and Seasonality Modeling**. New York: Springer-Verlag Inc., pp. 287-296.
- FRANKIE, G.W., H.G. BAKER & P.A. OPLER 1974b. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** 62: 881-919.
- FRANKIE, G.W., S.B. VINSON, L.E. NEWSTROM, J.F. BARTHELL, W.A. HABER & J.K. FRANKIE 1990. Plant phenology, pollination ecology, pollinator behaviour and conservation of pollinators in neotropical dry forest. In K.S. Bawa & M. Hadley (Eds.). **Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants**. Paris: The Parthenon Publishing Group, pp.37-47.
- FRANKLIN, I.R. 1980. Evolutionary change in small populations. In Soule, M.E., B.A. Wilcox (Eds.). **Conservation Biology: an evolutionary-ecological perspective**. Massachusetts: Sinauer Assoc., pp. 135-149.
- FURLEY, P.A. & J.A. RATTER 1988. The central Brazilian cerrado and their development. **Journal of Biogeography** 15: 97-108.
- FUTUYMA, D. J. 1992. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 631p.
- GANDERS, F.R. 1979a. The biology of heterostily. **New Zealand Journal of Botany** 17: 607-635.
- GANDERS, F.R. 1979b. Heterostily in *Erythroxylum coca* (Erythroxylaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society** 78: 11-20.
- GANESH, T. & P. DAVIDAR 1997. Flowering phenology and flower predation of *Cullenia exarillata* (Bombacaceae) by arboreal vertebrates in Western Ghats, India. **Journal of Tropical Ecology** 13: 459-468.

- GARWOOD, N.C. 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study. **Ecological Monographs** 53(2): 159-181.
- GAUTIER-HION, A. 1990. Interactions among fruit and vertebrate fruit-eaters in an African tropical rain forest. In K.S. Bawa, M. Hadley (Eds.). **Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants**. Man and the Biosphere Series. v.7. Paris: UNESCO/The Parthenon Publishing Group, pp. 219-230.
- GAUTIER-HION, A., J.M. DUPLANTIER, R. QURIS, F. FEER, C. SOURD, J.P. DECOUX, G. DUBOST, L. EMMONS, C. ERARD, P. HECKETSWEILER, A. MOUNGAZI, C. ROUSSEAU & J.M. THIOLLAY 1985. Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. **Oecologia** 65: 324-337.
- GENTRY, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. **Oikos** 63: 19-28.
- GIBBS, P.E. & N. TARODA 1983. Heterostily in the *Cordia alliodora* – *C. trichotoma* complex in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 6:1-10.
- GIBBS, P.E. & M.B. BIANCHI 1993. Post-pollination events in species of *Chorisia* (Bombacaceae) and *Tabebuia* (Bignoniaceae) with late-acting self-incompatibility. **Botanica Acta** 105: 64-71.
- GIBBS, P.E. & M.B. BIANCHI 1999. Does late-acting self-incompatibility (LSI) show family clustering? Two more species of Bignoniaceae with LSI: *Dolichandra cynanchoides* and *Tabebuia nodosa*. **Annals of Botany** 84: 449-457.
- GIBBS, P.E., P.E. OLIVEIRA & M.B. BIANCHI 1999. Postzygotic control of selfing in *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), a bat-pollinated tree of Brazilian cerrados. **International Journal of Plant Science** 160(1): 72-78.
- GIGNOUX, J., J. CLOBERT & J.C. MENAUT 1997. Alternative fire resistance strategies in savanna trees. **Oecologia** 110: 576-583.
- GIVEN, D. 1990. Conserving botanical diversity on a global scale. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 77: 48-62.
- GOLDENBERG, R. & G.J. SHEPHERD 1998. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in "cerrado" vegetation. **Plant Systematic and Evolution** 211: 13-29.
- GOODLAND, R. & M.G. FERRI 1979. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP/Livraria Itatiaia Editora Ltda., 193p.
- GOTTSBERGER, G. & I. SILBERBAUER-GOTTSBERGER 1983. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. **Sonderbänd Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg** 7: 315-352.
- GOTTSBERGER, G. 1989. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. **Plant Systematics and Evolution** 167: 165-187.
- GOTTSBERGER, G. 1994. As anonáceas do cerrado e a sua polinização. **Revista Brasileira de Biologia** 54(3): 391-402.
- GRANT, V. 1981. **Plant Speciation**. New York: Columbia University Press, 563p.
- GRIBEL, R. & J.D. HAY 1993. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Journal of Tropical Ecology** 9: 199-211.
- GUARIM NETO, G., V.L.M.S. GUARIM & G.T. PRANCE 1994. Structure and floristic composition of the trees of an area of cerrado near Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. **Kew Bulletin** 49(3): 499-509.
- HA, C.O., V.E. SANDS, E. SOEPADMO & K. JONG 1988. Reproductive patterns of selected understorey trees in the Malaysian rain forest: the sexual species. **Botanical Journal of the Linnean Society** 97: 295-316.
- HAMRICK, J.L. 1983. The distribution of genetic variation within and among natural plant populations. In C.M. Schonewald-Cox, S.M. Chambers, B. McBryde, W.L. Thomas (Eds.). **Genetics and Conservation**. London: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., pp. 335-348.
- HARBER, W. A & G.W. FRANKIE 1989. A tropical hawkmoth community: Costa Rican dry forest Sphingidae. **Biotropica** 21: 155-172.
- HARVEY, C.A. & D. PIMENTEL 1996. Effects of soil and wood depletion on biodiversity. **Biodiversity and Conservation** 5: 1121-1130.
- HEIDMAN, P.D. 1989. Temporal and spatial variation in the phenology of flowering and fruiting in a tropical rainforest. **Journal of Ecology** 77: 1059-1079.

- HENDERSON, A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. **The Botanical Review** 52: 221-259.
- HENRIQUES, R.P.B. 1993. **Organização e Estrutura das Comunidades Vegetais de Cerrado em um Gradiente Topográfico no Brasil Central**. Campinas: Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 106p.
- HERINGER, E.P., BARROSO, G.M., RIZZO, J.A. & C.T. RIZZINI 1977. A flora do cerrado. In M.G. Ferri (Coord.). **IV Simpósio sobre o Cerrado. Bases para Utilização Agropecuária**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo - EDUSP/Livraria Itatiaia Editora Ltda., pp. 211-232.
- HOBBS, R.J. & L.F. HUENNEKE 1992. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. **Conservation Biology** 6(3): 324-337.
- HOFFMANN, W.A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. **Journal of Ecology** 84: 383-393.
- HOFFMANN, W.A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology** 35: 422-433.
- HOFFMANN, W.A. 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: a matrix model projections. **Ecology** 80(4): 1354-1369.
- HOOK, D.D. 1984. Adaptations to flooding with fresh water. In **Flooding and Plant Growth**. Academic Press, Inc. pp. 265-294.
- HORVITZ, C.C. & D.W. SCHEMSKE 1988. A test of the pollinator limitation hypothesis for a neotropical herb. **Ecology** 69(1): 200-206.
- HOUSE, S.M. 1993. Pollination success in a population of dioecious rain forest trees. **Oecologia** 96: 555-561.
- HOWE, H.F. 1984. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. **Biological Conservation** 30: 261-281.
- HOWE, H.F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In D.R. Murray (Ed.). **Seed Dispersal**. New York: Academic Press, pp.123-150.
- HOWE, H.F. & J. SMALLWOOD 1982. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics** 13: 201-228.
- HOWELL, G.J., A.T. SLATER & R.B. KNOX 1993. Secondary pollen presentation in angiosperms and its biological significance. **Aust. J. Bot.** 41: 417-438.
- HUBBELL, S.P. & R.B. FOSTER 1992. Short-term dynamics of a neotropical forest: why ecological research matter to tropical conservation and management. **Oikos** 63: 48-61.
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G. & K. OYAMA 1992. Ecological correlates of reproductive traits of Mexican rain forest trees. **American Journal of Botany** 79(4): 383-394.
- JAMES, S. 1984. Lignotubers and burls — their structure, function and ecological significance in Mediterranean ecosystems. **The Botanical Review** 50(3): 225-266.
- JANZEN, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution** 21: 620-637.
- JANZEN, D.H. 1978. Seeding patterns of tropical trees. In P.B. Tomlinson, M.H. Zimmermann (Eds.). **Tropical Trees as Living Systems**. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 83-97.
- JANZEN, D.H. 1983. Food webs: who eats what, why, how, and with what effects in a tropical forest? In F.B. Golley (Ed.). **Tropical Rain Forest Ecosystems. Structure and Function**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, pp. 167-182.
- JANZEN, D.H. & C. VÁQUEZ-YANES 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested lands. In A. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore, M. Hadley (Eds.). **Rain Forest Regeneration and Management**. Paris: UNESCO/The Parthenon Publishing Group, pp. 137-157.
- JOHNSON, S.D. & W.E. BOND 1997. Evidence for widespread pollen limitation of fruiting success in Cape wildflowers. **Oecologia** 109: 530-534.
- JOLY, C.A. & R.M.M. CRAWFORD 1982. Variation in tolerance and metabolic responses to flooding in some tropical trees. **Journal of Experimental Botany** 33(135): 799-809.
- JONG, T.J. DE, N.M. WASER & P.G.L. KLINKHAMER 1993. Geitonogamy: the neglected side of selfing. **Trends in Ecology & Evolution** 8(9): 321-325.

- JULIÀ, M.A. & J.M. VILLODRE 1994. Pollen diameter and fertility in nine species of *Puccinellia* (Poaceae). **Plant Systematics and Evolution** 191: 161-170.
- KAUFFMAN, J.B. & R.E. MARTIN 1990. Sprouting shrub response to different seasons and fuel consumption levels of prescribed fire in Sierra Nevada mixed conifer ecosystems. **Forest Science** 36(3): 748-764.
- KEARNS, C.A. & D.W. INOUE 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. **BioScience** 47(5): 297-307.
- KEARNS, C.A., D.W. INOUE & N.M. WASER 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics** 29: 83-112.
- KEMP, R.H., L. ROCHE & R.L. WILLAN 1976. Current activities and problems in the exploration and conservation of tropical forest gene resources. In J. Burley, B.T. Styles (Eds.) **Tropical Trees. Variation, Breeding and Conservation**. London: Academic Press, Inc., pp. 223-233.
- KEMPERMAN, J.A. & B.V. BARNES 1976. Clone sizes in american Aspens. **Canadian Journal of Botany** 38: 299-334.
- KEYS, R.N., S.L. BUCHMANN & S.E. SMITH 1995. Pollination effectiveness and pollination efficiency of insects foraging *Prosopis velutina* in South-eastern Arizona. **Journal of Applied Ecology** 32: 519-527.
- KIRIZAWA, M. 1981. **Contribuição ao Conhecimento Morfo-Ecológico e do Desenvolvimento Anatômico dos Órgãos Vegetativos e de Reprodução de *Cochlospermum regium* (Mart. & Schr.) Pilger – Cochlospermaceae**. São Paulo: Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo – USP, 420p.
- KOPTUR, S. 1984. Outcrossing and pollinator limitation of fruit set breeding systems of neotropical *Inga* trees (Fabaceae: Mimosoideae). **Evolution** 38(5): 1130-1143.
- KOPTUR, S., W.A. HABER, G.W. FRANKIE & H.G. BAKER 1988. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forests of Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology** 4: 323-346.
- KRESS, W.J. & J.H. BEACH 1994. Flowering plant reproductive systems. In L.A. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespenheide, G.S. Hartshorn (Eds.). **La Selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: The University Chicago Press, Ltda., pp.161-182.
- KUBTZKI, K. 1985. The dispersal of forest plants. In G.T. Prance, T.E. Lovejoy (Eds.). **Amazonia**. Oxford: Pergamon Press, pp.192-217.
- KWAK, M.M. 1987. Pollination and pollen flow disturbed by honeybees in bumblebee-pollinated *Rhinanthus* populations? In Andel, J. Van et al. (Eds.). **Disturbance in Grasslands**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, pp.273-283.
- LABOURIAU, L.G., I.M. VÁLIO, M.L. SALGADO LABOURIAU & W. HANDRO 1963. Nota sobre a germinação de sementes de plantas de cerrado em condições naturais. **Revista Brasileira de Biologia** 23(3): 227-237.
- LABOURIAU, L.G., I.M. VALIO & E.P. HERINGER 1964. Sobre o sistema reprodutivo de plantas dos cerrados. I. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 36(4): 449-464.
- LACEY, C.J. & R.D. JOHNSTON 1990. Woody clumps and clumpwoods. **Australian Journal of Botany** 38: 299-334.
- LALONDE, R.G. & B.D. ROITBERG 1994. Mating system, life-history, and reproduction in canada thistle (*Cirsium arvense*, Asteraceae). **American Journal of Botany** 81(1): 21-28.
- LAMONT, B.B., P.G.L. KLINKHAMER & E.T.F. WITKOWSKI 1993. Population fragmentation may reduce fertility to zero in *Banksia goodii* – a demonstration of the allee effect. **Oecologia** 94: 446-450.
- LANDE, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. **Science** 241: 1455-1460.
- LANDE, R. & G.F. BARROWCLOUG 1990. Effective population size, genetic variation, and their use in population management. In M.E. Soulé (Ed.). **Viable Populations for Conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 87-123.
- LANDRUM, L.R., W.D. CLARK, P.W. SHARP & J. BUNDECKE 1995. Hybridization between *Psidium guajava* and *P. guineense* (Myrtaceae). **Economic Botany** 49(2): 153-161.
- LEDIG, F.T. 1986. Heterozygosity, heterosis, and fitness in outbreeding plants. In M.E. Soulé (Ed.). **Conservation Biology. The science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., pp. 77-104.
- LEVEY, D.J., T.C. MOERMOND & J.S. DENSLOW 1994. Frugivory: an overview. In L.A. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespenheide, G.S. Hartshorn (Eds.). **La Selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: The University Chicago Press, Ltda., pp.282-294.

- LEVIN, D.A. & W.W. ANDERSON 1970. Competition for pollinators between simultaneously flowering species. **The American Naturalist** 104(939): 455-467.
- LIEBERMAN, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **Journal of Ecology** 70: 791-806.
- LIEBERMAN, M. & D. LIEBERMAN 1994. Patterns of density and dispersion of forest trees. In L.A. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespdenheide, G.S. Hartshorn (Eds.). **La Selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: The University Chicago Press, Ltda., pp. 106-119.
- LLOYD, D.G. 1979. Parental strategies of angiosperms. **New Zealand Journal of Botany** 17: 595-606.
- LLOYD, D.G. 1980. Sexual strategies in plants. I. An hypothesis of serial adjustment of maternal investment during one reproductive session. **New Phytologist** 86: 69-79.
- LOYD, D.G. & C.J. WEBB 1986. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms. **New Zealand Journal of Botany** 24: 135-162.
- LLOYD, D.G. & D.J. SCHOEN 1992. Self- and cross-fertilization in plants. I. Functional dimensions. **International Journal of Plant Science** 153(3): 358-369.
- LOUDA, S.M. 1982. Limitation of the recruitment of the shrub *Haplopappus squarrosus* (Asteraceae) by flower- and seed-feeding insects. **Journal of Ecology** 70: 43-53.
- LOVEJOY, T.E., R.O. BIERREGAARD, A.B. RYLANDS, J.R. MALCOLM, C.E. QUINTELA, L.H. HARPER, K.S. BROWN, A.H. POWELL, G.V.N. POWELL, H.O.R. SCHUBART & M.B. HAYS 1983. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragment. In M.E. Soulé (Ed.). **Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity**. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, pp.257-285.
- LOVELESS, M.D. & J.L. HAMRICK 1984. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. **Annual Review of Ecology and Systematics** 15: 65-95.
- MACEDO, M. 1993. **Aspectos Biológicos de um Cerradão Mesotrófico nas Cercanias de Cuiabá, MT**. Manaus: Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e Fundação Universidade do Amazonas, 75p.
- MACHADO, J.W.B. 1990. **Relação origem/solo e tolerância à saturação hídrica de *Copaifera langsdorffii* Desf.**. Campinas: Tese de Doutorado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 129p.
- MANTOVANI, W. & F.R. MARTINS 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 11: 101-112.
- MARINHO F., J.S. 1992. Biogeografia. In B.F. Souza Dias (Coord.). **Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, pp. 65-68.
- MARINI, M.A. & R.B. CAVALCANTI 1996. Influência do fogo na avifauna do sub-bosque de uma mata de galeria do Brasil Central. **Revista Brasileira de Biologia** 56(4): 749-754.
- MARTIN, F. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. **Stain Technology** 34: 25.
- MARTINS, F.R. 1993. **Estrutura de uma Mata Mesófila**. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 246p.
- MATHES, L.A.F., R.B. TORRES, R.R. RODRIGUES & H.F. LEITÃO FILHO 1999. Espécies arbóreas com rebrota a partir de raízes gemíferas num fragmento florestal após ocorrência de fogo, Fazenda Santa Elisa, Campinas, SP. In **Colonização e Enriquecimento de um Fragmento Florestal Urbano após a Ocorrência de Fogo, Fazenda Santa Elisa, Campinas, SP: Avaliação Temporal da Regeneração Natural (66 meses) e do Crescimento (51 meses) de 30 Espécies Florestais Plantadas em Consórcios Sucessionais**. Piracicaba: Relatório Final, 20p.
- MATTHES, L.A.F. 1980. **Composição Florística, Estrutura e Fenologia de uma Floresta Residual do Planalto Paulista: Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP)**. Campinas: Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 209p.
- MAYER, S.S. & D. CHARLESWORTH 1991. Cryptic dioecy in flowering plants. **Trends in Ecology & Evolution** 6(10): 320-325.
- MC CLANAHAN, T.R. 1986. Pollen dispersal and intensity as criteria for the minimum viable population and species reserves. **Environmental Management** 10(3): 381-383.

- MC VAUGH, R. 1969. The botany of the Guayana highland – Part VIII. Myrtaceae. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 18(2): 55-286.
- MC VAUGH, R. 1969. The botany of the Guayana highland – Part VIII. Myrtaceae. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 18(2): 55-286.
- MEDINA, E. & O. HUBER 1992. The role of biodiversity in the functioning of savanna ecosystems. In O.T. Solbrig, H.M. van Emden, P.G.W.J. van Oordt (Eds.). **Biodiversity and Global Change**. Monography n.8. Paris: International Union of Biological Sciences, pp. 139-157.
- MEIRELLES, M.L. & A.J.B. LUIZ 1995. Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 18(2): 185-189.
- MENDONÇA, P.R. & A.J. PIRATELLI 1997. Frugivoria e dispersão de sementes por vertebrados do cerrado. In L.L. Leite, C.H. Saito (Eds.). **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado**. Trabalhos Seleccionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil (Brasília, 6-11/10/96). Brasília: Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília – UnB, pp. 112 –116.
- MILLER, M.F. 1996. *Acacia* seed predation by bruchids in a African savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology** 33: 1137-1144.
- MIRANDA, I.S. 1995. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-Chão, PA. **Revista Brasileira de Botânica** 18(2): 235-240.
- MITCHEL, R.J. 1997. Effects of pollination intensity on *Lesquerella fendleri* seed set: variation among plants. **Oecologia** 109: 382-388.
- MIYANISHI, K. & M. KELLMAN 1986. The role of fire in recruitment of two neotropical savanna shrubs, *Miconia albicans* and *Clidemia sericea*. **Biotropica** 18(3): 224-230.
- MOGIE, M. 1992. **The Evolution of Asexual Reproduction in Plants**. London: Chapman & Hall, 276p.
- MONASTERIO, M. & G. SARMIENTO 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan llanos. **Journal of Biogeography** 3(4): 325-356.
- MORELLATO, L.P.C. 1991. **Estudo da Fenologia de Árvores, Arbustos e Lianas de uma Floresta Semi-decídua no Sudeste do Brasil**. Campinas: Tese de Doutorado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 174p.
- MORISINI, I.B.A. & C.A. KLINK 1997. Interferência do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) no desenvolvimento de plântulas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trécul). In L.L. Leite & C.H. Saito (Org.). **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado**. Brasília: Depto. Ecologia – Universidade de Brasília, pp. 82-86.
- MURAWSKI, D.A. & J.L. HAMRICK 1991. The effect of th density of flowering individuals on the mating systems of nine tropical tree species. **Heredity** 67: 167-174.
- MURCIA, C. 1996. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. In J. Shellas, R. Greenberg (Eds.). **Forest Patches in Tropical Landscapes**. Washington, D.C.: Island Press, pp. 19-36.
- NASCIMENTO, M.T. & N. SADDI 1992. Structure and floristic composition in an area of cerrado in Cuiabá – MT, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 15(1): 47-55.
- NEWSTRON, L.E., G.W. FRANKIE, H.G. BAKER & R.K. COLWELL 1994. Diversity of long-term flowering patterns. In L.A. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespenheide, G.S. Hartshorn (Eds.). **La Selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest**. Chicago: The University Chicago Press, Ltda., pp.142-160.
- NILSSON, C. & G. GRELSSON 1995. The fragility of ecosystems: a review. **Journal of Applied Ecology** 32: 677-692.
- NOGUEIRA BORGES, H.B. 1991. **Biologia Reprodutiva de Quatro Espécies de Melastomataceae**. Campinas: Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 98p.
- NUNNEY, L. & K.A. CAMPBELL, 1993. Assessing minimum viable population size: demography meets population genetics. **Trends in Ecology & Evolution** 8(7): 234-239.
- NYBOM, H. 1987. Pollen-limited seed set in pseudogamous blackberries (*Rubus* L. subgen. *Rubus*). **Oecologia (Berlin)** 72: 562-568.
- OLIVEIRA, P.E. 1991. **The Pollination and Reproductive Biology of a Cerrado Woody Community in Brazil**. PhD thesis, University of St. Andrews (Scotland), 138p.

- OLIVEIRA, P.E. 1994. Aspectos da reprodução de plantas de cerrado e conservação. **Boletim Herbário Ezechias Paulo Heringer** 1:34-45.
- OLIVEIRA, P.E. 1996. Dioecy in the Cerrado vegetation of Central Brazil. **Flora** 191: 235-243.
- OLIVEIRA, P.E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In S.M. Sano, S.P. de Almeida (Eds.). **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina: Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária – EMBRAPA.
- OLIVEIRA, P.E. & M. SAZIMA 1990. Pollination biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) from Brazilian cerrado vegetation. **Plant Systematics and Evolution** 172: 35-49.
- OLIVEIRA, P.E. & A.G. MOREIRA 1992. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 15(2): 163-174.
- OLIVEIRA, P.E. & J.C.S. SILVA 1993. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the cerrados of Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 9: 67-79.
- OLIVEIRA, P.E. & P. GIBBS 1994. Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 10: 509-522.
- OLIVEIRA, P.E., J.F. RIBEIRO & M.I. GONZALES 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kielmeyera coriacea* Mart. de cerrados de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica** 12(1/2): 39-47.
- OLIVEIRA, P.E., P.E. GIBBS, A.A. BARBOSA & S. TALAVERA 1992. Contrasting breeding systems in two *Erythea* (Bombacaceae) species of the Brazilian cerrados. **Plant Systematics and Evolution** 179: 207-219.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. DE 1992. The vegetation of Brazilian "murundus" – the island-effect on the plant community. **Journal of Tropical Ecology** 8: 465-486.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. DE & F.R. MARTINS 1986. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). **Revista Brasileira de Botânica** 9: 207-223.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. DE, G.J. SHEPHERD, F.R. MARTINS & W.H. STUBBLEBINE 1989. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 5: 413-431.
- OPLER, P.A., H.G. BAKER & G.W. FRANKIE 1975. Reproductive biology of some Costa Rican *Cordia* species (Boraginaceae). **Biotropica** 7(4): 234-247.
- OPLER, P.A., G.W. FRANKIE & H.G. BAKER 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography** 3: 231-236.
- OPLER, P.A., G.W. FRANKIE & H.G. BAKER 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** 68: 167-188.
- PATON, D.C. 1993. Honeybees in the Australian environment. **BioScience** 43(2): 95-103.
- PAVIANI, T.I. & M. HARIDASAN 1988. Tuberosidade em *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae). **Ciência e Cultura** 40(10): 998-1003.
- PHILIPP, M. & SCHOU, O. 1981. An unusual heteromorphic incompatibility system. Distily, self-incompatibility, pollen load and fecundity in *Anchusa officinalis* (Boraginaceae). **New Phytologist** 89: 693-703.
- PIEDADE, L.H. & N.T. RANGA 1993. Ecologia da polinização de *Galipea jasminiflora* Engler (Rutaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 16(2): 151-157.
- PRADO, A.L. DO 1987. **Revisão Taxonômica do Gênero Tocoyena Aubl. (Rubiaceae) no Brasil**. Campinas: Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 193p.
- PRANCE, G.T. 1985. The pollination of Amazonian plants. In G.T. Prance, T.E. Lovejoy (Eds.). **Amazonia**. Oxford: Pergamon Press, pp.166-189.
- PRANCE, G.T. & G.B. SCHALLER 1982. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Brittonia** 34(2): 228-251.
- PRIMACK, R.B. 1985. Longevity of individual flowers. **Annual Review of Ecology and Systematics** 16: 15-37.
- PRIMACK, R.B. 1992. Tropical community dynamics and conservation biology. **BioScience** 42(11): 818-821.
- PROCTOR, M., P. YEO & A. LACK 1996. **The Natural History of Pollination**. Harper Collins Publishers, 479p.
- PROENÇA, C.E.B. & P.E. GIBBS 1994. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. **New Phytologist** 126: 343-354.

- PURDIE, R.W. 1977. Early stages of regeneration after burning in dry sclerophyll vegetation. I. Regeneration of understorey by vegetative means. **Australian Journal of Botany** 25: 21-34.
- RACHID, M. 1947. Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. **Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Boletim LXXX, Botânica** 5: 1-135.
- RACHID-EDWARDS, M. 1956. Alguns dispositivos para proteção de plantas contra a seca e o fogo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras** 209(13): 39-68.
- RADAMBRASIL 1982. **Levantamento de Recursos Naturais**. V.26. Folha SD.21 Cuiabá. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, pp. 405-429.
- RADFORD, A.E., W.C. DICKSON, J.R. MASSEY & C.R. BELL 1974. **Vascular Plant Systematics**. New York: Harper & How Publishers, pp. 211-236.
- RAMIREZ, N. 1989. Biología de polinización en una comunidad arbustiva tropical de la alta guayana Venezolana. **Biotropica** 21(4): 319-330.
- RAMIREZ, N. & Y. BRITO 1990. Reproductive biology of a tropical palm swamp community in the Venezuelan llanos. **American Journal of Botany** 77(10): 1260-1271.
- RAMIREZ, N. & Y. BRITO 1992. Pollination biology in a palm swamp community in the Venezuelan central plains. **Botanical Journal of the Linnean Society** 110: 277-302.
- RAMOS, A.E. 1990. **O Efeito da Queima sobre a Vegetação Lenhosa do Cerrado**. Brasília: Tese de Mestrado, Universidade de Brasília – UnB, 142p.
- RAMOS, A.E. & C.M.M. ROSA 1992. Impacto das queimadas. In B.F. Souza Dias (Coord.). **Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, pp. 34-38.
- RAMSEY, M. 1995. Causes and consequences of seasonal variation in pollen limitation of seed production in *Blandfordia grandiflora* (Liliaceae). **Oikos** 73: 49-58.
- RANKIN-DE-MERONA, J.M. & D.D. ACKERLY 1987. Estudos populacionais de árvores em florestas fragmentadas e as implicações para conservação *in situ* das mesmas na floresta tropical da Amazônia Central. **Ipef** 35: 47-59.
- RATHCKE, B. & E.P. LACEY 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** 16: 179-214.
- RATTER, J.A. 1987. Notes on the vegetation of the Parque Nacional do Araguaia (Brazil). **Notes from the Royal Botanic Garden of Edinburgh** 44(2): 311-342.
- RATTER, J.A. & C.D. DARGIE 1992. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. **Edinburg Journal of Botany** 49(2): 235-250.
- RATTER, J.A., J.F. RIBEIRO & S. BRIDGEWATER 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany** 80: 223-230.
- RATTER, J.A., S. BRIDGEWATER, R. ATKINSON & J.F. RIBEIRO 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. **Edinburg Journal of Botany** 53(2): 153-180.
- RATTER, J.A., A. POTT, V.J. POTT, C.N. DA CUNHA & M. HARIDASAN 1988. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. **Notes from the Royal Botanic Garden of Edinburgh** 45(3): 503-525.
- RAW, A. & J. HAY 1985. Fire and others factors affecting a population of *Simarouba amara* in "cerradão" near Brasília, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 8(1): 101-107.
- RAWITSCHER, F. 1948. The water economy of the vegetation of the "campos cerrados" in southern Brazil. **Journal of Ecology** 36(2): 237-268.
- REICH, P.B. & R. BORCHERT 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** 72: 61-74.
- RENNER, S.S. 1989. A survey of reproductive biology in neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 76: 496-518.
- RIBEIRO, J.F., J.C.S. SILVA & G.J. BATMANIAN 1985. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina, DF. **Revista Brasileira de Botânica** 8(2): 131-142.

- RICHARDS, A.J. 1986. **Plant Breeding Systems**. London: George Allen & Unwin, 529p.
- RIVEROS, G.M., O.R. BARRÍA & A.M. HUMAÑA 1995. Self-compatibility in dystilous *Hedyotis salzmännii* (Rubiaceae). **Plant Systematics and Evolution** 194: 1-8.
- RIZZINI, C.T. 1963. O fator edáfico na formação do xilopódio de *Mimosa multipinna* Benth. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 35(1): 75-77.
- RIZZINI, C.T. 1971a. Sobre as principais unidades de dispersão do cerrado. In M.G. Ferri (Coord.). **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: Edegard Blücher Ltda/Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, pp.117-132.
- RIZZINI, C.T. 1971b. Aspectos ecológicos da regeneração em algumas plantas do Cerrado. In M.G. Ferri (Coord.). **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: Editora Edegard Blücher Ltda/Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, pp. 61-64.
- RIZZINI, C.T. 1979. **Tratado de Fitogeografia do Brasil. Aspectos sociológicos e florísticos**. V.2. São Paulo: Editora de Humanismo, Ciência e Tecnologia "HUICITEC" Ltda./Editora Universidade de São Paulo - EDUSP, 374p.
- RIZZINI, C.T. & E.P. HERINGER 1962. Studies on the underground organs of trees and shrubs from some southern Brazilian savannas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 34(2): 235-247.
- RIZZINI, C.T. & E.P. HERINGER 1966. Estudo sobre os sistemas subterrâneos difusos de plantas campestres. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 38(1) suplemento: 85-112.
- ROCHA, I.R.D., R.B. CAVALCANTI, J.S. MARINHO FILHO, A.B. ARAÚJO & K. KITAYANA 1993. Fauna do Distrito Federal. In M.N. Pinto (Org.). **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília – Edunb/Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia – SEMATEC, pp.405-431.
- RODRIGUES, R.R. 1988. Métodos fitossociológicos mais usados. **Casa da Agricultura, separata, No.1**, 5p.
- ROOSMALEN, M.G.M. 1985. **Fruits of the Guianan Flora**. Wageningen: Institute of Systematic Botany, Utrecht University, 483p.
- ROUBICK, D.W. 1989. **The ecology and Natural History of Tropical Bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 514p.
- RUIZ-ZAPATA, T.R. & M.T.K. ARROYO 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. **Biotropica** 10(3): 221-230.
- SAGE, T.L., R.I. BERTIN & E.G. WILLIAMS 1994. Ovarian and other late-acting self-incompatibility systems. In E.G. Williams *et al.* (Eds.). **Genetic Control of Self-Incompatibility and Reproductive Development in Flowering Plants**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp.116-140.
- SANAIOTTI, T.M. & W.M. MAGNUSSON 1995. Effects of annual fires on the production of fleshy fruits eaten by birds in a Brazilian Amazonian savanna. **Journal of Tropical Ecology** 11: 53-65.
- SARAIVA, L.C. 1993. **Biologia da Reprodução de Arbustos e Árvores do Cerrado de Corumbataí, Estado de São Paulo**. Rio Claro: Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 172p.
- SARAIVA, L.C., O. CESAR & R. MONTEIRO 1988. Biologia da polinização e sistema de reprodução de *Styrax camporum* Pohl e *S. ferrugineus* Nees et Mart. (Stiracaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 11: 71-80.
- SARMIENTO, G. 1983. The savannas of tropical america. In F. Boulière (Ed.). **Tropical Savannas**. Ecosystems of the World. 13. New York: Elsevier Science Publishers, pp. 245-288.
- SARMIENTO, G. 1984. **The Ecology of Neotropical Savannas**. Cambridge: Harvard University Press, 235p.
- SARMIENTO, G. & M. MONASTERIO 1983. Life forms and phenology. In **Tropical Savannas**. Ecosystems of the World. 13. F. Boulière (Ed.). Amsterdam: Elsevier Science Publishers, pp.79-108.
- SARMIENTO, G., G. GOLDSTEIN & F. MEINZER 1985. Adaptive strategies of woody species in neotropical savannas. **Biological Review** 60(3): 315-355.
- SAUNDERS, D.A., R.J. HOBBS & C.R. MARGULES 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology** 5(1): 18-31.
- SAZIMA, M. & I. SAZIMA 1975. Quiropterofilia em *Lafoensia pacari* St. Hil. (Lythraceae), na Serra do Cipó, Minas Gerais. **Ciência e Cultura** 27(4): 405-416.

- SCARIOT, A.O. & E. LLERAS 1991. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in central Brazil. **Biotropica** 23(1): 12-22.
- SEGHIERI, J., C. FLORET & R. PONTANIER 1995. Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and wood species in the savannas of northern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology** 11: 237-254.
- SHAFFER, M.L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. **Bio Science** 31(2): 131-134.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & G. GOTTSBERGER 1988. A polinização de plantas do cerrado. **Rev. Brasil. Biol.** 48(4): 651-663.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., G. GOTTSBERGER & F. EHRENDORFER 1992. Hybrid speciation and radiation in the neotropical woody genus *Tocoyena* (Rubiaceae). **Plant Systematics and Evolution** 181: 143-169.
- SILVA JR., M.C. DA 1997. Endemic bird species and conservation in the Cerrado region, South America. **Biodiversity and Conservation** 6: 435-450.
- SILVA JR., M.C. DA & J.M. FELFILI 1992. Florestas nativas. In B.F. Souza Dias (Coord.). **Alternativas de Desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, pp. 50-52.
- SILVA, J.F. 1993. Tropical savanna biodiversity and resilience. In **Workshop on The Role of Biodiversity in the Function of Savannas ecosystems**. Brasília: may 24-28, 17p.
- SILVEIRA, F.A. DA 1989. **Abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) e suas Fontes de Alimento no Cerrado da Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba – Minas Gerais**. Viçosa: Tese de Mestrado, Universidade de Viçosa – UFV, 50p.
- SILVEIRA, F.A. & M.J.O. CAMPOS 1995. A melissofauna de Corumbatai (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia** 39(2): 371-401.
- SILVERTOWN, J.W. & J.L. DOUST 1993. **Introduction to Plant Population Biology**. Oxford: Blackwell Science Ltd., 210p.
- SNOW, A.A. 1982. Pollination intensity and potential seed set in *Passiflora vitifolia*. **Oecologia (Berl.)** 55: 231-237.
- SOBREVILA, C. & M.T.K. ARROYO 1982. Breeding systems in a montane tropical cloud forest in Venezuela. **Plant Systematics and Evolution** 140: 19-37.
- SOBREVILA, C., N. RAMIREZ & N.X. ENRECH DE 1983. Reproductive biology of *Palicourea fendleri* and *P. petiolaris* (Rubiaceae), heterostylous shrubs of a tropical cloud forest in Venezuela. **Biotropica** 15(3): 161-169.
- SOBRINHO, J.B.P.L. 1998. **Caracterização e Classificação de Alguns Perfis de Solos Concrecionários Lateríticos, nos Municípios de Cuiabá e Várzea Grande, MT**. Cuiabá: Tese de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, 96p.
- STEBBINS, G.L. 1958. Longevity, habitat, and release of genetic variability in the higher plants. **Cold Spring Harbor Symposia of Quantitative Biology** 23: 365-378.
- STEPHENSON, A.G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. **Annual Review of Ecology and Systematics** 12: 253-279.
- STEVEN, D. DE 1983. Reproductive consequences of insects seed predation in *Hamamelis virginiana*. **Ecology** 64(1): 89-98.
- STILES, F.G. 1985. On the role of birds in the dynamics of neotropical forests. **ICBP Technical Publication** 4: 49-59.
- SUTHERLAND, S. 1986. Patterns of fruit-set: what controls fruit-flower ratios in plants? **Evolution** 40(1): 117-128.
- SZENTESI, A. & T. JERMY 1995. Predispersal seed predation in leguminous species: seed morphology and bruchid distribution. **Oikos** 73: 23-32.
- TAMBOIA, T., M.L. CIPOLINI & D.J. LEVEY 1996. An evaluation of vertebrate seed dispersal syndromes in four species of black nightshade (*Solanum* sect. *Solanum*). **Oecologia** 107: 522-532.
- TERBORGH, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. **Biotropica** 24(2b): 283-292.
- TOLEDO FILHO, D.V. DE, H.F. LEITÃO FILHO & G.J. SHEPHERD 1989. Estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado em Mogi-Mirim (SP). **Revista do Instituto Florestal** 1(2): 1-12.

- TONELLO, V.M. 1997. **Estrutura de Populações de *Lafoensia pacari* St. Hil. e Dados Etnobotânicos e Fenológicos em Nossa Senhora do Livramento, Mato Grosso**. Cuiabá: Tese de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, 94p.
- VÁLIO, I.M. & V. MORAES 1966. Sobre o sistema reprodutivo de plantas dos cerrados. II. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 38(1) suplemento: 219-224.
- VAN DER PIJL, L. 1982. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. Berlin: Springer-Verlag, 215p.
- VAN SCHAIK, C.P., J.W. TERBORGH & S.J. WRIGTH 1993. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics** 24: 353-377.
- VIEIRA, M.F., R.M.S.A. MEIRA, L.P. QUEIROZ & J.A.A. MEIRA NETO 1992. Polinização e reprodução de *Jacaranda caroba* (Vell.) DC. (Bignoniaceae) em área de cerrado do sudeste brasileiro. In **Anais do 8º Congresso Sociedade Botânica São Paulo**, Campinas-SP, pp.13-19.
- VOGEL, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the lighth of pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 55: 130-142.
- VUILLEUMIER, B.S. 1967. The origin and evolutionary development of heterostily in the angiosperms. **Evolution** 21: 210-226.
- WALLER, D.M. 1993. The statics and dynamics of mating system evolution. In N.W. Thornhill (Ed.). **The Natural History of Inbreeding and Outbreeding. Theoretical and Empirical Perspectives**. Chicago: The University of Chicago Press, pp. 97-117.
- WARMING E. 1908. **Lagoa Santa. Contribuição para a Geographia Phytobiologica**. Bello Horizonte: Imprensa Official do Estado de Minas Gerais, 284p.
- WASER, N.M. & M.P. PRICE 1983. Optimal and actual outcrossing in plants, and the nature of plant-pollinator interaction. In C.J. Jones, R.J. Little (Eds.). **Handbook of Experimental Pollination Biology**. New York: Van Nostrand reinhold Company Inc., pp. 341-359.
- WASER, N.M., L. CHITTKA, M.V. PRICE, N.M. WILLIAMS & J. OLLERTON 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. **Ecology** 77(4): 1043-1060.
- WATSON, L.E., G.E. UNO, N.A. MC CARTY & A.B. KONKVEN 1994. Conservation biology of rare plant species, *Eriocaulon kornickianum* (Eriocaulaceae). **American Journal of Botany** 81(8): 980-986.
- WHELAN, R.J. & R.L. GOLDINGAY 1989. Factors affecting fruit-set in *Telopea speciosissima* (Proteaceae): the importance of pollen limitation. **Journal of Ecology** 77: 1123-1134.
- WHITE, L.J.T. 1994. Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. **Journal of Tropical Ecology** 10: 289-312.
- WIKANDER, T. 1984. Mecanismos de dispersión de diásporas de una selva decídúa en Venezuela. **Biotropica** 16(4): 276-283.
- WILLSON, M.F., A.K. IRVINE & N.G. NEVILLE 1989. Vertebrate dispersal syndromes in some Australian and New Zealand plant communities, with geographic comparasions. **Biotropica** 21(3): 133-147.
- WOLFF, K. 1991. Genetic analysis of mophological variability in three *Plantago* species with different mating systems. **Theoretical and Applied Genetics** 81: 111-118.
- YOUNG, A., T. BOYLE & T. BROWN 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends in Ecology & Evolution** 11(10): 413-418.
- YOUNG, A.G., H.G. MERRIAM & S.I. WARWICK 1993. The effects of forest fragmentation on genetic variation in *Acer saccharum* Marsh. (sugar maple) populations. **Heredity** 71: 277-289.
- ZIMMERMAN, M. 1980. Reproduction in *Polemonium*: pre-dispersal seed predation. **Ecology** 61(3): 502-506.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE