

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Biologia de Reprodução de Annonaceae em Matas do  
Brasil Central**

**Hipólito Ferreira Paulino Neto**

**Paulo Eugênio Alves Macedo de Oliveira**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso  
de Ciências Biológicas da Universidade  
Federal de Uberlândia para obtenção  
do grau de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

Uberlândia, MG  
Julho - 1999

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS


**Biologia de Reprodução de Annonaceae  
em Matas do Brasil Central**

**Hipólito Ferreira Paulino Neto**

Aprovada pela Banca examinadora em

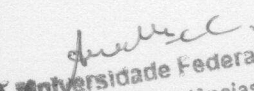
05 107 11999

Nota: 95,0

  
Dr. Paulo Eugênio Alves Macedo de Oliveira

  
Dr. Ivan Schiavini

  
Dr. Kleber Del Claro

  
Universidade Federal de Uberlândia  
Centro de Ciências Biomédicas  
Profa Ana Maria Coelho Carvalho  
Coordenadora do Curso de Ciências Biológicas

Uberlândia, 05 de Julho de 1999.



A minha mãe

A memória de meu saudoso pai

A minha amada família

Aos meus verdadeiros amigos

E aos meus professores

## **AGRADECIMENTOS**

*Antes de tudo, quero dizer que a vida é feita de trocas e muito ricas por sinal. Trocas de conhecimento, experiência, afeto, amizade e amor. Sou e sempre serei a somatória dessas trocas. Desta forma, faço questão de compartilhar toda felicidade deste momento tão especial com todas as pessoas que fizeram este dia, uma realidade.*

*Agradeço a "Deus", todos os dias, por ter feito de minha vida palco de grandes encontros. Assim que vim ao mundo, encontrei aquela que viria a ser a pessoa mais especial de minha vida e que sem ela, nada teria sentido: minha mãe. Por detrás destas páginas, nas entre linhas e ocultado por fotos tão bonitas, tem-se o trabalho, o esforço, a dedicação e a perseverança de uma guerreira, Maria Sueli Duarte Paulino (Donça). Mãe, a você dedico esta monografia e de brinde, minha vida.*



*Essa é a história de uma pessoa, que desde criança tinha um sonho, ser cientista. Hoje essa criança já possui vinte e dois anos e está se tornando um cientista. Sonhos se realizam! Sonhos são feitos de bons momentos e meus muitos bons momentos, devo a minha família. Pessoas que sempre me incentivaram e acreditaram em mim.*

*Agradeço a todos, de coração aberto, por terem feito meus sonhos possíveis.*

*Quando criança, a vida deu-me um amigo e ele ensinou essa criança a caçar, pescar, gostar de andar na mata da fazenda, apreciar a natureza e a tomar gosto pela biologia.*

*Aos dez anos, a vida me deu um novo pai, não para substituir o que se foi (impossível), mas sim para que eu tivesse perto de mim um lindo ser humano, uma pessoa espetacular, com o coração mais bom que irei encontrar em minha estrada.*

*Obrigado Forma (Luis Carlos de Almeida Baldim), por ser o amigo que é.*



*Deve ser tão chato tão chato ficar ouvindo uma pessoa falar nomes científicos, explicar a "Teoria" dos Tucanos" e coisas sobre biologia que eu deveria dar uma medalha a cada amigo meu. Ah, coitados! São eles quem me toleram em dias de mau humor ou quando falo de biologia (brincadeirinha!). Em dias de festas, compartilham comigo suas alegrias e dão-me forças quando estou triste e fraquejo.*

*Bons trabalhos são feitos com muita alegria no coração. Essa alegria recebo de meus amigos, dos amigos de verdade, e devo muito essa monografia a eles. Devo-lhes muito de minha vida.*

*A vida nos reserva surpresas muito especiais e estas fazem com que ela não se torne monótona e previsível. Dois meses antes do vestibular em que passaria em Ciências Biológicas na UFU (julho/95), não sabia para que lado era Uberlândia e muito menos que existia uma universidade por lá. Hoje, digo que seria impossível ser mais feliz e realizado do que fui enquanto estudei aqui.*

*Uma pessoa teve importância fundamental para essa minha satisfação. Uma pessoa que sempre achei parecido fisionômicamente com meu pai e talvez por isso, eu tenha me sentido tão à vontade trabalhando a seu lado esse tempo todo. Uma pessoa que veio a se tornar o tipo de pesquisador que pretendo ser, paciente, político, equilibrado e acima de tudo competente. Uma pessoa que não foi um simples orientador, foi e sempre será um grande amigo. Amizade essa que quero fazer por merecer por toda a vida. Agradeço a confiança. Agradeço as dicas.*

*Paulo Eugênio, obrigado por tudo. E à vida, agradeço essa surpresa.*



*Dedico essa monografia à memória sempre viva de meu pai,  
Hipólito Ferreira Paulino Filho. Deus o levou deste mundo, mas não de  
meu coração. Pai, eu lhe amarei para sempre.*

*Agradeço às minhas trinta amigas plantas por terem cooperado para o bom andamento do presente trabalho. Obrigado por terem "compreendido" o propósito deste estudo, que é conhecer mais para preservar melhor.*

*Desejo tudo de bom à família Annonaceae. Espero que evolua mais e mais, seguindo o curso natural da vida, a sobrevivência.*



## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
RESUMO.....	xv
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIALE MÉTODOS.....	3
Área de estudo.....	3
Espécies estudadas.....	6
Estudos Fenológicos.....	9
Biologia Floral.....	11
RESULTADOS.....	13
<i>Cadiopetalum calophyllum</i> .....	13
Fenologia.....	13
Biologia Floral.....	14
<i>Duguetia lanceolata</i> .....	17
Fenologia.....	17
Biologia Floral.....	18
<i>Xylopiya aromatica</i> .....	21
Fenologia.....	21
Biologia Floral.....	22

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	25
Aspectos Fenológicos.....	25
Aspectos Morfológicos Relacionados à Biologia e Polinização...27	
Antese e Emissão de Odor.....	28
Insetos Visitantes e Potenciais Polinizadores.....	29
Sistema Reprodutivo das Espécies.....	29
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 34



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos índices utilizados na caracterização qualitativa da fenologia das espécies estudadas referente às seguintes fenofases: brotação e caducifolia.....	9
Tabela 2 - Descrição dos índices utilizados na caracterização quantitativa da fenologia das espécies estudadas referente às seguintes fenofases: botões florais, flores e frutos.....	10
Tabela 3 - Teste de compatibilidade através da polinizações controladas em <i>Cardiopetalum calophyllum</i> realizado em 1997.....	16
Tabela 4 - Teste de compatibilidade através da polinizações controladas em <i>Cardiopetalum calophyllum</i> realizado em 1998.....	16
Tabela 5 - Teste de compatibilidade através da polinizações controladas em <i>Duguetia lanceolata</i> realizado em 1997.....	20
Tabela 6 - Teste de compatibilidade através da polinizações controladas em <i>Xylopia aromatica</i> em 1997.....	23

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do município de Uberlândia (18° 55'S - 48° 17'W) e representação geral do Parque do Sabiá, fitofisionomias predominantes e área de estudo (adaptado de Guilherme <i>et al.</i> 1998).....	5
Figura 2 - Dados fenológicos <i>Cardiopetalum calophyllum</i> .....	14
Figura 3 - Eventos florais em <i>Cardiopetalum calophyllum</i> .....	15
Figura 4 - Dados fenológicos de <i>Duguetia lanceolata</i> .....	17
Figura 5 - Eventos florais em <i>Duguetia lanceolata</i> .....	19
Figura 6 - Dados fenológicos de <i>Xylopia aromatica</i> .....	21
Figura 7 - Eventos florais em <i>Xylopia aromatica</i> .....	23
Figura 8 - Flores de <i>Cardiopetalum calophyllum</i> , <i>Xylopia aromatica</i> e <i>Duguetia lanceolata</i> .....	31
Figura 9 - Flores de <i>Xylopia aromatica</i> .em diferentes fases.....	32



## RESUMO

Plantas de Annonaceae são comuns em florestas e cerrados do Brasil Central. Apresentam flores adaptadas à polinização por besouros mas outros sistemas podem ocorrer. Observações sobre a fenologia e biologia reprodutiva foram feitas para três espécies de Annonaceae de um remanescente de mata mesófila em Uberlândia-MG. Plantas de *Cardiopetalum calophyllum*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia aromatica* foram marcadas e mapeadas. A fenologia foi observada semanalmente para dez indivíduos de cada espécie. Foram feitas observações sobre a antese e duração das flores. A morfologia floral foi estudada a partir de material fresco e fixado. Visitantes foram observados, capturados e montados para posterior identificação. Polinizações controladas foram feitas com flores isoladas em pré-antese. O sucesso da polinização natural foi estimado pela produção de frutos por flores marcadas. A floração ocorreu durante o segundo semestre, sendo que *X. aromatica* apresentou-se florida de julho a janeiro, enquanto as outras espécies floresceram por um período mais curto, especialmente setembro e outubro. As flores são de antese noturna em *C. calophyllum* e diurna em *D. lanceolata*, em *X. aromatica*. As flores são diferentes externamente, mas apresentam elementos semelhantes. As pétalas carnosas delimitam uma câmara no interior da flor, onde os visitantes encontram abrigo. O gineceu é apocárpico e as flores protogínicas, com estames liberando pólen horas após a antese, como em *X. aromatica* e *D. lanceolata*, ou na noite seguinte, como em *C. calophyllum*. Pequenos besouros da família Staphylinidae foram os principais visitantes e prováveis polinizadores de *X. aromatica*. Besouros um pouco maiores, Chrysomelidae e Coccinelidae foram os principais visitantes das outras duas plantas. Estes besouros trazem pólen no corpo e permanecem na câmara floral por longos períodos, se alimentando de partes florais e pólen. Polinizações controladas realizadas em 1997 sugeriam que plantas de *Cardiopetalum calophyllum* fossem auto-incompatíveis. No entanto, dados coletados em 1998 comprovaram sistema de autocompatibilidade para esta espécie. *Duguetia lanceolata* e *Xylopia aromatica* são autocompatíveis. Os dados de auto-incompatibilidade observados em 1997 para *Cardiopetalum calophyllum*, provavelmente estão relacionados com a morte de duas plantas, nas quais haviam sido feitos grande parte dos tratamentos. Todas as espécies estudadas são autocompatíveis, mas *Xylopia aromatica* apresenta tendência a auto-incompatibilidade, ora apresentando-se incompatível (ISI inferior a 0.20), ora mostrando-se autocompatível (ISI superior a 0.20).

Palavras-chave: Biologia floral, fenologia, polinização, cantarofilia, mata mesófila semidecídua.

## INTRODUÇÃO

A família Annonaceae encontra-se distribuída por todo o mundo, possuindo 122 gêneros e cerca de 2300 espécies. Esta é a mais bem sucedida família da primitiva Ordem Magnoliales (Barroso 1992). Dentre suas características consideradas primitivas tem-se o gineceu apocárpico e muitos estames livres, com carpelos e estames distribuídos em espiral em torno do receptáculo floral (Barroso *et al.* 1978, Endress 1994, Gottsberger 1989, Joly (1976). A polinização desta família é realizada predominantemente por besouros, moscas e trips (Gottsberger 1970, 1974, 1990, 1994). Na polinização por besouros (cantarofilia), característica considerada primitiva entre as angiospermas (Gibbs *et al.* 1977, Kevan & Baker 1983), os besouros são atraídos por odores característicos e pela temperatura mais elevada no interior da câmara floral que pode chegar a 15 graus acima da temperatura ambiente do ar (Gottsberger, 1989a). Cantarofilia parece ocorrer em quase toda família, mas possivelmente existam diferenças específicas em sua fauna de polinizadores e em sua estrutura floral (Gottsberger 1989b) e mesmo entre ambientes distintos (Gottsberger 1986). Apesar de coleoptera ser a principal ordem de insetos polinizadores de Annonaceae, outros podem ser importantes. Tomé (1999) estudando *Unonopsis lindmanii* de cerrados da região, verificou polinização por abelhas. Baratas são os principais polinizadores de *Uvaria elmeri* (Nagamitsu *et al.* 1997).

A família Annonoaceae possui presença marcante em matas do Brasil Central, possuindo espécies de sub-bosque e dossel dos gêneros *Annona*, *Cardiopetalum*, *Duguetia*,



*Guatteria*, *Rollinia*, *Unonopsis* e *Xylopia* em matas da região de Uberlândia (Schiavini 1992, Araújo 1992 e Guilherme 1994).

O objetivo deste trabalho foi estudar os sistemas de polinização e reprodução de espécies de Annonaceae em matas da região de Uberlândia, definindo estratégias fenológicas, morfologia floral e adaptações ao espectro de polinizadores, bem como sistemas de cruzamentos prevalentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

As atividades de campo foram desenvolvidas no Parque do Sabiá, localizado no bairro Tibery, perímetro urbano do município de Uberlândia, MG, nas coordenadas 18° 55'S : 48° 17'W. O Parque possui área de 185 hectares, sendo cerca de 35 hectares ocupados por remanescentes de vegetação nativa (Figura 1).

O clima de Uberlândia apresenta duas estações bem definidas, um verão quente e úmido e um inverno frio e seco. A cidade situa-se em uma altitude em torno de 890 m. A precipitação anual varia em torno de 1550 mm e a temperatura média é de aproximadamente 22° C (Rosa *et al.*, 1991). O Parque possui, além dos remanescentes florestais de matas mesófilas, matas de galeria e cerradão, que ocupam uma área de 30 ha (Guilherme *et al.*, 1994), além de vereda.

O Cerrado localiza-se basicamente no Planalto Central do Brasil, apresentando solos arenosos, permeáveis, ocupando os terrenos mais elevados (Eiten 1975) e é o segundo maior bioma do país em área, superado somente pela Floresta Amazônica. Trata-se de um complexo vegetacional e apresenta várias fitofisionomias, que compreendem as formações florestais, savânicas e campestres. São descritos onze tipos fitofisionômicos gerais, distribuídos em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Mesófila e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral Vereda) e



campestres (Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo), sendo que muitas dessas fisionomias apresentam subtipos (Ribeiro & Walter 1998).

Mata de galeria é uma fitofisionomia caracterizada pelo fato da vegetação de um lado e de outro de um rio de pequeno porte ou córrego entrelaçar sua copas, formando corredores fechados, mais propriamente denominados de galeria (Ribeiro & Walter 1998). Estas matas, normalmente, apresentam uma estratificação bem definida, subosque constituído de arbustos e indivíduos jovens das espécies pertencentes ao dossel (Schiavini 1992). Sendo assim, muitos trabalhos de fenologia, biologia de reprodução e outros são realizados predominantemente utilizando-se espécies de subosque e poucos trabalhos existem para as espécies de dossel, devido ao seu difícil acesso.

A Mata Mesófila é uma fitofisionomia que ocorre nas encostas de vales ou próximas de cursos d'água, possuindo altura média de 20 metros, dossel fechado e cobertura arbórea próxima de 100%, evitando o desenvolvimento do estrato herbáceo-graminoso. Seu subosque apresenta muitos indivíduos jovens de espécies que ocupam o dossel (Schiavini & Araújo 1989).

O Cerradão é uma formação florestal de aspectos xeromórficos, caracterizando-se por apresentar espécies que ocorrem tanto no Cerrado sentido restrito como também na mata. Fisionomicamente semelhante a uma floresta, porém floristicamente é mais similar a um cerrado. O Cerradão apresenta um dossel praticamente contínuo e cobertura arbórea variando entre 50-90%. A altura média das árvores varia de 8 a 15 metros, apresentando estratos arbustivo e herbáceo diferenciados. A grande maioria de suas espécies são perenifólias, mas espécies caducifólias comuns ao Cerrado também ocorrem (Ribeiro 1998).

Foram estudadas três espécies de Annonaceae, *Duguetia lanceolata* St.Hil., *Cardiopetalum calophyllum* Schldtl, *Xylopia aromatica* (Lam) Mart (Figura 8a). *Xylopia aromatica* e *Cardiopetalum calophyllum* distribuem-se, principalmente, nas bordas da Mata Mesófila, podendo ocorrer mais para o interior da mesma. *Duguetia lanceolata* é predominantemente uma espécie de mata, ocorrendo, normalmente no dossel e subosque.

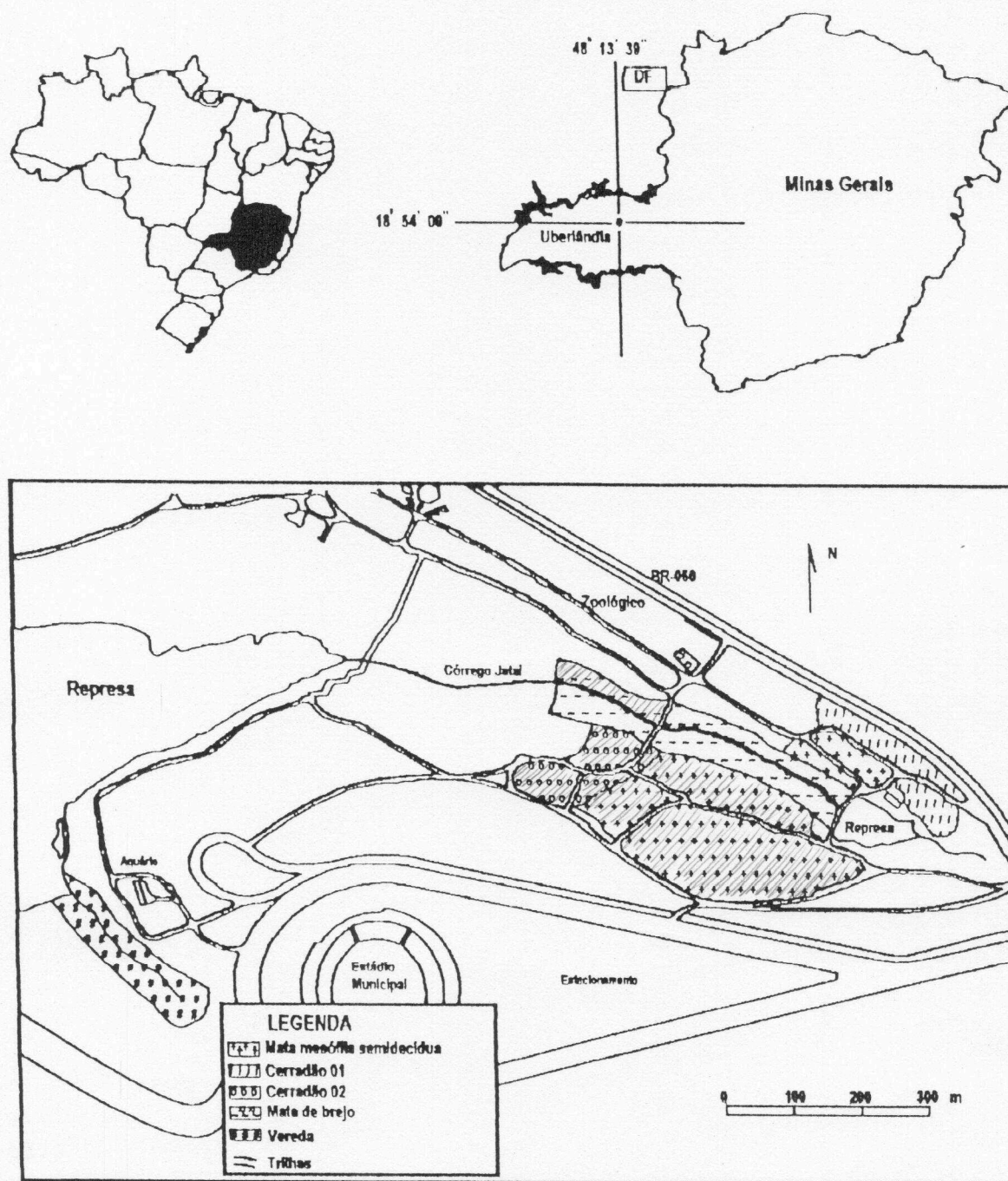


FIGURA 1 - Mapa de localização do município de Uberlândia ( $18^{\circ} 55' S - 48^{\circ} 17' W$ ) e representação geral do Parque do Sabiá, fitofisionomias predominantes. Área de estudo marcada em vermelho (adaptado de Guilherme *et al.* 1998).



## ESPÉCIES ESTUDADAS

### *Cardiopetalum calophyllum*

*Cardiopetalum calophyllum* é conhecida pelos nomes populares de imbirinha, imbireira, imbira-amarela. São plantas que possuem altura entre 4 e 6 metros, mas seus indivíduos podem atingir maior porte. São dotados de uma copa densa e piramidal. Tronco ereto e cilíndrico, com casca fibrosa quase lisa, de 20 a 30 centímetros de diâmetro. Folhas glabras em ambas as faces, com comprimento variando de 6 a 16 centímetros e 2 a 4,5 centímetros de largura. Inflorescências em fascículos axilares ou extra axilares com 2-4 flores ou geralmente solitárias. O fruto é um folículo carnoso deiscente, de forma alongada e irregular, de superfície glabra, lisa, de cor amarela, contendo de 4 a 10 sementes duras de cor preta e brilhantes (Lorenzi 1998).

Ocorrem em todo o Brasil Central, principalmente no Triângulo Mineiro, Goiás e Mato Grosso, no cerrado e na sua transição para a mata (cerradão). Sua madeira é utilizada apenas localmente para construções rústicas, cabo de ferramentas, caixotaria, bem como para lenha e carvão. Os frutos são muito procurados por pássaros em geral. A árvore possui qualidades ornamentais que a recomendam para o paisagismo, principalmente para a arborização urbana (Lorenzi 1998).

A espécie é pioneira e muito rústica, é também recomendada para a composição de reflorestamentos heterogêneos destinados à recuperação da vegetação de áreas degradadas. *Cardiopetalum calophyllum* é uma planta com características semidecídua, heliófita, pioneira, exclusiva dos cerrados e cerradões do Brasil Central, onde sua frequência geralmente é elevada, porém extremamente descontínua em sua dispersão. Ocorre preferencialmente em formações secundárias de terrenos arenosos e pobres sobre aclives suaves, onde geralmente chegam a formar populações puras (Lorenzi 1998).

### ***Duguetia lanceolata***

*Duguetia lanceolata* é denominada popularmente por pindaíva, pindabuna, corticeira, perovana, pindaúva, cortiça e pinda-ubuna. São plantas com altura entre 15 e 20 metros, com tronco de 40 a 60 centímetros de diâmetro. Folhas glabras com comprimento variando de 8 a 12 centímetros. Sua área de ocorrência abrange Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul, principalmente na floresta semidecídua de altitude e na mata pluvial atlântica (Lorenzi 1992).

Sua madeira é recomendada para usos internos na construção civil, como vigas, caibros, batentes de portas e janelas, molduras, lâminas faqueadas decorativas; também empregada em obras externas, como postes, moirões e dormentes, na confecção de móveis, etc. A árvore é esbelta e bastante elegante, prestando-se muito bem para o paisagismo em geral. Seus frutos são comestíveis e muito procurado pela fauna em geral. Apesar de seu lento crescimento, é útil para o plantio em áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi 1992).

A planta é perenifólia, heliófita, característica da floresta semidecídua de altitude. Ocorre geralmente em grupamentos populacionais bastante homogêneos em topos de morros onde o solo é bem drenado; entretanto, é também bem comum em várzeas e beira de rios, porém sempre em barrancos bem drenados. Ocorre tanto no interior da mata primária densa como em formações abertas e secundárias. Produz anualmente pequena quantidade de sementes viáveis (Lorenzi 1992).



### *Xylopia aromatica*

Popularmente, *Xylopia aromatica* é conhecida Pimenta-de-macaco, pimenta-de-negro, pachinhos, esfolá-bainha são os principais nomes populares dessa espécie. Os indivíduos dessa espécie possuem altura entre 4 e 6 metros, com tronco de 15 a 25 centímetros de diâmetro. Folhas simples, tomentosas em ambas as faces e comprimento variando de 6 a 14 centímetros. Ocorre em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, São Paulo e Mato Grosso do Sul, no cerrado (Lorenzi 1992).

Sua madeira pode ser utilizada apenas para confecção de caixas leves e forros. Seus frutos são avidamente procurados por pássaros, que consomem o arilo que envolve a semente. Apresenta características ornamentais, principalmente pela forma incomum de sua copa; pode ser empregada na arborização de ruas estreitas e no paisagismo em geral. É excelente para plantio em áreas degradadas de preservação permanente situadas em terrenos pobres e secos (Lorenzi 1992).

Planta semidecídua, heliófita, pioneira e seletiva xerófila, característica do cerrado e campo cerrado. Apresenta distribuição ampla, porém, irregular e descontínua, ocorrendo geralmente em baixa frequência. Apesar de sua característica pioneira é bastante lenta no crescimento. Sua frutificação é irregular, produzindo grande quantidade de sementes apenas a cada 2 ou 3 anos. (Lorenzi 1992).

## ESTUDOS FENOLÓGICOS

Foram marcados 10 indivíduos de cada espécie para acompanhamento fenológico. Semanalmente, foram anotadas a presença de brotação de folhas novas, botões florais, flores e frutos. Flores destes indivíduos foram marcadas para se estimar a eficiência de formação de frutos em condições naturais. Um ramo de cada espécie a ser estudada foi herborizado e depositado durante um ano no Herbário do Departamento de Biociências (HUFU), servindo de referência para plantas em estudo. Dados fenológicos referentes à brotação e caducifolia foram estimados qualitativamente com índices que variavam de 0 a 3. Dava-se índice 0 à planta que possuía ausência de brotação ou de caducifolia e índice 3, quando a mesma apresentava de 81 a 100% de seus ramos com a fenofase observada, como descrito abaixo (Tabela-1).

Tabela 1 - Descrição dos índices utilizados na caracterização qualitativa da fenologia das espécies estudadas referente às seguintes fenofases: brotação e caducifolia.

Índices	Valores (Porcentagem)	Caracterização da Fenofase
0	0%	Ausência
1	1 a 20%	Discreta
2	21 a 80%	Moderada
3	81 a 100%	Intensa

A presença de botões florais, flores e frutos foi estipulada através de um critério quantitativo com índices que também variavam de 0 a 3. Dava-se índice 0 à planta que não possuía botões florais, flores ou frutos, e índice 3 para as que os possuíam em quantidade superior a 50 unidades (Tabela 2).



Tabela 2 - Descrição dos índices utilizados na caracterização quantitativa da fenologia das espécies estudadas referente às seguintes fenofases: botões florais, flores e frutos.

Índices	Valores (Quantitativos)	Caracterização da Fenofase
0	0	Ausência
1	1 a 5	Discreta
2	6 a 50	Moderada
3	acima de 50	Intensa

## BIOLOGIA FLORAL

Os estudos de biologia floral foram realizados em um único ano para *Duguetia lanceolata* e *Xylopia aromatica* e dois anos consecutivos para *Cardiopetalum calophyllum* devido às dúvidas levantadas a respeito dos resultados obtidos durante o primeiro ano de estudos referentes ao sistema reprodutivo prevalente.

Foram feitas observações e experimentos de campo sobre a biologia floral das espécies, além de exames e caracterização das flores quanto sua morfologia. A cronologia dos eventos de antese, receptividade estigmática e disponibilidade de pólen foi observada para cada espécie e diagramada em esquemas adaptados de Webber (1996). Visitantes florais foram observados, capturados e montados para posterior identificação. A morfologia floral foi analisada a partir de material fresco e fixado em FAA 50%. Foi feita documentação fotográfica para facilitar a comparação entre as espécies.

Em 10 indivíduos floridos de cada espécie, botões florais em fase de antese foram ensacados, evitando-se desta forma que o polinizador visitasse a flor e a polinizasse quando esta abrisse. Assim que as flores abertas mostraram-se receptivas, fez-se diferentes tipos de polinizações manuais. Os tratamentos de polinização foram marcados com cola colorida. Realizou-se duas formas de polinização: a autopolinização e a polinização cruzada, além de marcação de flores para controle. A primeira foi feita utilizando-se grãos de pólen da própria flor ou de flores da mesma planta. Os grãos de pólen foram colocados na superfície estigmática, onde ficaram aderidos a um exsudado produzido pelos próprios estigmas. Os pedicelos de flores autopolinizadas foram marcados com cola plástica colorida de cor verde ou amarela. Já a polinização cruzada foi feita utilizando-se grãos de pólen pertencentes a outras plantas distantes mais de 10 metros e tiveram seus pedicelos marcados com cola vermelha. Houve também, a marcação de flores não ensacadas (flores controles) utilizando-se linhas coloridas que serviram para estimar o sucesso de polinização. Os tratamentos realizados no segundo ano de estudo foram feitos utilizando-se linhas coloridas por motivo de mais fácil manipulação e visualização. As autopolinizações foram marcadas com linha azul, polinizações controladas com vermelha, autopolinizações automáticas com amarela e as flores controles (polinizações naturais) com rosa.

A avaliação do sistema de reprodução foi feita através de levantamentos periódicos do número de frutos formados nos quatro sistemas de polinização (polinização natural, autopolinização, autopolinização automática e polinização cruzada) fazendo-se análises comparativas visando-se testar a eficiência destes tratamentos.



Para determinação do nível de compatibilidade foi adotado o ISI (Índice de Auto-incompatibilidade), calculado pela razão entre a porcentagem de frutos formados por autopolinização e porcentagem de frutos produzidos pelos tratamentos de polinização cruzada. Quando o índice obtido for abaixo de 0.20, a espécie é considerada auto-incompatível. Para índices superiores a 0.20, a espécie é considerada autocompatível.

## RESULTADOS:

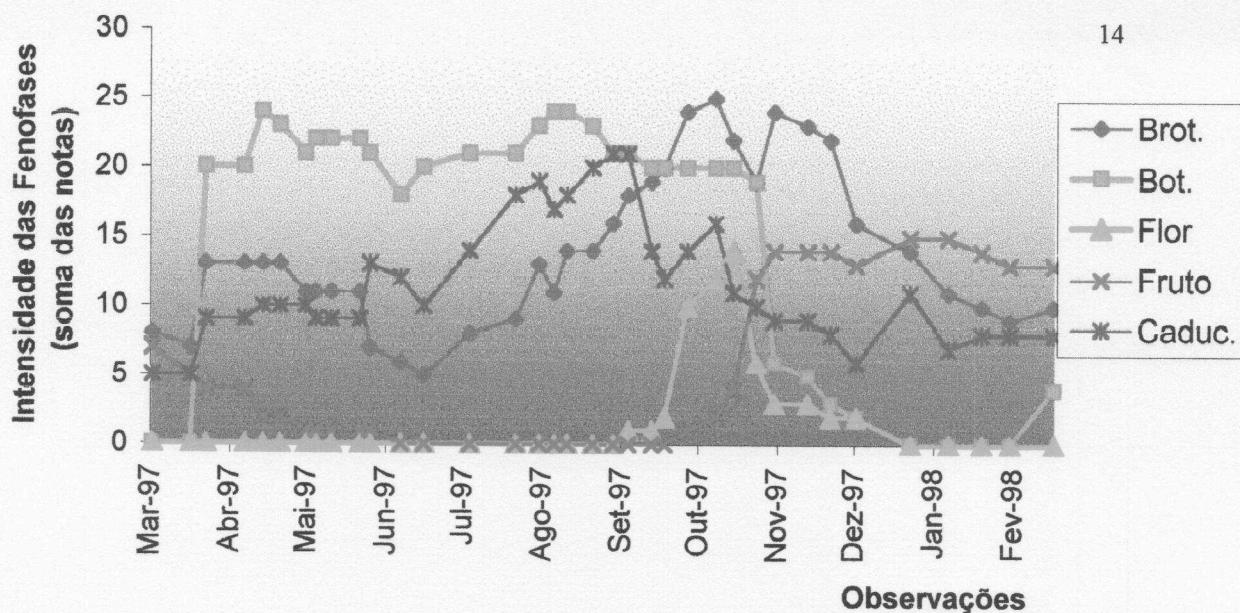
### *Cardiopetalum calophyllum*

#### FENOLOGIA:

A brotação variou, durante o período compreendido entre os meses de março a maio, de discreta a moderada e de forma alternada nos indivíduos estudados. Em junho e julho, alguns indivíduos chegaram a apresentar ausência de brotação. Já em agosto, a mesma voltou a apresentar-se moderada. Finalmente, nos meses de setembro a dezembro, foi observado o pico de maior brotação (Figura 2).

Desde abril, os indivíduos possuíam formação de botões florais moderada tendendo a intensa. Estes botões cresceram lentamente e a presença e quantidade deles nos indivíduos se manteve estável até o final do mês de outubro. Já em novembro, o número de botões florais apresentou declínio bastante acentuado em decorrência do período de floração, que acentuou-se nesta mesma época (Figura 2). O período de floração iniciou-se em setembro e prolongou-se até o mês de janeiro. A floração teve seu auge no mês de outubro e início de novembro (Figura 2).





### Legenda:

**Brot.:** Brotação **Bot.:** Botão floral **Flor.:** Floração

**Fruto:** Fruto **Caduc.:** Caducifolia

Figura 2 - Dados fenológicos *Cardiopetalum calophyllum*. Intensidade de cada fenofase representada pela somatória dos índices dos dez indivíduos estudados em 1997, Mata Mesófila Semidecídua do Parque do Sabiá, município de Uberlândia-MG

No início dos estudos, em março, havia presença de frutos maduros em alguns indivíduos e sua presença era tida como moderada tendendo a intensa. Em junho, nenhum indivíduo possuía frutos. Desde a segunda quinzena de outubro, alguns indivíduos retomaram a formação de novos frutos. O período de frutificação manteve-se intenso entre os meses de novembro a fevereiro de 1998 (Figura 2).

De março e até junho, a caducifolia mostrou-se discreta. No entanto, entre os meses de julho a setembro o processo de quedas de folhas acentuou-se variando de moderado a intenso. A partir de outubro a caducifolia apresentou-se novamente discreta perdurando até o mês de fevereiro de 1998 (Figura 2).

## BIOLOGIA FLORAL

Os botões florais são esverdeados, possuindo cerca de dois centímetros de diâmetro no dia anterior a antese. Quando da antese noturna, suas três sépalas externas e esverdeadas se recurvam para trás. Suas seis pétalas carnosas e brancas, três externas e três internas, continuam imbricadas formando uma câmara floral (Figura 8b). No interior desta

câmara, encontram-se os carpelos, em posição central, os quais são circundados pelo androceu. Este é formado por grande número de anteras (100-150) aderidas umas às outras e que se afrouxam permitindo a liberação de grãos de pólen, assim que se inicia a fase masculina da flor.

A flor tem duração de aproximadamente dois dias. Durante a primeira noite, se mostra receptiva com estigmas apresentando liberação de exsudado. As flores talvez já estejam receptivas mesmo antes da própria antese, haja visto que botões florais já mostram liberação de exsudado. Na segunda noite, seus estames iniciam a liberação de pólen. E na manhã seguinte, terceiro dia, as flores possuem seus estames soltos no interior da câmara floral. Pétalas e sépalas caem por volta das 11:30 hs (Figura 3). Visitantes podem ser encontrados no período compreendido entre a antese e a queda da flor (Figura 8c). *Cardiopetalum calophyllum* é polinizada por besouros Chrysomelidae e Coccinelidae, os quais foram coletados e serão enviados para identificação (Figura 8c).

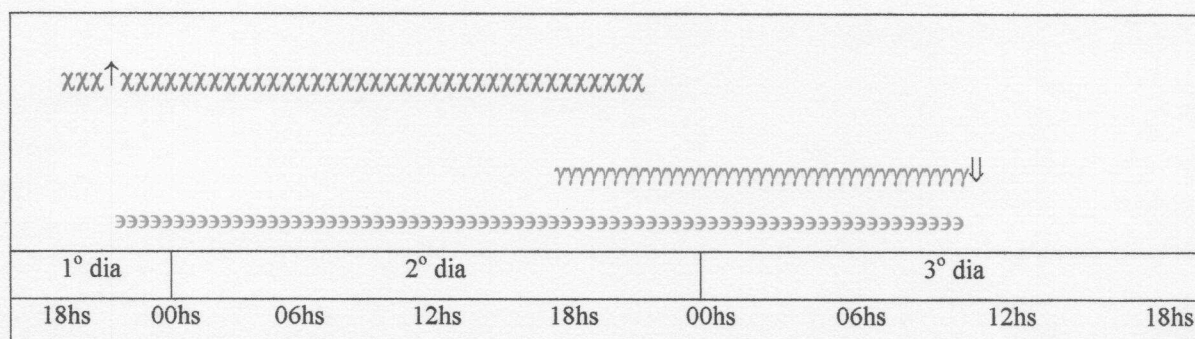


Figura 3 - Eventos florais em *Cardiopetalum calophyllum*, Mata Mesófila Semidecídua do Parque do Sabiá, município de Uberlândia-MG. Dados referentes ao ano de 1997.

#### Legenda:

- xxxx receptividade
- ~~~~ emissão de odor
- yyyy liberação de pólen
- ~~~~ visitantes
- ↑ - Antese
- ↓ - queda do perianto e estames
- ◆ - fechamento da câmara floral



A espécie parecia ser auto-incompatível com frutos formados exclusivamente por polinizações cruzadas. Os frutos se formaram em pequeno número mesmo nas flores marcadas para polinização naturais (Tabela 3). Entretanto, no segundo ano de estudo houve formação de frutos em todos tratamentos, inclusive autopolinização automática. Tais resultados comprovam que a espécie é, na verdade, autocompatível e não auto-incompatível como os dados referentes ao primeiro ano sugeriam (Tabela 4).

TABELA 3 - Teste de compatibilidade através da polinizações controladas em *Cardiopetalum calophyllum* realizado em 1997.

Tratamentos	Flores	Frutos		
		04/11/97	29/11/97	05/03/98
Auto-polinização	27	0	0	0
Polinização Cruzada	29	5 (17%)	3 (10%)	2 (7%)
Controle	50	11 (22%)	8 (16%)	4 (8%)
ISI		0	0	0

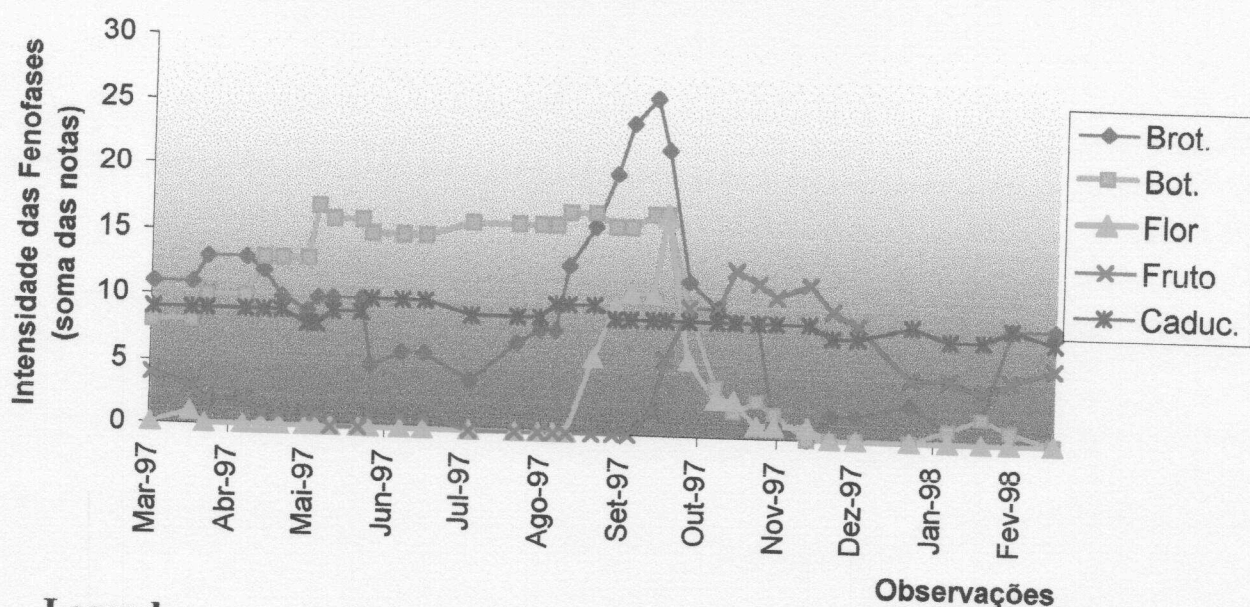
TABELA 4 - Teste de compatibilidade através de polinizações controladas em *Cardiopetalum calophyllum*, realizado em 1998.

Tratamentos	Flores	Frutos	
		08/11/98	28/11/98
Auto-polinização	45	0	6 (13%)
Polinização Cruzada	42	1 (2,5%)	6 (14%)
Polinização Autom.	20	1 (5%)	3 (15%)
Controle	93	2 (2%)	15 (16%)
ISI		0	0.9

## *Duguetia lanceolata*

### FENOLOGIA

No início dos estudos, a brotação mostrou-se de uma maneira geral moderada. Decaiu durante os meses de junho a agosto. O processo de brotação iniciou-se em setembro e atingiu seu auge nos meses de outubro e novembro, decaindo nos meses subsequentes, onde em janeiro, já se mostrava moderada novamente (Figura 4).



#### Legenda:

**Brot.:** Brotação    **Bot.:** Botão floral    **Flor.:** Floração  
**Fruto:** Fruto    **Caduc.:** Caducifolia

Figura 4 - Dados fenológicos de *Duguetia lanceolata*. Intensidade de cada fenofase representada pela somatória dos índices dos dez indivíduos estudados em 1997, Mata Mesófila Semidecídua do Parque do Sabiá, município de Uberlândia-MG.

Em março, primeiro mês de coletas de dados, alguns indivíduos apresentavam pequenos botões florais, mas de maneira discreta. Em maio, cerca de metade dos indivíduos mostrava número moderado de botões, o qual tendia a intenso no final do referido mês. A formação de botões florais permaneceu desta forma até o mês de outubro, onde as plantas passaram a florescer e o número de botões florais decaiu de forma abrupta. A floração iniciou-se, no início do mês de setembro, sendo encontradas muito poucas flores em apenas



um dos indivíduos observados. O pico de floração ocorreu durante a segunda semana do mês de setembro. A floração prolongou-se até fim de novembro (Figura 4).

Foram encontrados alguns poucos frutos maduros durante o primeiro mês de coleta de dados, março e estes frutos caíram neste mesmo mês. No início de setembro foi observada a formação de frutos, oriundos da floração ocorrida neste mesmo ano. O pico de frutificação se deu entre a segunda metade do mês de setembro e término de dezembro. A frutificação, durante os meses de janeiro a março apresentou-se de maneira discreta. A caducifolia foi sempre discreta no decorrer de todo o ano (Figura 4).

## BIOLOGIA FLORAL

A espécie possui botão floral com coloração verde esbranquiçada quando fechado. Tal botão tem em média cerca de 1,5 centímetros de diâmetro em fase de antese. Nesta fase, tanto as pétalas externas quanto as internas se encontram firmemente imbricadas. As pétalas externas se abrem e se expandem bem antes das pétalas internas (Figura 8e). Desde a abertura das pétalas externas nos botões, até a queda da flor, tem-se um período de oito dias. A flor aberta mostra três pétalas internas carnosas e arroxeadas na base, sendo mais delicadas e vermelho-alaranjadas desta até a extremidade. As três pétalas externas são delicadas e vermelho-alaranjadas em sua totalidade. As pétalas totalmente expandidas na tarde antes da antese apresentam de três a cinco centímetros (Figura 8f). A base das pétalas forma uma câmara floral com um grupo central de carpelos, os quais são circundados por um androceu com um grande número de anteras firmemente aderidas umas às outras durante a fase feminina, e que se afrouxam assim que se inicia a fase masculina, passando a liberar grãos de pólen (Figura 8d).

A antese inicia-se logo no começo da tarde, por volta das 13 horas, mas a flor mostra-se totalmente expandida, no início da noite (Figura 5). Durante a antese, as três pétalas externas se dobram para trás de maneira irregular, enquanto que as internas se afastam o suficiente para expor a entrada da câmara floral formada pela porção carnosa em suas bases. Nesta fase, as flores exalam forte odor característico, o que ocorre principalmente no fim da tarde e início da noite. No início da tarde as flores já parecem ser funcionalmente femininas e os estames estão fortemente aderidos entre si, impedindo o acesso ao pólen. Mais tarde, os estames ficam mais frouxamente concrecidos, permitindo a liberação do pólen, e terminam por se desprenderem no final da noite. Na manhã seguinte à antese, aproximadamente até às 10 horas, as pétalas murcham e se desprendem da flor (Figura 5). Besouros pertencentes às

famílias Chrysomelidae e Coccinelidae foram observados, fotografados e coletados para posterior identificação. Foi observado certo aumento de temperatura na base das flores no início da noite, mas não foi possível medir diretamente esta variação de temperatura.

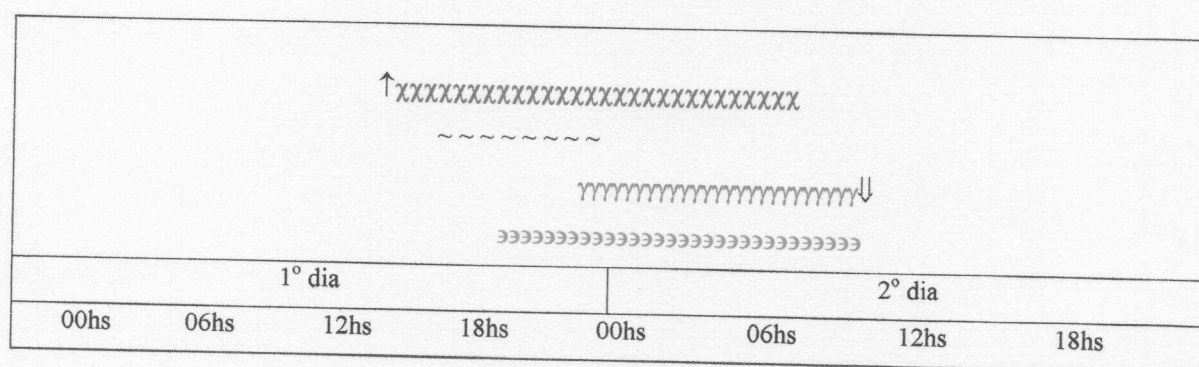


Figura 5 - Eventos florais em *Duguetia lanceolata*, Mata Mesófila Semidecídua do Parque do Sabiá, município de Uberlândia-MG. Dados referentes ao ano de 1997.

Legenda:

- xxxx receptividade
- ~ ~ ~ emissão de odor
- yyyy liberação de pólen
- zzzzz visitantes
- ↑ - Antese
- ↓ - queda do perianto e estames
- ◆ - fechamento da câmara floral

Através de testes de polinizações controladas constatou-se que plantas de *Duguetia lanceolata* são autocompatíveis. Frutos de autopolinização se formaram em taxas maiores que aqueles de polinização cruzada e mostraram desenvolvimento semelhante. Os frutos foram formados em pequenos números independente dos tratamentos e maturaram rapidamente (Tabela 5).



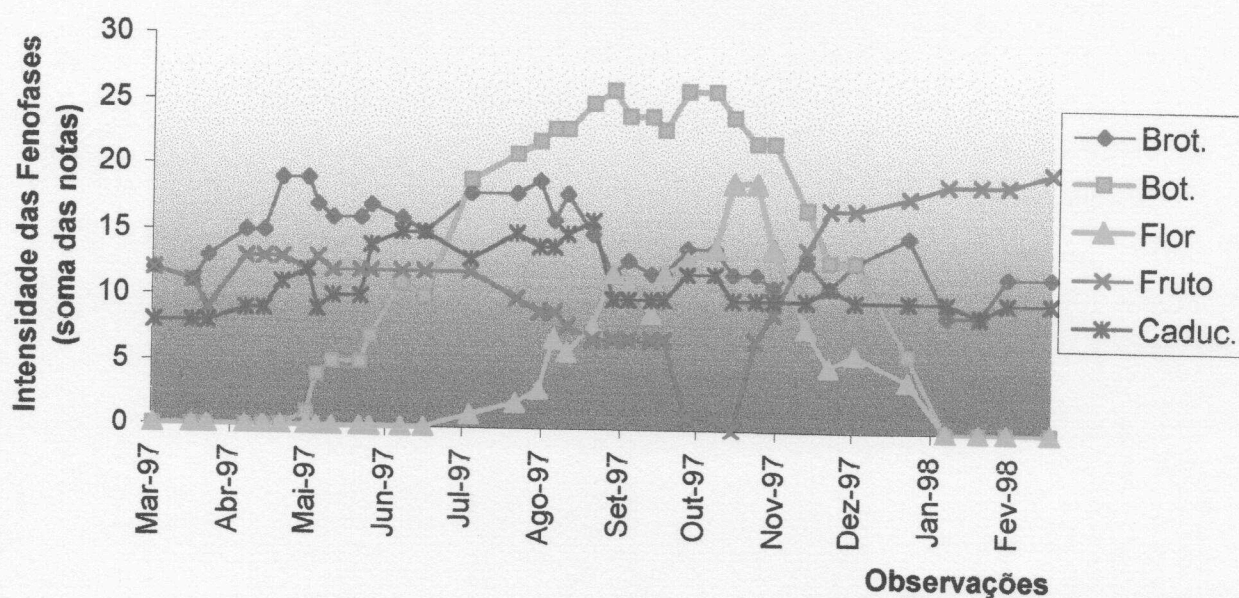
TABELA 5 - Teste de compatibilidade através de polinizações controladas em *Duguetia lanceolata* realizado em 1997, Mata Mesófila Semidecídua do Parque do Sabiá, município de Uberlândia-MG.

Tratamentos	Flores	Frutos	
		21/11/97	05/03/98
Auto-polinização	20	5 (25%)	0
Polinização Cruzada	33	1 (3%)	0
Controle	70	15 (21%)	1 (2%)
ISI		8.0	0

## *Xylopia aromatica*

### FENOLOGIA

O período de maior brotação foi compreendido entre os meses de abril e agosto, mostrando-se, de maneira geral, intensa. Nos meses seguintes, a brotação mostrou-se moderada (Figura 6).



#### Legenda:

**Brot.:** Brotação   **Bot.:** Botão floral   **Flor.:** Floração

**Fruto:** Fruto   **Caduc.:** Caducifolia

Figura 6 - Dados fenológicos de *Xylopia aromatica*. Intensidade de cada fenofase representada pela somatória dos índices dos dez indivíduos estudados em 1997, Mata Mesófila Semidecídua do Parque do Sabiá, município de Uberlândia-MG.

A formação de botões florais teve início no mês de maio e apresentou-se mais intensa entre os meses de julho a outubro. A floração iniciou-se em julho e prolongou-se até o mês de janeiro, sendo que o auge desta fenofase ocorreu em outubro (Figura 6)



Desde o início do presente estudo, havia presença moderada de frutos, no entanto o número de frutos declinou a partir do mês de julho e já em outubro praticamente não havia mais frutos, os quais, vale a pena lembrar, são oriundos da floração ocorrida no ano anterior, 1996. Em novembro, iniciou-se a frutificação decorrente da floração do ano anterior. A frutificação chegou a intensa no fim de novembro. Os indivíduos estudados mostraram um caducifolia praticamente constante e discreta até o início de junho. Da segunda metade do mês de junho em diante, os indivíduos passaram a apresentar um processo de caducifolia mais acentuado, permanecendo assim até o início de setembro, momento em que voltaram a apresentar uma caducifolia moderada (Figura 6)

## BIOLOGIA FLORAL

A espécie possui botão floral alongado e laranja-esbranquiçado, eretos nas axilas das folhas. Quando este atinge a fase de antese tem comprimento médio de 4 centímetros e pouco menos que um centímetro de largura e apresenta coloração bem avermelhada. Coloração esta, referente às pétalas externas. A flor, quando aberta, mostra que suas pétalas externas são brancas e carnosas em sua porção interior. Já as pétalas internas apresentam-se totalmente brancas, carnosas e maciças. A abertura é irregular, mas normalmente as flores novas estão abertas, e já receptivas pela manhã. No início da antese, as pétalas internas ficam ligeiramente afastadas expondo uma abertura de acesso à câmara floral (Figura 9a), a qual possui um grupo de carpelos localizados centralmente (Figura 9b), circundados por inúmeras anteras fortemente aderidas, quando na fase feminina e que se afrouxam durante a fase masculina, passando a liberar grãos de pólen. Por volta das 13:00 horas do 1º dia, a flor tem a abertura para a câmara floral fechada por movimento das pétalas internas. Aparentemente, o período de maior liberação de exsudado pelos carpelos é, surpreendentemente, quando a flor já se encontra fechada e com aparência de velha, durante o 2º dia, período em que os visitantes florais ficam presos dentro da câmara floral, aumentando-se a probabilidade de ocorrer a polinização (Figura 7).





TABELA 6 - Teste de compatibilidade através de polinizações controladas em *Xylopia aromatica* realizado em 1997, Mata Mesófila Semidecídua do Parque do Sabiá, município de Uberlândia-MG.

Tratamentos	Flores	Frutos	
		4/11/97	05/03/98
Auto-polinização	38	2 (5%)	2 (5%)
Polinização Cruzada	35	9 (26%)	7 (13%)
Controle	53	4 (8%)	1 (2%)
ISI		0.19	0.38

Frutos resultantes de polinização cruzada foram mais comuns, apesar de que alguns frutos de autopolinização também se formaram e se desenvolveram normalmente (Tabela 6).

Os frutos são folículos carnosos deiscentes, avermelhados quando maduros, que ao se abrirem expõem sementes com arilo esbranquiçado.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

### ASPECTOS FENOLÓGICOS

A fenologia das espécies estudadas apresenta nítida variação em seus padrões, onde apresentam distinção quanto ao período de ocorrência da maioria de seus eventos, como brotação, caducifolia, presença de botões florais, floração e frutificação. Entretanto, mostram um padrão fenológico básico comum, brotação concentrada nos meses chuvosos, floração ocorrendo predominantemente no 2º semestre e mostrando-se mais intensa nos meses chuvosos e caducifolia concentrada no período frio e seco (maio a setembro).

Alvin (1967) sugeriu que a brotação seria induzida quando se atingisse uma variação (diferença entre máxima e mínima) diária de temperatura relativamente alta, por volta de 9° C, mas variando de espécie para espécie. Como as maiores variações diárias de temperatura nos trópicos coincidem com os períodos de maior iluminação, a correlação do período de brotação com a variação de temperatura seria uma simples casualidade (Alvin 1967).

As plantas tropicais quase sempre florescem depois de um período de chuvas seguido de um período seco. Entretanto, o fator crítico para floração de muitas espécies tropicais não é propriamente a chuva, mas sim o período seco que a precede (hidroperiodicidade). Hidroperiodicidade seria então um período seco seguido de um período úmido. Também é possível que haja certa semelhança na influência do frio e da deficiência de água.

A floração de muitas espécies tropicais parece ser induzida



pela baixa temperatura durante o inverno ou pela repentina queda de temperatura provocada pela própria chuva (Alvin 1967). O período de floração de *Duguetia lanceolata* e *Cardiopetalum calophyllum* podem estar relacionados com a hidroperiodicidade como defende Alvin. Durante o período em que se inicia a floração dessas espécies a temperatura ambiente é relativamente elevada e a ocorrência de chuva pode realmente causar uma queda brusca de temperatura e desencadear o processo de floração. Entretanto, o desencadeamento da floração de *Xylopia aromatica* pode estar relacionado com a baixa temperatura durante o inverno e não à queda de temperatura decorrente das primeiras chuvas, pois sua floração inicia-se em julho, mês em que não há chuvas. Desta forma, o período seco parece realmente não ser fator limitante para o crescimento e reprodução para plantas de cerrado (Sarmiento & Monasterio 1983, Oliveira 1991), mas não é o caso das espécies estudadas, as quais são predominantemente de mata. Estudos realizados por Mantovani (1988) reforçam essa hipótese. O período de floração das espécies estudadas concentra-se em uma única época do ano, estendendo-se por dois ou três meses, e com floração concentrada no meio desse período. Esse padrão anual de floração também foi encontrado em várias espécies de Annonaceae da Amazônia, tais como *Anaxagorea brevipes*, *A. manausensis*, *Duguetia riparia*, *Guatteria* sp, *Pseudoxandra coriacea*, *Xylopia amazonica*, *X. benthami* e *X. crenita* (Webber 1996). A única espécie do presente estudo que mostrou um padrão mais extensivo de floração foi *X. aromática*, mas mesmo assim não floresceu de maneira contínua no ano como descrito por Webber (1996) para plantas amazônicas do mesmo gênero.

No entanto, certas plantas apresentam um segundo padrão, o sub-anual, no qual os indivíduos florescem mais de uma vez por ano, representadas por *Duguetia flagelaris*, *D. pycnastera* e *D. ulei*. O padrão contínuo, no qual há flores durante o ano todo, foi registrado na Amazônia para *Anaxagorea phaeocarpa* e *Xylopia aromatica* (Webber, 1996). *Xylopia emarginata* var. *duckei* e *Guatteria* sp. parecem se enquadrar no padrão supra-anual, no qual o período de floração só ocorre em intervalos de mais de um ano. Talvez, esses diferentes padrões fenológicos permitam uma melhor partição dos polinizadores, que muitas vezes são os mesmos, nas diferentes espécies, além de aumentar a oferta de alimento para os visitantes, os quais podem obtê-lo praticamente o ano todo (Gentry 1974).

Além destes padrões fenológicos gerais das plantas é reconhecido padrões de dinâmica de floração em função do número de flores produzidas por dia. As plantas aqui estudadas parecem todas se enquadrar no padrão "modified steady-state" (Gentry 1974) produzindo até dezenas de flores por dia durante períodos de tempo superiores a um mês.

Diferenças na fenologia de floração representam um dos mecanismos de manutenção da alta diversidade de espécies nas comunidades de plantas tropicais Gentry (1974).

Divergência de características relacionadas à época de floração ou mesmo morfológicas podem também aumentar a frequência de visitação de um polinizador em potencial, tornando-o mais confiável. Possuir um polinizador extremamente frequente pode melhorar o fluxo de pólen a longas distâncias, diminuir a autopolinização e conseqüentemente o "inbreeding" (Campbell 1985).

Diferenças morfológicas e espécies diferentes polinizadores parecem ter um papel mais importante na coexistência das espécies estudadas, as quais apresentam sistemas de polinização muito semelhantes.

## ASPECTOS MORFOLÓGICOS RELACIONADOS À BIOLOGIA E POLINIZAÇÃO

*Cardiopetalum calophyllum*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia aromatica* possuem flores diferenciadas quanto a aparência geral mas mantêm um padrão similar no que diz respeito à estrutura geral da flor. Nestas flores, como na maior parte das Annonaceae (Endress 1994) as pétalas carnosas formam uma câmara floral, e emitem odores específicos que atraem os besouros para o seu interior. Tais câmaras florais, de modo geral, funcionam como refúgios contra predadores e intempéries. Além do abrigo seguro, as câmaras florais fornecem alimento a seus visitantes, quase sempre besouros, na forma de pólen, exsudados e tecidos comestíveis, funcionando ainda como local de acasalamento (Endress 1994, Gottsberger 1989 e Webber 1996).

A polinização é a forma que as plantas possuem para aumentar ao máximo o fluxo gênico dentro de uma dada população (Janzen 1980). As espécies tropicais apresentam nítido predomínio de polinização cruzada sobre a autopolinização (Gibson 1996).

Plantas de florestas tropicais são dependentes de vetores bióticos para polinização, apresentando grande diversidade de sistemas de polinização e de vetores com diferentes níveis de especialização (Bawa 1990, Bawa et. al. 1985b). Essa dependência da reprodução sexuada é possibilitada pela estabilidade ambiental, que permite a manutenção e o aperfeiçoamento de uma rede de interações e também pela necessidade de se garantir a variabilidade gênica, visto que a mesma favorece a geração e seleção de melhores genótipos e



o aumento da competitividade da espécie como um todo (Bawa 1974). Plantas de cerrado também apresentam grande diversidade de estratégias que parece estar associada a um longo processo de adaptação às condições ambientais específicas (Oliveira 1994). A polinização de Annonaceae, de modo geral, é feita por besouros (Cantarofilia) sendo que as espécies estudadas apresentam estruturas morfológicas bem adequadas à esta síndrome de polinização (Gottsberger 1994).

*Duguetia lanceolata*, bem como a maioria das espécies do gênero *Duguetia* apresentam corrugas ou papilas bastante pronunciadas na área basal das pétalas externas (Webber, 1996) funcionando como fonte de amido e outros nutrientes para seus visitantes florais.

Em grande parte das espécies do gênero *Xylopia*, encontram-se estaminódios em espira envolvendo o conjunto de estames e uma ou duas espiras separando os estames dos carpelos (Webber, 1996). Várias espécies de *Xylopia* extra-amazônicas possuem um anel lenhoso ao redor dos carpelos sendo possível que muitas outras espécies de outros gêneros de Annonaceae também apresentem tal estrutura (Dias *et. al.* 1998). Sobre este anel lenhoso localizam-se um conjunto de estames enseridos espiraladamente. Provavelmente este anel proteja os carpelos contra ataque de predadores (Dias *et al.* 1998), visto que a maioria das espécies de Annonaceae são cantarófilas e os besouros comem as partes carnosas da flor (Gottsberger 1970).

## ANTESE E EMISSÃO DE ODOR

Webber (1981) detectou a ocorrência de termogênese em algumas espécies de *Annona*. Esta produção de calor associada a antese e a emissão de odor parece ocorrer pelo menos em *Duguetia lanceolata*, mas não pode ser medida diretamente. A emissão de odor, em *Cymbopetalum torulosum* ocorre quando suas flores encontram-se na fase feminina (Schatz 1985) e o mesmo ocorre com *Cardiopetalum callophyllum*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia aromatica*.

## INSETOS VISITANTES E POTENCIAIS POLINIZADORES

Gottsberger (1994) considerou *Xylopiia aromatica* como exemplo de polinização mista por Coleoptera e Thysanoptera, enquanto que a maioria das espécies são exclusivamente cantarófilas, sejam diurnas ou noturnas. Os indivíduos de *Xylopiia aromatica* estudados no presente trabalho, realmente tinham como visitantes florais frequentes, besouros e trips. Os besouros visitantes das espécies estudadas ainda estão em processo de identificação, mas de qualquer maneira são maiores e a polinização, caracterizada por Faegri & Van der Pilj (1979) como "mess and soil pollination", parece ser mais tipicamente cantarófila.



## SISTEMA REPRODUTIVO DAS ESPÉCIES

Os resultados obtidos em 1997 para *Cardiopetalum calophyllum* indicavam-na como espécie auto-incompatível (Tabela 1). Espécies autocompatíveis podem apresentar um "deficit" reprodutivo, já que os frutos formados podem ser menores, com muitos óvulos abortados (Ormond 1998), de menor tamanho e vigor que os resultantes de polinização cruzada (Gibbs 1999). Desta forma, é possível que ocorra algum mecanismo de auto-incompatibilidade de ação tardia ou pós-fertilização em muitas espécies, já que a produção de frutos é nitidamente menor que por polinização cruzada (Gibbs 1998).

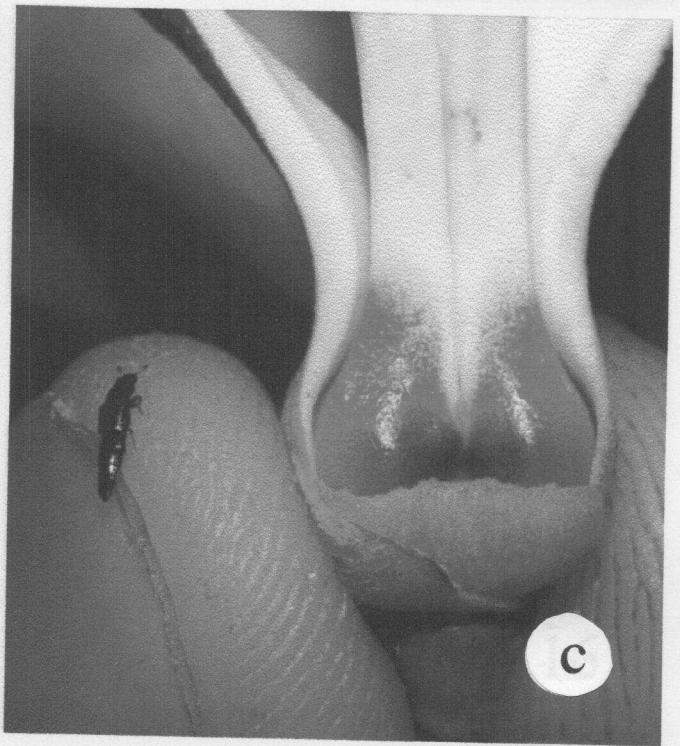
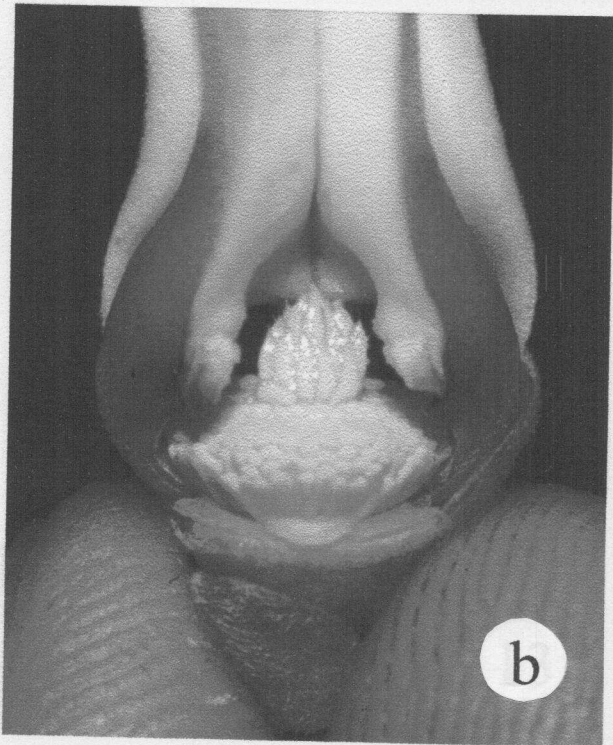
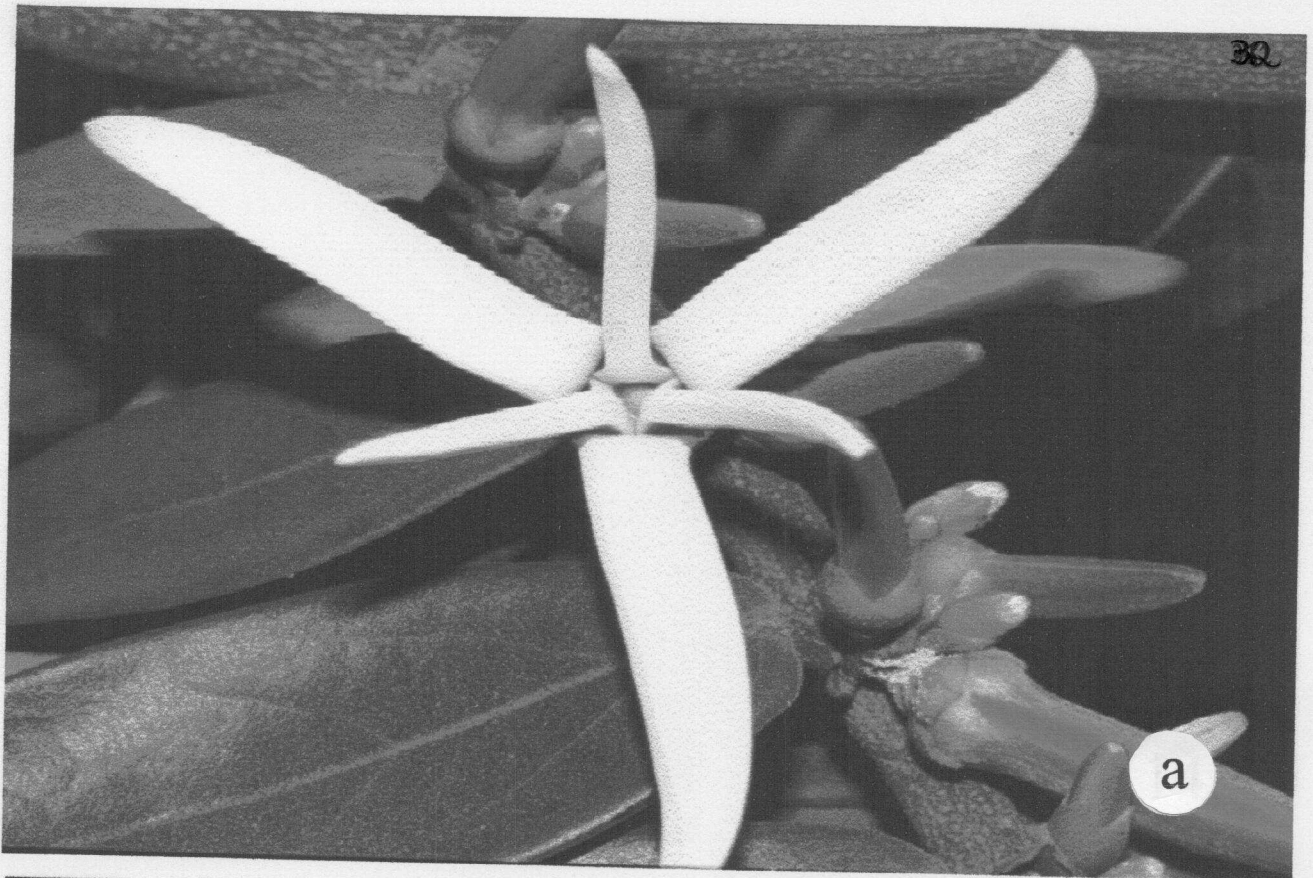
Entretanto, indivíduos que possuíam uma quantidade relativamente grande de tratamentos morreram antes que se iniciasse qualquer formação de frutos. Muitos fatores podem ter causado a morte desses indivíduos dentre eles tem-se fatores fisiológicos associados à temperatura, haja visto que baixas temperaturas foram registradas entre os meses de junho a agosto e provocaram a morte de muitos indivíduos de várias espécies durante o período citado. Talvez os dois indivíduos tenham morrido por ação de algum patógeno ou mesmo causa natural. Independentemente da causa da morte desses indivíduos, o importante é que ela certamente causou sérias distorções nos resultados obtidos para a espécie, já que dados referentes ao ano seguinte (1998) sugerem que seja autocompatível, formando frutos até por auto-polinização automática (Tabela 4).

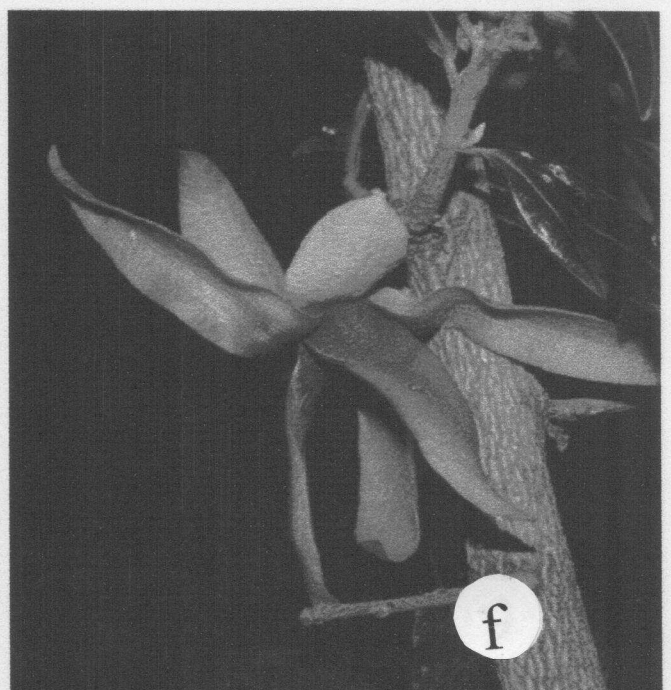
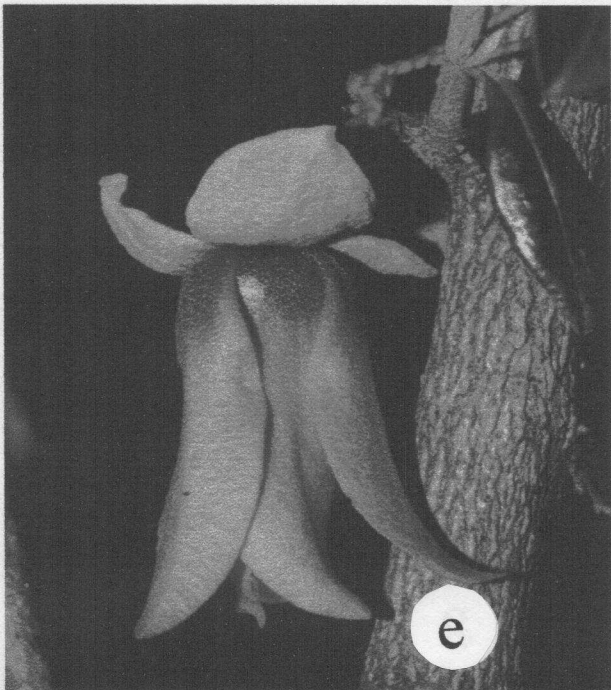
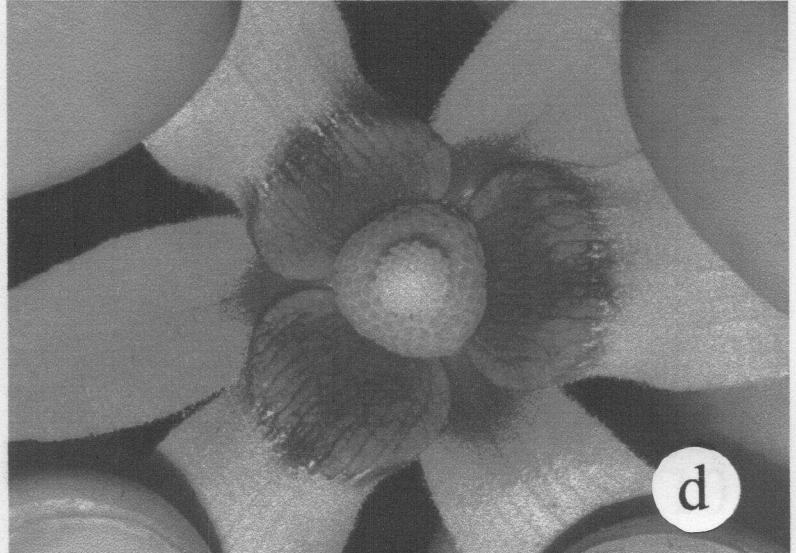
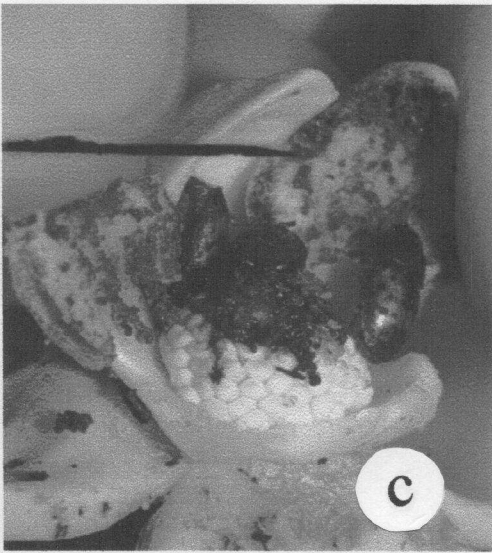
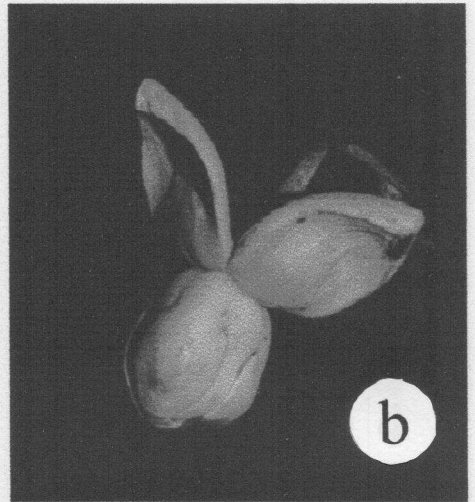
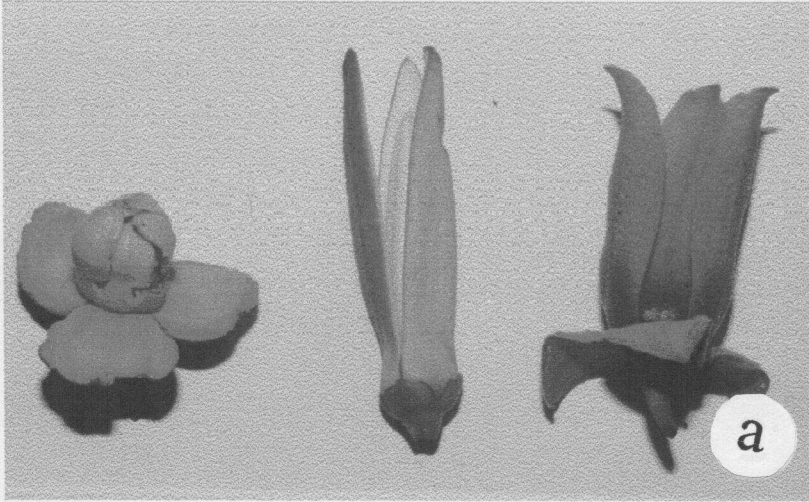
*Duguetia lanceolata* apresenta um sistema de autocompatibilidade bem definido (Tabela 2) com formação de um número relativamente grande de frutos. Webber (1996) comprovou a formação de frutos por geitonogamia (auto-polinização) em *Duguetia stelechanta* reforçando a tendência à autocompatibilidade desse gênero. Porém, também foi observado que a espécie *Duguetia flagellaris* apresentava pequena produção de frutos e sementes, mas que era compensada pela reprodução vegetativa. Portanto, espécies pertencentes a um mesmo gênero podem possuir estratégias reprodutivas diferentes.

Dentro do gênero *Xylopia*, parece haver uma certa tendência para a auto-incompatibilidade. Esta tendência foi encontrada por Andrade et al. (1995) em *Xylopia brasiliensis* e também no presente estudo para *Xylopia aromatica*.

As espécies de Annonaceae tropicais estudadas até o momento têm sistemas de reprodução variados, mas nota-se uma forte tendência à autocompatibilidade (Andrade et al. 1996, Webber 1996).









## LEGENDAS

Figuras 8. Flores de Annonaceae do Brasil Central. a - Flores de *Cardiopetalum calophyllum*, *Xylopiá aromática* e *Duguetia lanceolata* respectivamente, mostrando suas diferenças morfológicas e seu padrão estrutural básico comum. b - Flor de *Cardiopetalum calophyllum* em seu primeiro dia de antese, sépalas dobradas para trás e pétalas formando uma câmara floral. c - Flor de *Cardiopetalum calophyllum* com o conjunto de estames frouxamente aderidos (início da fase masculina) e coleóptero (Chrysomelidae) provável polinizador. d - Flor de *Duguetia lanceolata* no início de seu período de receptividade com suas pétalas afastadas para melhor visualização de sua estrutura, três pétalas externas, três pétalas internas, androceu com estames mais soltos entre si, estigmas liberando exudado brilhante e viscoso indicando receptividade e corrugas localizadas na parte basal das pétalas internas (prováveis tecidos nutritivos). e - Botão floral de *Duguetia lanceolata* em fase de antese. f - Flor de *Duguetia lanceolata* com suas pétalas dobradas para trás, fase em que estigmas estão bem receptivos e a emissão de odor é bem pronunciada.

Figuras 9. *Xylopiá aromática*. a - Botões florais em diferentes estágios de desenvolvimento e flor de *Xylopiá aromática* (fase feminina) com suas pétalas internas afastadas expondo a câmara floral a prováveis visitantes. b - Flor em fase de pré-antese com algumas pétalas retiradas para visualização da câmara floral, estigmas receptivos e androceu. c - Staphylinidae, polinizador mais provável de flores de *Xylopiá aromática* e flor em fase masculina com pétalas internas que já haviam se fechado, prendendo seu visitante dentro da câmara floral.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIN, P. de T. 1967. Periodicidade do crescimento de árvores em climas tropicais. *In*. Anais do XV Congresso da Sociedade Botânica do Brasil (1964). 405-422.
- ANDRADE, B. M. OLIVEIRA-FILHO, A. T. & SOARES, A. R. 1996. Pollination ecology and breeding system of *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae) in South eastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 12:313-320.
- ARAÚJO, G.M. 1992. Composição da estrutura e teor de nutrientes nos solos e nas folhas de espécies arbóreas de duas matas mesófilas semidecíduas no Triângulo Mineiro. Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas-SP.
- BARROSO, G.M., GUIMARÃES, E.F., ICHASO, C.L.F., COSTA, C.G. & PEIXOTO, A.L. 1978. Sistemática de Angiospermas do Brasil. EDUSP. São Paulo.
- BAWA, K.S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution* 28:85-92.



- BAWA, K. S., BULLOCK, S.H., PERRY, D.R., COVILLE, R.E. & GRAYUM, M. H. 1985. Reproductive Biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. Amer. J. Bot. 72:346-356.
- BAWA, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. Annu. Rev. Ecol. Syst. 21:399-422.
- CAMPBELL, D. R. 1985. Pollen and Gene Dispersal: The Influences of Competition for Pollination. Evolution 39(2):418-431.
- DIAS, M.C., CASTRO, M.M., KINOSHITA, L.S. & SEMIR, J. 1998. Hipanto e tubo estaminal em *Xylopia aromatica* (Lam). Mart. (Annonaceae)
- EITEN, G. 1972. Cerrado vegetation of Brazil. Bot. Rev. 38:201-341.
- ENDRESS, P.K. 1994. Diversity and Evolutionary Biology of Tropical Flowers. Cambridge University Press. Cambridge.
- FAEGRI, K. & L. VAN DER PILJ. 1979. The Principles of Pollination Ecology. Pergamon. Oxford.
- GENTRY, A. H. 1974. Coevolutionary patterns in Central American. Bignoniaceae. Ann. Mo. Bot. Gard. 61:728-759.
- GIBBS, P.E. & SASSAKI, R. 1998. Reproductive Biology of *Dalbergia miscolobium* Benth. (Leguminosae-Papilionoidae) in SE Brazil: The Effect of Pistillate Sorting on Fruit-Set. Annal of Botany 81:735-740.
- GIBBS, P.E. & OLIVEIRA, P.E. 1999. Postzygotic Control of selfing in *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinoidae). A Bat Pollinated Tree of the Brazilian Cerrados. Int. j. plant Sci. 160(1):72-78.
- GOTTSBERGER, G. 1985. Pollination and dispersal in Annonaceae. Annonaceae Newsletter 1:6-7.

- GOTTSBERGER, G. 1986. Some pollination strategies in neotropical savannas and forests. *Pl.Syst.Evol.* 152: 29-45.
- GOTTSBERGER, G. 1989a. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. *Pl.Syst.Evol.* 167: 165-187.
- GOTTSBERGER, G. 1989b. Comments on flower evolution and beetle pollination in the genera *Annona* and *Rollinia* (Annonaceae). *Pl.Syst.Evol.* 167: 189-194.
- GOTTSBERGER, G. 1990. Flowers and beetles in the South American tropics. *Act Botânica* 103: 360-365.
- GOTTSBERGER, G. 1994. As Anonáceas do cerrado e sua polinização. *Rev. Brasil. Biol.* 54(3):391-402
- GOTTSBERGER, G., & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1988. Pollination strategies of *Annona* species from cerrado vegetation in Brazil. *Lagascalia* 15 (extra): 665-672.
- GUILHERME, F.G. 1994. Estrutura fitossociológica das essências arbóreas nativas de um remanescente vegetal, urbano, Parque do Sabiá, Município de Uberlândia, MG. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal de Uberlândia.
- GUILHERME, F.A.G., NAKAJIMA, J.N., LIMA, C.A.P., VANINI, A. 1998. As fitofisionomias e a flora lenhosa nativa do Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. *Daphne* v.8.
- JANZEN, D.H. 1980. *Ecologia Vegetal dos Trópicos* (Trad.) Edusp. São Paulo-SP.
- JOLY, A. B. *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*. 3ª ed. São Paulo. Companhia Editora Nacional.
- KÜCHMEISTER, H., WEBBER, A.C., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G. 1998. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de *Arecaceae* e *Annonaceae* da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 28(3): 217-245.



- LORENZI, H. 1992. Árvores Brasileiras. Editora Plantarum. Nova Odessa.
- LORENZI, H. 1998. Árvores Brasileiras Vol II. Editora Plantarum. Nova Odessa.
- MATOVANI, W. & MARTINS, F.R. 1998. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*. 11:101-112.
- NAGAMITSU, T. & INOW, T. 1997. Cockroach Pollination And Breeding System of *Uvaria elmeri* (Annonaceae) in Lowland Mexid-Dipterocarp Forest in Sarawak. *American Journal of Botany* 84(2):208-213.
- OLIVEIRA, P.E. 1991. The Pollination and Reproductive Biology of a Cerrado Woody Community in Brazil. PHD. University of St. Andrews Scotland).
- OLIVEIRA, P.E. 1994 Aspectos da Reprodução de Plantas de Cerrado e Conservação. *Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer*. 1:34-45.
- ORMOND, W. T., LIMA, H. A., PINHEIRO, M. C. B., OLIVA, R. G. 1998. Biologia Floral e da Reprodução de *Esterhazyia splendida* Mikan (Scrophulariaceae). *Boletim do Museu Nacional, N.S., Botânica, Rio de Janeiro* 105:1-12.
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In SANO, S.M. & ALMEIDA, S. P. (eds.). *Cerrado: Ambiente e Flora*. EMBRAPA-CPAC. Planaltina 89-166.
- ROSA, R., LIMA, S. C. & ASSUNÇÃO, W. L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. *Sociedade & Natureza* 3:91-108.
- SARMIENTO, G. 1983. The savannas of tropical America. In *Ecosystems of the World. Tropical savannas* (F. Bouliere ed). Elsevier, Amsterdam. 245-288.
- SCHATZ, G. E. 1985. A new *Cymbopetalum* (Annonaceae) from Costa Rica and Panama with observation on natural Hybridization. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 72:535-538

- SCHIAVINI, I. & ARAÚJO, G.M. 1989. Considerações sobre a Vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia - MG). *Sociedade & Natureza* 1: 61-66.
- SCHIAVINI, I. 1992. Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da estação ecológica do Panga (Uberlândia-MG). Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.
- TOMÉ, C. E. R. 1999. Fenologia e Biologia Reprodutiva de Espécies de Subosque de Matas de Galeria do Brasil Central. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal de Uberlândia.
- WEBBER, A. C. 1981a. Alguns aspectos de biologia floral de *Annona sericea* Dum. (Annonaceae). *Acta Amazônica* 11(1): 61-65
- WEBBER, A. C. 1996. Biologia floral, polinização e aspectos fenológicos de algumas Annonaceae na Amazônia Central. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Biologia Tropical. IMPA/FUA. Manaus-AM.