

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VISITANTES FLORAIS E POLINIZAÇÃO DE *Senna velutina* (VOGEL) I. & B.  
(LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE)

Sharita de Miranda Carvalho

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

Uberlândia – MG  
Dezembro – 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VISITANTES FLORAIS E POLINIZAÇÃO DE *Senna velutina* (VOGEL) I. & B.  
(LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE)

Sharita de Miranda Carvalho

Solange Cristina Augusto

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

Uberlândia – MG  
Dezembro – 2004

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VISITANTES FLORAIS E POLINIZAÇÃO DE *Senna velutina* (VOGEL) I. & B.  
(LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE)

Sharita de Miranda Carvalho

Aprovado pela Banca Examinadora em 07/12/04 Nota 7,5

Profª. Dra. Solange Cristina Augusto

Orientadora

Profª. Ms. Cláudia Inês da Silva

Examinador

Profª. Dra. Ana Angélica Almeida Barbosa

Examinador

Uberlândia, 03 de dezembro de 2004.

*“Aos meus pais, Aurelina e Sebastião, pela  
paciência, carinho e amor em todos os momentos”.*

## Agradecimentos

À minha orientadora, Profa. Dra. Solange Cristina Augusto, pela paciência e ensinamentos.

À Profa. Dra. Ana Angélica Almeida Barbosa, por ter aceitado participar da minha banca.

À Profa. Ms. Cláudia Inês da Silva, por todo o apoio, incentivo e simplicidade. “A simplicidade é o que há de mais difícil no mundo, resultado último da experiência, a derradeira força do gênio”.

Aos amigos: Bruna, Josy, Anne, Ellen, Lívia, Rafael, Fernanda, Douglas, José André, Fábio Coelho, Fábio Amorim, Ana Gabriela, Carlos Eduardo, Letícia, Leo, Marcela, Paulo Emílio, Lílian, Brígida, Paulinha, Raquel, Danila, Thiago.

Aos demais colegas, professores e funcionários que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, os meus agradecimentos.

## 1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é uma formação vegetal que ocupa aproximadamente de 25% do Território Nacional, ou seja, 2 milhões de km<sup>2</sup> (EITEN, 1972). O seu domínio morfo-climático está situado no Planalto Central Brasileiro, estendendo-se pelos Estados de Goiás, Tocantins, Distrito Federal, parte de Minas Gerais e Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e parte do Maranhão, Piauí e Rondônia. No Estado de São Paulo o Cerrado aparece sob a forma de manchas, as quais são mais contínuas na faixa que corta o Estado de norte a sul em sua porção central, coincidindo com a depressão periférica paulista (ALONSO, 1977). Apresenta um clima tropical quente e úmido. Aw segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa no verão e invernos secos. A média anual de temperatura está entre 20°C e 26°C e pluviosidade de 1000 a 2000 mm anuais. Clima tropical, solos relativamente pobres em nutrientes e ocorrência de queimadas periódicas parecem ser os principais fatores determinantes desta formação (OLIVEIRA, 1998).

As abelhas (Apoidea, série Apiformes) representam os principais polinizadores do Cerrado como ocorre em outros tipos de vegetação das áreas tropicais. Estima-se que 60% a 75% das espécies de plantas sejam polinizadas por abelhas (SILBERBAUER-GOTSBERGER & GOTSBERGER, 1988). Acredita-se que as abelhas evoluíram juntamente com as angiospermas (PROCTOR *et al.*, 1996). Inicialmente coletavam néctar de flores e predavam pequenos animais, como fonte protéica. Com a evolução trocaram a proteína animal por vegetal, consumindo pólen (WILSON, 1971). As flores passaram por modificações estruturais garantindo sua polinização por esses insetos, com diversidade de formas, cores, odores, facilitando o reconhecimento pelas abelhas (BARTH, 1991).

As abelhas geralmente visitam em busca de recursos variados as famílias botânicas: Asteraceae, Bignoniaceae, Labiatae, Leguminosae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Solanaceae, Styracaceae, Vochysiaceae, entre outras (CAMPOS, 1989; SILVEIRA, 1989; CARVALHO, 1990; MARTINS, 1990; MATEUS, 1998). Além de pólen (fonte protéica, vitaminas e sais minerais) e néctar (fonte de carboidratos), estas plantas são utilizadas pelas abelhas para a coleta de outros materiais como óleos de glândulas florais (abelhas Centridini), os quais são misturados com o pólen para alimentação das larvas (EICKWORT & GINSBERG, 1980); fragrâncias coletadas por machos de Euglossini e resinas vegetais que são coletadas e utilizadas na construção dos ninhos, tanto nas espécies cussociais (NOGUEIRA-NETO, 1970; SAKAGAMI, 1982) como nas solitárias e parassociais (MICHENER, 1974). Além das plantas serem fontes de muitos recursos para as abelhas, o ecossistema de cerrado também fornece muitos tipos de substratos para nidificação. As abelhas podem construir seus ninhos no solo, em cavidade preexistente nos ramos ou ocos em galhos ou tocos de árvores vivas ou mortas, sobre pedras e folhas, termiteiros e formigueiros (ver ROUBIK, 1989).

Algumas espécies de plantas de Cerrado têm sido detalhadamente estudadas quanto aos recursos utilizados pelas abelhas, bem como as adaptações morfológicas de flores e abelhas envolvidas nas complexas interações comportamentais, conforme verificado nos trabalhos de Saraiva *et al.* (1998) (*Styrax camporum* e *S. ferrugineus*), Oliveira & Sazima (1990) (*Kielmeyera speciosa* e *K. coriacea*), Torezan-Silingardi & Del-Claro (1998) (*Campomanesia pubescens*), Oliveira & Gibbs (1994) (*Vochysia pumila*, *V. tucanorum* e *V. pyramidalis*, *V. elliptica*, *V. rufa* e *V. thyrsoides*), Gaglianone (2000) (17 espécies de Malpighiaceae) e Carvalho (2003) (*Senna sylvestris*).

Estudos realizados demonstram que para a maioria das espécies lenhosas do Cerrado, a reprodução sexuada e a alogamia obrigatória são preponderantes, exigindo mecanismos de polinização bem adaptados e dependentes de interações planta – polinizador (OLIVEIRA & GIBBS, 2000).

A família Leguminosae inclui espécies com grande distribuição, principalmente em regiões tropicais (ARROYO, 1981). A família leguminosa é uma das famílias de maior representatividade no Bioma Cerrado (ARAÚJO *et al.* 1997; MENDONÇA *et al.* 1998) se distribuindo por todo o território brasileiro.

Entre as leguminosas, a subfamília Caesalpinioideae e subtribo Cassinae incluem espécies dos gêneros *Cassia*, *Senna* e *Chamaecrista* que anteriormente se encontravam reunidos no gênero *Cassia* (IRWIN & BARNEBY, 1982).

A subtribo Cassiinae possui espécies com hábito arbóreo, arbustivo e herbáceo. As flores apresentam corola atrativa, antera com deiscência poricida, heterânteras, zigomorfas, hermafroditas e geralmente não secretam néctar (CARVALHO, 2003). Os tipos de flores apresentadas por Cassiinae, parecem ser o ápice de um processo de evolução das flores de pólen, onde a pressão de seleção foi para a economia na oferta de pólen, um recurso caro para



a planta e importante para a sua reprodução (VOGEL,1978). Flores que fornecem apenas pólen como recompensa devem ter sofrido pressões para limitar o acesso de abelhas, cada vez mais eficientes, ao pólen que é necessário para o processo de polinização (CARVALHO 2003).

O gênero *Senna* possui nas Américas a maior diversidade, com cerca de 350 espécies (IRWIN & BARNEBY,1982), sendo que 30 dessas espécies ocorrem no cerrado (MENDONÇA *et al.* 1998).

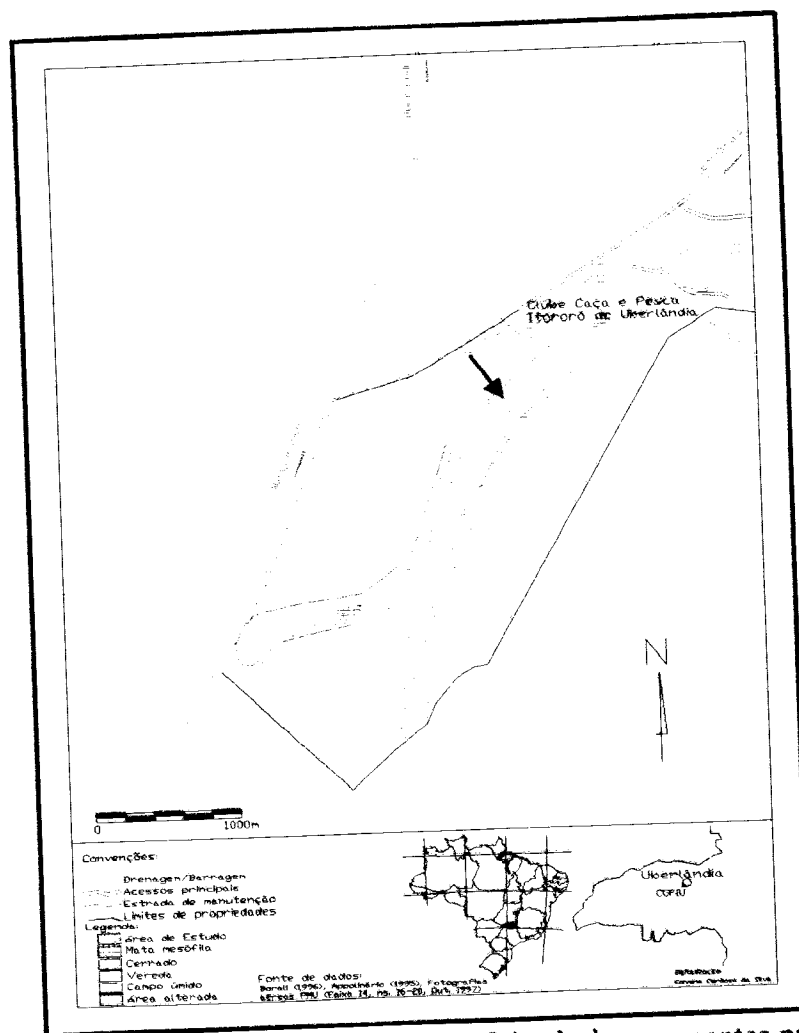
A polinização de espécies de *Senna* é geralmente feita por abelhas grandes capazes de fazer seus corpos vibrarem (GOTTSBERGER & SILBERBAUER - GOTTSBERGER, 1988). Durante suas visitas às flores, apresentam comportamento que provoca a vibração dos estames e outras partes das flores. Em anteras poricidas, a vibração causa uma rápida expulsão do pólen pelos poros. O pólen adere ao corpo das abelhas e pode ser transportado para o estigma quando a abelha vibrar outra flor. Essa forma única de polinização, devido ao som produzido pelas abelhas, é nomeada de "buzz pollination" (BUCHMANN, 1983; GOTTSBERGER & SILBERBAUER - GOTTSBERGER, 1988).

*Senna velutina* (Vogel) Irwin & Barneby, uma espécie comumente encontrada em áreas de cerrado, não foi ainda estudada quanto aos aspectos reprodutivos e polinização. O presente trabalho teve como objetivo identificar os seus visitantes florais e seu papel na polinização de *Senna velutina* .

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

O estudo foi realizado no período de março a maio de 2004, em uma área de Cerrado, localizada na Reserva Vegetal do Clube Caça e Pesca Itororó (CCPIU), situada a 8 km oeste do perímetro urbano de Uberlândia, MG (18° 60'S e 48° 18'W), na Região do Triângulo Mineiro. A reserva possui 127 ha onde predomina a vegetação de Cerrado (sentido restrito) (CABRAL, 1995), sobre outros tipos fisionômicos como mata mesófila, mata de galeria e vereda (Figura 1). De acordo o sistema de classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw megatérmico com duas estações bem definidas: uma seca (abril-setembro) e outra chuvosa (outubro a março) com as temperaturas médias mais baixas no período seco e as mais altas no verão (acima de 35°C), (ROSA et al., 1991).



**Figura 1.** Localização e tipos fitofisionômicos presentes na Reserva Vegetal do Clube Caça & Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia/MG.  
**Fonte:** Cabral (1995), Borali (1996), Fotografias aéreas PMU (Faixa 14, ns. 16-20, Out. 1997).

## 2.2 Amostragens das Abelhas

As coletas foram feitas semanalmente no período de março a abril de 2004 ( $n=4$ ), das 8h às 11h e 14h às 16h. As abelhas foram coletadas semanalmente, nos indivíduos floridos localizados às margens da trilha. Esta tinha aproximadamente 1 km de extensão, ao longo da estrada principal. O coletor permanecia cerca de cerca de 5 minutos em cada planta florida de *S. velutina*. O comportamento das abelhas foi acompanhado através de observações diretas (total de 30 horas de observação) e registrado através de fotografias. As abelhas foram coletadas, utilizando-se rede entomológica e colocadas individualmente em pequenos frascos

de vidro. Foram trazidas ao laboratório para retirada do pólen e análise dos tipos polínicos. Após este procedimento, as abelhas foram transferidas para câmaras mortíferas, contendo acetato de etila e posteriormente, incluídas na coleção Entomológica do Instituto de Biologia-UFU.

### 2.3 Análise Polínica

Amostras do pólen retirado das estruturas de coleta dos visitantes, e dos botões florais de *S. velutina* foram retirados e montados separadamente em lâminas semi-permanentes. O pólen retirado das estruturas de coleta e do corpo de cada abelha foi colocado separadamente em frascos de ependorff e homogeneizado em álcool 70%. Posteriormente, com auxílio de um Microscópio Estereoscópio, uma gota do homogeneizado de cada amostra foi colocada em lâmina e, logo em seguida foi adicionada uma gota de carmim acético (RADFORD, 1974) + glicerina, em uma mistura de 9/1. Em seguida foi montado sob lamínula e as bordas vedadas com esmalte incolor. O pólen encontrado nas lâminas foi fotografado para identificação e montagem de um banco de imagens dos tipos polínicos encontrados.

Após a análise dos grãos de pólen e identificação por comparação (análise qualitativa) foi feita uma análise quantitativa, ou seja, a contagem dos grãos de pólen das lâminas, utilizando-se uma técnica de amostragem. Para isso foi desenhado um quadrado de área de  $4\text{cm}^2$ , subdividido em 100 quadrantes de áreas de  $2\text{mm}^2$ . Esse foi colocado sob a lâmina a ser analisada e aleatoriamente foram escolhidos quatro quadrantes, onde foram contados os grãos de pólen observados (SILVA & FERREIRA, 2004). Os resultados foram expressos em porcentagens agrupadas em quatro classes de frequência, de acordo com o proposto por Barth (1970): 1º dominante, com mais de 45% do total de grãos; 2º acessórios, entre 15 e 45%; 3º isolados, entre 2 e 15%; e isolado ocasional, com menos de 3%.

## 2.4 Sistema reprodutivo

Foram feitos testes de polinizações manuais controladas no período de abril e maio de 2004. Para realização dos testes, botões em pré-antese foram ensacados com sacos de tecidos do tipo organza, um dia antes do experimento. Autopolinizações manuais foram realizadas com o pólen da própria flor e polinizações cruzadas (Figura 2A) com pólen de outra planta, distante aproximadamente 2 km. Nas polinizações cruzadas (Figura 2B) e nas autopolinizações foram utilizados os diferentes tipos de anteras (anteras maiores e menores) para avaliar se haveria variação na proporção de frutos formados. Botões em pré-antese foram ensacados para verificar a ocorrência de autopolinização espontânea. Na polinização natural (grupo controle), os botões foram apenas marcados com fitas coloridas e não ensacados, sendo o seu desenvolvimento acompanhado até a formação inicial de frutos. Cada tratamento recebeu um código identificado por fitas de cores diferentes e para realizar as transferências de pólen entre as flores foram coletadas as anteras de uma planta doadora e usadas diretamente em outra planta receptora. As polinizações foram realizadas sempre durante a manhã. Os resultados foram avaliados através da formação ou não de frutos.

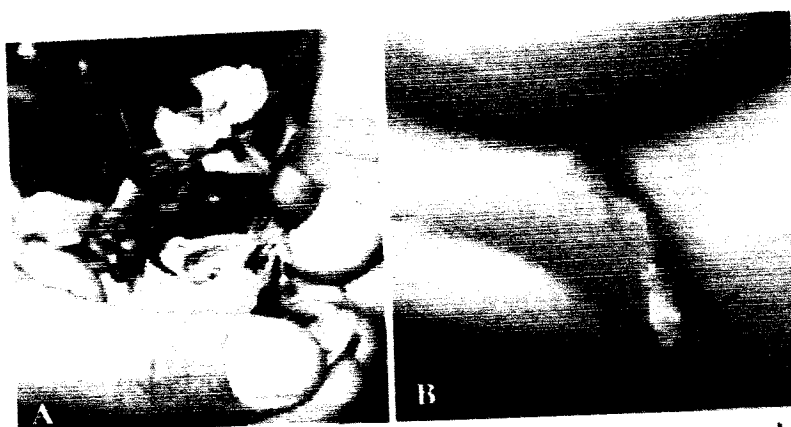


Figura 2-Procedimentos utilizados durante os testes de polinização cruzada manual em *Senna velutina*. A: estigma sendo introduzido na antera com pólen, B: Detalhe do estigma com pólen após polinização manual.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Aspectos gerais da biologia floral**

A antese das flores *S. velutina* é diurna e por volta das oito horas as flores já apresentam as pétalas totalmente distendidas. As flores têm duração de um dia e já no segundo dia apresentam alterações na coloração e iniciam o processo de senescência do cálice, corola e estames, restando apenas o pistilo, que permanece quando a flor foi polinizada. O início das atividades de coleta de pólen em flores de *S. velutina* pelas abelhas coincidiu com o horário da disponibilidade de pólen, das 9h às 11h. Após a antese, foi possível observar que as anteras apresentavam um aspecto mais enrijecido e as fendas apicais se abriam disponibilizando o pólen que já se encontra disponível. Ao longo da manhã pode-se

verificar que após liberar o pólen, as anteras apresentavam uma alteração na coloração, ficando mais escura.

*Senna velutina* apresenta inflorescências terminais, com flores do tipo taça, pentâmeras, zigomorfas e hermafroditas. As pétalas são amarelas e não apresentam odor perceptível. Apresentam heterostilia e heterântheria, com dois estames maiores laterais, um central mais delgado e quatro estames menores, todos férteis e com anteras poricidas e basifixas, e 03 estaminódios; o pistilo é alongado ficando ao lado de um dos estames maior lateral (Figura 3).

### 3.2 Visitantes florais

Oito espécies de abelhas (n=31) foram coletadas: *Oxaea flavescens* (Andrenidae) (Figura 4A), *Centris (Ptilotopus) sp.*, *Centris (Hemisiella) tarsata*, *Centris sp.*, *Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta*, *Xylocopa (Schonherria) sp.*, *Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata*, (Apidae) (Figura 4B) e *Augochloropsis sp.* (Halictidae). *Exomalopsis fulvofasciata*, *Centris (Ptilotopus) sp.* e *Augochloropsis sp.* foram as espécies mais abundantes representadas por 31%, 25% e 15,6% das abelhas coletadas, respectivamente (Figura 5). Somente as abelhas grandes *Centris (Ptilotopus) sp.* e *Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta* podem ser considerados polinizadores efetivos, pois contatam o estigma durante suas visitas para coleta de pólen. As abelhas pequenas, *E. fulvofasciata*, *Augochloropsis sp.* foram frequentemente observadas na flor mas não podem ser consideradas eficientes para polinização cruzada, pois, embora comumente vibrem as anteras de todos os estames, uma a uma, não contatam o estigma durante suas visitas, estas abelhas podem ser consideradas polinizadoras ocasionais (Tabela 1).

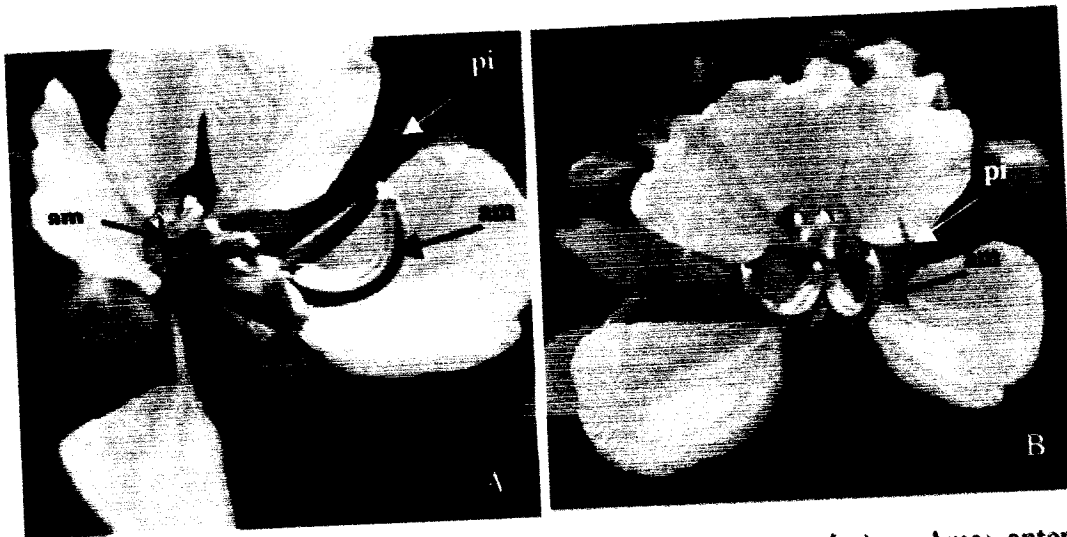
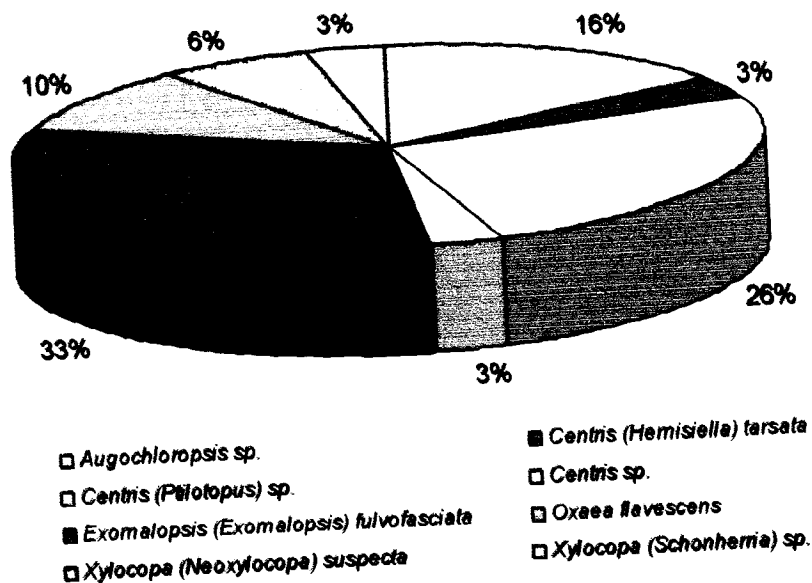


Figura 3 – Estruturas reprodutivas das flores de *Senna velutina*: Ama: antera maior; Ame: antera menor; Pi: pistilo



Figure 4-A *Oxaea flavescens* coletando pólen em *Senna velutina*; B - *Exomalopsis fulvofasciata* coletando pólen em um dos estames maiores.





**Figure 5** - Abundância de visitantes florais de *Senna velutina* na Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Minas Gerais, de março a abril de 2004.

A vibração realizada nas anteras por *Centris (Pilotopus)* sp. resulta em uma nuvem de pólen que pode chegar ao estigma ocupando o local e impedindo que ocorra polinizações cruzadas legítima.

Durante suas visitas, elas vibram os estames centrais e recebem o pólen na parte ventral do corpo, na parte interna de suas pernas e em partes do aparato bucal. A vibração das anteras centrais é transmitida pelo corpo das abelhas para o estame mais delgado, o que provoca a ejeção do pólen e o seu depósito no dorso ou dos lados do corpo da abelha. O pólen é depositado no corpo das abelhas exatamente no local onde o estigma pode tocar ou onde o estigma se aproxima durante a vibração.

**Tabela 1** – Polinizadores efetivos e ocasionais de *Senna velutina*.

Família	Espécies	Visitantes
Andrenidae	<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807	Polinizador ocasional
Apidae	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	Polinizador ocasional
	<i>Centris sp.</i>	Polinizador ocasional
	<i>Centris (Ptilotopus) sp.</i>	Polinizador efetivo
	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata</i> Smith, 1879	Polinizador ocasional
	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo 1888	Polinizador efetivo
Halictidae	<i>Xylocopa (Schonherria) subcyanea</i> Perez, 1901	Polinizador ocasional
	<i>Augochloropsis sp.</i>	Polinizador ocasional

### 3.2 Sistema reprodutivo

A maior produção de frutos (71%) foi obtida através de polinização manual cruzada feitas com as anteras maiores (Tabela 2). Embora tenha sido observada a formação de frutos no teste de autopolinização manual estes frutos caíram em fase inicial de desenvolvimento.

**Tabela 2** – Testes de polinizações manuais controladas realizados em *Senna velutina*, no período de abril a maio de 2004, na reserva Ecológica do Clube de Campo Caça e Pesca do Itororó, Uberlândia-MG.

Testes de polinização	N° de flores	N° frutos	% de frutificação
Autopolinização manual-antera maior	27	16	59
Autopolinização manual-antera menor	29	16	55
Polinização cruzada-antera maior	21	15	71
Polinização cruzada-antera menor	17	8	47
Autopolinização espontânea	102	0	0
Controle	66	36	54

### 3.3. Análise polínica

Foram feitas análises do pólen proveniente das estruturas de coleta das abelhas que visitaram *S. velutina*. Observou-se a existência de nove tipos polínicos nas lâminas de pólen confeccionadas. Apenas três foram identificados: 1- *S. velutina*, que de maneira geral foi o pólen dominante, 2- duas espécies de Asteraceae; 3- uma espécie de Malphighiaceae. Os tipos restantes foram designados como T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 (Tabela 3). Todas as abelhas que foram observadas visitando flores de *S. velutina*, apresentaram como pólen dominante o de *S. velutina* (Tabela 4).

Dentre as espécies de abelhas amostradas, as que apresentaram hábito alimentar mais generalista foram *Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata* (Figura 6), *Augochloropsis* sp. (Figura 7), *Oxaea flavescens*. (Figura 8), *Centris* sp. (Figura 9) *Xylocopa (Neoxylocopa)* *suapecta* (Figura 10), *Xylocopa (Schonherria) cf. subcyanea* (Figura 11), *Centris (Hemisiella) tarsata* (Figura 12) e *Centris (Ptilotopus) sp.* (Figura 13) apresentaram pólen de *S. velutina* dominante em todas as amostras.

**Tabela 3:** Análise do pólen encontrado nas estruturas das abelhas coletadas visitando *Senna velutina*

Espécies (nº de indivíduos)	<i>Senna velutina</i>	Tipos polínicos encontrados nas abelhas %								
		Asteraceae	Malpighiaceae	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<i>Exomalopsis fufvofasciata</i> (6)	80,4	0,37	-	18,42	0,12	0,12	0,07	0,12	0,19	0,19
<i>Augochloropsis</i> sp. (2)	88,97	2,16	-	8,23	-	-	-	-	-	0,64
<i>Centris (Ptilotopus)</i> sp. (1)	64,3	-	-	35,7	-	-	-	-	-	-
<i>Oxaea flavescens</i> (1)	91,54	-	0,65	7,81	-	-	-	-	-	-
<i>Centris tarsata</i> (1)	75	-	-	25	-	-	-	-	-	-
<i>Xylocopa (Shonherria)</i> sp. (1)	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xylocopa suspecta</i> (1)	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centris</i> sp. (1)	79,23	-	2,36	18,41	-	-	-	-	-	-

**Tabela 4** – Análise qualitativa e quantitativa de pólen encontrado das estruturas especializadas para coleta, nas abelhas amostradas visitando flores de *S. velutina*, no período de 2004, na Reserva Ecológica do Clube Caça & Pesca Itororó, Uberlândia- MG. Ast: Asteraceae, Malp.: Malpighiaceae

<b>Espécie</b>	<b>Dominante mais de 45%</b>	<b>Acessório entre 15 e 45%</b>	<b>Isolado entre 3 e 15%</b>	<b>Isolado ocasional menos de 3%</b>
<i>Exomalopsis fulvofasciata</i>	<i>S. velutina</i>	T1	-	T2, T3, T4, T5, T6 T7, Ast.
<i>Augochloropsis</i> sp.	<i>S. velutina</i>	-	T1	Ast, T7
<i>Centris (Ptilotopus)</i> sp.	<i>S. velutina</i>	T1	-	-
<i>Oxaea flavescens</i>	<i>S. velutina</i>	-	T1	Malp.
<i>Centris tarsata</i>	<i>S. velutina</i>	T1	-	-
<i>Xylocopa (Shonherria)</i> sp.	<i>S. velutina</i>	-	-	-
<i>Xylocopa suspecta</i>	<i>S. velutina</i>	-	-	-
<i>Centris</i> sp.	<i>S. velutina</i>	T1	-	Malp.

*Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata*

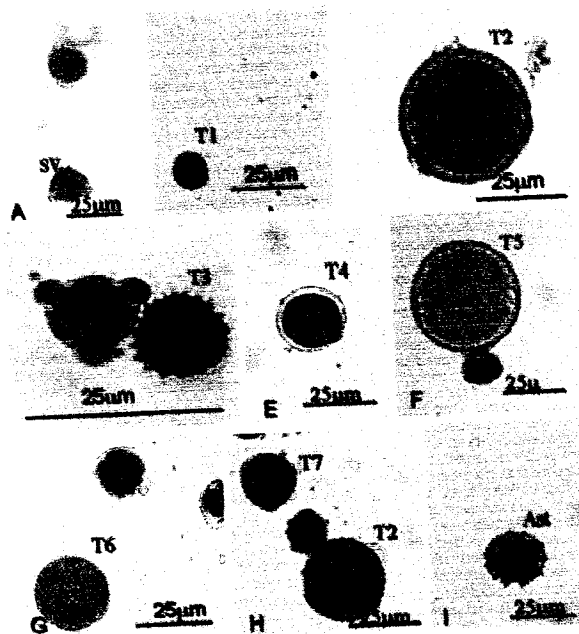
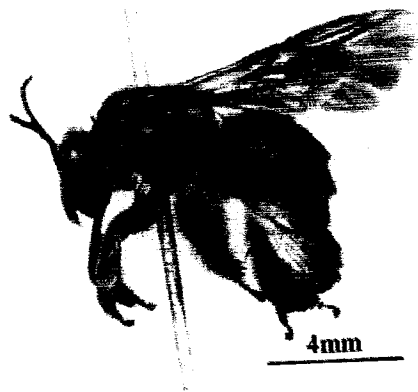


Figura 6 - Tipos polínicos encontrados nas estruturas especializadas de *Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata*, para coleta de pólen. A: (sv) *Senna velutina*; B:T1; C:T2; D:T3; E:T4; F:T5; G:T6; H:T2,T7; I: (Ast) Asteraceae.

*Augochloropsis* sp.

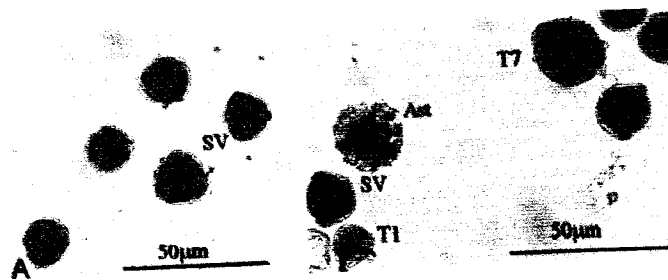
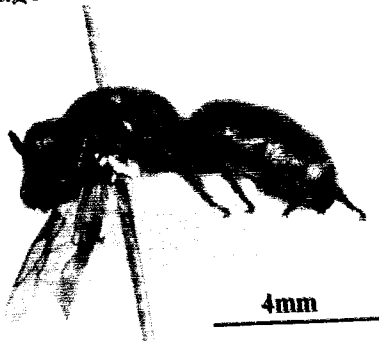
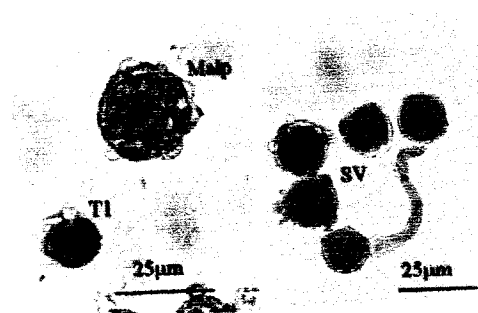


Figura 7 - Tipos polínicos encontrados nas estruturas especializadas de *Augochloropsis* sp. para coleta de pólen. A: (sv) *Senna velutina*; B: (Ast) Asteraceae, (sv) *Senna velutina*, T1, T7.

*Oxaea flavescens*

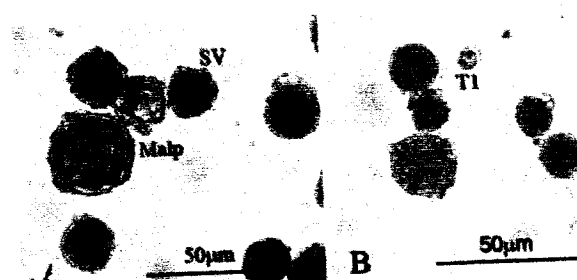
1 cm



**Figura 8** - Tipos polínicos encontrados nas estruturas especializadas, de *Oxaea flavescens* para coleta de pólen. A: (Malp) Malpighiaceae, T1; B: (sv) *Senna velutina*.

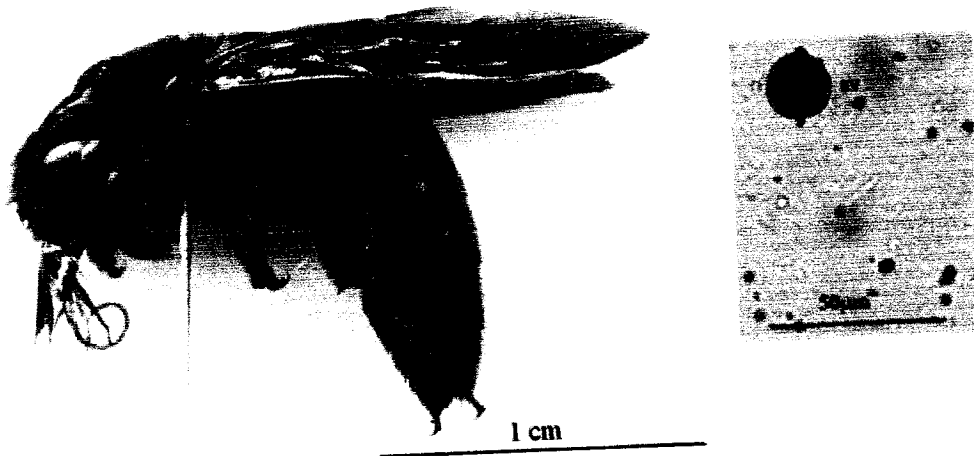
*Centris* sp.

9mm



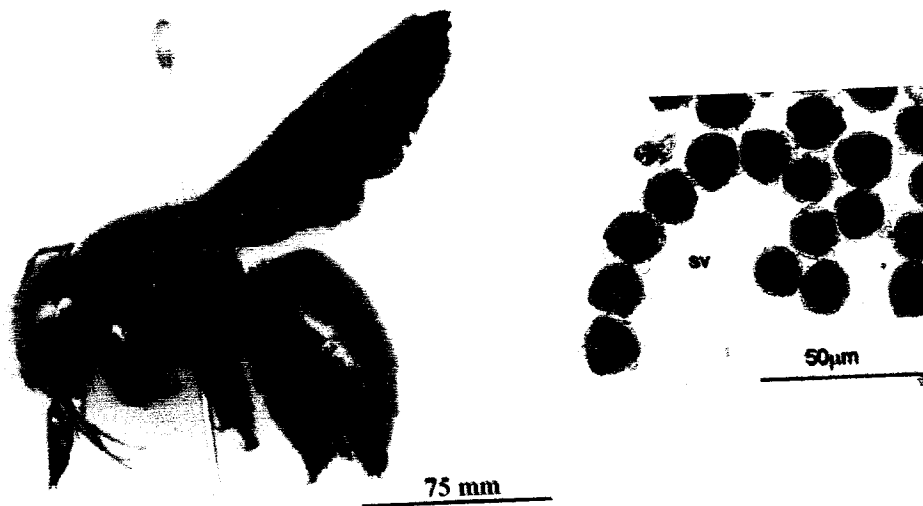
**Figura 9** - Tipos polínicos encontrados nas estruturas especializadas, de *Centris* sp. para coleta de pólen. A: (sv) *Senna velutina*, (Malp) Malpighiaceae; B: T1.

*Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta*



**Figura 10** - Tipos polínicos encontrados nas estruturas especializadas de *Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta* para coleta de pólen. (sv) *Senna velutina*.

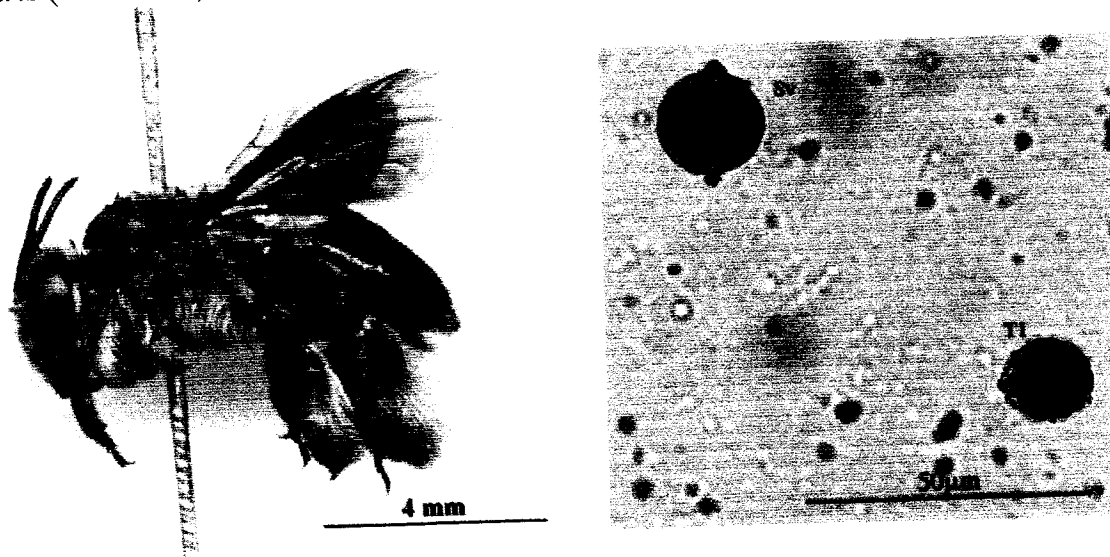
*Xylocopa (Schonherria) cf. subcyanea*



**Figura 11** - Tipos polínicos encontrados nas estruturas especializadas de *Xylocopa (Schonherria) cf. subcyanea* para coleta de pólen. (sv) *Senna velutina*.

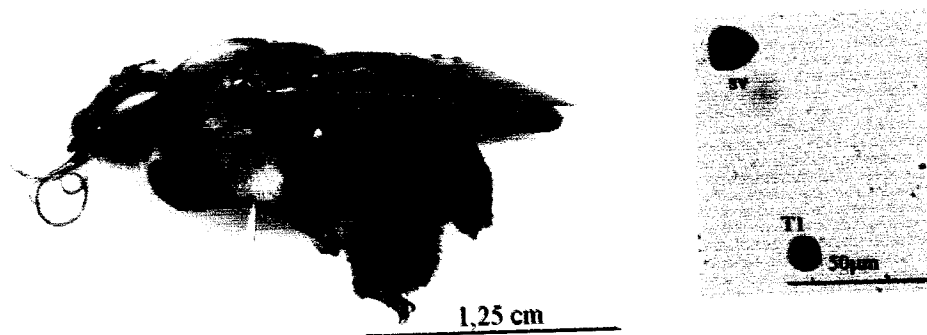


*Centris (Hemisiella) tarsata*



**Figura 12** - Tipos polínicos encontrados nas estruturas especializadas de *Centris (Hemisiella) tarsata* para coleta de pólen. (sv) *Senna velutina*, T1.

*Centris (Ptilotopus) sp.*



**Figura 13** - Tipos polínicos encontrados nas estruturas especializadas de *Centris (Hemisiella) tarsata* para coleta de pólen. (sv) *Senna velutina*; (T1)- Tipo 1.

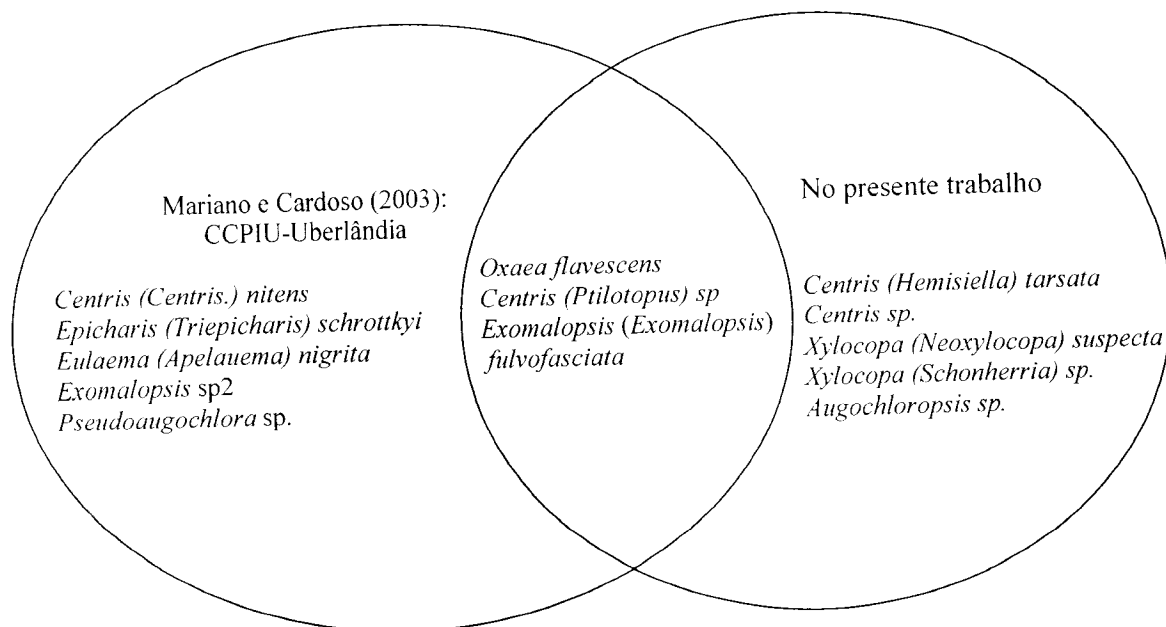
## DISCUSSÃO

*Senna velutina* apresenta morfologia floral semelhante às demais espécies do gênero (GOTTSBERGER & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1988; CARVALHO 2003) e características reconhecidamente melitófilas (sensu FRAEGRI, 1979). As flores de *Senna velutina*, da mesma forma que *Senna sylvestris* (CARVALHO, 2003), são adaptadas à polinização por abelhas grandes, as únicas que conseguem um contato direto com o estigma durante suas visitas. Uma das principais diferenças observadas entre as espécies de *Senna* estudadas é o posicionamento e o tamanho do androceu em relação ao gineceu (ver GOTTSBERGER & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1988 (*S. surattensis*, *S. obtusifolia*, *S. pendula* e *S. rugosa*) e CARVALHO, 2003 (*S. sylvestris*)) o que influencia diretamente a polinização das espécies deste gênero. Em relação a este aspecto, *S. velutina* se assemelha mais a *S. sylvestris* e *S. rugosa*: contudo, existe uma diferença em relação a posição do pistilo.

Embora *Senna velutina* tenha sido visitada por oito espécies de abelhas, todas apresentando capacidade de vibração nas flores, somente duas *Centris (Ptilotopus) sp.* e *X. suspecta*, foram reconhecidas como polinizadores efetivos. Em estudo sobre os visitantes florais de *Senna velutina*, realizado por Mariano e Cardoso (2003), na mesma área revelou a presença de outras espécies não observadas no presente estudo (Figura 14). Dos polinizadores considerados efetivos, apenas *Centris (Ptilotopus) sp.*, esteve presente nos dois anos consecutivos. Estas observações parecem indicar esta espécie como o mais freqüente e fiel visitante de *Senna velutina* na área de estudo.

Carvalho (2003) observou a presença de 10 espécies de abelhas visitantes florais em *Senna sylvestris* (*Trigona spinipes*, *Bombus morio*, *Melípona quinquefasciata*, *Xylocopa cf-brasilianorum*, *Centris* spp., *Exomalopsis* sp. e *Oxaea flavescens*), em duas áreas de estudo, Estação Ecológica do Panga (Uberlândia-MG) e Patrocínio-MG, considerando *Xylocopa* sp. e *Oxaea flavescens* como polinizadores efetivos.

*Oxaea flavescens* também foi um visitante muito freqüente, mas não foi considerado polinizador efetivo, diferentemente do que ocorre em *S. sylvestris*. É interessante acrescentar, que *S. sylvestris* apresenta um conjunto de três anteras grandes (uma delas mais delgada, mas de mesmo comprimento, localizada entre as outras duas maiores) e o pistilo fica entre estas anteras maiores e na mesma altura. Segundo Carvalho (2003), *O. flavescens* abraça estas anteras ao coletar o pólen contatando assim o estigma. Por outro lado, devido ao tamanho e posicionamento lateral do pistilo, em relação às anteras maiores (ver Figura 4) de *S. velutina*, aparentemente *O. flavescens* não toca o estigma durante suas visitas. Porém, este aspecto necessita ser mais detalhadamente estudado.



**Figura 14**-Análise comparativa dos visitantes florais de *Senna velutina* observados por Mariano e Cardoso (2003) na Reserva ecológica do Clube Caça e Pesca de Uberlândia-MG e no presente estudo.

A vibração realizada nas anteras por *Centris (Ptilotopus) sp.* resulta em uma nuvem pólen que pode chegar ao estigma promovendo a autopolinização. Contudo, de acordo com os resultados dos testes de polinização, *S. velutina* mostrou-se dependente da polinização-cruzada, ou seja, é uma espécie xenogâmica obrigatória, dependente das abelhas grandes para a produção de frutos. Os resultados parecem indicar que essa espécie apresenta uma estratégia reprodutiva envolvendo fenômenos de auto-incompatibilidade de ação tardia (LSI). Tais mecanismos ocorrem após a fertilização dos óvulos. Esses fenômenos tem sido descritos para espécies de leguminosas (SEAVEY & BAWA, 1986) e para algumas Caesalpinoideae tropicais (LEWIS & GIBBS 1998, GIBBS *et al.* 1999), mas parece ser um fenômeno comum entre as angiospermas de uma maneira geral (GIBBS & BIANCHI, 1999).

Houve diferença entre a porcentagem de produção de frutos entre polinização manual cruzada realizada com pólen de anteras maiores e menores. Talvez estes resultados evidenciem uma diferença na quantidade de pólen viável entre as anteras maiores e menores, aspecto este que necessita ser melhor avaliado. CARVALHO (2003) observou que apesar de haver diferenças na intensidade de coloração e tamanho dos grãos de pólen de anteras maiores e menores, todos os tipos de anteras são potencialmente férteis e viáveis. Contudo, o mesmo autor conclui que embora sejam potencialmente férteis, os grãos de pólen das anteras menores não participam dos processos reprodutivos da fertilização para formação de frutos, devido à ausência de frutificação observada nos cruzamentos que envolveram as anteras menores.

Pode-se observar através das análises polínicas que, especialmente as espécies reconhecidas como polinizadoras efetivas, apresentavam pólen de *S. velutina* como dominante, aspecto importante para o sucesso reprodutivo da planta. A alta porcentagem de formação de frutos no Teste Controle, indica uma grande eficiência de polinização natural, com relação aos polinizadores efetivos, reforçando os resultados da análise polínica. Contudo, um maior número de indivíduos devem ser analisados, para comprovar a especificidade de coleta dos polinizadores efetivos durante a floração de *S. velutina* e, conseqüentemente a eficiência destes na polinização.

## CONCLUSÕES

*S. velutina* é uma espécie dependente da polinização-cruzada, promovida principalmente por abelhas grandes;

Os polinizadores efetivos de *S. velutina* são *Centris (Ptilotopus) sp.* e *Xilocopa (Neoxylocopa) suspecta*;

O polinizador efetivo de *S. velutina* de maior frequência e fidelidade foi a abelha *Centris. (ptilotopus) sp.:*

## 5. Referências bibliográficas

- ALONSO, M. T. Vegetação. In: Geografia do Brasil: região sudeste. Rio de Janeiro: IBGE, n.3, p. 91 – 108, 1997.
- ARAÚJO, G. M., GUIMARÃES, A. J.m., & NAKAJIMA, J. N. Fitossociologia de um remanescente de mata mesófila semidecídua urbana, bosque John Kennedy, Araguari, Mg., Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 20: 60-77, 1997.
- ARROYO, M. T. K. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: *Advances in Legume Systematics* (Polhil, R. M & Raven, P.H. eds.) (Part. 2) Royal Botanic Gardens, Kew, p. 723-769, 1981.
- BARTH, O. M. Análise microscópica de algumas amostras de mel . pólen dominante. *Na. Academia Brasileira de Ciências*. 42:351-356, 1970.
- BREWBAKER, J.L. Biology of the angiosperm pollen grain. *Ind. J. Genet. Plant Breed.* 19, 121-133. 1959.
- BUCHMANN, S. L. Buzz pollination in Angiosperms. Pp. 73-113. In: C.E. Jones & R.J. Little (Eds.). *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand & Reinhold, New York, 1983.
- CABRAL. Levantamento fitossociológico das espécies arbóreas de cerrado (sentido restrito) do clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia-MG. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Uberlândia, 43p. 1995.
- CAMPOS, M. J. O. Estudo das interações entre a comunidade de *Apoidea* na procura de recursos alimentares e a vegetação de cerrado da reserva de Corumbataí, SP. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, SP. 1989.114 p.351-366. 1970.
- CARVALHO, A. M. C. Estudo das interações entre a apifauna e a flora apícola em vegetação de cerrado – Reserva Ecológica do Panga – Uberlândia – MG. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, FFCLRP-USP. SP. 125p. 1990.

CARVALHO, D. A. Biologia da reprodução e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) I. & B. (Leguminosae-Caesalpinioideae). Revista Brasileira de Botânica. V.26, n.3, p.319-328, 2003.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. Bot. Rev., n. 38, p. 201, 341, 1972.

EICKWORT, G. C.; GINSBERG, H. S. Foraging and mating behavior in *Apoidea*. Ann. Ver. Entomol. N. 25, p. 421-446, 1980.

FRAEGLI, K., & VAN DER PIJL. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, Oxford, 1979.

GAGLIANONE, M. C. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de cerrado. Anais do IV Encontro Sobre Abelhas. Ribeirão Preto- SP. p. 246-252, 2000.

GIBBS, P.E. & BIANCHI, M. Post-pollination events in species of *Chorisia* (Bombacaceae) and *Tabebuia* (Bignoniaceae) with late acting self-incompatibility. Botanica Acta 106:64-71, 1993.

GIBBS, P.E. & BIANCHI, M.B. Does late-acting self-incompatibility (LSI) show family clustering? Two more species of Bignoniaceae with LSI : *Dolichandra cynanchoides* and *Tabebuia nodosa*. Annals of Botany 84:449-457. 1999.

GIBBS, P.E., OLIVEIRA, P.E. & BIANCHI, M.B. Postzygotic control of selfing in *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae- Caesalpinioideae). a bat pollinated tree of the Brazilian Cerrados. International Journal of Plant Sciences 160:72-78, 1999.

IRWIN, H. S & BANEBY, R. C. The American Cassinae. Memorial the New York Botanical Garden 35: 1-918, 1982.

LEWIS, G. & GIBBS, P.E. 1999. Reproductive biology of *Caesalpinia calycina* and *C. pluviosa* (Leguminosae) of the caatinga of north-eastern Brazil. Plant Systematics and Evolution 217:43-53.

MATEUS, S. Abundância relativa, fenologia e visita as flores pelos *Apoidea* do Cerrado da Estação Ecológica de Jataí- Luiz Antônio- SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo . FFCLRP-USP, SP. 159p. 1998.



- MARIANO, L. E. & CARDOSO, N. M. O. Abelhas e suas interações com as plantas em um remanescente de cerrado em Uberlândia-MG. Monografia. Universidade de Franca, Franca-SP, 2003.
- MARTINS, C. F. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA). Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, SP, 159p, 1990.
- MENDONÇA, R.C; FELFILI, J.M.; WALTER, B. M. T.; JUNIOR, M. C. S; RESENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. F. NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do cerrado. In Sano, S. M. & Almeida, S.P. [ eds. ] Cerrado: Ambiente flora. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, 1998.
- MICHENER, C.D. The social behavior of the bees. A comparative study. Cambridge, Massachussetts: Belknap Press of Harvard University Press. 404p, 1974.
- NOGUEIRA- NETO, P. A criação de Abelhas Indígenas, São Paulo: Chácaras e Quintas. 365p., 1970.
- OLIVEIRA, P. E. AM, Abelhas e a polinização de plantas do Cerrado. Anais do encontro sobre abelhas. Ribeirão Preto. SP. n.3. p. 67- 74, 1998.
- OLIVEIRA, P. E. & GIBBS, P. E. pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species. *Journal of tropical ecology* 10:509-522, 1994.
- OLIVEIRA, P. E. & GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora* 311-422, 2000.
- OLIVEIRA, P. E.. & SAZIMA, M. Pollination biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) from Brazilian cerrado vegetation. *Plant Syst. Evol.* 172: 35-49, 1990.
- RADFORD, A. E.; DICKINSON, W. C.; MASSEY Jr., J. R.; BELL, C. R. *Vascular Plants Systematics*. Harper & Row, New York, 1974.
- ROSA, R., LIMA, S. C., & ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. *Sociedade e Natureza, Uberlândia*. 3 (5/6): 91-108, 1991.
- ROUBIK, D. W. *Ecology and Natural History of Bees*. New York: Cambridge University Press. 514p. 1989.

- SAGE, T. L., STRUMAS, F., COLE, W. W., BARRET, S. C. H. Differential ovule development following self and cross-pollination: the basis of self-sterility in *Narcissus triandrus* (Amaryllidaceae). *American Journal of Botany* 86: 855-870, 1999.
- SARAIVA, L.C., CESAR, O. & MONTEIRO, R. Breeding systems of shrubs and trees of a Brazilian savanna. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 39:751-763. 1996.
- SAKAGAMI, S. F. Stingless bees. In: *Social Insects*. Hermann, H. R, New York: Academic Press, v. 3, p. 361-423, 1982.
- SEAVEY, S.R. & BAWA, K.S. Late-acting self-incompatibility. *Botanical Review* 52:196-217, 1986.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER & GOTTSBERGER, G. A polinização das plantas do Cerrado. *Revista Brasileira Biologia*, n. 48, v. 4, p.651-653, 1988.
- SILVA, M. O., FERREIRA, F.H. N. Analysis of pollen collected by two species of stingless bees (Hymenoptera, Meliponinae). Monografia. Universidade de Franca, Franca-SP. 2004.
- SILVEIRA, F. A.. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento no cerrado da Estação de Experimentação de Paraopeba – MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, MG, 50p, 1989.
- PROCTOR, M., YEO, P. & LACK, A. *The natural history of pollination*. Harper Collins Publishers. London. 479p. 1996.
- TOREZAN-SILINGARDI, H. M., DEL-CLARO, K. Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. *Cien.Cult.* v. 50(4), 1998.
- VOGEL, S. Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. Pp. 89-96. In: A. J. Richards (Ed.). *The pollination of the flowers by insects*. Academic Press, London. 1978.