



*UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS*

*UnU de Ciências Exatas e Tecnológicas*

*Curso de Ciências Biológicas – Modalidade Licenciatura*

Eduardo Balduino da Silva de Jesus

**Sucesso reprodutivo de *Styrax ferrugineus* Ness et Mart (Styracaceae) em fragmento de cerrado *sensu stricto* no Campus da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil**

Anápolis  
2012

**Eduardo Balduino da Silva de Jesus**

**Sucesso reprodutivo de *Styrax ferrugineus* Ness ET Mart (Styracaceae) em fragmento de cerrado *Sensu stricto* no Campus da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual de Goiás, UnUCET de Anápolis, para obtenção do grau de Biólogo Licenciado.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mirley Luciene dos Santos

**Anápolis  
2012**

## Agradecimentos



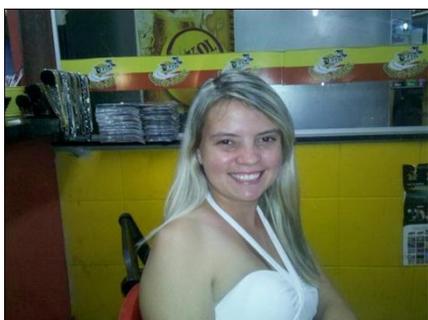
Aos meus pais pelo amor, carinho e dedicação a mim prestados nestes 23 anos. Não seria possível chegar até AQUI sem a educação moral e humana recebida de vocês. Afinal, como poderia ser um pesquisador sem saber o quê é errado e certo? Todos os dados deste trabalho foram coletados com mais alto profissionalismo, isto graças aos conceitos de ética ensinado e demonstrado por cada um de vocês durante este pequeno período de 23 anos maravilhosos passados juntos.

Um obrigado especial ao Eromildo (papai) pelos ensinamentos da ordem humana e cívica, aos inúmeros exemplos de sensatez e racionalidade para resolver os problemas encontrados neste caminho, chamado vida.

Um obrigado com muito carinho a Cleide (mamãe) pelos grandes exemplos de bondade e cuidado com o próximo, a força transmitida nos momentos de dificuldade (T.C.C., provas, falta de dinheiro e etc.).

Também a ambos pelo dinheiro investido na minha formação, ter um curso superior fica caro demais, gasto com a mensalidade do ônibus, livros, Xerox, lanhouse, comida, viagens e a vida social.

Dedicarei minha vida para trazer orgulho e felicidade a ambos!



A minha irmã pela paciência comigo em época de prova, força e apoio financeiro sempre que precisei.  
**FLW, mana!**

## Agradecimentos



A Profª **Mirley** por ter me orientado, ensinado e compartilhado as experiências de pesquisadora. Foi muito gratificante ter à conhecido no 3º Período do curso, a sua didática em ensinar, seu amor pela botânica e domínio de conteúdo motivam qualquer aluno. Passei muitos momentos difíceis na coleta de dados, incêndios criminosos e vandalismo com os tratamentos, motivos de parar com a pesquisa se não fosse às orientações e experiências compartilhadas pela professora.

A **Mirley** é um exemplo de humildade e competência profissional, seja como pesquisadora ou professora. Sempre discutindo educação e o perfil de universidade que queremos. Ensinou-me amar tanto a pesquisa quanto a educação, e valorizar ambas! Muito obrigado por tudo professora!

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, **CNPq**, pela bolsa de iniciação científica PIBIC.



Aos amigos **Danilo, Hasley, Mirley, Paulo, Pedro e Rogério** ensinaram-me que a pesquisa de campo é essencial para o entendimento da natureza, só os meros modelos teóricos computacionais não conseguem contemplar tanta complexidade natural quando dissociada da boa observação dos fenômenos e processos em campo. Obrigado aos grandes amigos, **Danilo, Hasley e Rogério** por ter compartilhado suas vidas e famílias comigo nestes quatro anos de UEG.

Nós brigamos inúmeras vezes! Mas quem disse que os grandes amigos não brigam? Somos pessoas diferentes é complicado conviver quase 8 horas por dia sem ter conflito de idéias e posturas, já que esta é reflexo das idéias.

## Agradecimentos



Ao **Adriano**, grande amigo e bolsista do projeto, pela força e empenho nos trabalhos de campo, já que estes são muito árduos e configura como parte difícil da pesquisa, desanima vários alunos de iniciação científica. O **Adriano** sempre se mostrou motivado para os trabalhos de campo.

Ao **Danilo**, grande amigo e colaborador do projeto, que sempre demonstrou presteza nos trabalhos de campo e nas discussões sobre as variáveis externas que influenciam o sucesso reprodutivo. Pessoa que passou por muitas dificuldades e nunca deixou que estas influenciassem seu desempenho acadêmico, um lutador. As grandes vivências que passamos juntos, aos momentos lazer e diversão, tão importantes para ter uma mente saudável, obrigado grande amigo!



Ao **Hasley**, grande amigo e “pau pra toda obra”, pelas noites estudando bioestatística, biomol, evolução e microbiologia. Uma pessoa incrível que tornou a vivência na universidade mais fácil e engraçada. E que me ensinou muito sobre o rap: “O dinheiro tira um homem da miséria, mas não pode arrancar, de dentro dele, a favela”.

Ao **Rogério**, grande amigo e colaborador do projeto, por ter se dedicado ao máximo nos trabalhos de campo, aos resumos e banners feitos para apresentações em simpósio e encontros, por ter avaliado minha pré-apresentação de T.C.C. E por ter sido um grande amigo nestes quatro anos, com conselhos valiosos e carinho. Tenho um grande apreço por este meu amigo ex-quebrado financeiramente.



## Agradecimentos



Nós encontramos acidentalmente no início de 2009, feliz acidente que fez eu conhecer pessoas maravilhosas e complexas, cada uma com inúmeras peculiaridades que “dão nó” até na cabeça de Freud. A cada período eu ficava sem conversar com alguém, motivo? Um colega falou que ele, ou ela, fez algo. Aprendi a conviver com cada um, e cada pessoa desta sala foi e será importante de alguma forma na minha vida. Obrigado, turma Luciana Damacena!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>08</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>09</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
3.1 Caracterização da área do estudo.....	18
<b>3.2 METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
3.2.1. Fenologia da espécie.....	20
3.2.2. Viabilidade polínica.....	21
3.2.3. Sucesso reprodutivo.....	21
3.2.4. Influência da densidade.....	21
3.2.5. Influência da distância na fecundidade.....	22
3.2.6. Eficácia reprodutiva.....	22
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
4.1. Fenologia.....	23
4.2. Viabilidade polínica.....	25
4.3. Sucesso reprodutivo, herbivoria floral e dependência de polinizadores.....	27
4.4. Densidade.....	31
4.5. Influência da distância do pólen exógeno na fecundidade de <i>Styrax ferrugineus</i> .....	34
4.6. Eficácia reprodutiva.....	37
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>38</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**UEG** – Universidade Estadual de Goiás

**DAIA** – Distrito Agroindustrial de Anápolis

**AI** – Auto-incompatibilidade

**AIE** – Auto-incompatibilidade esporofítica

**AIG** – Auto-incompatibilidade gametofítica

**AIT** – Auto-incompatibilidade de ação tardia

**SAT** – Sistema de auto-incompatibilidade de ação tardia

**m**-metro

**mm** – milímetro

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa do Estado de Goiás, localização de Anápolis e do *Campus* da Universidade Estadual de Goiás (UEG), área com a disposição dos indivíduos de *S. ferrugineus* segundo suas coordenadas geográficas (Fonte: Google Earth, 2012). Imagens manipuladas por Marlon André.

Figura 02 – Imagem de satélite do Campus da Universidade Estadual de Goiás - UEG (Fonte: Google Earth, 2012). ( ) Indivíduos focais de *Styrax ferrugineus* (UnUCET) Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás; (1A, 1B e 1C) Cerrado sentido restrito; (2) Mata semidecídua; (3A e 3B) Matas de Galeria dos córregos Urubu e Barreiro; (4) Pasto. Imagem manipulada por: Eduardo Balduino da Silva de Jesus.

Figura 03 – Fenograma das fenofases reprodutivas (flor aberta e fruto) de *Styrax ferrugineus*.

Figura 04 – Viabilidade polínica de *Styrax ferrugineus* corado com carmim acético. (A) grãos de pólen viável e inviável. (B) diferenças morfológicas entre os grãos de pólen viáveis e inviáveis. (C) grão de pólen inviável segundo o critério de falta de coloração padrão. (D) grãos de pólen viáveis com coloração padrão e forma triangular.

Figura 05 – Exemplar de *Styrax ferrugineus* queimado em 2011 e recuperado em 2012 no *Campus* da UEG, Anápolis, Goiás.

Figura 06 – Correlação de Pearson entre número de frutos produzidos por focal de *Styrax ferrugineus* e a densidade ao seu redor.

Figura 07 – Diferença de frutos produzidos entre os diferentes tratamentos, (1) controle; (2) cruzado intrapopulacional e (3) cruzado interpopulacional, em *Styrax ferrugineus* no *Campus* da UEG, Anápolis, GO.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01– Viabilidade polínica de *Styrax ferrugineus* testada com carmim acético nos anos de 2011 e 2012.

Tabela 02 – Sucesso reprodutivo de *Styrax ferrugineus* representado pelas razões flor/botão e fruto/flor para 60 dias e 90 dias na área do Campus da UEG, Anápolis, GO.

Tabela 03 – Comparação dos dados obtidos nos trabalhos realizados por Saraiva (1988), Maruyama (2011) e Jesus (2012) em três áreas de cerrado distintas. (--) Dados não analisados no trabalho pelo(s) autor(es).

Tabela 04 – Sucesso reprodutivo e dependência de polinizadores de *Styrax ferrugineus* em fragmento de cerrado no *Campus* da UEG, Anápolis, GO em 2011 e 2012.

Tabela 05 – Sucesso reprodutivo em diferentes distâncias populacionais de *Styrax ferrugineus* na área do *Campus* da UEG, Anápolis, GO.

## RESUMO

No Cerrado brasileiro a espécie *S. ferrugineus* Nees et Mart. (Styracaceae) ocorre predominantemente nas regiões oeste e centro-oeste. *S. ferrugineus* apresenta um sistema de alogamia associado a um sistema de auto-incompatibilidade. Esse sistema torna a espécie muito sensível às alterações nas variáveis internas e externas como endogamia, viabilidade polínica, fragmentação, quantidade de polinizadores, herbivoria floral, densidade de indivíduos, isolamento populacional e qualidade ambiental, afetando assim o sucesso reprodutivo da espécie no fragmento populacional da Universidade Estadual de Goiás-UnUCET. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar alguns fatores externos que estão influenciando no sucesso reprodutivo e na manutenção das interações ecológicas (polinização e herbivoria floral) de *Styrax ferrugineus* Nees & Mart. (Styracaceae) em cerrado *sensu stricto* no Campus da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis. Os vinte indivíduos foram marcados em campo entre Maio a Agosto de 2011 e 2012 e acompanhados os eventos fenológicos (flores e frutos), cujas intensidades fenológicas nos respectivos anos foram estudadas a partir do método proposto por Fournier. Seis inflorescências por indivíduo (n=20) foram marcadas e mensurados os botões, flores e frutos em cada indivíduo focal, avaliou-se assim o sucesso reprodutivo da espécie. Para determinar a influência dos polinizadores e herbivoria no sucesso reprodutivo foram realizadas a razão botão/flor e fruto/flor de duas inflorescências em dois indivíduos, uma ensacada (para isolar os polinizadores e herbívoros) e outra desensacada (acesso livre a ambos). A influência da densidade e do isolamento espacial na produção de frutos de *S. ferrugineus* foi analisada com o uso da correlação de Pearson e o teste de ANOVA. A eficácia reprodutiva (ER= polinização natural/polinização cruzada) foi calculada para estimar a produção de frutos sob condições máximas de polinização. Os eventos fenológicos de *S. ferrugineus* começam ainda no final da estação chuvosa e início da estação seca, com um pico de flores e frutos em Maio à Julho de 2011 ou 2012, tais eventos ocorrem sequencialmente. A viabilidade polínica média foi de 93,75% nos anos de 2011 e 2012. No sucesso reprodutivo 61,65% dos botões tornaram-se flores, e apenas 30,5% das flores produziram frutos. Tanto em condições normais (presença de polinizadores) e nas inflorescências teste (ensacadas) o sucesso foi de 33,93% e 5,7%, respectivamente. A densidade influenciou de maneira significativa ( $r= 0,7451$ ;  $t(\text{calculado}) = 4,7391$ ;  $p = 0,0002$ ) o sucesso reprodutivo da espécie. O isolamento populacional aumenta a taxa de formação de fruto de maneira significativa ( $\alpha < 0,001$ ) quando efetivada a polinização manual cruzada. Conclui-se que existem fatores que estão interferindo no sucesso reprodutivo da espécie, tais como antropização do local, alta incidência de incêndios criminosos, populações isoladas a distâncias maiores que o raio de forrageio dos polinizadores endogamia, característica intrínseca de reprodução da espécie, e o principal fator, que é a falta de polinizadores na área de estudo.

**Palavras-chave:** Eficácia reprodutiva, densidade e isolamento espacial.

## ABSTRACT

In the Brazilian cerrado species *Styrax ferrugineus* Nees et Mart. (Styracaceae) occurs predominantly in the west and midwest. *Styrax ferrugineus* presents a system allogamy associated with a self-incompatibility system. What makes this species highly sensitive to changes in internal and external variables such as inbreeding, pollen viability, fragmentation, number of pollinators, floral herbivory, plant density, population isolation and environmental quality, thus affecting the reproductive success of the species in the fragment of the population State University of Goiás-UnUCET. Thus the aim of this study was to evaluate external factors that are influencing reproductive success and maintenance of ecological interactions (pollination and floral herbivory) of *Styrax ferrugineus* Nees & Mart. (Styracaceae) in cerrado on the campus of the State University of Goiás, in Anápolis. The twenty individuals were marked in the field between May 2011 and August 2012 and followed the phenological events (flowers and fruit) phenological these intensities in the respective years were studied from data collected with the method proposed by Fournier. Six inflorescences per individual ( $n = 20$ ) were marked and measured the buds, flowers and fruits in each focal individual was evaluated so the reproductive success of the species. To determine the influence of pollinators and herbivores on reproductive success were performed reason button / flower and fruit / flower inflorescences of two on two individuals, a bagged (to isolate the pollinators and herbivores) and other desensacada (free access to both). The influence of density and spatial isolation on fruit production of *S. ferrugineus* was analyzed using linear regression (Pearson correlation) and ANOVA, performed the reproductive efficiency ( $RE = \text{natural pollination} / \text{pollination}$ ) to meet fruit production under conditions of maximum pollination. . Phenology of *S. ferrugineus* still begin at the end of the rainy season and early dry season, with a peak of flowers and fruits in May to July 2011 or 20,112 such events occur sequentially. Pollen viability was 94%. Reproductive success 61.65% of the buttons become flowers, and only 30.5% of the flowers produced fruits. Both in normal conditions (presence of pollinators) and the test inflorescences (bagged) the success rate was 33.93% and 5.7%, respectively. The density influenced significantly ( $r$  (Pearson) = 0.7451,  $t$  (calculated) = 4.7391,  $p = 0.0002$ ) the reproductive success of the species. The population isolation increases the rate of formation of fruit significantly ( $\alpha < 0.001$ ) when the species effected manual cross-pollination. We conclude therefore that there are factors that hinder the reproductive success of the species, human disturbance of local, high incidence of arson, isolated population at distances greater than the radius of foraging pollinators (*Bombus* sp.), the intrinsic characteristic of reproduction of the species and the main factor is the lack of pollinators in the study area.

Keywords: Effectiveness reproductive, density and spatial isolation

## 1. INTRODUÇÃO

A reprodução nas Angiospermas pode ser classificada, nas formas assexuada e sexuada. As formas assexuadas compreendem todos os mecanismos que originam proles geneticamente similares à planta parental. Por outro lado, a reprodução sexuada apresenta diferentes mecanismos de cruzamento, que são: autógamos (i.e. plantas que se autofertilizam), alógamos (plantas que apresentam fertilização cruzada, normalmente são auto-incompatíveis) e mistos (plantas que se autofecundam e que apresentam fertilização cruzada) (KARASAWA 2009).

A reprodução sexuada é basicamente a regra de reprodução das Angiospermas, selecionada ao longo do tempo por permitir a diversidade genética entre a prole e o grupo parental, aumentando as chances da espécie na sobrevivência às adversidades do ambiente (RAVEN, EVERT, EICHHORN 2007; BESPALHOK FILHO 1999).

As populações de plantas alógamas possuem flores hermafroditas, possuindo os dois sexos; ou são plantas monóicas, com flores unissexuais femininas e masculinas; ou ainda dióicas, apresentando plantas com flores masculinas e plantas com flores femininas. As plantas dióicas são altamente heterozigotas e, quase sem exceção, a endogamia forçada em populações alógamas resulta numa deterioração geral da capacidade de sobrevivência a mudança das variáveis físicas, químicas e biológicas (BESPALHOK *et al.* 1999).

Em Angiospermas com autoincompatibilidade (AI), as flores são dotadas de mecanismos fisiológicos capazes de reconhecer, dificultar ou mesmo impedir que os grãos de pólen fertilizem o óvulo da mesma planta (DE NETTANCOURT 2000; ZANETTINI e LAUXEN 2003). Por tanto, só ocorre produção de frutos e sementes caso a planta fértil receba pólen de outro indivíduo da espécie (DE MARCO e COELHO 2003; RAVEN, EVERT, EICHHORN 2007). Este mecanismo, segundo Karasawa (2009) permite que as espécies vegetais adquiram potencial maior de movimentação de genes, são tipicamente caracterizadas por altas taxas de diversidade intrapopulacional e baixa diversidade entre populações e entre subdivisões populacionais.

Se por um lado a autofecundação é vantajosa por possibilitar a exploração mais eficiente dos recursos do ambiente, em longo prazo, isso pode restringir a flexibilidade que é, teoricamente, necessária para fazer face aos desafios das mudanças do ambiente que ocorrem

com o tempo. Realmente, segundo Allard (1971 *apud*, KARASAWA 2009) existem mais mecanismos para evitar a autofecundação do que para facilitá-la.

A autoincompatibilidade pode ser dividida em dois tipos principais, a gametofítica (AIG), em que a incompatibilidade é gerada pelo alelo S do genoma haploide do grão de pólen em reação ao estigma da flor, impedindo assim sua germinação, e a esporofítica (AIE) em que a incompatibilidade é gerada pelo genótipo diploide da planta adulta provocando o rompimento do tubo polínico (SHIFINO-WITTMAN, DALL'AGNOL 2002). Já são bem conhecidos os sistemas de autoincompatibilidade gametofítica e esporofítica, tanto fisiológica quanto geneticamente (SANTOS *et al.* 2007).

Entretanto existe um sistema diferenciado de autoincompatibilidade de ação tardia (AIT) que não teve suas causas genéticas estudadas como os outros mecanismos de AI, por tanto a resposta pós-zigótica de natureza genética ainda é indefinida (MACHADO, OLIVEIRA 2000). Para as plantas que tem o sistema AIT quando suas flores são autofertilizadas, os frutos são abortados afins de que a planta aloque recursos para os frutos provenientes de fecundações cruzadas (POUNT *et al.* 2003).

Em uma população pequena, acasalamentos entre parentes são comuns. Esta endogamia pode diminuir a habilidade de sobrevivência e reprodução, um fenômeno chamado de depressão endogâmica. Durante o processo de evolução das Angiospermas fez surtir mecanismos de respostas contrários a esta, como a AIT. As plantas com este mecanismo produzem elevadas taxas de fecundação cruzada em detrimento às taxas de autofecundação (LIPOW, WYATT 1999). A viabilidade polínica também está relacionada com o sistema reprodutivo de cada espécie vegetal, geralmente as espécies AI apresentam elevados percentuais de grãos viáveis quando comparado a espécies autocompatíveis (RICHARDS 1985 *apud*, SANTOS *et al.* 2007).

Tudo indica que *S. ferrugineus* possui sistema de reprodução de ação tardia e possui uma ampla distribuição no *Campus* da UEG, Anápolis, Brasil, configurando como espécie ideal para o estudo.

*Styrax* L. é o maior gênero entre os 11 da família Styracaceae, compreende cerca de 130 espécies de árvores e arbustos, cerca de 80% do total de espécies da família, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais (FRITSCH 1999; FRISCH *et al.* 2001). Metade destas espécies ocorre na América do Sul (PAULLETY *et al.* 2006). No Brasil, a espécie *Styrax*

*ferrugineus* Ness & Mart possui uma ampla distribuição nos cerrados e campos rupestres do Paraná até Espírito Santo, Minas Gerais e pelo Brasil Central (FRITSCH *et al.* 2001b).

No Cerrado são encontradas três espécies de *Styrax* L., sendo duas destas caracterizadas como espécies comuns ao bioma, *Styrax ferrugineus* Nees et Mart. e *S. camporum* Pohl (NAKAJIMA, MONTEIRO 1986; SARAIVA, CÉSAR, MONTEIRO 1988). Destas, *S. ferrugineus* tem distribuição predominantemente nas regiões Oeste e Centro-Oeste do bioma (SARAIVA, CÉSAR, MONTEIRO 1988).

Diversas características intraespecíficas podem indicar que uma espécie é alógama associado à autoincompatibilidade (AI). Segundo Ornduff (1969 apud SARAIVA, CESAR, MONTEIRO 1988) a espécie *Styrax ferrugineus* Ness et Mart (Styracaceae) possui estas determinadas características: muitas flores, contraste da cor da flor com o pano de fundo da vegetação, presença de nectários, odor, muitos estames, grande percentual de viabilidade polínica, estilete longo, estames separados espacialmente do estigma, muitos óvulos e grande percentagem de frutos abortivos após autofecundação.

Existe uma preocupação frequente com a conservação das populações vegetais alógamas. A rápida destruição de paisagens vegetais interrompe o mutualismo entre as plantas e seus polinizadores, por isto baixa taxa de sucesso reprodutivo são verificadas na reprodução destas plantas (SARAIVA, CESAR, MONTEIRO 1988; CUNNINGHAM 2000; OBERMULLER 2008).

*Styrax ferrugineus* possui uma ampla matriz de visitantes, alguns são empilhadores de pólen, como os beija-flores, entretanto em sua maioria são insetos (MARUYAMA, CUSTÓDIO, OLIVEIRA 2012); os visitantes que atuam na reprodução de *S. ferrugineus* são abelhas dos gêneros *Bombus*, *Apis*, *Xylocopa*, além de vespas da família Scoliidae, todos os visitantes usam como recompensa floral, pólen e/ou néctar (SARAIVA, CESAR, MONTEIRO 1988; HUANG *et al.* 2003).

A fragmentação tem várias implicações no sucesso reprodutivo, pois ela promove baixa densidade populacional das espécies vegetais, conseqüentemente diminuição nas manchas florais da população, que são atrativas aos polinizadores (PELLEGRINO *et al.* 2005; NASCIMENTO 2008; DEMCZUK 2009), outra consequência é a redução na abundância e riqueza de espécies de polinizadores (AIZEN, FEINSINGER 1994; FRANCESCHINELLI *et*

*al.* 2003; JOHNSON *et al.* 2004), além da deterioração da qualidade ambiental (LAURANCE 1997) e o consequente aumento da comunidade local de herbívoros (CARREGARO 2007).

Dessa forma, os estudos de campo que visam identificar e avaliar os fatores que podem influenciar no sucesso reprodutivo das espécies, sobretudo aquelas com sistemas de reprodução alógamos associado a sistemas de autoincompatibilidade são essenciais para o melhor entendimento da dinâmica dessas populações. Esse conhecimento pode ser utilizado para o manejo dessas populações, sobretudo em áreas fragmentadas ou que passem por forte pressão antrópica.

## 2. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar os fatores ambientais e intrínsecos que estão influenciando no sucesso reprodutivo e na manutenção das interações ecológicas (polinização e herbivoria floral) de *Styrax ferrugineus* Nees & Mart. (Styracaceae) em cerrado *sensu stricto* no Campus da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis.

### *Objetivos específicos*

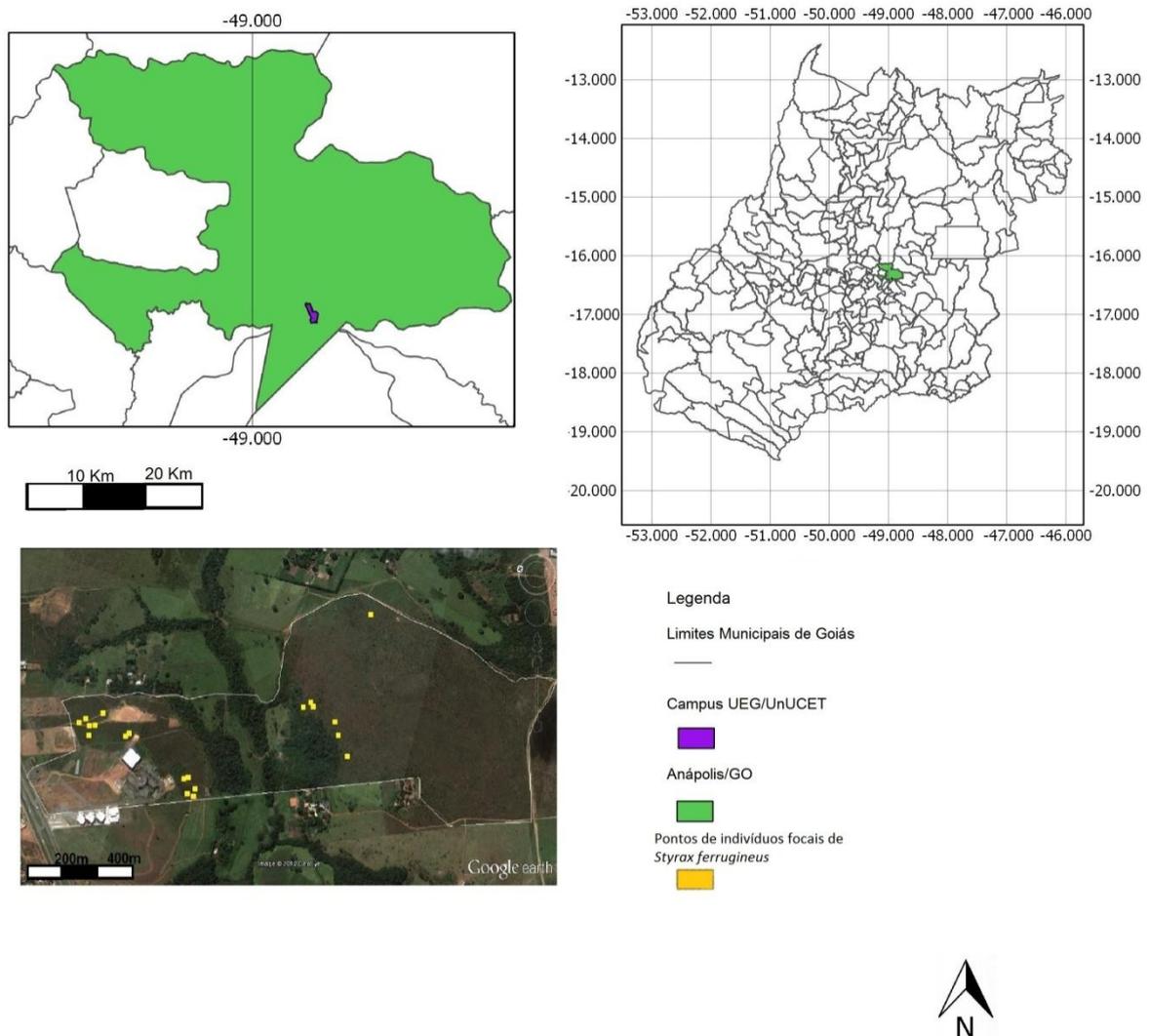
- i. Registrar os eventos fenológicos de *S. ferrugineus* no local de estudo;
- ii. Avaliar a viabilidade dos grãos de pólen de *S. ferrugineus*;
- iii. Estimar o sucesso reprodutivo (relação fruto/flor) de *S. ferrugineus*;
- iv. Verificar se *S. ferrugineus* é uma espécie dependente de polinizadores;
- v. Verificar se há presença de herbivoria dos órgãos reprodutivos da planta e se existe prejuízo para o sucesso reprodutivo de *S. ferrugineus*;
- vi. Avaliar a influência da densidade local no sucesso reprodutivo de *S. ferrugineus*;
- vii. Avaliar os efeitos da distância de doação do pólen exógeno (intra e interpopulacional) na taxa de frutificação de *S. ferrugineus*.
- viii. Estimar a Eficácia Reprodutiva de *S. ferrugineus*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 *Caracterização da área do Estudo*

Os dados foram coletados nos anos de 2011 e 2012 na área do Campus da Universidade Estadual de Goiás (UEG), que se situa na BR 153 ao lado do Polo Industrial de Anápolis (D.A.I.A.). O *Campus* está localizado no município de Anápolis-GO, nas coordenadas geográficas de latitude 16°05'30" e 16°29'49" S, longitude 48°45'14" e 49°13'17" O (Figura 01). O município, localizado no Planalto Central, com clima seco/frio ou quente/chuvoso, está aproximadamente a 130 Km de Brasília e 60 Km de Goiânia (capital do estado).

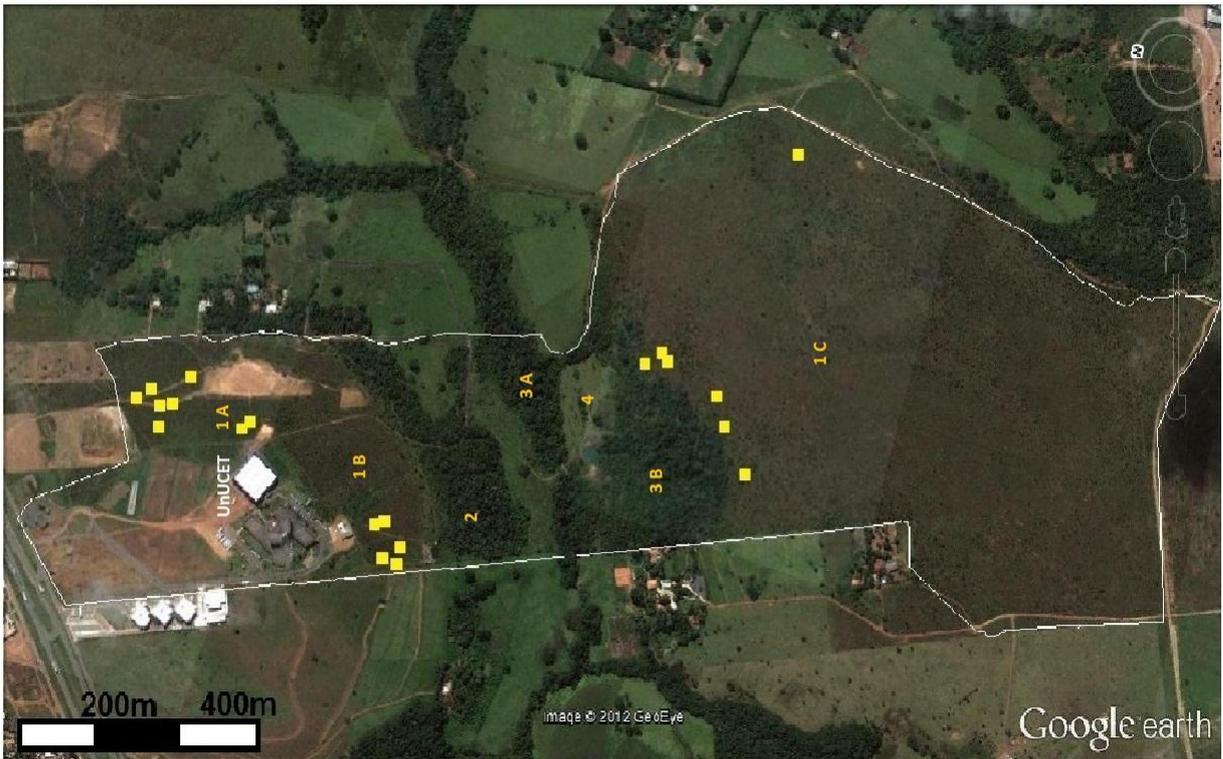
O Campus da UEG apresenta em sua área três formações vegetais: cerrado *sensu stricto*, Mata de Galeria que faz o margeamento nas extensões dos córregos Barreiro e Urubu e Mata Estacional Semidecidual (Figura 02).



**Figura 01:** Mapa do Estado de Goiás, localização de Anápolis e do *Campus* da Universidade Estadual de Goiás (UEG), área com a disposição dos indivíduos de *S. ferrugineus* segundo suas coordenadas geográficas (Fonte: Google maps, 2012). Imagens manipuladas por Marlon André.

Nos dois anos de coleta dos dados (2011 e 2012) foram amostrados 25 espécimes de *Styrox ferrugineus*, entretanto ocorreram duas queimadas, ambas antrópicas, em Maio e no início de Julho de 2011 que destruiu cinco indivíduos de *S. ferrugineus*. Assim a amostragem totalizou 20 indivíduos (Figura 01) em dois anos (7 em 2011 e 13 em 2012). Estimou-se para a espécie do estudo a taxa de sucesso reprodutivo, a eficácia reprodutiva, a influência da densidade, o isolamento populacional e a herbivoria na fecundidade de *S. ferrugineus*.

A área de vegetação natural encontra-se bastante antropizada, pois a área é cercada por estradas, fazendas e pelas fábricas do Distrito Agroindustrial de Anápolis-DAIA, o que contribui ainda mais com a pressão antrópica local.



**Figura 02** – Imagem de satélite do Campus da Universidade Estadual de Goiás - UEG (Fonte: Google maps, 2012). (■) Indivíduos focais de *Styrax ferrugineus* (UnUCET) Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás; (1A, 1B e 1C) Cerrado sentido restrito; (2) Mata semidecídua; (3A e 3B) Matas de Galeria dos córregos Urubu e Barreiro; (4) Pasto. Imagem manipulada por: Eduardo Balduino da Silva de Jesus.

## 3.2 Metodologia

### 3.2.1 Fenologia da espécie

O estudo fenológico de *Styrax ferrugineus* ocorreu durante o período de reprodução com visitas quinzenais, de Abril a Agosto de 2011 e de Maio a Agosto de 2012. Vinte indivíduos foram selecionados, marcados e enumerados com chapinhas de alumínio para identificação. Foi utilizado ainda um GPS para auxiliar na localização dos indivíduos marcados. As fenofases observadas foram: floração e frutificação.

A avaliação do evento fenológico pode ser obtida, de acordo com a metodologia proposta por Fournier (1974) ( $IF = \frac{\sum \text{notas} \times 100}{4 \times N}$ ), por meio de uma escala de cinco intervalos, cada intervalo de 25%. Assim a intensidade de cada evento foi estimada utilizando uma escala de 0 a 4, onde 0 indica ausência de evento, 1 indica intensidade igual ou menor que 25%, 2 indica intensidade entre 25% até 50%, 3 indica intensidade entre 50 até 75% e 4 indica intensidade entre 75% até 100% do evento em copa.

### 3.2.2 *Viabilidade polínica*

A viabilidade polínica foi estimada pela contagem de 200 grãos de pólen para dez anteras de cinco indivíduos focais. Em laboratório, e com o auxílio do microscópico óptico, os grãos de pólen foram corados com carmim acético e montados em lâmina de vidro com glicerina a 50% (DAFNI, 1992). Os grãos foram classificados em viáveis e inviáveis de acordo com a forma de seu citoplasma e cor.

### 3.2.3 *Sucesso reprodutivo*

Para o estudo do sucesso reprodutivo, foram demarcados vinte indivíduos focais de *Styrax ferrugineus* distribuídos nas áreas 1A, 1B e 1C (Figura 2), ao longo do período reprodutivo nos anos de 2011 e 2012. Nesse período foram contabilizados os botões florais, flores e frutos de seis inflorescências de todos os 20 indivíduos focais e estimadas as razões flor/botão e fruto/flor em porcentagem para a espécie.

### 3.2.4 *Dependência de polinizadores e herbivoria floral*

Para testar a dependência dos polinizadores nas plantas estudadas, quatro inflorescências em vinte indivíduos foram marcadas e todos os botões florais contados. Acompanhou-se as fases fenológicas de botões até a formação de frutos. Das inflorescências, duas foram ensacadas (para isolar dos polinizadores) e duas não (de acesso livre aos polinizadores). Posteriormente, foi calculada a razão fruto/flor para todas as quatro inflorescências. A proporção de flores que viraram frutos nos ramos ensacados e nos ramos não ensacados foi utilizada para determinar a importância dos agentes polinizadores (VIANNA, 2003).

Nas mesmas inflorescências ensacadas e não ensacadas foi analisada a presença e a ausência de herbivoria floral. A fim de se verificar a provável relação entre presença/ausência de herbivoria nas inflorescências (variável dependente qualitativa) e o número de flores por inflorescências (variável independente quantitativa). A proporção de botões, flores e frutos predados nos ramos ensacados e não ensacados foi utilizada para determinar a influência da herbivoria no sucesso reprodutivo (VIANNA, 2003).

### 3.2.5 *Influência da densidade*

Vinte indivíduos focais de *S. ferrugineus* foram amostrados com método de amostragem por conveniência. Ao redor cada indivíduo focal foi estabelecido um raio de 10

metros, onde os exemplares reprodutivos (com flores) de mesma espécie foram contabilizados. Para avaliar se o número de frutos produzidos pela planta focal (sucesso reprodutivo) é afetado pela densidade em que se encontra o indivíduo focal foi utilizada a análise de correlação de Pearson com o Software Bioestat 5.3.

### 3.2.6 *Influência da distância na fecundidade*

A fim de verificar o efeito da distância de doação do pólen exógeno na fecundidade da planta realizaram-se experimentos de polinização controlada, cruzado intrapopulacional e interpopulacional. Assim foram marcados 200 botões (controle) livremente expostos aos polinizadores, 200 cruzados intrapopulacionais a uma distância média de  $6,99 \pm 5,27$ m da planta doadora de pólen para a receptora de pólen e 70 cruzados interpopulacionais a uma distância média de  $753,87 \pm 371,97$ m entre as plantas doadoras e receptoras (polinização manual cruzada).

Os cruzamentos intra e interpopulacionais foram realizadas das 08:00 até as 10:00 da manhã, horário propício para o tratamento, já que segundo Maruyama *et al.* (2012) o horário de receptividade do estigma varia das 07:00 até as 14:00. Realizou-se entre indivíduos focais localizados na área próxima ao *Campus* da Universidade Estadual de Goiás-UEG e indivíduos situados próximos ao DAIA os cruzamentos interpopulacionais, e posteriormente comparada a diferença média de frutos entre os tratamentos para a verificação de possível efeito da distância sobre o sucesso reprodutivo da espécie com a utilização da análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey do programa Bioestat 5.3 (ZAR, 1999).

### *Eficácia Reprodutiva*

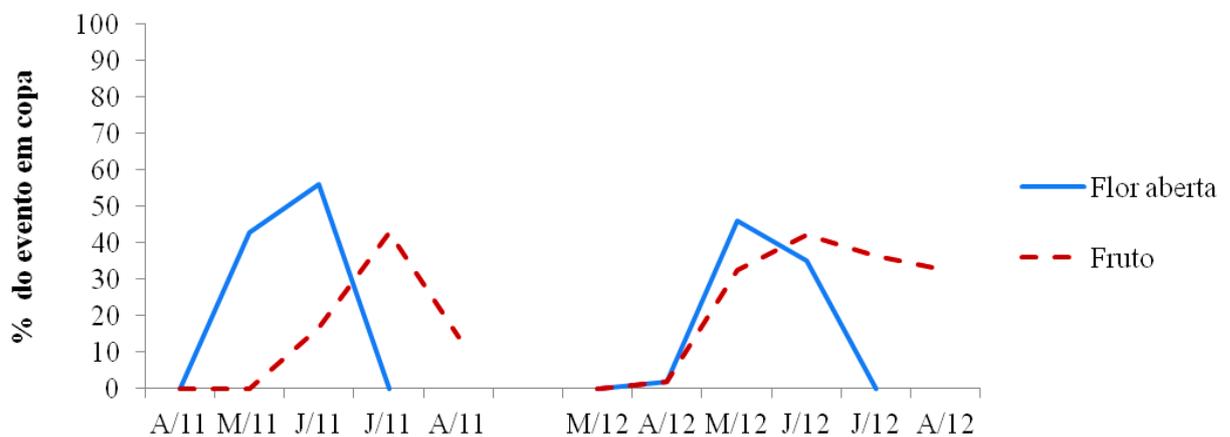
Foram marcados 10 botões em cada indivíduo focal ( $n=20$ ) para verificar a fecundidade externa natural e realizou-se 10 cruzados nos mesmos indivíduos. A eficácia reprodutiva calculou-se com a razão de frutos formados por polinização aberta (controle) e o número de frutos formados por polinização cruzada manual (ZAPATA, ARROYO 1978; *apud*, FREITAS, OLIVEIRA 2002) foi calculada e relacionada com a eficiência dos polinizadores na área de estudo.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### 4.1 *Fenologia reprodutiva*

Os períodos fenológicos reprodutivos observados de *Styrax ferrugineus* compreenderam de abril a agosto de 2011 e de março a agosto de 2012, respectivamente. Os dois picos de floração máximos em copa em 2011 de *S. ferrugineus* foram de 43% em maio e 56% em junho, já os picos de floração em 2012 foram de 46% em maio e 35% em junho (Figura 03).

O evento fenológico frutificação em copa de 2011 começa em junho com 16,7%, alcança 43% em julho e decai até 14,3% em agosto (Figura 03). Em 2012 a frutificação começou em maio, com pico de floração em julho com 42,3% do evento em copa (Figura 03).



**Figura 03-** Representação das fenofases reprodutivas (flor aberta e fruto) de *Styrax ferrugineus* durante 2011 e 2012 no Campus da UEG, Anápolis, Goiás.

Saraiva, César, Monteiro (1988), trabalhando com uma população de *S. ferrugineus* em cerrado localizado em Corumbataí (São Paulo) constataram que as fenofases reprodutivas estenderam-se de março a setembro, sendo o pico de floração entre maio e setembro.

A porcentagem semi-quantitativa de flor aberta em copa durou um período curto, dois meses em 2011 e três meses em 2012. De acordo com a duração da fenofase (ANTUNES, RIBEIRO 1999) esta espécie é caracterizada por um período curto de floração. Segundo Batalha, Aragaki e Mantovani (1997), no que diz respeito às espécies arbóreo-arbustivas em fragmento de cerrado em São Paulo, cerca de 42,42% floresceram durante um período de três meses ou menos. *S. ferrugineus* não apresenta morfologia floral para polinizadores específicos. Janzen (1980, *apud.*, BATALHA, ARAGAKI, MANTOVANI 1997) afirma que plantas que apresentam morfologia floral para uma amplo espectros de visitantes possuem

estratégias adaptativas como floração sazonal, em que existe uma produção abundante de flores por curtos períodos, atraindo insetos não especializados em grande quantidade em curto espaço de tempo.

*S. ferrugineus* floresce nos meses mais secos e frios do ano quando as condições climáticas não são favoráveis ao desenvolvimento de órgãos reprodutivos. Miranda (1995), no Pará, encontrou um padrão correspondente, em que a maioria das espécies vegetais arbóreas floresceu e frutificou no período seco do ano. Batalha, Aragaki e Mantovani (1997) tiveram resultados diferentes com espécies vegetais de cerrado, a maioria das espécies arbustivo-arbóreas floresceram logo no início da estação chuvosa, mostrando que a disponibilidade de água é um fator limitante para o desenvolvimento do fruto.

As épocas de floração e frutificação são analisadas como adaptações reprodutivas, relacionado-as com as variações climáticas, as adaptações de polinizadores e a dispersão dos diásporos (BATALHA, ARAGAKI, MANTOVANI 1997). As abelhas abundantes no período seco em visitas aos indivíduos floridos de *S. ferrugineus* (SARAIVA, CESAR, MONTEIRO 1988) podem indicar uma relação mutualística do período de floração da espécie com a falta de disponibilidade de recursos (néctar, pólen e óleos) para as abelhas.

Segundo Maruyama, Custódio e Oliveira (*op. cit.*) a floração de *S. ferrugineus* é considerada massiva por apresentar mais de 150 flores por dia, a disponibilidade média de flores por dia durante o pico de floração em julho foi de  $38,1 \pm 30,0$  flores por indivíduo. Este padrão de floração favorece as polinizações cruzadas por não abrir muitas flores por indivíduo associado à baixa quantidade de néctar ofertado. Isso faz com que os polinizadores aumentem sua área de forrageamento visitando mais flores em outros indivíduos, promovendo assim o fluxo gênico (SARAIVA, CESAR, MONTEIRO 1988; SANTOS 2003).

O período de brotamento é aquele que a espécie apresenta folhas pequenas, brilhantes, de coloração verde clara, amarelada ou vermelha (MORELLATO *et al.* 1989). Observações não sistematizadas no campo evidenciaram que o brotamento foliar esteve presente em todo o momento de floração da espécie. A brotação em período de seca evidencia a retenção de água nas raízes durante o período chuvoso para que ocorra o desenvolvimento de botões, flores, frutos e folhas durante a estiagem.

#### 4.2 Viabilidade polínica

Na Figura 4 são apresentados registros fotográficos das lâminas preparadas com os grãos de pólen corados de *S. ferrugineus* considerados inviáveis e viáveis. .



**Figura 04** - Grãos de pólen de *Styrax ferrugineus* corados com carmim acético. . Aumento de 40X. (A) visualização grão de pólen viável e inviável. (B) diferenças morfológicas entre os grãos de pólen viáveis e inviáveis. (C) grão de pólen inviável segundo o critério de falta de coloração padrão. (D) grãos de pólen viáveis com coloração padrão e forma triangular.

*Styrax ferrugineus* apresentou em média  $93,75 \pm 2,75\%$  de grãos de pólen viáveis nos anos de 2011 e 2012 (Tabela 01). Saraiva, César, Monteiro (*op. cit.*) também encontraram uma percentagem de 90% de grãos de pólen viáveis, considerada uma alta viabilidade polínica. Assim a qualidade dos grãos de pólen não configura um fator limitante para o sucesso reprodutivo de *S. ferrugineus*.

**Tabela 01**– Viabilidade polínica de *Styrax ferrugineus* testada com carmim acético nos anos de 2011-2012.

Lâminas	Viabilidade polínica-2011 (%)		Lâminas	Viabilidade polínica-2012 (%)	
	Inviável	Viável		Inviável	Viável
<b>01</b>	5	95	<b>01</b>	7	93
<b>02</b>	9	91	<b>02</b>	9	91
<b>03</b>	11	89	<b>03</b>	8	92
<b>04</b>	2	98	<b>04</b>	11	89
<b>05</b>	3	97	<b>05</b>	3	97
<b>06</b>	4	96	<b>06</b>	1	99
<b>07</b>	5	95	<b>07</b>	5	95
<b>08</b>	6	94	<b>08</b>	9	91
<b>09</b>	8	92	<b>09</b>	6	94
<b>10</b>	7	93	<b>10</b>	6	94
Média	6	94	Média	6.5	93.5

A viabilidade polínica de uma espécie pode ser constatada de maneira fácil e quase sem nenhum custo, entretanto só é comumente usado em trabalhos de melhoramento genético (BUTTO 1997). O uso de carmim acético é importante para verificar a integridade da cromatina (MUNHOZ 2008). Todos os grãos de pólen corados em vermelho tem uma cromatina propícia à fecundação.

#### 4.3 *Sucesso reprodutivo, Dependência de polinizadores e Herbivoria dos órgãos reprodutivos*

O sucesso reprodutivo de *Styrax ferrugineus* está representado na Tabela 02. Observou-se 2.952 botões, dos quais 1823 viraram flores (61,75%), sendo constatada a presença de herbivoria nos órgãos reprodutivos como importante causa do insucesso do total de botões formados. Da quantidade de flores, apenas 556 (30,5%) desenvolveram-se em frutos, os quais permaneceram sendo acompanhados quinzenalmente durante 90 dias.

Houve uma variação significativa (20,7%) na taxa de formação de frutos entre os indivíduos focais, variação de 19,16 frutos nas inflorescências amostradas entre os focais. Esta variação será discutida no tópico seguinte: influência da densidade no sucesso reprodutivo de *S. ferrugineus*.

O decaimento no sucesso na formação de frutos de 874 (47,94%) em 60 dias de acompanhamento para 556 (30,5%) em 90 dias pode ser devido à influência da endogamia ou a falta de recursos maternos para maturação de todos os frutos iniciados. Quando a planta recebe pólen aleatório de uma “planta irmã”, seja por polinizadores bióticos ou abióticos produzirá frutos de baixa variabilidade genética. Saraiva, César, Monteiro (1988) caracterizaram esta planta como xenogâmica, pela constatação do aborto de frutos com alta taxa de homozigose por depressão endogâmica. Ou seja, escassez de recursos para o investimento em frutos com alta variabilidade genética, provenientes de distâncias interpopulacionais maiores.

É alta a publicação de trabalhos que avaliam a influência da depressão endogâmica na formação de frutos das espécies vegetais na agricultura, entretanto ainda é escasso os trabalhos que avaliam a depressão endogâmica nas espécies nativas (SCAPIM 1998; CARDOSO 2004; JUSTINIANO 2007). Cardoso (1988) verificou que houve redução linear do peso médio e comprimento de fruto e produção de sementes por fruto com o aumento no nível de homozigose em abóbora após quatro gerações de autopolinização. Isto pode ser o fator de aborto frutífero em *S. ferrugineus*, material genético da planta doadora de pólen pode ser muito similar, ao ponto da planta receptora reconhecer como uma autofecundação.

**Tabela 02** – Sucesso reprodutivo de *Styrax ferrugineus* representado pelas razões flor/botão e fruto/flor para 60 dias e 90 dias na área do Campus da UEG, Anápolis, GO.

Indivíduos	Botões	Flores	Frutos (60 dias)	Frutos (90 dias)	Flor/Botão (%)	Fruto/Flor para 60 dias (%)	Fruto/Flor para 90 dias (%)
01	179	81	45	25	45,25	55,55	30,86
02	207	156	73	24	75,35	46,8	15,38
03	207	119	92	82	57,49	77,31	68,91
04	221	152	56	38	68,78	36,84	25
05	119	99	04	03	83,20	4,03	3,02
06	135	79	49	13	43,70	83,04	16,95
07	293	201	58	46	68,60	28,89	22,89
08	101	70	61	21	69,31	87,13	30
09	228	76	73	24	33,33	96	31,58
10	89	46	32	18	51,67	69,56	39,13
11	78	53	15	37	67,95	28,30	69,8
12	153	90	59	59	58,81	65,55	65,55
13	179	103	42	33	57,53	40,78	32,04
14	165	130	37	37	78,79	28,45	28,45
15	149	88	34	03	59,1	38,64	3,3
16	70	40	15	07	57,14	37,5	10
17	63	36	08	02	57,13	22,22	5,55
18	103	73	52	34	70,86	71,22	46,57
19	132	101	29	22	76,15	28,70	21,77
20	81	50	40	31	61,73	80	62
<b>Total</b>	<b>2.952</b>	<b>1823</b>	<b>874</b>	<b>556</b>	<b>61,75</b>	<b>47,94</b>	<b>30,5</b>

A comparação do presente estudo com os trabalho de Saraiva, César, Monteiro. (1988) e Maruyama *et al.* (2012) teve diversas implicações ao conhecimento sobre a biologia reprodutiva da espécie em questão (Tabela 03). Os botões ensacados por Saraiva não originaram frutos, resultado divergente do encontrado no trabalho de Maruyama *et al.*(2012) e

no atual que originaram percentagens semelhantes na formação de frutos. Isto segundo Oliveira (1986) é justificável pela disfunção em certos sistemas fisiológicos de indivíduos autoincompatíveis que não conseguem promover a autoincompatibilidade homomórfica, heteromórfica ou de ação tardia.

**Tabela 03** – Comparação dos dados obtidos nos trabalhos realizados por Saraiva (1988), Maruyama (2011) e Jesus (2012) em três áreas de cerrado distintas. (--) Dados não analisados no trabalho pelo(s) autor(es).

	<b>Saraiva, César, Monteiro (1988)</b>	<b>Maruyama <i>et al.</i> (2012)</b>	<b>Jesus (2012) (presente estudo)</b>
<b>Local de Estudo</b>	Corumbataí-SP	Uberlândia – MG	Campus UEG Anápolis – GO
<b>Sucesso reprodutivo</b>			
-Botões ensacados (%)	0	4	5,6
-Autopolinização (%)	0	14,5	--
-Polinização natural (%)	35	41,9	30,5
-Polinização cruz. intra (%)	46	40,9	42
-Polinização cruz. Inter (%)	--	--	64,3
<b>Dependência de Polinizador</b>	Sim	sim	Sim

Saraiva, César, Monteiro (1988) realizaram polinização manual em 120 flores formando 0% de frutos, um resultado dissimilar foi encontrado por Maruyama *et al.* (2012) que fizeram polinização manual em 62 flores com a formação de 9 frutos (14,5%). Isto se justifica pelo próprio autor pela diferença da biologia reprodutiva entre populações separadas espacialmente.

O presente trabalho e o de Saraiva, César, Monteiro (1988), obtiveram uma formação de frutos por polinização cruzada intraespecífica acima da polinização natural contrastando com o resultado de Maruyama *et al.* (2012) que obtiveram uma proporção maior de frutos por polinização natural. A diferença pode ser devido a problemas de manipulação nos tratamentos pelos autores ou ainda à quantidade elevada de polinizadores na Reserva Particular do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (local do estudo) do que nos outros lugares. Maruyama *et al.* (2012) conseguiram registrar as visitas de polinizadores em flores de *S. ferrugineus*: a proporção foi de pequenos insetos ( $11,09 \pm 8,63$  visitas / hora, 366 no total), seguido por grande abelhas ( $8,60 \pm 5,44$  v / h, 284 no total), lepidópteros ( $4,30 \pm 6,13$  v / h, 142 no total), vespas ( $3,12 \pm 3,44$  v / h, 103 no total) e beija-flores ( $2,76 \pm 2,74$  v / h, 91 no total). Presume-

se pelo número de visitas e a riqueza de grupos que esta área estava melhor conservada na época do estudo do que a área atual do *Campus* da UEG de Anápolis.

A hipótese que pode explicar o baixo sucesso reprodutivo (fruto/flor) de *Styrax ferrugineus* é a ausência de polinizadores na área. Segundo Saraiva *et al.* (*op. cit.*) esta espécie é xenogâmica associada ao sistema de ação tardia (SAT), o que a torna mais dependente dos agentes polinizadores.

A análise para dependência de polinizadores constatou que esta espécie é dependente de polinizadores (Tabela 04). As inflorescências não ensacadas formaram 33,93% de frutos, aumento de 395%, quando comparado a percentagem de 5,71% no sucesso das inflorescências ensacadas.

**Tabela 04** - Sucesso reprodutivo e dependência de polinizadores de *Styrax ferrugineus* em fragmento de cerrado no *Campus* da UEG, Anápolis, GO em 2011 e 2012.

	Ensacadas	Não ensacadas
<b>Botões</b>	131	93
<b>Flores</b>	105	56
<b>Frutos</b>	06	19
<b>Sucesso Reprodutivo (%)</b>	5,7	33,93

O tamanho do polinizador pode influenciar na eficácia de forrageio e na capacidade de dispersão de cada espécie (COLLEVATTI, CAPOS, SCHOEREDER, 1997; SILVEIRA, MELO, ALMEIDA, 2002). Saraiva, César, Monteiro (1988) e Maruyama *et al.* (2012) verificaram a presença importante para a polinização de *Styrax ferrugineus* de abelhas grandes, como a do gênero *Bombus* sp. e vespas da família Scoliidae. Estes polinizadores apresentam maior capacidade de voo do que abelhas pequenas, que tem um raio de voo mais restrito. Portanto, plantas distantes não seriam um empecilho para estes polinizadores.

Andrieu *et al.* (2009) constataram que polinizadores podem mudar o seu comportamento de forrageio de acordo com a disponibilidade e quantidade de recursos. Entretanto *Styrax ferrugineus* floresce na seca, descrito anteriormente, período onde falta recurso alimentar para as abelhas, já que observações em campo não sistematizadas constataram poucas espécies florescendo nesta época no *Campus* da UEG.

Segundo Maruyama *et al.* (2009), o volume e a concentração do néctar variam no decorrer do dia, estando sempre disponível para os visitantes. Saraiva, César, Monteiro (1988) e Maruyama *et al.* (2009) constataram que várias flores de *S. ferrugineus* não apresentam néctar, o que segundo os autores é uma estratégia da planta para que o polinizador possa visitar um maior número de flores.

Segundo Saraiva, César, Monteiro (1988) o período de antese ocorre das 07:00 às 08:00 da manhã, fato propício para a polinização cruzada, já que, vespas e abelhas se concentram em alimentar-se nesta faixa de horário.

As flores de *S. ferrugineus*, como anteriormente mencionado, são alofílicas, ou seja, não são adaptadas em morfologia para espécies específicas de polinizadores, com isto visitantes não adaptados à polinização utilizam do recurso alimentar (néctar ou pólen) e não auxiliam no sucesso reprodutivo da planta.

Cunningham (2000) estudando a fragmentação na formação de frutos de *Acacia brachybotrya* e *Eremophila glabra* verificou que indivíduos destas espécies em ambientes fragmentados recebem menos pólen do que os indivíduos de áreas conservadas. Estas espécies não possuem polinizadores altamente especializados, assim como *S. ferrugineus*, entretanto a produção de frutos destas espécies é significativamente menor em áreas fragmentadas, demonstrando que a fragmentação de habitats é uma causa de interrompimento das relações planta-polinizador.

#### 4.4 Densidade

A deterioração antrópica no fragmento de cerrado no Campus da UEG é alta. A frequência constante de incêndios criminosos provoca mudanças na florística e estrutura da vegetação (Figura 04). Por causa dos incêndios pode também ocorrer diminuição de densidade de árvores e arbustos, favorecendo a eliminação de espécies sensíveis (MEDINA, HUBER 1994). A diminuição da densidade, e conseqüentemente, diminuição no *display* floral de espécies vegetais autoincompatíveis pode atrapalhar a interação mutualística inseto-planta, e conseqüentemente o sucesso reprodutivo da espécie (KNIGHT, 2003).

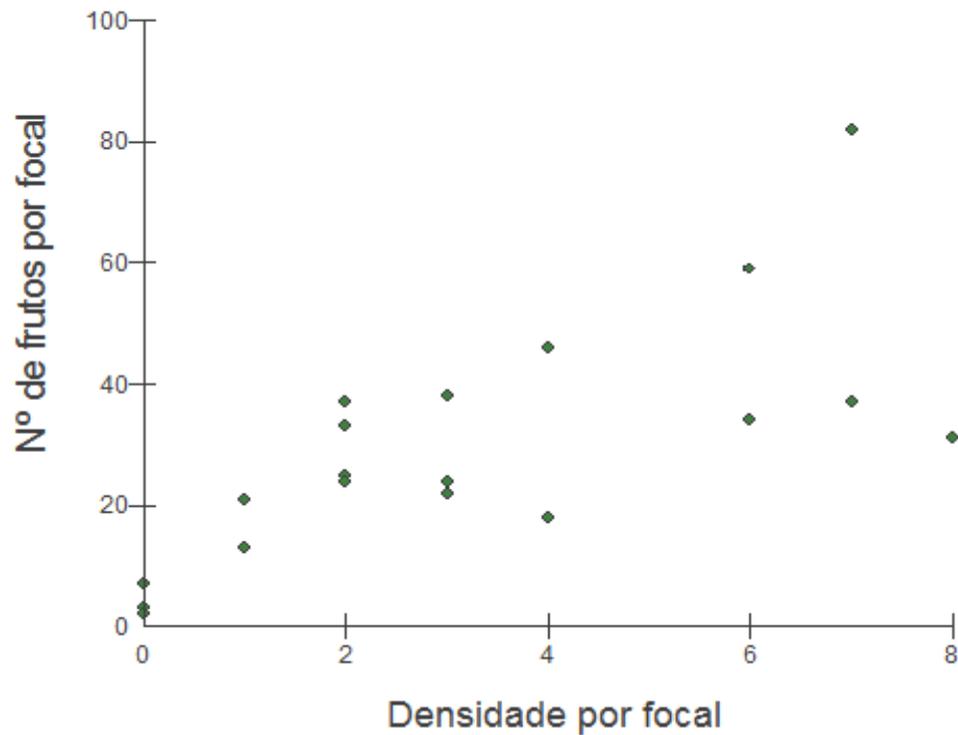
A densidade encontrada na população de *Styrax ferrugineus* do Campus da UEG de Anápolis é baixa. A média de densidade encontrada nos 20 focais analisados foi de  $3,05 \pm$

2,50 indivíduos por focal e produção média de 30,5 frutos. Entretanto a floração em massa, perfazendo dois meses em 2011 e 2012, pode ser decisiva para maximizar o *display* floral na pouca densidade na área de 314 m<sup>2</sup>.



**Figura 05**-Exemplar de *Styrax ferrugineus* queimado em 2011 e recuperado em 2012 no *Campus* da UEG, Anápolis, Goiás.

A correlação entre densidade e número de frutos produzidos pela população foi positiva e significativa ( $r= 0,7451$ ;  $t(\text{calculado}) = 4,7391$ ;  $p = 0,0002$ ) e a correlação demonstrou que 55% ( $r^2=0.5551$ ) do aumento do número de frutos é explicado pelo aumento da densidade de indivíduos de *Styrax ferrugineus* ( $r= 0,7451$ ;  $t(\text{calculado}) = 4,7391$ ;  $p = 0,0002$ ) (Figura 06).



**Figura 06-** Correlação de Pearson entre número de frutos produzidos por focal de *Styrax ferrugineus* e a densidade em 314 m<sup>2</sup> área da circunferência deste focal.

Nas plantas autoincompatíveis (AI), como é o caso da espécie em estudo, a frutificação é exclusivamente afetada pela oferta de pólen de outros indivíduos co-específicos (KATO, HIURA 1999). Assim, *Styrax ferrugineus* é dependente de polinizadores bióticos (abelhas, pequenos insetos, lepidópteros e vespas) (MARUYMA *et al.* 2012) e estes reagem positivamente ao “odor adocicado”, ao contraste “branco-creme” da corolas, entre outros atributos. Entende-se assim, que o aumento da densidade de indivíduos, e conseqüentemente do display floral, do “odor adocicado” e da mancha de cor “branco-creme” afeta significativamente a produção de frutos desta espécie.

Alguns estudos observacionais encontraram correlações positivas entre a densidade floral e visitas de polinizadores, pilhagem de pólen e produção de frutos (FEINSINGER *et al.* 1986.; KLINKHAMER, DE JONG 1990; CASE *et al.* 1997; STEVEN *et al.* 2003).

#### 4.5 Influência da distância do pólen exógeno na fecundidade de *Styrax ferrugineus*

Os tratamentos diferenciaram na formação de frutos, as inflorescências do tratamento cruzado interpopulacional, população de *S. ferrugineus* próximo ao DAIA, teve um sucesso reprodutivo maior do que os tratamentos controle e cruzado intrapopulacional (Tabela 05), presume-se que a distância de doação do pólen é importante para aumentar a taxa de fecundação cruzada no tratamento cruzado interpopulacional, já que a distância média foi de  $753,87 \pm 371,97$ m, enquanto a doação do pólen exógeno intrapopulacional foi menos de 10 m.

**Tabela 05** – Sucesso reprodutivo em diferentes distâncias populacionais de *Styrax ferrugineus* na área do Campus da UEG, Anápolis, GO.

	Controle	Cruzado intrapopulacional	Cruzado interpopulacional
<b>Flor</b>	173	200	70
<b>Fruto</b>	32	84	45
<b>Sucesso reprodutivo (%)</b>	23,5	42	64,29

Entre os possíveis fatores que limitam a polinização cruzada, está a fragmentação de habitats, isolamento populacional e conseqüentemente a diminuição do fluxo gênico, como já citado anteriormente, os polinizadores que possuem raios corpóreos maiores tendem a forragear distâncias maiores e conseqüentemente aumentam a fecundação cruzada, pois levam polens com uma maior variabilidade genética para a planta receptora (MANENTE-BALESTIERI, MACHADO 1999).

O tratamento manual (cruzado) efetiva a fecundação, ao contrário do grupo controle que está sujeito a presença e eficiência dos polinizadores na fecundação cruzada. Se a distância das populações a serem polinizadas for maior que o poder de forrageiro do polinizador, a polinização será limitada e a homozigose de genes deletérios recessivos nos frutos será maior resultando em abortos ou a próxima geração de plantas com genes deletérios, devido a depressão endogâmica (CUNNINGHAM 2000; GOVERDE *et al.* 2002).

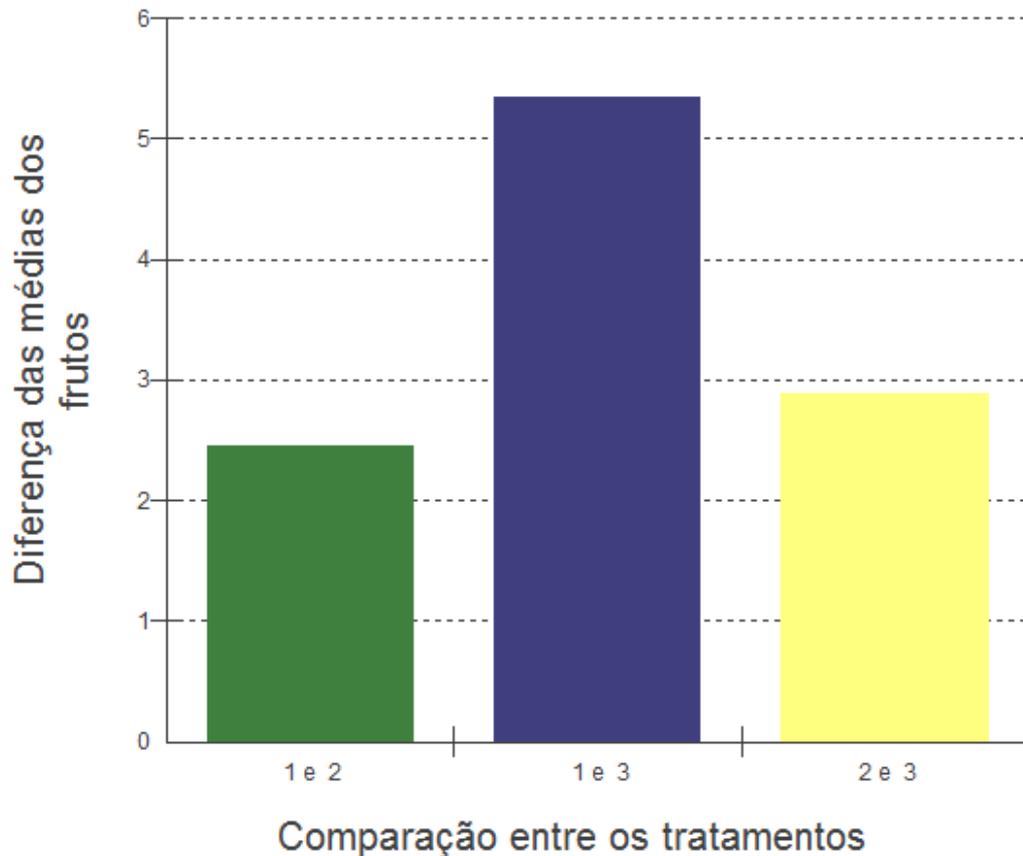
Dessa forma, uma mudança ambiental causada pela fragmentação ou pelo fogo “antrópico” levará a extinção ou mudança de comportamento dos polinizadores, isto afetará o

sucesso reprodutivo das populações vegetais alógamas associadas a autoincompatibilidade e a adaptabilidade e até a sobrevivência destas populações a longo prazo (BRUNA 2002; GOVERDE *et al.* 2002).

As abelhas do gênero *Bombus* sp, principais polinizadores da espécie do estudo, não conseguem polinizar plantas com distâncias superiores a 400 m por sua própria característica intraespecífica de raio de voo, poder de dispersão, isto sugere que mesmo que tenha indivíduos da espécie no fragmento de cerrado *sensu stricto* no *Campus* da UEG, ela será incapaz de levar o pólen para indivíduos situados a uma distância superior, com os indivíduos localizados próximo no DAIA e aqueles localizados próximos ao *Campus* (FERREIRA 2008).

Andrieu *et al.* (2009) afirmam que os polinizadores podem adaptar seu comportamento de forrageio de acordo com a disponibilidade dos recursos disponíveis e o arranjo espacial dos indivíduos, a alta densidade populacional em um contexto fragmentado pode manter o polinizador forrageando pequenas ilhas de recurso, ao invés de percorrer distâncias longas. A influência da densidade de *Styrax ferrugineus* na formação de frutos, tópico anterior, comprovou que agregações maiores de indivíduos podem atrair mais polinizadores e ter aumento no sucesso reprodutivo da espécie.

Houve variação significativa no número de frutos entre os tratamentos,  $\alpha < 0,001$ , entre os tratamentos controle, cruzado intrapopulacional e interpopulacional (Figura 07). Também teve diferenças significativas, por ordem crescente, entre os tratamentos controle e cruzado intrapopulacional (1 e 2), cruzado intra e interpopulacional (2 e 3) e controle e cruzado interpopulacional (1 e 3) (Figura 07).



1\* controle

2\*cruzado intrapopulacional

3\*Cruzado interpopulacional

**Figura 07**-Diferença de frutos produzidos entre os diferentes tratamentos,  $\alpha < 0,001$  (1) controle; (2) cruzado intrapopulacional e (3) cruzado interpopulacional, em *Styrax ferrugineus* no Campus da UEG, Anápolis, GO.

O pólen exógeno retirado dos indivíduos próximos do Campus da UEG por ter uma alta distância espacial do estigma, em média mais de 700 m, dos indivíduos próximos ao DAIA têm uma limitação espacial, evidenciado pela alta diferença da fecundação cruzada intrapopulacional e interpopulacional deste trabalho.

A influência positiva da distância na produtividade de frutos já foi observado anteriormente por Haber e Frankie (1982) para o gênero *Luehea* na Costa Rica e também por Taroda e Gibbs (1982) para a espécie *Sterculia chicha* St. Hil. (Sterculiaceae).

#### 4.6 Eficácia reprodutiva

Os dados obtidos para a eficácia reprodutiva estão representados na Tabela 06. A polinização manual cruzada foi feita em 200 flores e destas, 84 tornaram-se frutos, representando um sucesso de 42% e eficácia reprodutiva de 38% para o tratamento cruzado. O tratamento cruzado (exposto a condições totais de disponibilidade de pólen) obteve um percentual de formação de frutos maior do que o controle, onde o pólen não foi garantido por polinização manual cruzada.

**Tabela 06** – Eficácia reprodutiva de *Styrax ferrugineus* no Campus UEG, Anápolis, GO.

Indivíduo	Nº de flores		Frutos formados	
	Controle	Cruzado	Controle	Cruzado
20	200	200	32	84
<b>Eficácia reprodutiva (ER)</b>			--	0,38

O valor baixo de eficácia reprodutiva (ER=0,38) confirma a indisponibilidade de polinizadores no *Campus* da UEG e a ineficiência dos mesmos no transporte de grãos de pólen entre a planta doadora e receptora de pólen (SANTOS, 2003). O índice muito abaixo de 1 vai ao encontro das observações não sistematizadas feitas em campo: fragmentação, antropização, ambiente perturbado. Enquanto nas observações sistematizadas constatou-se a ausência de abelhas grandes das 08:00 às 10:00 horas, horário do manuseio do pólen para a realização dos tratamentos.

Esta baixa eficácia reprodutiva (ER=0,38) indica que os indivíduos de *S. ferrugineus* estão sendo prejudicados muito mais pela falta de polinizadores do que pela depressão endogâmica, já que o pólen utilizado efetivamente para a realização dos cruzamentos é proveniente de indivíduos situados a uma distância média menor que 10m. No caso de forte endogamia resume-se que a taxa de frutos formada seria menor, devido ao aborto dos frutos, e consequentemente a eficácia reprodutiva da espécie seria maior.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área do Campus da Universidade Estadual de Goiás em Anápolis, usada para realização deste trabalho, tem baixa produção de frutos de *Styrax ferrugineus*. Provavelmente isso ocorre pela antropização do local, alta incidência de incêndios criminosos, populações isoladas a distâncias maiores que o raio de forrageio dos polinizadores (*Bombus* sp), endogamia, característica intrínseca de reprodução da espécie, e o principal fator, falta de polinizadores na área de estudo.

Houve uma alta taxa de viabilidade polínica na espécie estudada, já esperada, pois se trata de uma espécie com sistema autoincompatível. A endogamia pode estar levando ao aborto dos frutos imaturos de *S. ferrugineus*, constatado em observações em campo, onde uma alta proporção de frutos imaturos secou ao longo do acompanhamento. Para estudos posteriores é necessária a investigação sobre qual fator está causando a alta proporção de frutos abortados.

A queimada em 2011 no *Campus* da UEG destruiu a parte aérea de cinco indivíduos de *S. ferrugineus*. A queimada em plena época reprodutiva é muito prejudicial para a planta, pelo pouco tempo para restabelecer a reserva de nutrientes e investir na formação de partes vegetativas e reprodutivas.

*Styrax ferrugineus* tem sucesso reprodutivo baixo, depende de polinizadores, sendo a herbivoria um importante fator de insucesso reprodutivo. A densidade e o isolamento populacional têm correlação positiva com a fecundação por polinização cruzada manual.

É fundamental o manejo de indivíduos de *S. ferrugineus* para a área de estudo, visando o aumento da variabilidade genética das próximas gerações de *S. ferrugineus* e consequentemente o aumento da fecundidade da espécie. Entretanto este manejo deve ser feito de maneira correta, considerando a densidade populacional do fragmento, a distância de voo dos polinizadores e da recomposição espacial dos indivíduos.

As ações de conservação devem ser prioritárias tanto do governo do Estado de Goiás e da UEG para o fragmento de cerrado desta unidade tão antropizado por fazendeiros, pessoas da comunidade da UEG e dos setores próximos a UnUCET, além da forte expansão do DAIA.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZEN, M.A.; FEINSINGER, P. Fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco Dry Forest, Argentina. **Ecology** v. 75, n.2, p. 330-351. 1994.
- ANDRIEU, E., DORNIER, A., ROUIFED, S., SCHATZ, B., CHEPTOU, P. 2009. The town Crepis and the country Crepis: How does fragmentation affect a plant–pollinator interaction? **Acta Oecologica** v. 35, p:1 – 7. 2009.
- ANTUNES, N. B., RIBEIRO, J. F. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em Matas de Galeria do Distrito Federal. **Pesq. Agropec. Bras.** v.34, p: 1517-1527. 1999.
- BATALHA, M. A.; AGARAK, S. MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do Cerrado em emas (Pirassununga, SP). **Acta boto bras.** 11 (I): 61. 1997.
- BESPALHOK FILHO, J. C. Transformação genética de plantas. In: DESTRO D, MONTALVAN R. (Org.). Melhoramento Genético de Plantas. Londrina: UEL, p. 613-619. 1999.
- BOTTO, V.O. Cruzamiento interspecíficos en *Eucalyptus* sp. In: Actas del XI Congreso Forestal Mundial, Antalya, Turquía 8:1-9. BOTTO, V.O. 1997. Cruzamiento interspecíficos en *Eucalyptus* sp. In: Actas del XI Congreso Forestal Mundial, Antalya, Turquía 8:1-9. Disponível em [http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/v8/es/v8s\\_e5.html](http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/v8/es/v8s_e5.html) (acesso em Setembro de 2012).
- BRUNA, E.M.; NARDY, O.; STRAUSS, S., HARRISON, S. Experimental assessment of *Heliconia acuminata* growth in a fragmented Amazonian landscape. **Journal of Ecology** v.90, p. 639–649. 2002.
- CARDOSO, A. I. I. Depressão por endogamia após quatro gerações sucessivas de autopolinização em abóbora Depression by inbreeding after four successive self-pollination squash generations. **Scientia Agricola**, Vol.61, p.224-227. 2004.
- CARMAN, J. G. Asynchronous expression of duplicate genes in angiosperms may cause apomixis, bispory, tetraspory, and polyembryony. **Biological-Journal-of-the-Linnean-Society**, 6, 1997.
- CARREGARO, J. B. **Insetos herbívoros em botões florais de *Caryocar brasiliense* Camb (Caryocaraceae): Comparação entre duas áreas de cerrado, DF.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) Instituto de Ciências Biológicas Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- CASE FW JR, AND CASE RB. Trilliums. Timber, Portland, Or. Courchamp F, Clutton-Brock T, Grenfell B (1999) Inverse density dependence and the Allee effect. **Trends Ecol Evol** 14:405–410, 1997.
- CAVALLI, S. S. Apomixia: um método de reprodução assexual. In. FREITAS, LB de; BERED, F. **Genética e evolução vegetal.** p.41-55, 2003.
- CHECCHIA DA INÊS, M.C. **Fenologia e sucesso reprodutivo de *Psychotria suterella* (Rubiaceae): efeitos da disponibilidade de recursos e densidade floral.** 2006. 186f.

Dissertação (Mestrado em Ecologia) Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

COELHO, C.P.; BARBOSA, A.A.A. Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.3, p.403-413, 2003.

COLLEVATTI, R. G., CAPOS, L. A. O. & SCHOEREDER, J.H. 1997. Foraging behaviour of bee pollinators on the tropical weed *Triumfetta semitriloba*: departure rules from flower patches. **Insectes Sociaux** **44**:345 – 352.

CUNNINGHAM, S. A. Depressed pollination in habitat fragments causes low fruit set. Key Centre for Biodiversity and Bioresources, Division of Environmental and Life Sciences, Macquarie University. The Royal Society, **Proc. R. Soc. Lond.** **267**, 1149-1152 2000

DAFNI, A. Pollination ecology: a practical approach. **Oxford University Press**. 1992.

DE MARCO, P.; COELHO F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation** **13**: 1245–1255, 2004.

FERREIRA, F. M. C. **A polinização como um serviço do ecossistema: uma estratégia econômica para a conservação**. 2008. 234f. Tese (Doutorado em Ecologia) Universidade Federal de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008.

FOURNIER, L. A. 1969. Estudio preliminar sobre la floración en el Roble de sabana *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl. **Revista de Biología Tropical** **15**(2): 259-267.

FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasil. Bot.**, V.25, n.3, p.311-321, set. 2002.

FRITSH, P.W. 1999. Phylogeny of *Styrax* based on morphological characters, with implications for biogeography and infrageneric classification. **Systematic Botany** **24**: 355-378.

FRITSCH, P. W.; MORTON, C. M.; CHEN, T.; MELDRUM, C. Phylogeny and biogeography of the Styracaceae. **International Journal of Plant. Sciences** **162** (6 Suppl.): 95–116. 2001.

GOOGLE MAPS Brasil. **Vista aérea do Campus da UEG**. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>>. Acesso em: 10/agos/2012.

GOVERDE, M., SCHWEIZER, K., BAUR, B. & ERHARDT, A. Small-scale habitat fragmentation effects on pollinator behaviour: experimental evidence from the bumblebee *Bombus veteranus* on calcareous grasslands. **Biological Conservation** **104**:293–299. 2000

HABER, W.A.; FRANKIE, G.W. Pollination of *Luehea* (Tiliaceae) in Costa Rican deciduous forest. **Ecology**, v.63, n.6, p.1740-1750. 1982.

FERREIRA, M. A. J. F., DE-QUEIRÓZ, M. A.; DUARTE, J. B. Pré-melhoramento de uma população de melancia com sistema misto de reprodução pre-improvement of a watermelon

population with a mixed reproduction system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Vol.36(2), p.131, 2007.

KARASAWA, M. M. G. **Diversidade Reprodutiva de Plantas**.– Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética– SBG, p.26-46. 2009.

KATO, E.; HIURA, Fruit set in *Styrax obassia* (Styracaceae): the effect of light availability, display size, and local floral density. **American Journal of Botany** **86(4)**: 495–501. 1999.

KLINKHAMER, P. G. L.; DE JONG, T. J. Effects of plant size, plant density and sex differential nectar reward on pollinator visitation in the protandrous *Echium vulgare* (Boraginaceae). **Oikos** **57**:399–405.1990.

KNIGHT, T. M. Floral density, pollen limitation, and reproductive success in *Trillium grandiflorum*. **Oecologia** **13(7)**: 557–563. 2003.

KUNIN, W.E. Population size and density effects in pollination: pollinator foraging and plant reproductive success in experimental arrays of *Brassica kaber*. **Journal Ecology**, v.85, p.225-234, 1997.

HUANG, K. C. **The Pharmacology of Chinese Herbs**, 2nd ed., New York: CRC Press. 2009.

LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago. 1997.

LIPOW, S.R.; WYATT, R. Floral morphology and late-acting selfincompatibility in *Apocynum cannabinum* (Apocynaceae). **Plant Systematics Evolution**, Vienna, v.219, p.99-109, 1999.

MACHADO, A.O.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Biologia floral e reprodutiva de *Casearia grandiflora* Camb. (Flacourtiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 283-290, 2000.

MANENTE-BALESTIERI, F. C. D. L. & MACHADO, V. L. L. Entomofauna Visitante das Flores de *Cassia spectabilis* (L.) D C. (Leguminosae). *In*: Congresso de Entomologia do Brasil. **Anais ... Rio Claro – SP: [CEB/UNICAMP]**, 1999. v. 28(3), p.492-437.

MARUYAMA, K. P.; CUSTÓDIO, L. N.; DOMINGOS-SILVA, M. M. M.; OLIVEIRA, P. E. Aspectos da biologia reprodutiva de *styrax ferrugineus* (styracaceae). *In*: Congresso brasileiro de Ecologia. **Anais ... São Lourenço-MG: [SEB/UFU]**, 2009.1-3.

MARUYAMA, K. P.; CUSTÓDIO, L. N.; OLIVEIRA P. N. When hummingbirds are the thieves: visitation effect on the reproduction of Neotropical snowbell *Styrax ferrugineus* Nees & Mart (Styracaceae). **Acta Botanica Brasilica** **26(1)**: 58-64. 2012.

MENDONÇA, P. K. M.; CUSTÓDIO, L. M.; DOMINGOS-SILVA M. M. M.; OLIVEIRA P. E. Aspectos da biologia reprodutiva de *styrax ferrugineus* (styracaceae). *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*. São Lourenço – MG. 2009.

- MANENTE-BALESTIERI, F. C. D. L. & MACHADO, V. L. L. Entomofauna Visitante das Flores de *Cassia spectabilis* (L.) D C. (Leguminosae). *In: Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. Rio Claro – SP, v. 28(3), p.492-437. 1999.
- MIRANDA, I. S. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de Alter-do-Chão, PA. *Revista Brasileira de Botânica* 18(2): 235-240. 1995.
- MORELLATO, L. A. F.; RODRIGUÊS, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F.; JOY, C. A. Estudo comparativo de seis espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista brasileira de botânica**, **12**: 85-98. 1989.
- MUNHOZ, M.; PINTO DA LUZ, C. F.; MEISSNER FILHO, P. E.; BARTH, O. M. REINERT, F. Viabilidade polínica de *Carica papaya* L.: uma comparação metodológica. **Revista Brasil. Bot.** 31(2): 209-214, abr/jun. 2008.
- MUSTAJÄRVI K.; SIIKAMÄKI P.; RYTKÖNEN S.; LAMMI A. Consequences of plant population size and density for plant-pollinator interactions and plant performance. **J. Ecol.**, v. 89. p. 80-87. 2001.
- NAKAJIMA, J.N. & MONTEIRO, R. Estudos fitogeográficos com espécies de *Styrax* L. (Styracaceae) dos cerrados brasileiros. **Eugeniana** **12**:3-10.1986.
- NASCIMENTO, S. M. Efeitos de fragmentação de habitats em população vegetais. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 2008. Disponível em: <http://www2.ib.unicamp.br/profs/fsantos/nt238/2007/Monografias/Monografia-Sandro.pdf>, acessado dia 19 de Setembro de 2012.
- OLIVEIRA, P.E. **The pollination and reproductive biology of a Cerrado woody community in Brazil**. 1991. PhD thesis, University of St. Andrews, St. Andrews, Scotland U.K.
- PAULETTI, M. P.; TELES, H. L.; SILVA, D. H. S.; ARAÚJO, A. R. BOLZANI, V. S. The Styracaceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy** 16(4): 576-590, Out./Dez. 2006.
- POUND, L.M.; WALLWORK, M.A.B.; POTTS, B.M.; SEDGLEY, M. Pollen tube growth and early ovule development following self and cross-pollination in *Eucalyptus nitens*. **Sex Plant Reproduction**, Zurich, v. 16, p.59-69, 2003.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, SE. **Biologia vegetal** 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.p. 840. 2007.
- SANTOS, K. L.; LENZI, M.; CAPRESTANO, C A.; DANTAS, A. C. M.; PIERRE, J. DUCROQUET, H. J.; NODARI, R. O.; ORTH, A. I.; GUERRA, M. Evidência da atuação do sistema de auto-incompatibilidade tardia em *Acca sellowiana* (Berg) Burret. (Myrtaceae). **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal** - SP, v. 29, n. 1, p. 120-123, Abril 2007.
- SANTOS, M. L. **Florística e biologia reprodutiva de espécies de Melastomataceae no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas e Parque Estadual da Serra dos Pirineus, Goiás**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília (DF). 159p.

- SARAIVA, L. C., CESAR, O.; MONTEIRO, R.. Biologia da polinização e reprodução de *Styrax camporum* e *S. ferrugineus* Ness et Mart. (Styracaceae). **Revta. Brasil. Bot.** 11:71-80. 1988.
- SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. 2002. **Abelhas Brasileiras – Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte – MG: Fernando A. Silveira, 1a edição, 253p.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; MÜNZENBERG, U.; BÜERGER, C.; THIES, C.; TSCHARNTKE, T. Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. **Ecology**. 83, n.5, p. 1421-1432. 2002.
- STEVEN JC, PERONI PA, ROWELL E (1999) The effects of pollen addition on fruit set and sex expression in the andromonoecious herb Horsenettle (*Solanum carolinense*). *Am Midl Nat*141:247–252.
- TARODA, N.; GIBBS, P.E. Floral biology and breeding system of *Sterculia chicha* St. Hil. (Sterculiaceae). **New Phytologist**, v.90, p.735-743. 1982.
- TORRES, M.W. **Biologia reprodutiva e polinização de *Senna multijugano* Parque Nacional de Itatiaia e na Área de Proteção Ambiental da Serrinha do Alambari**. 2009. Dissertação (Mestrado em Botânica). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/ Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, RJ.
- VIANNA, M.R. **Frutificação e herbivoria floral de espécies de Melastomataceae em áreas em recuperação após mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG**. 2003. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4nd. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. 1999.
- ZANETTINI, MHB; LAUXEN, M da S. Reprodução nas angiospermas. In. FREITAS, LB de; BERED, F. **Genética e evolução vegetal**. p.29-40. 2003.