



Universidade Federal de Uberlândia

Compromisso com o ensino público, gratuito e de qualidade

**Instituto de Biologia
Curso de Ciências Biológicas**

Ecologia da Reprodução e Polinização de *Amaioua guianensis* Aublet (Rubiaceae)

Felipe Wanderley Amorim

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

**Uberlândia – MG
Julho de 2005**



Universidade Federal de Uberlândia

Compromisso com o ensino público, gratuito e de qualidade

Instituto de Biologia
Curso de Ciências Biológicas

**Ecologia da Reprodução e Polinização de *Amaioua*
guianensis Aublet (Rubiaceae)**

Felipe Wanderley Amorim

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eugênio Oliveira

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

Uberlândia – MG
Julho de 2005



Universidade Federal de Uberlândia

Compromisso com o ensino público, gratuito e de qualidade

**Instituto de Biologia
Curso de Ciências Biológicas**

Ecologia da Reprodução e Polinização de *Amaioua guianensis* Aublet (Rubiaceae)

Felipe Wanderley Amorim

Nota: 100,0

Prof. Dr. Paulo Eugênio Oliveira
(Orientador/Presidente Banca Examinadora)

Profa. Dra. Ana Angélica Almeida Barbosa
(Membro Banca Examinadora)

Profa. Dra. Cecília Lomônaco de Paula
(Membro Banca Examinadora)

Homologado pela Coordenação do Curso de Ciências Biológicas em 21 / 07 / 05.

Profa. Dra. Cecília Lomônaco de Paula
(Coordenadora do Curso de Ciências Biológicas)

**Uberlândia – MG
Julho de 2005**

ser a causa maior da minha chegada até aqui.

Agradecimentos

É indescritível a sensação de conseguir realizar um grande sonho de uma vida. Mas não teria sido possível realizá-lo sem o apoio imprescindível de muitas pessoas que estiveram ao meu lado sempre que precisei, dando-me forças para seguir em frente mesmo quando isto pareceu muito difícil. Por isso, agradeço muito a DEUS por ser tão maravilhoso e por ter colocado cada uma destas pessoas na minha vida.

“... E o que disserem meus verdadeiros amigos sempre esperaram por mim...” Agradeço a todos os amigos que conquistei nesta incrível jornada.

Aos amigos do LVVVDC (Luau, Voz, Vinho, Violão e Discussão Científica) pelas inúmeras farras. Aos grandes amigos e companheiros da 55ª Turma da Biologia-UFU: Aninha, “Anchélica”, Bethayne, Carol, Junão, Patrícia, Priscila (Magrela), Priscila Moreira, Silvano, Taninha, Vagnão, e em especial ao Henrico, meu irmão em coração, pela grande parceria nestes últimos anos.

Às amigas Claudinha e Profa. Solange, pela identificação das abelhas e por todo apoio que sempre me deram;

Ao amigo Everton Tizo, por ser tão prestativo e por nossas inacabáveis e produtivas discussões científicas;

Ao amigo Clesnan Mendes, por ter disponibilizado tanto de seu precioso tempo para me ajudar e sem o qual não teria conseguido realizar as análises estatísticas deste trabalho;

A amiga Marcela Yamamoto, pelo fiel companheirismo e pela ajuda nas difíceis coletas noturnas no Panga;

E ao amigo Hélder Consolaro (Japa), que um dia me fez um convite que mudaria minha trajetória como Biólogo para sempre. Sou muito grato ao Japa, por ter aberto as portas da Ecologia para mim.

Aos professores e funcionários do Instituto de Biologia-UFU. Em especial aos Professores Oswaldo, Ariovaldo, Vera, Ivan, Renata, Cecília e Elisabete. E as funcionárias Dona Dulce e Flávia.

Ao Dr. Peter Eduard Gibbs (Universidade de Saint Andrews – Escócia), por ter sido o primeiro a falar-me sobre “sistemas reprodutivos em plantas”, despertando-me a curiosidade para investigação.

“Ao mestre com carinho” – Queria deixar minha eterna gratidão ao Professor Paulo Eugênio Oliveira, por ter tido tanta paciência e atenção comigo durante este tempo em que tem me orientado. Obrigado ao Paulo, pela amizade sincera, pela preocupação e pela confiança depositada em mim. Sem o seu apoio não teria conseguido ir tão longe.

Agradeço aos meus grandes amigos e irmãos Leandro e Lemir de Brito e toda sua família, por serem este grande tesouro na minha vida. Ao Leandro e Lemir, também agradeço pelas vezes que acordaram cedo nos finais de semana para me levarem e me acompanharem no campo, por pura preocupação em não me deixarem ir sozinho.

Ao meu irmaozão Eduardo, sua esposa (Vânia), e sua filhinha (Maria Eduarda), agradeço pela amizade e desculpo-me pelo tempo ausente.

Ao meu amorzinho Elisângela, agradeço por ser essa pessoa tão especial e maravilhosa e pelas inúmeras vezes que compreendeu minha ausência em prol da realização dos meus trabalhos. Te amo de mais baixinha!

A toda minha família por ter rezado e torcido pelas minhas conquistas e pelo carinho especial que têm comigo.

Aos meus queridos Tios Orlando, Renato e José Luzo;

Especialmente ao Tio e Padrinho Raimundo, por ter sido um paizão pra mim. Espero retribuir um dia tudo o que tens feito por nós tio.

As minhas queridas Tias Maristela, Itajaci, Itaci, Maria da Paz e Édna;

Aos queridos Vovô e Vovó Didi e Feliana;

Ao Padrinho Garcia;

Aos meus primos Clayton, Fabiano (in memorian), Fernanda, Juliana, Marcelo, Marcos, Renato, Paulo, Tatiane, Wagner e Wanderson.

Agradeço à minha irmã, Daniela Amorim, pela força que tem tido nestes últimos tempos, capaz de superar nossas grandes dificuldades.

Agradeço à minha amada avozinha Nasaré, por ser tão iluminada e forte, e por ser umas das pessoas mais importantes que tenho na vida, e por me apoiar desde meu primeiro instante de vida.

Finalmente agradeço este trabalho ao maior presente que DEUS já me deu: minha Mãe, que lutou durante toda minha vida para que eu pudesse chegar até aqui. Obrigado Mamãe por ser esta grande mulher, a melhor mãe que poderia existir, te amo muito.

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	03
Área de estudos.....	03
Fenologia.....	03
Ecologia Populacional.....	04
Biologia Floral.....	04
Sistema Reprodutivo.....	06
3. RESULTADOS.....	06
Caracterização da Espécie.....	06
Fenologia.....	09
Ecologia Populacional.....	11
Biologia Floral.....	11
Sistema Reprodutivo.....	14
4. DISCUSSÃO.....	19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Diferenças morfológicas entre as estruturas florais dos morfos sexuais. A. Inflorescência masculina; B. Inflorescência feminina; C. Flor estaminada, notar que foram retiradas parte do cálice e toda corola, para expor apresentação secundária de pólen sobre o pistilo; D. Flor pistilada, notar a ausência da corola expondo pistilo funcional e estigma bilobulado. Ilustrações, F. Amorim.....08
- Figura 2:** Fenologia de *A. guianensis* e climograma do Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, durante o período de estudos.....10
- Figura 3:** Seqüência de amostragem dos morfos sexuais da população de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. M = Indivíduos estaminados (machos); F = Indivíduos pistilados (fêmeas). A significância para distribuição aleatória foi testada pelo teste “t” de Student a 5%.....13
- Figura 4:** Distribuição da freqüência cumulativa da área basal de machos e fêmeas da população de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. A seta indica maior diferença entre os sexos (Kolmogorov-Smirnoff “D”, $p > 0,05$ NS).....13
- Figura 5:** Aspectos da biologia reprodutiva de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. A-D, principais polinizadores. A. *Aellopos titan*; B. *Bombus atratus*; C. *Ephicaris flava* em flor pistilada; D. *Ephicaris flava* em flor estaminada; E. Frutos de *A. guianensis*. Notar no canto superior esquerdo detalhe do nectário pós-floral e do cálice persistente; F. Fotomicrografia de fluorescência do crescimento de tubos polínicos no estigma e estilete em flor polinizada de *A. guianensis*. Notar no canto superior à direita, detalhe dos grãos de pólen germinando na superfície estigmática.....18

LISTA DE TABELAS

- Tabelas 1:** Comparações morfológicas e morfométricas entre flores estaminadas (machos) e pistiladas (fêmeas) na população de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG.....10
- Tabela 2:** Distribuição da antese floral de *A. guianensis* ao longo do dia, no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG.....15
- Tabela 3:** Produção de néctar em flores estaminadas (machos) e pistiladas (fêmeas) em *A. guianensis* no Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia – MG.....15
- Tabela 4:** Principais visitantes florais de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. E (machos); P (fêmeas). Tamanho corporal (insetos): P (<1,0cm); M (1,0 – 2,0cm); G (>2,0cm).....17

RESUMO

Ecologia da Polinização e Reprodução de *Amaioua guianensis* Aublet (Rubiaceae). A biologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* foi estudada numa área Mata Mesófila Semidecídua no Parque do Sabiá, Uberlândia-MG, entre setembro de 2003 e maio de 2005. Foram investigados a fenologia, o sistema reprodutivo, a morfologia floral, o conjunto de polinizadores e dispersores, e a razão sexual entre os indivíduos reprodutivos. *A. guianensis* é uma espécie arbórea dióica comum em formações florestais brasileiras. Suas flores são hexâmeras, tubulares, esbranquiçadas e odoríferas, polinizadas por vetores relativamente especializados como grandes abelhas e esfingídeos. As flores pistiladas produzem néctar mais precocemente e em maior volume que as estaminadas. As flores estaminadas são produzidas em maior número por inflorescência e são significativamente maiores que as pistiladas. As flores estão dispostas em inflorescências terminais, umbelas compostas nos indivíduos estaminados e simples nos pistilados. Ambos os morfos possuem estruturas sexuais não funcionais do morfo oposto, contudo o estilete nos machos funciona como pseudo-estame, um mecanismo de apresentação secundária de pólen que é comum na tribo Gardenieae, porém ainda não descrito para a espécie. A razão sexual foi de 1,49 a favor de machos e a população apresenta distribuição agrupada dos morfos sexuais. Ambos os casos provavelmente ocorrem como conseqüências de perturbação e reprodução vegetativa. A taxa de flores polinizadas naturalmente foi de 98,6% e de produção de frutos 75,7%. A apomixia foi muito baixa (3,4%). Os frutos são dispersados efetivamente por aves. A morfologia floral associada ao tipo de apresentação de pólen e a fauna de polinizadores especializados tornam o serviço de polinização e produção de frutos muito eficaz, mesmo nas condições de perturbação da área estudada.

Palavras-chave: Rubiaceae, Dioicia, Polinização, Apresentação Secundária de Pólen.

ABSTRACT

Pollination and Reproductive Ecology of *Amaioua guianensis* Aublet (Rubiaceae). The breeding biology of *Amaioua guianensis* was studied in a forest area at the Parque do Sabiá in Uberlândia-MG, between September 2003 and May 2005. Phenology, breeding system, flower morphology, pollinator and dispersor's assemblages, and sexual ratio were investigated among reproductive individuals. *A. guianensis* is a woody dioecious species common in Brazilian forest areas. Flowers are hexamerous, tubular, whitish and odoriferous, pollinated by relatively specialized vectors as large bees and hawkmoths. Pistilate flowers produce nectar earlier and in larger amounts than the staminate ones. Staminate flowers are produced in larger numbers per inflorescence and significantly bigger than the pistilate ones. Flowers are presented in terminal inflorescences, composite umbels in the staminate and simple ones in pistilate individuals. Both male and female flowers produce non-functional sexual structures of the opposite morph, but the style of male flowers act as a pseudo-stamen, a secondary pollen presentation mechanism which is common in the tribe Gardenieae but had not been described previously to the species. Sexual ratio was significantly male biased and gender was distributed contagiously in the area, probably due in both cases to vegetative multiplication and disturbance. Natural pollinations was as high as 98,6% and fruit set was 75,7%. Apomictic fruit production was very low (3,4%). Fruits are dispersed by birds. Floral morphology and relatively specialized pollinator's fauna render efficient pollinations service and fruit production in the species even in the relatively disturbed study area.

Key words: Rubiaceae, Dioecy, Pollination, Secondary Pollen Presentation.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão, e abrange cerca de um quarto de todo o território (Oliveira-Filho & Ratter 2002, Ratter *et al.* 1997). Nas últimas décadas, em decorrência da intensa exploração antrópica, principalmente pelo aumento de fronteiras agrícolas, grande parte de sua área tem sido perdida (Klink & Moreira 2002, Ratter *et al.* 1997). Atualmente, estima-se restar apenas 20% da área original deste bioma (Myers *et al.* 2000). A excepcional concentração de espécies endêmicas (Cavalcanti & Joly 2002), associada à rápida perda de habitat (Oliveira-Filho & Ratter 2002, Ratter *et al.* 1997), tornaram o Cerrado, um dos 25 “hotspots” de biodiversidade prioritários para conservação em todo planeta (Myers *et al.* 2000).

O manejo e a conservação dos ecossistemas e da diversidade genética que compõem o Cerrado estão intimamente ligados aos sistemas de polinização e dispersão de suas espécies vegetais (Oliveira 1994, Oliveira & Gibbs 2002). Estudos recentes têm indicado que as plantas de Cerrado e matas da região dependem da reprodução sexuada para sua regeneração e dispersão (Oliveira 1994, Oliveira & Gibbs, 2002). Reprodução mediada obrigatoriamente por vetores bióticos parece ser preponderante entre as espécies lenhosas, sendo muitas delas auto-incompatíveis ou dióicas (Oliveira 1996, Oliveira & Gibbs 2000, Oliveira & Gibbs 2002).

A dioiccia é um sistema sexual amplamente distribuído entre as angiospermas (Renner & Ricklefs 1995), e caracteriza-se pela separação completa das funções sexuais das flores (Freeman *et al.* 1997). Em vários grupos filogeneticamente distintos podem-se encontrar espécies dióicas (ver Bawa *et al.* 1985 e Oliveira 1996 para dados sobre a flora dióica da Floresta Tropical da Costa Rica e para áreas de Cerrados do Brasil, respectivamente). Sugere-se, portanto, que a evolução deste sistema sexual ocorreu independentemente várias vezes dentro das angiospermas (Bawa 1980). Além das interações com os polinizadores, seleção disruptiva, especialização sexual (alocação de recursos em machos e fêmeas) e redução de endogamia, são discutidos como os principais fatores que dirigiram a evolução da dioiccia (mais detalhes em Bawa 1980, Freeman *et al.* 1997).

Com a separação completa das funções florais, flores estaminadas e pistiladas, geralmente apresentam características sexuais secundárias (Grant 1995), como estratégia para possibilitar o fluxo direcional de pólen a estigmas coespecíficos (Mayer & Charlesworth 1991, Miller & Venable 2003), aumentando o potencial reprodutivo em ambos os sexos. Estas características são moldadas principalmente por intermédio da interação com os polinizadores (Bawa & Beach 1981). A dioícia está geralmente associada com a polinização por insetos pequenos e generalistas como alguns grupos de abelhas sociais (Bawa 1980, Bawa & Beach 1981). Contudo, a polinização por insetos mais especializados como esfingídeos e grandes abelhas, pode ocorrer em muitas espécies dióicas (Renner & Feil 1993).

Em comunidades de Cerrado a frequência de espécies lenhosas dióicas (cerca de 15% das espécies) parece ser maior que na flora de angiospermas como um todo (Oliveira 1996, Oliveira & Gibbs 2002) que é estimada em cerca de 6% (Renner & Ricklefs 1995). A família Rubiaceae possui distribuição concentrada principalmente nas regiões tropicais do planeta, com dioícia ocorrendo em pelo menos 10% dos gêneros na família (Robbretch 1988). O gênero *Amaioua* é pertencente à tribo Gardenieae na sub-família Ixoroideae (Persson 1996) e possui cerca de 25 espécies (Mabberley 1987). Na tribo Gardenieae é comum a ocorrência de dioícia, especialmente nas espécies tropicais Asiáticas e Americanas. *Amaioua guianensis* Aublet é uma espécie arbórea dióica, comum no sub-bosque de formações florestais de todo o Brasil (Lorenzi 1992) e estudos acerca de sua biologia reprodutiva são inexistentes.

Este trabalho teve como objetivos, caracterizar a biologia da polinização e reprodução de *Amaioua guianensis*, dando enfoque aos fenômenos ecológicos que regem estes processos. Para tal, foram estudados detalhadamente: a fenologia; o sistema reprodutivo; a morfologia e eventos florais; a comunidade de polinizadores e dispersores; e a ecologia populacional dos indivíduos reprodutivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudos – O estudo foi realizado entre os meses de Setembro de 2003 e Maio de 2005 numa área de Mata Mesófila Semidecídua no Parque Municipal do Sabiá – PMS, situado no perímetro urbano do município de Uberlândia-MG. Sua administração é feita pela Prefeitura Municipal de Uberlândia, mais diretamente pela FUTEL – Fundação Uberlandense do Turismo, Esporte e Lazer. A área é marcada por constantes perturbações, devido à descomedida atividade de visitantes, principalmente o intenso pisoteio (Observação pessoal).

O Parque localiza-se entre as coordenadas geográficas 18°54'00"S; 48°13'39"W, e a uma altitude média de 890 m do nível do mar. A área total é de 185 ha, dos quais apenas 35 são ocupados por remanescentes de vegetação nativa (Del Grossi 1993). O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com inverno frio e seco, e verão quente e úmido (Rosa *et al.* 1991). Os dados climatológicos referentes ao período de estudo, foram obtidos no Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia, situado a cerca de 2 Km da área estudada.

Fenologia – As coletas dos dados fenológicos foram feitas mensalmente no ano de 2003 em 20 indivíduos (13 estaminados e sete pistilados) marcados aleatoriamente, sexados e etiquetados. Durante o período de floração no segundo ano de estudo (2004), estas observações foram semanais. Cinco fenofases foram observadas: caducifolia, emissão de brotos foliares, botões florais, flores e a produção de frutos. Cada fenofase foi quantificada pela atribuição de notas que designaram sua intensidade (modificado de Coelho & Barbosa 2003, Freitas & Oliveira 2002). As notas atribuídas variaram de 0 a 3, com 0 indicando ausência de fenofase e 1, 2 e 3 a presença nos respectivos intervalos: 1% – 25%, 26% – 75% e 76% – 100% dos ramos dos indivíduos observados.

O período de floração e frutificação observados *in locu*, foram comparados com os de anos anteriores a partir de observações de dados de herbário. Todas as exsicatas da espécie presentes no *Herbarium Uberlandensis* (HUFU) foram analisadas: HUFU 4217 (Fev/1992); HUFU 4220

(Fev/1993); HUFU 4230 (Mar/1993); HUFU 7213 (Nov/1994); HUFU 7539 (Dez/1994); HUFU 8580 (Abr/1995); HUFU 10979 (Nov/1995); HUFU 14979 (Dez/1995).

Ecologia Populacional – Para averiguar a razão sexual da população de *A. guianensis* estudada, durante o período de floração, foi feita uma análise do maior número de indivíduos em fase reprodutiva que puderam ser encontrados na área. Todos os indivíduos com flores foram marcados com etiquetas metálicas, sexados e numerados na ordem em que cada morfo foi encontrado. A relação entre o número de indivíduos produtores de flores estaminadas (machos) e pistiladas (fêmeas), foi avaliada pelo teste Qui-quadrado (χ^2). A distribuição espacial de machos e fêmeas na área foi determinada pelo “Run test” (Zar 1984).

No primeiro ano de estudos, foram etiquetados e sexados 52 indivíduos e no segundo ano, mais 60, totalizando 112 indivíduos. Para cada indivíduo, foi medida a CAP (Circunferência na Altura do Peito) e estimada a altura. Em indivíduos com ramificações acima do solo mas abaixo de 1,30 m, foram medidas as circunferências de cada ramificação. As CAPs foram utilizadas para calcular a área basal total de cada planta. Os indivíduos sexados durante o primeiro ano de estudo, foram novamente analisados na estação reprodutiva seguinte para investigar a presença de labilidade sexual e/ou de morfos florais intermediários.

Para averiguar se há mortalidade e/ou maturação sexual diferencial entre indivíduos produtores de flores estaminadas (machos) e pistiladas (fêmeas), a área basal foi assumida como parâmetro relativo para designar a idade reprodutiva de cada planta (adaptado de Opler & Bawa 1978). As áreas basais dos indivíduos sexados foram separadamente agrupadas em classes de tamanho. A disparidade entre a frequência acumulada das menores e maiores medidas de classes (representando idade de maturação de sexual e de mortalidade, respectivamente), foram avaliadas utilizando o teste Kolmogorov-Smirnoff (Sokal & Rohlf 1981). Os testes foram feitos com auxílio do programa estatístico Bioestat[®] 3.0 (Ayres *et al.* 2003).

Biologia Floral – O comportamento de antese foi observado em 100 botões em pré-antese previamente marcados, sendo utilizados 50 botões de cada morfo sexual distribuídos em 12 machos e oito fêmeas. Os botões foram marcados no final da tarde entre 17:00 h e 18:30 h e foram acompanhados durante três dias consecutivos até a abertura completa dos botões. Estas observações foram realizadas em quatro períodos distintos: no início da manhã (entre 6:00 h e 6:30 h, para averiguar flores abertas a noite após as 20:00 h), no final da manhã (entre 11:00 h e 11:30 h), na segunda metade da tarde (entre 16:00 h e 16:30 h) e no início da noite (entre 19:30 h e 20:00 h). A produção de odore floral foi analisada isolando-se flores recém abertas em frascos de vidro tampados (Kearns & Inouye 1993).

A produção de néctar foi acompanhada e mensurada em flores previamente isoladas com sacos de organza de nylon. O volume de néctar foi determinado com auxílio de capilares de vidro de 1 μ L, e a concentração de açúcares, com refratômetro manual (Kearns & Inouye 1993). Estas medidas foram realizadas em flores pistiladas (distribuídas em oito indivíduos) e estaminadas (distribuídas em 12 indivíduos). As medidas foram feitas em flores recém abertas (oito pistiladas e 22 estaminadas) e na manhã seguinte (para averiguar néctar acumulado) ao dia da antese (14 pistiladas e 22 estaminadas). Dez botões em pré-antese de cada morfo sexual, também foram incluídos nestas análises. A produção de néctar acumulado em flores estaminadas ($n = 22$) e pistiladas ($n = 14$) foi comparada utilizando-se o teste Qui-quadrado (X^2).

Os estudos morfológicos e morfométricos foram feitos em botões, flores e inflorescências, observados *in locu* e no laboratório (material coletado e fixado em álcool 70%). As análises morfométricas foram feitas com auxílio de paquímetro analógico com precisão de 0,01 mm. Os principais parâmetros morfométricos e morfológicos medidos foram: 1) comprimento do tubo da corola; 2) comprimento do tubo do cálice; 3) comprimento do pistilo; 4) comprimento das anteras; 5) número de pétalas; 6) e número de flores/inflorescência (adaptado de Osunkoya 1999, Miller & Venable 2003). Para avaliar as diferenças e semelhanças entre as medidas das estruturas florais

analisadas em ambos os morfos sexuais, foi aplicado o teste (*U*) Man-Whitney (dados com distribuição não paramétrica). Todos os testes estatísticos foram realizados utilizando-se o programa Bioestat[®] 3.0 (Ayres *et al.* 2003).

Para averiguar a presença de visitantes florais, assim como, definir os polinizadores efetivos, foram feitas observações focais em seções de 30 minutos em períodos aleatórios entre as 06:00 h e 20:00 h. Por razões logísticas e de segurança, não foi possível conduzir o trabalho fora deste período. Os principais visitantes florais foram, quando possível, registrados fotograficamente e/ou capturados com auxílio de puçá para posterior identificação. Foi verificada através de análise sob estereomicroscopia de luz, a presença de pólen da espécie e o local de deposição no corpo dos principais visitantes florais capturados em flores pistiladas.

Sistema Reprodutivo – A eficácia do serviço de polinização natural foi avaliada através da análise de pistilos sob microscopia fluorescência, provenientes de flores em pré-senescência coletadas aleatoriamente sem prévio isolamento ou marcação. Foram analisados 72 pistilos de flores coletadas em 16 indivíduos distintos. As flores foram fixadas em solução de FAA 50% (Kearns & Inouye 1993), diafanizadas, coradas com azul de anilina e observados em microscopia de fluorescência (adaptado de Martin 1959), para avaliar a presença ou ausência de tubos polínicos. As flores só foram consideradas como polinizadas, quando os pistilos apresentavam tubos polínicos crescendo conforme apresentado na figura 5F. Flores que continham grãos de pólen com tubos polínicos crescendo apenas ao nível do estigma, não foram consideradas como efetivamente polinizadas.

O sucesso reprodutivo da espécie foi determinado pela taxa de formação de frutos maduros por polinização natural. Para isto, foram marcadas e acompanhadas ao longo do período reprodutivo, 1238 flores, distribuídas em 16 indivíduos, até a formação e pré-maturação dos frutos. A formação de frutos por apomixia também foi testada em botões florais previamente isolados com sacos de organza (N=233). Durante o período de maturação dos frutos, foram realizadas observações focais no período

da manhã (entre 7:00 h e 11:00 h) para averiguar os consumidores de frutos e potenciais dispersores das sementes.

3. RESULTADOS

Caracterização da Espécie – *Amaioua guianensis* possui indivíduos masculinos com altura média de $8,55 \pm 3,24$ m e femininos com $7,69 \pm 2,50$ m, as folhas são verticiladas, pilosas e possuem estípulas em tom ferruginoso. Os pêlos são esparsos na superfície adaxial da folha e densos na abaxial, principalmente sobre as nervuras foliares. As flores estão dispostas em umbelas terminais compostas em cincinos trifloro nos machos (figura 1A) e simples nas fêmeas (figura 1B). De forma geral, as flores são homostílicas, actinomorfas, hexâmeras (às vezes heptâmeras, raramente octâmeras), gamossépalas, gamopétalas e díclinas. Os lobos da corola em ambos os morfos florais, possuem tamanho que varia de 0,8 a 1,0 cm e são contorcidos para esquerda. Comumente possuem seis estames epipétalos com anteras bitecas e dorsifixas, que estão presentes em ambos os morfos sexuais, embora sejam rudimentares nas flores pistiladas. As flores estaminadas não possuem ovário, contudo, é possível observar ovários vestigiais em algumas flores. O cálice é piloso e possui coloração verde. A corola é glabra, e em flores recém abertas tem coloração esbranquiçada, mudando para coloração creme algumas horas após a antese.

As flores pistiladas (figura 1D) podem apresentar estiletos com estigmas bi ou trilobulados (raramente tetralobulados). Nas flores estaminadas, o estilete é bem desenvolvido e possui formato cilíndrico e clavado, com lobos estigmáticos fundidos (figura 1C). Nele estão presentes cerca de 12 depressões longitudinais que vão do ápice a ao terço final. Estas depressões possivelmente correspondem às 12 tecas das anteras. O estilete em ambos os morfos sexuais é glabro com base pilosa. Nas flores estaminadas o pólen é depositado, ainda durante a fase de botão, sobre a superfície do estilete não funcional (figura 1C), cuja única função aparente é a apresentação secundária de pólen, mecanismo pelo qual o pólen é disponibilizado em outra estrutura floral que não as anteras (Yeo 1993).

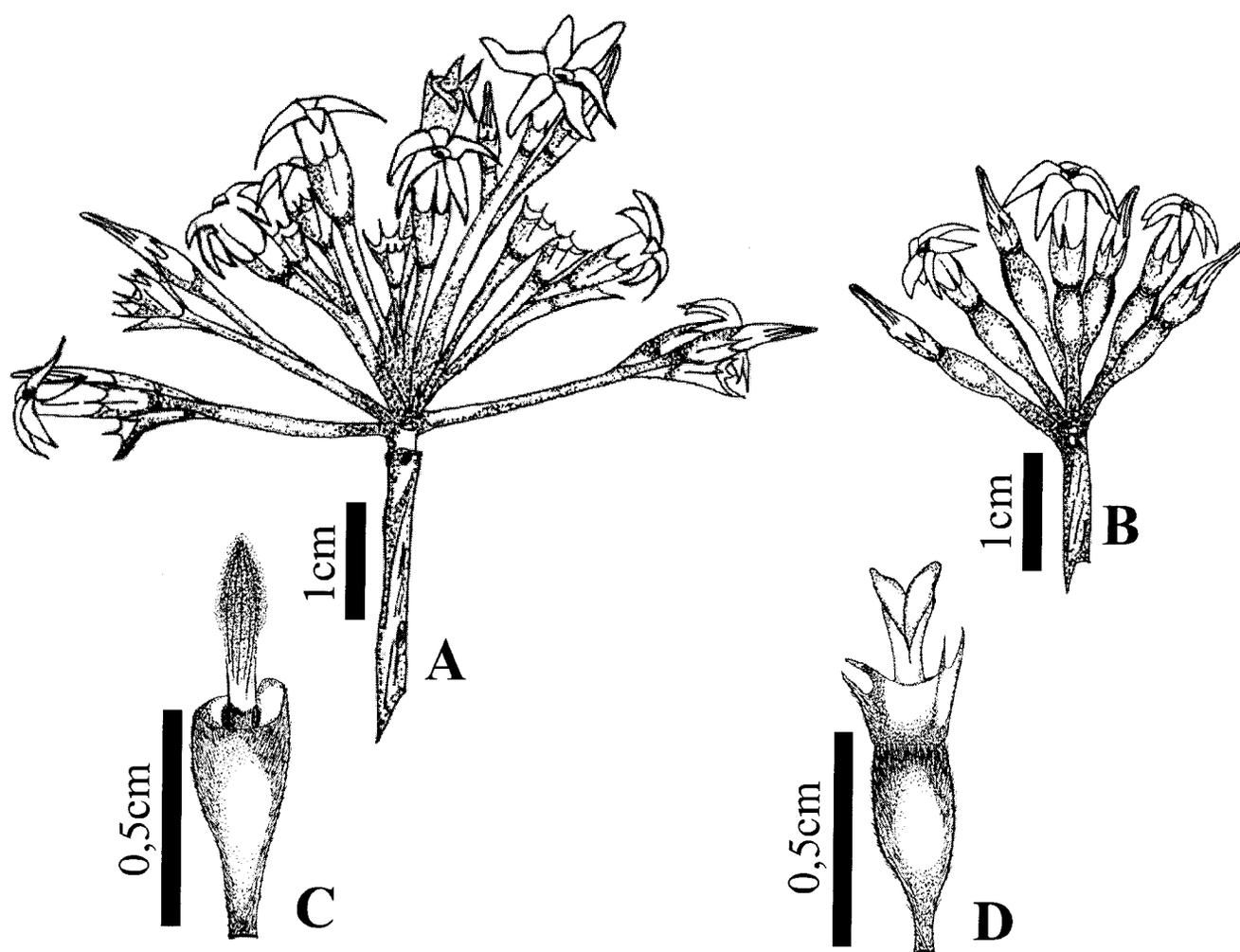


Figura 1. Diferenças morfológicas entre as estruturas florais dos morfos sexuais. A. Inflorescência masculina; B. Inflorescência feminina; C. Flor estaminada, notar que foram retiradas parte do cálice e toda corola, para expor apresentação secundária de pólen sobre o estilete não funcional; D. Flor pistilada, notar a ausência da corola expondo pistilo funcional e estigma bilobulado. Ilustrações, F. Amorim.

Figure 1. Morphological differences between floral structures of sexual morphs. A. Male (staminate) inflorescence; B. Female (pistillate) inflorescence; C. Staminate flower without corolla and calyx exhibiting secondary pollen presentation on the non functional pistil; D. Pistillate flower without corolla exhibiting functional pistil and bilobular stigma. Illustrations, F. Amorim.

Todas as estruturas florais, em termos morfológicos e morfométricos, diferiram significativamente entre os morfos sexuais (tabela 1). As diferenças tenderam a favor das flores estaminadas, com exceção do número de pétalas, que foi significativamente maior em flores pistiladas (tabela 1). O “display” floral nos machos parece mais atrativo que nas fêmeas, estas apresentam maior número de flores por inflorescência, e também produzem mais inflorescências por planta. Este dado não pôde ser quantificado devido ao grande porte das plantas, e ao fato de cada planta produzir várias centenas de inflorescências.

Os frutos são bagáceos, possuem cerca de 2,0 a 3,0cm, produzem em média $20,08 \pm 5,4$ sementes (N=53 frutos analisados em 16 indivíduos), têm coloração marrom-avermelhada mesmo quando imaturos, e levam cerca de quatro a cinco meses de desenvolvimento para maturação.

Fenologia – Durante os dois anos de acompanhamento fenológico (2003 e 2004) a população apresentou comportamento fenológico muito similar. Existem dois picos de produção de brotos foliares, sendo o primeiro no início da estação chuvosa no mês de Novembro, que é acompanhado pela produção em massa de botões florais, e o segundo no final da estação chuvosa nos meses de Fevereiro e Março (figura 2). Neste período, os primeiros frutos da estação estão em processo de desenvolvimento, havendo uma grande produção de novas folhas por machos, enquanto para as fêmeas esta produção foi mais discreta.

A abertura das primeiras flores, em ambos os morfos e nos dois anos de estudo, ocorreu no final do mês de Novembro e início do mês de Dezembro, entre 10 e 15 dias após o desenvolvimento dos primeiros botões. O pico de floração, caracterizado pela produção massiva de flores pela maioria dos indivíduos analisados, ocorreu no início da segunda quinzena de Dezembro, decrescendo rapidamente até o final deste mesmo mês (figura 2). Ao final da primeira semana do mês de Janeiro não havia mais indivíduos com flores. A floração ocorreu de forma sincrônica entre os indivíduos produtores de flores estaminadas e pistiladas.

Tabela 1. Comparações morfológicas e morfométricas entre flores estaminadas (machos) e pistiladas (fêmeas) na população de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG.

Table 1. Morphological and morphometrical comparison between staminate (males) and pistillate (females) flowers in *A. guianensis* population at the Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, Brazil.

Parâmetros Morfológicos e Morfométricos analisados	N	Média ± Desvio Padrão		U
		Flores Estaminadas	Flores Pistiladas	
Flores/Inflorescência	61	18,8±6,66 a	6,90±2,55 b	72,5
Comprimento do Cálice (cm)	53	0,485±0,0293 a	0,377±0,0268 b	1,5
Comprimento da Corola (cm)	53	1,14±0,0482 a	0,798±0,078 b	0,00001
Comprimento das Anteras (cm)	53	0,551±0,0323 a	0,354±0,231 b	53
Comprimento do Pistilo (cm)	53	1,06±0,0478 a	0,819±0,111 b	6,5
Número de Pétalas	53	6,02±0,137 b	6,64±0,74 a	712,5

a, b Indicam pares com $p < 0,001$ pelo teste Mann-Whitney (U).

a, b Indicate pairs with $p < 0,001$ by Mann-Whitney (U) test.

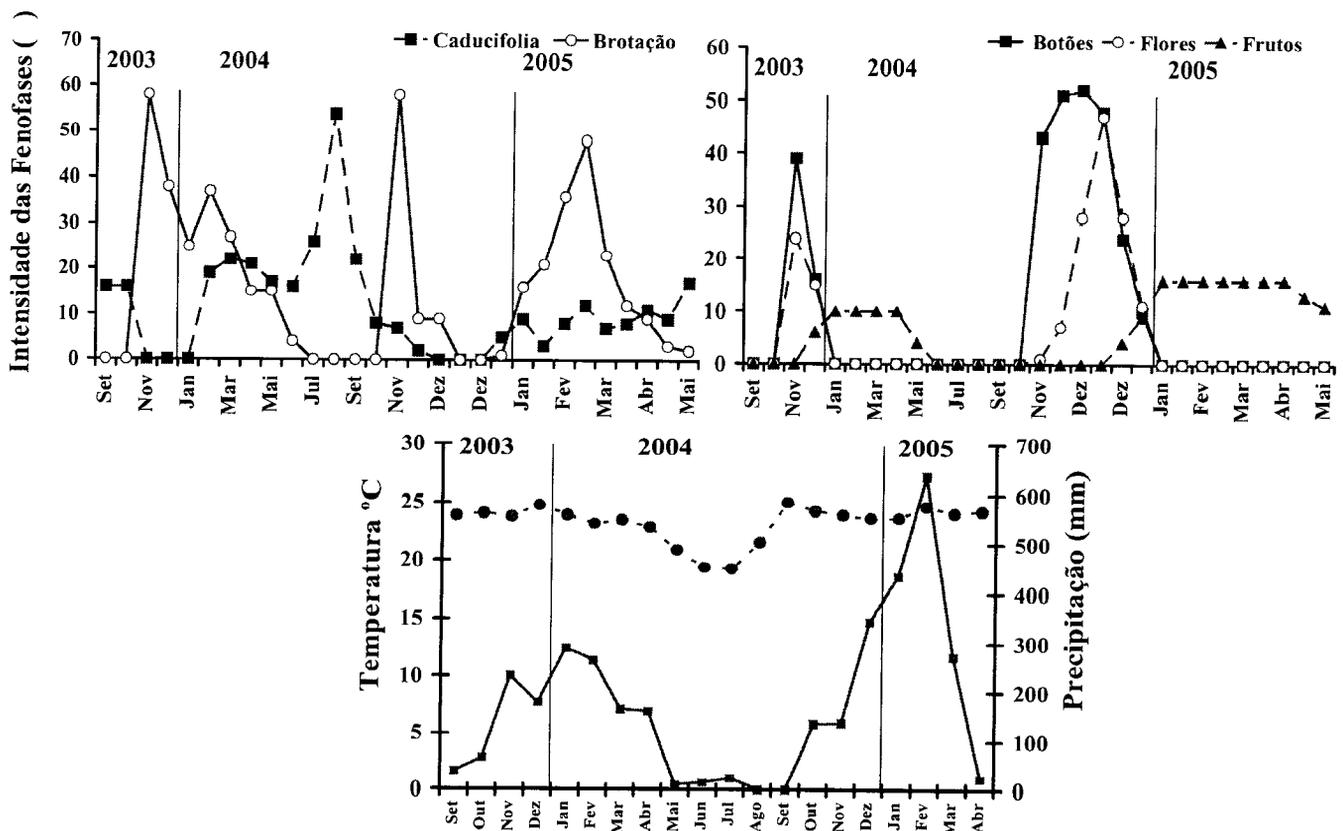


Figura 2 – Fenologia de *A. guianensis* e climograma do Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, durante o período de estudo.

Figure 2 – Phenology of *A. guianensis* and climatic diagram of the Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, Brazil, during the study period.

Os primeiros frutos imaturos foram observados no final de Dezembro, com desenvolvimento continuado até meados do mês de Maio (figura 2). Houve uma constância na produção de frutos, durante um intervalo de quatro meses e meio entre Janeiro e Maio (figura 2). Durante este período, os frutos estavam em fase de amadurecimento e não houve nenhum registro de predação ou aborto de frutos imaturos. Os primeiros frutos maduros foram observados a partir da segunda semana do mês de Maio, sendo que o pico de maturação, ocorreu durante a segunda quinzena deste mês, quando houve maturação intensiva de frutos com conseqüente consumo e dispersão de sementes.

O padrão fenológico observado em períodos anteriores, através de dados de herbário (1992 a 1995), foi similar ao encontrado ao longo das observações realizadas. Todas as exsiccatas analisadas apresentaram botões e/ou flores durante os meses de Novembro e Dezembro. Os frutos foram observados sempre entre os meses de Fevereiro e Abril (para comparação com o presente estudo ver figura 2). A copa das plantas da população estudada apresentou aspecto sempre verde, com um número pequeno de folhas caindo durante o ano, porém com intensificação deste evento durante o período mais seco entre os meses de Julho e Setembro (figura 2).

Ecologia Populacional – A razão sexual da população, definida pela proporção entre machos e fêmeas, foi de 1,49, a favor de indivíduos estaminados. Este valor diferiu significativamente da unidade ($67:45$; $X^2=4,32$; $p<0,05$). A população apresentou segregação espacial de sexo, havendo agrupamento de morfos sexuais (figura 3). Durante todo o período de estudo, não foi constatada presença de labilidade sexual ou de morfos sexuais intermediários.

A altura média de machos e fêmeas, não diferiu significativamente entre si ($U=1279$; $Z(U)=1,35614$; $p>0,05$), assim como, as médias das áreas basais (Machos= $115,94\pm 145,98\text{cm}^2$; Fêmeas= $103,19\pm 74,5\text{cm}^2$; $U=1387$; $Z(U)=0,7151$; $p>0,05$). Apesar de haver uma pequena tendência de machos nas menores e maiores frequências acumuladas de classes de área basal (figura 4), o que sugere idades de reprodução e mortalidade diferenciais entre machos e fêmeas, as análises (teste Kolmogorov-Smirnoff “D”), mostraram que estas diferenças não são significativas (figura 4).

Biologia Floral – Não houve diferença significativa no período de antese de flores estaminadas e pistiladas ($\chi^2=0,598$; $p>0,05$). As flores se abrem ao longo de todo o dia, preferencialmente entre 12:00 h e 20:00 h, com maior frequência no final da tarde e início da noite (tabela 2). A longevidade floral em ambos os morfos sexuais é de aproximadamente 24 a 30 horas. A senescência das flores é caracterizada pela mudança de coloração da flor (há uma intensificação da cor creme) e posteriormente pela queda ou murchamento da corola e estilete. Em flores estaminadas, o cálice continua aderido à inflorescência durante alguns dias até o murchamento de toda a estrutura. Nas flores pistiladas o cálice permanece aderido ao ovário durante todo o tempo de desenvolvimento dos frutos, até próximo à fase de maturação e dispersão. Durante este período, o disco nectarífero continua produzido néctar em quantidades muito pequenas, sendo protegido pelo cálice persistente (figura 5E). Este nectário “pós-floral” é frequentemente visitado por algumas espécies de formigas, principalmente *Camponotus* spp. As formigas patrulham os ramos durante quase todo o período de desenvolvimento dos frutos, provavelmente protegendo-os contra predadores como ocorre em outras espécies de Rubiaceae (Santos & Del-Claro 2001).

O néctar é produzido em diferentes quantidades e períodos em flores estaminadas e pistiladas (tabela 3). Flores pistiladas produzem néctar mais precocemente e num volume significativamente maior que as estaminadas (tabela 3). A concentração média de açúcares, não apresentou diferença significativa entre os morfos florais (tabela 3). O néctar em flores pistiladas é produzido ainda na fase de botão ($2,0\pm 1,01$ μL ; $18\pm 3,0\%$; $N=10$). No momento da antese somente flores pistiladas continham néctar ($3,7\pm 1,16$ μL ; $22,25\pm 2,30\%$; $N=8$ e 14). Em flores estaminadas só foram quantificados o volume e concentração de néctar acumulado, no dia seguinte á antese ($1,04\pm 0,8\mu\text{L}$; $22,05\pm 3,5\%$; $N=22$). Os valores de néctar acumulado em flores pistiladas em termos de volume e concentração média foram respectivamente, $5,12\pm 0,77$ μL e $23\pm 4,13\%$ ($N=14$). O volume do néctar acumulado diferiu significativamente entre os morfos sexuais (tabela 3), sendo maior em flores pistiladas.

As flores de *A. guianensis* são odoríferas, produzindo um cheiro suave e adocicado que pode ser melhor percebido nas primeiras horas da manhã e no final da tarde. Flores estaminadas oferecem pólen e néctar como recurso floral para os visitantes, enquanto as pistiladas oferecem apenas néctar. A síndrome de polinização é típica da falenofilia, entretanto, as flores são visitadas por uma ampla variedade de grupos animais, incluindo vertebrados e invertebrados (tabela 4). Contudo, a polinização é realizada efetivamente por abelhas de médio a grande porte, esfingídeos diurnos e noturnos (tabela 4). As visitas concentram-se no período manhã (entre 6:00 h e 9:00 h) e no final da tarde até o início da noite (17:00 h e 20:00 h), e o néctar foi o único recurso floral explorado.

Durante todas as sessões de observação focal, foram registradas visitas por abelhas (figura 5B; C; D). As visitas do esfingídeo *Aellopos titan* (figura 5A) foram mais frequentes nas primeiras horas da manhã e nas últimas horas do dia, e na maioria das plantas floridas havia pelo menos dois esfingídeos desta espécie explorando o néctar. As visitas de *Eupyrrhoglossum sagra*, outro esfingídeo, só foram registradas no início da noite a partir das 19:30 h. Como as observações se restringiram até às 20:00 h, e neste momento o principal visitante foi *E. sagra*, supõe-se que estas visitas continuavam no decorrer das horas seguintes. Todos os esfingídeos e abelhas, capturados visitando plantas com flores pistiladas, continham pólen aderido ao aparelho bucal e região anterior da cabeça.

Sistema Reprodutivo – As observações de campo (observações qualitativas), indicaram que *A. guianensis* possui um alto sucesso reprodutivo. Há uma grande produção de frutos, que em sua maioria chega à maturação, sendo conseqüentemente consumidos por potenciais dispersores de sementes. As análises quantitativas confirmaram estas observações. Reprodução vegetativa foi observada em muitos casos em que, por efeito de pisoteio ou pela queda de troncos maiores, haviam indivíduos com troncos prostrados ao chão. Neste caso, novos indivíduos brotavam do tronco caído, dando origem à pelo menos duas novas plantas. Porém foram observados casos onde brotavam até cinco novas plantas. O comprimento do caule da planta caída parece ser o fator limitante para a quantidade de novas

Amaioua guianensis Aubl. (Rubiaceae)

MMMMM FF M FF MMMMMM FFF M F MMM F MMMMMM FF M F MMMM FFFF MMM
FFFF MM F MM FF MMMMM F MMMMMMMMM F M FFF MMMMMMMMMM FFFF M FFFF
MMM FFF MM FF MMM FFF M

(N = 112); Runs = 39; $t = 3,03$; $p < 0,05$.

Figura 3. Seqüência de amostragem dos morfos sexuais da população de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. M = Indivíduos estaminados (machos); F = Indivíduos pistilados (fêmeas). A significância para distribuição aleatória foi testada pelo teste “t” de Student a 5%.

Figure 3. Sampling sequence of sexual morphs of *A. guianensis* population at the Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, Brazil. M = Staminate individuals (males); F = Pistillate individuals (females). Significant departure from random distribution was tested using “t” test at 5%.

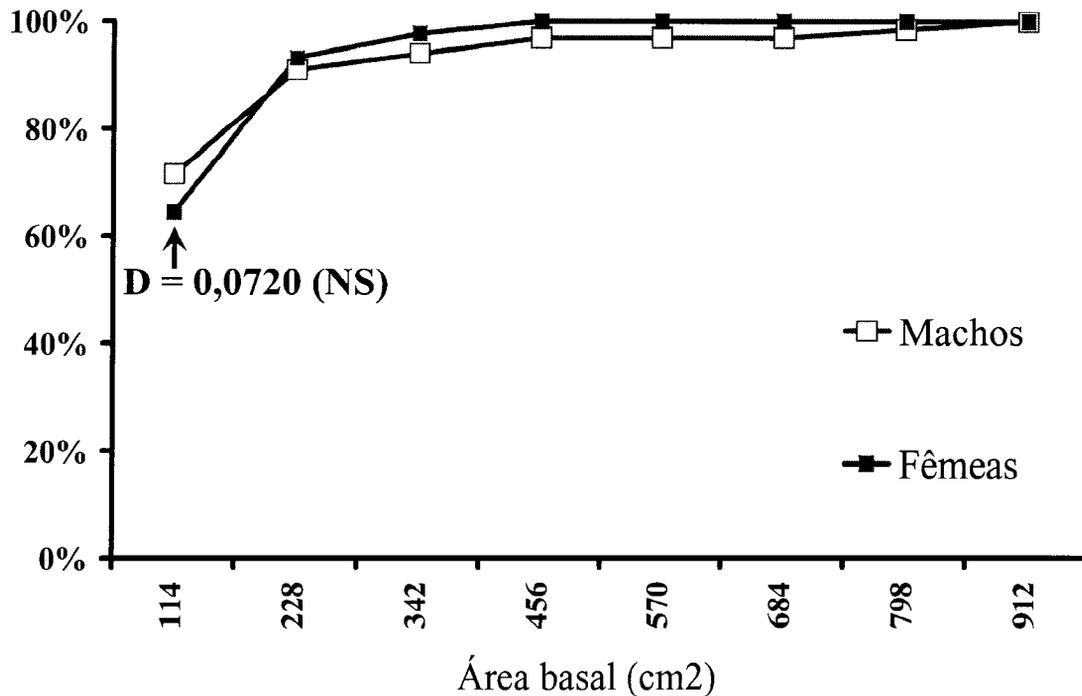


Figura 4. Distribuição da freqüência cumulativa da área basal de machos e fêmeas da população de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. A seta indica maior diferença entre os sexos (Kolmogorov-Smirnoff “D”, $p > 0,05$ NS).

Figure 4. Cumulative frequency of basal area of males and females individuals of the *A. guianensis* population at the Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, Brazil. Arrow indicates greatest difference between sexes (Kolmogorov-Smirnoff “D”, $p > 0.05$ NS).

brotações. Devido a ausência de floração nas rebrotações não foi possível efetuar a sexagem nestes indivíduos.

O estudo de pistilos sob microscopia de fluorescência mostrou que 98,6% das flores coletadas aleatoriamente foram efetivamente polinizadas (apenas uma das 72 flores amostradas não continha pólen). Nos pistilos de flores polinizadas, foram constatados grãos de pólen germinando e tubos polínicos crescendo em grandes quantidades ao nível de estilete (figura 5F). A taxa de flores convertidas em frutos maduros, por polinização natural, foi 75,7% ($N_{\text{flores}}=1238$; $N_{\text{frutos}}=937$). Dos botões isolados para averiguar a produção de frutos por apomixia, 11,16% ($N_{\text{frutos apomíticos}}=28$) deram origem a frutos iniciados. A maioria destes frutos permaneceram em desenvolvimento por cerca de dois meses, porém foram abortados após este período. Durante o período de maturação, ainda restavam oito frutos de origem apomítica, representando 3,4% do total de botões isolados. Estes frutos eram menores e tinham aspecto anômalo.

A dispersão de sementes em *A. guianensis* é estritamente zoocórica. O consumo de frutos é feito efetivamente por pelo menos oito espécies de aves. As espécies *Turdus amaurochalinus*, *T. leucomelas*, *T. rufiventris* (TURDIDAE); *Myozetetes similis*, *Pitangus sulphuratus* (TYRANIDAE) e *Antilophia galeata* (PIPRIDAE), são os principais consumidores dos frutos e potenciais dispersores das sementes. Formigas cortadeiras do gênero *Ata*, foram observadas no início da manhã, carregando frutos maduros de *A. guianensis* do solo para o ninho. Muitos frutos também foram observados no solo ao longo da trilha destas formigas. Desta maneira, sugere-se que formigas cortadeiras, também atuem como potenciais dispersores das sementes de *A. guianensis*.

Tabela 2. Distribuição da antese floral de *Amaioua guianensis* ao longo do dia, no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG.

Table 2. *Amaioua guianensis* flower anthesis distribution throughout the day at the Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, Brazil.

Período de Antese	Flores estaminadas	Flores pistiladas
6:00 – 11:00 h	6 a	5 a
11:00 – 16:00 h	14 b	12 b
16:00 – 20:00 h	25 b	26 b
20:00 – 6:00 h	5 a	7 a
Total	50	50
Teste Qui Quadrado (X^2)	$X^2=20,56$	$X^2=21,52$

a, b Indicam pares com $p < 0,001$ pelo teste Qui quadrado.

a, b Indicate pairs with $p < 0.001$ by Qui square test.

Tabela 3. Produção de néctar em flores estaminadas (machos) e pistiladas (fêmeas) em *A. guianensis* no Parque Municipal do Sabiá, Uberlândia – MG.

Table 3. Nectar production of staminate (males) and pistillate (females) flowers of *A. guianensis* at the Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, Brazil.

Fase de análise do Néctar	Média ± Desvio Padrão					
	Volume (μL)			Concentração (%)		
	Machos	Fêmeas	<i>U</i>	Machos	Fêmeas	<i>U</i>
Botão pré-antese	—	2,04±1,01		—	18±3	
Antese	—	3,72±1,16		—	22,25±2,25	
Acumulado	1,04±0,86	5,12±0,77	0	22,05±3,5	23,0±4,13	113(NS)

Tabela 4. Principais visitantes florais de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. E (estaminadas); P (pistiladas). Tamanho corporal (insetos): P (<1,0cm); M (1,0 – 2,0cm); G (>2,0cm).

Table 4. Main flower visitors of *A. guianensis* at the Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, Brazil. E (males); P (females). Insect body size: P (<1.0cm); M (1.0 – 2.0cm); G (>2.0cm).

Espécie (Família)	Hábito	Morfo sexual visitado	Tamanho Corporal
HYMENOPTERA			
<i>Bombus atratus</i> (Apidae) ‡	Diurno/Crepuscular	E; P	M
<i>Centris</i> sp (Apidae) ‡	Diurno/Crepuscular	E; P	G
<i>Epicharis flava</i> (Apidae) ‡	Diurno/Crepuscular	E; P	M
<i>Eulema nigritan</i> (Apidae) ‡	Diurno/Crepuscular	E; P	G
LEPDOPTERA			
<i>Allopus titan</i> (Sphingidae) ‡	Diurno/Crepuscular	E; P	G
<i>Eupyrhoglossum sagra</i> (Sphingidae) ‡	Crepuscular/Noturno	E; P	G
sp 1 (Sphingidae)	Noturno	E; P	G
<i>Pompeius pompeius</i> (Hesperiidae)	Diurno/Crepuscular	E; P	G
<i>Panoquina</i> sp (Hesperiidae)	Diurno/Crepuscular	E; P	M
<i>Urbanus</i> (Hesperiidae)	Diurno/Crepuscular	E; P	M
sp (Papilionidae)	Diurno	E; P	G
<i>Heliconius eratus</i> (Nymphalidae)	Diurno	E; P	G
sp 2 (Noctuidae)	Noturno	E; P	P
sp 3 (Noctuidae)	Noturno	E; P	P
sp 4 (Noctuidae)	Noturno	E; P	P
AVE			
<i>Coereba flaveola</i> (Coeribidae)	Diurno	P	—
<i>Eupetomena macroura</i> (Trochilidae)	Diurno	E	—
<i>Chlorostilbon aureoventris</i> (Trochilidae)	Diurno	E; P	—

‡ Polinizadores Efetivos.

‡ Effective Pollinators.

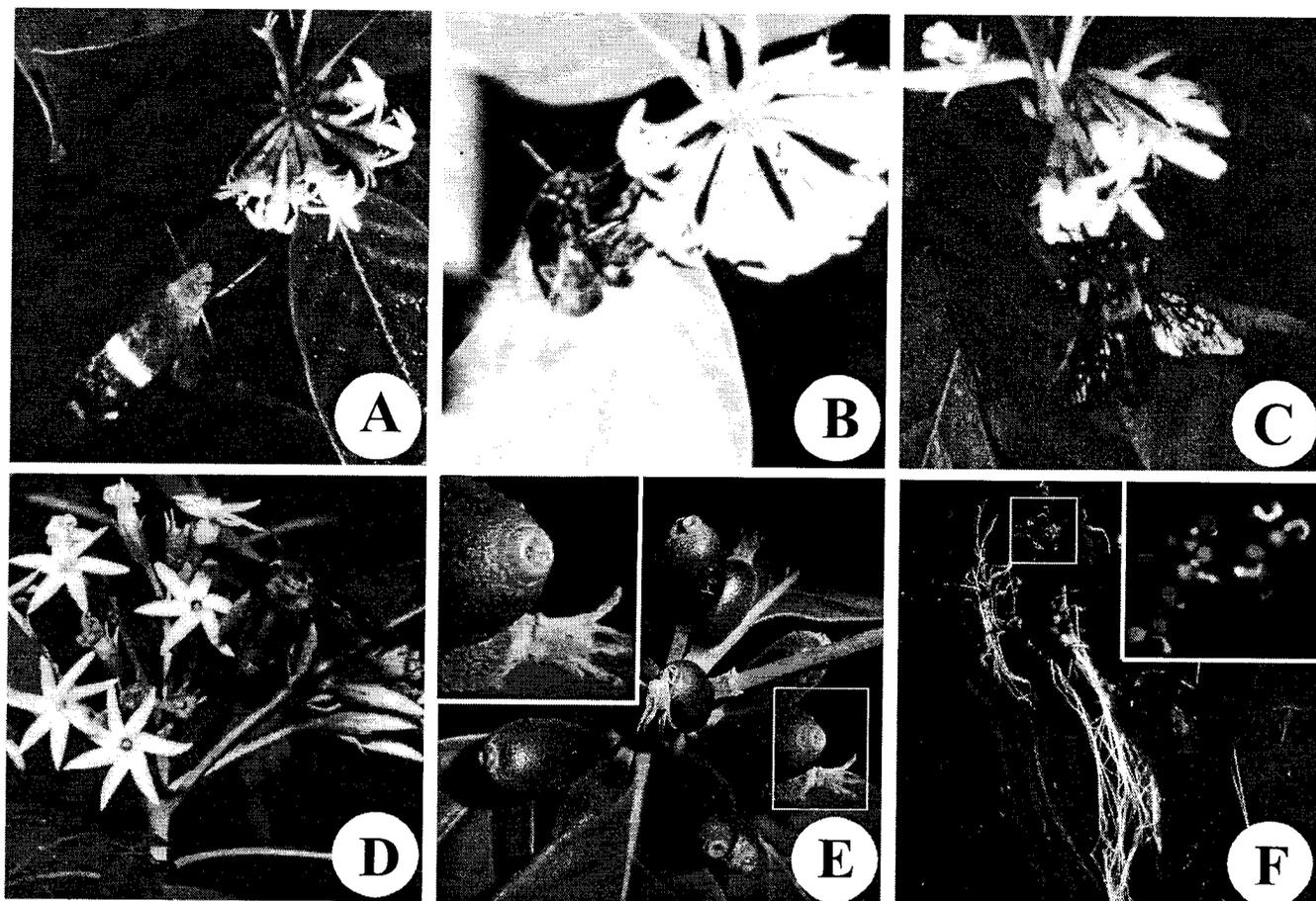


Figura 5. Aspectos da biologia reprodutiva de *A. guianensis* no Parque do Sabiá, Uberlândia – MG. A-D, principais polinizadores. A. *Aellopos titan*; B. *Bombus atratus*; C. *Epicharis flava* em flor pistilada; D. *Epicharis flava* em flor estaminada; E. Frutos de *A. guianensis*. Notar no canto superior esquerdo detalhe do nectário pós-floral e do cálice persistente; F. Fotomicrografia de fluorescência do crescimento de tubos polínicos no estigma e estilete em flor polinizada de *A. guianensis*. Notar no canto superior à direita, detalhe dos grãos de pólen germinando na superfície estigmática. Fotos, F. Amorim.

Figure 5. Aspects of *A. guianensis* reproductive biology at the Parque do Sabiá, Uberlândia – MG, Brazil. A-D, mainly pollinators. A. *Aellopos titan*; B. *Bombus atratus*; C. *Epicharis flava* on pistillate flowers; D. *Epicharis flava* on staminate flowers; E. *A. guianensis* fruits. Note at upper left, post-floral nectary and detail of the persistent calyx; F. Fluorescence photomicrography of pollen tube growth in stigma and style of *A. guianensis* flower. Note at upper right, detail of pollen grains germination on the stigmatic surface. Photos, F. Amorim.

4. DISCUSSÃO

O padrão fenológico observado na população de *A. guianensis*, assim como, o modo de polinização e grupo de polinizadores, associam-se a estratégia de floração do tipo cornucópia (*sensu* Gentry 1974). Esta estratégia parece ser a mais comum entre as angiospermas e está associada a grupos com comportamento fenológico sazonal, sendo caracterizada pela produção maciça de flores durante algumas semanas, responsável pela atração de um grande espectro de visitantes florais e potenciais polinizadores (Gentry 1974). Algumas espécies de Bignoniaceae cornucópias da América Central, assim como *A. guianensis*, são efetivamente polinizadas por abelhas e esfingídeos (Gentry 1974).

O comportamento fenológico observado na área contrastou com os estudos de Dias & Oliveira-Filho (1996) para população de *A. guianensis* numa Floresta Estacional Semidecídua Montana no município de Lavras – MG. Estes autores observaram a floração de *A. guianensis* ocorrendo no início da estação seca e frutificação no final da estação chuvosa, além de reprodução trienal ou irregular e crescimento contínuo. A população de *A. guianensis* em Uberlândia apresentou reprodução regular ou anual (*sensu* Newstrom *et al.* 1994), com floração ocorrendo no início da estação chuvosa e frutificação no final desta estação, continuando no decorrer da estação seca. O crescimento, caracterizado pela emissão de novos brotos foliares, foi sazonal e restrito ao período chuvoso, com dois picos: um no início e outro no final das chuvas (figura 2). Padrão semelhante ao encontrado no presente trabalho foi observado por Batalha & Mantovani (2000), para uma população de *A. guianensis* numa área de Cerrado no Estado de São Paulo. As diferenças encontradas na fenologia entre as populações de *A. guianensis*, podem estar relacionadas com adaptações a diferentes áreas colonizadas decorrente da ampla distribuição da espécie (Lorenzi 1992).

A razão sexual em plantas dióicas, em teoria, deveria ser próxima a 1:1. Mas diferenças significativas em favor de indivíduos estaminados, como encontradas em *A. guianensis*, são freqüentemente observadas em taxa dióicos tropicais (Bawa & Opler 1975, Lloyd & Webb 1977, Opler & Bawa 1978, Oliveira 1996). Seleção gamética, maturação reprodutiva e/ou mortalidade diferenciais

entre machos e fêmeas, e reprodução vegetativa são indicados como os principais fatores determinantes do desvio da razão sexual em plantas dióicas (Opler & Bawa 1978, Osunkoya 1999).

Maturação sexual ou mortalidade diferencial entre os sexos, não podem ser consideradas como os fatores causais do desvio da razão sexual em *A. guianensis*. Contudo, verifica-se uma tendência a um maior número de machos nas maiores e principalmente nas menores classes de área basal (figura 4), o que pode de alguma maneira influenciar na proporção entre os morfos sexuais. Tendências similares foram observadas em *Randia spinosa* e *R. subcordata* (Opler & Bawa 1978), duas espécies de Rubiaceae também pertencentes à tribo Gardenieae (Persson 1996), cujos machos possuem maturação sexual significativamente diferente de fêmeas, maturando mais precocemente que estas (Opler & Bawa 1978).

Seleção gamética tampouco parece ser a causa do desvio da razão sexual. Observando-se a grande proporção de flores estaminadas em relação às pistiladas (tabela 3), e a eficácia do sistema de polinização (98,6% das flores efetivamente polinizadas), é possível verificar que o número de grãos de pólen a alcançar estigmas coespecíficos não é o fator limitante para produção de sementes. Esta seria a principal causa de desvio da razão sexual a favor de machos por seleção gamética (Opler & Bawa 1978).

A reprodução vegetativa observada comumente na área de estudo, provavelmente atua como fator causal do desvio da razão sexual em *A. guianensis*, principalmente pelo fato de machos possuírem menores limitações que fêmeas, em termos energéticos, para produzirem novos indivíduos vegetativamente. Alguns efeitos da antropização observados no Parque do Sabiá, como o pisoteio de plantas jovens e o efeito de borda que leva à morte e conseqüente queda das árvores de dossel (Primack & Rodrigues 2002), causam danos a muitos indivíduos de *A. guianensis*, provocando sua queda ao chão. A queda ao solo parece induzir a produção de brotos caulinares que acabam por originar novos indivíduos. Neste contexto, reprodução vegetativa provavelmente influencia a distribuição espacial dos morfos sexuais e na proporção entre machos e fêmeas, causando desvio da razão sexual. O desvio da

razão sexual a favor de machos em espécies dióicas também pôde ser observado nas populações de *Tapirira guianensis* (Lenza & Oliveira 2005) e *Virola sebifera* (Lenza & Oliveira, em preparação) estudadas no Parque do Sabiá. Contudo, não foi constatada reprodução vegetativa nestas espécies (Lenza & Oliveira 2004).

Segregação espacial de sexo é desproporcionalmente mais comum em plantas dióicas anemófilas, que em plantas dióicas zoófilas, ou em taxa dióicos sexualmente lábeis, onde a floração da fase masculina ou feminina é induzida ambientalmente (Freeman *et al.* 1997). Como em *Gardenia actinocarpa* (Rubiaceae, Gardenieae) (Osunkoia 1999), durante todo o período de observação em *A. guianensis*, não foi encontrada nenhuma evidencia de labilidade sexual ou de expressão sexual dependente da idade da planta. Isto sugere que em *A. guianensis* sexo é geneticamente determinado e não ambientalmente induzido (Freeman *et al.* 1997, Osunkoia 1999), o que auxilia a hipótese de que reprodução vegetativa, causada principalmente pelo efeito da perturbação antrópica, esteja realmente causando o agrupamento sexual.

Características sexuais secundárias são comumente encontradas e amplamente distribuídas em taxa dióicos (Grant 1995, Delph *et al.* 1996). Este fenômeno provavelmente reflete processos de seleção sexual que possibilitam a otimização da função masculina (transferência de pólen) e da função feminina (produção de frutos e sementes) (Janzen 1977, Mayer & Charlesworth 1991, Grant 1995). Como observado em *A. guianensis* (tabela 1), machos de outras Rubiaceae tendem a apresentar maior “display” floral que fêmeas, já que flores estaminadas geralmente são mais abundantes, maiores e mais conspícuas que flores pistiladas (Bawa & Opler 1975, Mayer & Charlesworth 1991, Delph *et al.* 1996, Humeau *et al.* 2003).

Como visto em *A. guianensis*, flores pistiladas geralmente produzem maiores volumes de néctar que flores estaminadas (Bawa & Opler 1975, Myer & Charlesworth 1991). Estas por sua vez são produzidas em maior número por planta. A variação na produção dos recursos florais em plantas é diretamente influenciada pelo comportamento de forrageamento dos polinizadores (Bawa & Beach

1981). Polinizadores mais especializados, como grandes abelhas e esfingídeos, tendem a maximizar a obtenção de recursos por unidade de investimento, visitando múltiplas flores numa mesma planta (Heinrich & Raven 1972, Heinrich 1975, Heinrich 1983). Pequenas variações na produção dos recursos florais podem causar um movimento direcionado destes polinizadores. Desta forma, sugere-se que a variação temporal e espacial da produção de néctar em *A. guianensis*, otimize o fluxo polínico entre os morfos sexuais, favorecendo o carreamento de pólen de indivíduos produtores de flores estaminadas (machos) para os produtores de flores pistiladas (fêmeas).

Como observado em *A. guianensis*, outras espécies dióicas da família Rubiaceae, principalmente as pertencentes á tribo Gardenieae, possuem flores mais especializadas com morfologia associada à polinização por vetores específicos (Bawa & Opler 1975; Renner & Feil 1993), o que contraria o padrão geral visto em plantas dióicas. Estas estão comumente associadas com flores pequenas, pouco especializadas, inconspícuas e polinizadas por uma grande variedade de insetos pequenos e generalistas (Bawa & Opler 1975, Bawa 1980, Beach 1981).

O tipo de apresentação secundária de pólen observado em *A. guianensis*, cujo estilete atua como local de deposição do pólen, pode ser classificado como do tipo “pseudo-estame” (Yeo 1993). Apesar de ser um mecanismo comum em muitas espécies de Rubiaceae da tribo Gardenieae (Robbrecht 1988, Yeo 1993), inclusive associada a espécies dióicas, este mecanismo ainda não havia sido descrito para *A. guianensis* (Delprete com. pessoal). Além de taxonomicamente importante, a apresentação secundária de pólen possui grande relevância ecológica, sendo responsável por disponibilizar o pólen de forma mais eficaz para os visitantes florais, pois harmoniza o sítio de apresentação e recepção de pólen (Yeo 1993).

Com 98,6% das flores polinizadas e 75,7% de flores convertidas em frutos maduros, *A. guianensis* possui uma taxa de frutificação muito alta em relação a outras espécies dióicas não apomíticas ou mesmo espécies hermafroditas auto-incompatíveis (ver Sutherland 1986 para um estudo global, mas veja Lenza & Oliveira 2005 e referências neste para comparação com algumas espécies do

Cerrado). A atração de formigas, através da disponibilização de néctar pelos discos nectaríferos persistentes nos frutos em desenvolvimento, provavelmente é um dos fatores responsáveis pela manutenção dos frutos produzidos (Santos & Del-Claro 2001). Isto sugere que além de possuir um serviço de polinização muito eficaz, a proteção de frutos e sementes contra predadores também parece essencial para o sucesso reprodutivo da espécie.

A presença de frugívoros especializados como *Antilophia galeta* consumindo frutos de *A. guianensis* corrobora a idéia de associação entre dioícia e ornitocoria (Bawa 1980, Vamosi *et al.* 2003). A maturação de frutos durante o início da estação seca, quando a disponibilidade de recursos torna-se mais escassa, é uma estratégia responsável pela atração de uma grande variedade de aves. Estas, mesmo que não estritamente frugívoras, como é o caso de *Pitangus sulphuratus* e *Myozetetes sisimilis*, podem atuar como bons agentes dispersores (Melo *et al.* 2003), carregando sementes para longe da planta mãe. As formigas também podem atuar como dispersoras secundárias de *A. guianensis* (Pizo & Oliveira 1998), pois apesar dos frutos não serem tipicamente mimercóricos, acabam sendo conduzidos a longas distancias dentro da mata quando encontrados no solo pelas formigas.

Os resultados apresentados sugerem que *Amaioua guianensis* não possui limitações para reproduzir-se sexuadamente, mesmo submetida a fortes perturbações de habitat. A estrutura floral relativamente especializada associada ao tipo de apresentação de pólen e a presença de polinizadores especialistas tornam o sistema de polinização muito eficaz, o que resulta numa alta produtividade de frutos pela espécie. A razão sexual e o padrão espacial de distribuição de machos e fêmeas, contudo, parecem ser influenciados pelo efeito da perturbação antrópica. Estudar como outras populações da espécie se comportam em áreas menos antropizadas, seria interessante para avaliar como a degradação de habitat interfere na biologia reprodutiva de rubiáceas dimórficas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M., AYRES-JR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2003. BioStat 3.0. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq, Brasília.
- BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. 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 woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60(1):129-145.
- BAWA, K.S. & OPLER, P.A. 1975. Dioecism in tropical forest trees. *Evolution* 29:167-179.
- BAWA, K.S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematic* 11:15-39.
- BAWA, K.S. & BEACH, J.H. 1981. Evolution of sexual systems in flowering plants. *Annals of Missouri Botanic Garden* 68:254-274.
- BAWA, K.S., PERRY, D.R. & BEACH, J.H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. *American Journal of Botany* 72:331-345.
- BEACH, J.H. 1981. Pollinators foraging and the evolution of dioecy. *The American Naturalist* 118:572-577.
- CAVALCANTI, R.B. & JOLY, C.A. 2002. Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region. *In* The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna (P. S. Oliveira & R. J. Marquis eds.). Columbia University Press, New York, p.351-367.
- COELHO, C.P. & BARBOSA, A.A.A. 2003. Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz e Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3):403-413.
- DEL GROSSI, S.R. 1993. A dinâmica climática atual de Uberlândia e suas implicações geomorfológicas. *Sociedade & Natureza* 5(9):115-120.

- DELPH, L.F., GALLOWAY, L.F. & STANTON, M.L. 1996. Sexual dimorphism in flower size. *American Naturalist* 148:299-320.
- DIAS, H.C.T. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 1996. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua em Lavras – MG. *Cerne* 2:66-88.
- FREEMAN, D.C., DOUST, J.L., EL-KEBLAWI, A., MIGLIA, K.J. & McARTHUR, E.D. 1997. Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy. *Botanical Review* 63:65-92.
- FREITAS, C.V. & OLIVEIRA, P.E. 2002. Biologia reprodutiva de *Copaifera longsdorffi* Desf. (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Revista Brasileira de Botânica* 25(3):311-321.
- GENTRY, H.A. 1974. Flowering Phenology and diversity in Tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6(1):64-68.
- GRANT, V. 1995. Sexual selection in plants: pros and cons. *Proceedings of the National of Sciences of the United States of America* 92(5):1247-1250.
- HEINRICH, B. & RAVEN, P.H. 1972. Energetics and pollination ecology. *Science, New Series* 176:597-602.
- HEINRICH, B. 1975. Energetics of pollination. *Annual Review of Ecology and Systematics* 6:139-170.
- HEINRICH, B. 1983. Insect foraging energetics. *In Handbook of experimental pollination biology* (C. Jones & R. J. Little, eds.). Scientific and Academic Edition, New York, p.187-214.
- HUMEAU, L., PAILLER, T. & THOMPSON, J.D. 2003. Flower size dimorphism in diclinous plants native to La Réunion Island. *Plant Systematic and Evolution* 240:163-173.
- JANZEN, D.H. 1977. A note on optimal mate selection by plants. *The American Naturalist* 111:365-371.
- KEARNS, C.A. & INOUE, D.W. 1993. *Techniques for pollination biologists*. Niwot: University Of Colorado, Niwot.

- KLINK, C.A. & MOREIRA, A.G. 2002. Post and current human occupation, and land use. *In* The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna (P. S. Oliveira & R. J. Marquis eds.). Columbia University Press, New York, p.351-367.
- LENZA, E. & OLIVEIRA, P.E. 2005. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anarcadinaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28(1):180-190.
- LLOYD, D.G. & WEBB, C.J. 1977. Secondary sex characters in plants. *Botanical Review* 42:177-216.
- LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Vol I. Editora Plantarium Ltda, Nova Odessa.
- MABBERLEY, D. J. 1987. The plant book. A portable dictionary of the vascular plants. Cambridge University Press, Cambridge.
- MARTIN, F.N. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Technology* 34:125-128.
- MAYER, S.S. & CHARLESWORTH, D. 1991. Cryptic dioecy in flowering plants. *Trends in Ecology and Evolution* 6:320-325.
- MELO, C., BENTO, E.C. & OLIVEIRA, P.E. 2003. Frugivory and dispersal of *Faramea cyanea* (Rubiaceae) in cerrado woody plant formations. *Brazilian Journal of Biology* 63(1): 75-82.
- MILLER, J.S. & VENABLE, D.L. 2003. Floral morphometrics and the evolution of sexual dimorphism in *Lycium* (Solanaceae). *Evolution* 57(1):74-86.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. DA & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- NEWSTROM, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26(2):141-159.

- OLIVEIRA, P.E. 1994. Aspectos da reprodução de plantas de cerrado e conservação. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Henringer 1:34-45.
- OLIVEIRA, P.E., 1996. Dioecy in the Cerrado vegetation of central Brazil. *Flora* 191:235-243.
- OLIVEIRA, P.E. & GIBBS, P.E. 2000. Reproductive biology of wood plants in a Cerrado community of central Brazil. *Flora* 195:311-329.
- OLIVEIRA, P.E. & GIBBS, P.E. 2002. Pollination and reproductive biology in cerrado plant communities. *In* The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna (P. S. Oliveira & R. J. Marquis eds.). Columbia University Press, New York, p.351–367.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physionomies and wood flora of the Cerrado biome. *In* The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna (P. S. Oliveira & R. J. Marquis eds.). Columbia University Press, New York, p.351-367.
- OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1978. Sex ratios in tropical forest trees. *Evolution* 32:812-821.
- OSUNKOYA, O.O. 1999. Population structure and breeding biology in relation to conservation in the dioecious *Gardenia actinocarpa* (Rubiaceae) – a rare shrub of North Queensland rainforest. *Biological Conservation* 88:347-359.
- PERSSON, C. 1996. Phylogeny of the Gardenieae (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 121:91-109.
- PIZO, M.A. & OLIVEIRA, P.S. 1998. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabrlea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic forest of Southeast Brazil. *American Journal of Botany* 85:669-674.
- PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2002. *Biologia da conservação*. Planta, Londrina.
- RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.
- RENNER, S.S. & FEIL, J.P. 1993. Pollinators of tropical dioecious angiosperms. *American Journal of Botany* 81:1100-1107.

- RENNER, S.S. & RICKLEFS, R.E. 1995. Dioecy and its correlates in the flowering plants. *American Journal of Botany* 82:596-606.
- ROBBRECHT, E. 1988. Tropical woody Rubiaceae: characteristic features and progressions contributions to a new subfamilial classification. *Opera Botanica Belgica, Belgica*.
- ROSA, R., LIMA, S.C. & ASSUNÇÃO, W.L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). *Sociedade e Natureza* 3:91-108.
- SANTOS, J.C. & DEL-CLARO, K. 2001. Interações entre formigas, herbívoros e nectários extraflorais em *Tocoyena formosa* (Cham. & Schlechtd.) K. Schum. (Rubiaceae) na vegetação do cerrado. *Revista Brasileira de Zoociências* 3(1):77-92.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, J.R. 1981. *Biometry*, 2 ed. Freeman WH, New York.
- SUTHERLAND, S. 1986. Floral sex rations, fruit-set, and resource allocation in plants. *Ecology* 67(4):991-1001.
- VAMOSI, J.C., OTTO, P.S. & BARRET, C.H. 2003. Phylogenetic analysis of the ecological correlates of dioecy in angiosperms. *Journal of Evolution Biology* 16:1006-1018.
- YEO, P.F. 1993. *Secondary pollen presentation: form, function and evolution*. Springer-Verlag Wien, New York.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4^a ed. Prentice Hall, Upper Saddle River.

REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA

A *Revista Brasileira de Botânica* (RBB), periódico editado pela Sociedade Botânica de São Paulo (SBSP), publica artigos originais de pesquisa completos e notas científicas em Ciências Vegetais, em Português, Espanhol ou Inglês, sendo recomendado este último.

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), em **quatro cópias**, devem ser enviados ao Editor Responsável da Revista Brasileira de Botânica, Caixa Postal 57088, 04093-970 São Paulo, SP, Brasil.

A aceitação dos trabalhos depende de decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir o custo adicional de sua publicação**. Igualmente, **fotografias coloridas** poderão ser publicadas, a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir os custos de publicação** das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Serão fornecidas, gratuitamente, 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas mediante pagamento.

Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos ou palavras e expressões em latim.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo do(s) autor(es) (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Key words (até 5, em inglês). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados/ Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas. Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: MATO GROSSO: Xavantina, s.d., *H.S. Irwin s.n.* (HB 3689). SÃO PAULO: Amparo, 23-XII-1942, *J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290* (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8-VI-1961, *G. Eiten et al.* 2215 (SP, US).

Abreviaturas de nomes de autores de táxons devem seguir Brummit & Powell (1992).

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.

- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).

- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens ou para graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.

- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg.dia⁻¹ ao invés de mg/dia, µmol.min⁻¹ ao invés de µmol/min).

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a(s) página(s) onde a mesma foi citada.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* *Monocots: Systematics and Evolution* (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* *Flora brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros* (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis para o entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de massa seca) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início de cada nova página, à esquerda.

Figuras

Submeter **um conjunto de figuras originais** em preto e branco e **três cópias** com alta resolução.

Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no **tamanho máximo de 23,0 x 17,5 cm**, incluindo-se, aí, o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper".

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (8,5 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas **devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original**.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s).

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da RBB.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceite após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto em relação ao mérito científico quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.