

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

INTERAÇÕES ENTRE *Cupania vernalis* Camb. (SAPINDACEAE)  
E INSETOS ANTÓFILOS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS NO  
SUL DO BRASIL.

**Daniela Loose Ferreira**  
**Orientadora: Dra. Betina Blochtein**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**  
**PORTO ALEGRE – RS - BRASIL**  
**2009**

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
APRESENTAÇÃO .....	8
CAPÍTULO 1.....	9
Diversidade de visitantes florais de <i>Cupania vernalis</i> (Sapindaceae) em dois fragmentos de Mata Atlântica no sul do Brasil .....	10
CAPÍTULO 2.....	37
Recompensas alimentares para abelhas sociais e polinização entomófila de <i>Cupania vernalis</i> (Sapindaceae) em fragmentos de Mata Atlântica.....	38
CONCLUSÕES GERAIS .....	78
ANEXOS.....	79

## AGRADECIMENTOS

No decorrer deste trabalho de mestrado tive a oportunidade de receber o apoio e a ajuda de muitas pessoas que contribuíram para o meu sucesso pessoal e profissional. Desta forma agradeço de todo o coração às pessoas citadas abaixo:

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Betina Blochtein pela orientação e os ensinamentos recebidos durante o mestrado.

Ao Prof. Dr. Cláudio Mondim pela recomendação da planta a ser estudada e por compartilhar comigo seus conhecimentos de botânica.

Ao Prof. Dr. João Feliz pela assessoria estatística relacionada aos dados obtidos no trabalho.

Ao Prof. Dr. Leandro Astarita pelo auxílio quanto à fenologia da planta estudada.

Ao Presidente da Associação dos Moradores de Rochedo (Ernani Faiffer) pela permissão da realização dos trabalhos de campo em Igrejinha.

A pessoa mais importante da minha vida, meu marido, Adriano Ruviano por todo seu amor, sua compreensão e paciência. Por todas as vezes que me fez sorrir, refletir e continuar lutando. Por ter realizado comigo este sonho, participando intensamente do meu mestrado, como ajudante e conselheiro.

Ao meu pai, José Eloni Ferreira e minha mãe, Vera Maria Loose Ferreira no qual sempre me apoiaram em todos os momentos de minha vida com muito amor e carinho. E por terem contribuído com a parte logística do meu trabalho.

A minha amiga e terapeuta, Vera Elhers, por toda a sua dedicação, seu bom humor, seus conselhos e ensinamentos nos quais me fizeram acreditar em mim e descobrir uma nova vida.

A minha avó, Estelita Ferreira pela ajuda na confecção dos saquinhos para os tratamentos de polinização.

Ao meu irmão, rei do design, Rafael Loose Ferreira pela ajuda e paciência nas inúmeras edições e reedições das imagens dos manuscritos, até que ficassem perfeitas.

Ao caseiro do Sítio das Araucárias (Neri Kades) pelo apoio na construção dos andaimes nas áreas de estudo.

Minha gratidão a minha co-orientadora, Annelise de Souza Rosa, pela parceria ao me acompanhar nas idas ao campo e transmitir seu conhecimento e experiência. Por ter tido a paciência de ler meus resumos e manuscritos e por ter feito comigo a retrospectiva 2009 através das tabelas de produtividade.

À Letícia Lopes pela amizade e pela ajuda recebida quanto à análise dos dados e a confecção do manuscrito de diversidade.

A Mariana Z. Fernandes pela amizade, carinho, apoio sentimental e mão de obra empregada em muitos experimentos.

Agradeço também aos demais estagiários de iniciação científica no qual passaram pelo laboratório durante o meu mestrado e que auxiliaram na montagem, identificação e catalogação dos insetos.

Aos demais amigos do laboratório, que me proporcionaram um ambiente descontraído de trabalho regado a muito chimarrão e gargalhadas.

À PUCRS pela utilização da infra-estrutura que permitiu a realização dessa pesquisa e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

## RESUMO

À medida que aumenta a pressão antrópica no planeta, aumentam as ameaças aos ecossistemas, principalmente os tropicais. Com as alterações de habitats e os desmatamentos ocorre também a redução da diversidade de insetos. Neste contexto, insere-se *Cupania vernalis* Cambes. (Sapindaceae), uma planta de interesse ecológico por ser utilizada na recuperação de áreas degradadas e por servir de suporte para a fauna associada. Considerando a interação positiva entre as abelhas e planta melitófilas objetivou-se investigar a diversidade de insetos antófilos e o potencial polinizador destes organismos associados à floração de *C. vernalis* e sua importância como fonte alimentar. O estudo foi conduzido em dois fragmentos de Mata Atlântica, nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, no Rio Grande do Sul, Brasil. Em cada área de estudo árvores de *C. vernalis*, presentes nas bordas dos fragmentos florestais, foram selecionadas e estudadas quanto à fenologia da floração. A biologia floral foi analisada caracterizando-se os estágios da antese, a receptividade estigmática, a disponibilidade e viabilidade polínica bem como a presença de néctar e de osmóforos. Insetos visitantes florais foram capturados diretamente nas copas de árvores selecionadas, ao longo do período de floração, totalizando um esforço amostral de 32 horas. A frequência de visitas de insetos às flores foi registrada e relacionada ao desenvolvimento da floração. O potencial polinizador de *Scaptotrigona bipunctata* L. e *Apis mellifera* L. foi avaliado acompanhando-se o comportamento de abelhas quanto ao contato com estigmas e anteras, recursos coletados, número de flores visitadas, tempo de permanência nas flores e a fidelidade floral. A partir de testes de polinização (livre visita de insetos/exclusão de insetos) avaliou-se a eficiência da polinização entomófila. A floração de *C. vernalis* foi abundante e assíncrona e estendeu-se de março a julho. Em cada inflorescência diferenças temporais nas fases pistiladas e estaminadas levaram à maior heterogeneidade na disponibilidade de néctar e pólen. Evidenciou-se a necessidade de visitas às flores pistiladas receptivas (fases 2 e 3) e estaminadas que detém polens viáveis (fases 3 e 4). Foram registrados 680 indivíduos, distribuídos em 142 espécies. Dentre a ordem Hymenoptera, a família Apidae foi a mais amostrada com 94,08% das espécies. O número de insetos coletados variou significativamente de acordo com a quantidade de flores das copas de *C. vernalis*, os horários de coleta e a temperatura. Os índices de diversidade indicaram que o fragmento de Três Coroas ( $H' = 3,243$ ;  $\lambda = 0,8633$ ), possui maior riqueza de espécies e menor abundância relativa em relação ao fragmento de Igrejinha ( $H' = 2,651$ ;  $\lambda = 0,7909$ ). Em Três Coroas, *S. bipunctata* foi a mais freqüente (60%), enquanto que *A. mellifera* foi mais representativa em Igrejinha (65,9%). A relação entre a frequência destas abelhas sociais e o curso da floração foi significativamente positiva. Indivíduos destas espécies carregavam elevados índices de pólen da planta-alvo (97-99%). Entretanto, comparativamente à *Apis mellifera*, *S. bipunctata* possui menor tamanho corporal e durante os pousos nas flores os indivíduos estabeleceram maior contato com anteras e estigmas, obtendo maiores cargas de pólen nas corbículas. Nas duas áreas os índices de polinização com a ação de insetos foram superiores ao controle, embora o número de óvulos/semente em Três Coroas (2,28:1) tenha sido menor que em Igrejinha (8,40:1). Os resultados apontam que a diversidade dos visitantes florais está relacionada à conservação dos fragmentos. As floradas de *C. vernalis* oferecem recursos alimentares para insetos antófilos, predominantemente abelhas sociais, durante o outono-inverno, os quais elevam significativamente seu sucesso na produção de sementes.

## ABSTRACT

### INTERACTIONS BETWEEN *Cupania vernalis* Camb. (SAPINDACEAE) AND ANTHOPHILOUS INSECTS IN FOREST FRAGMENTS FROM SOUTHERN BRAZIL

As the anthropogenic pressure increases on our planet so do threats to the ecosystems, mainly to tropical ones. Together with habitat changes and deforestation a decrease in insects' diversity also occurs. It is in this context that the *Cupania vernalis* Cambes. (Sapindaceae) is inserted, a plant with ecological interest as it is used for recovering degraded areas and serving as a support for its associated fauna. Considering the positive interactions between bees and melittophilous plants an investigation of the anthophilous insects' diversity and pollinating potential, associated with *C. vernalis* florescence and its importance as a food resource was sought. The study was performed on two fragments from the Atlantic Forest, in the Três Coroas and Igrejinha municipalities, Rio Grande do Sul State, Brazil. In each of the study areas *C. vernalis* trees, found on the forest fragment's limits, were selected and studied for its florescence phenology. The floral biology was studied characterizing anthesis stages, stigmatic receptivity, pollen viability, as well as the presence of nectar and osmophores. Flower visiting insects were captured directly from the selected tree-tops during the florescence period, adding up 32 hours of sampling efforts. The frequency of the insects' visits to the flowers was registered and related to the florescence development. The *Scaptotrigona bipunctata* L. and *Apis mellifera* L. pollinating potential was evaluated following-up the bees' behavior in relation to contact with the stigmas and anthers, resources collected, number of flowers visited, time spent on flowers, and floral fidelity. From pollination tests (spontaneous visits/insect-isolation) the entomophilous pollinating efficiency was evaluated. *C. vernalis* florescence was abundant and asynchronous, having occurred from March to July. In each inflorescence, time differences in the pistillate and staminate phases incurred a greater heterogeneous characteristic in respect to nectar and pollen availability. The need for visits to the receptive pistillate flowers (phases 2 and 3) and staminate flowers having viable pollens (phases 3 and 4) was evidenced. Six hundred and eighty individuals were registered, distributed among 142 species. Within the Hymenoptera Order, the Apidae family was the one with the most species sampled, 94.80%. The number of insects gathered varied significantly according to the amount of flowers on *C. vernalis* tree-tops, the gathering hours, and the temperature. The diversity indexes indicated that the Três Coroas ( $H' = 3.243$ ;  $\lambda = 0.8633$ ) fragment presents a greater species wealth and a smaller relative abundance compared to the Igrejinha ( $H' = 2.651$ ;  $\lambda = 0.7909$ ) fragment. In Três Coroas, *S. bipunctata* showed a greater frequency (60%), while *A. mellifera* showed a greater representativeness in Igrejinha (65.9%). The relationship between these social bees' frequency and the florescence process was significantly positive. Individuals from these species carried high indexes of pollen from the target-plant (97-99%). However, comparatively to *Apis mellifera*, *S. bipunctata* has a smaller body size and during its landing on the flowers the individuals had more contact with anthers and stigmas, placing larger loads of pollen in their pollen baskets. The pollination indexes having insect action were higher than the control in both areas, even though the number of the ovule/seed ratio in Três Coroas (2.28:1) was lower than that of Igrejinha (8.4:1). The results show that the flower visitors'

diversity is related to the fragments' conservation. *C. vernalis* floescence offers food resources for anthophilous insects, predominantly social bees, during the autumn-winter period; these individuals elevate significantly the seed production chances of the plants.

## APRESENTAÇÃO

*Cupania vernalis* Camb., conhecida popularmente como camboatá, camboatã-vermelho ou arco-de-peneira, é característica de Floresta Semidecídua de Altitude e da Mata Pluvial Atlântica (Reitz 1980). As flores de *C. vernalis* são polígamas (estaminadas e pistiladas) e organizadas em inflorescências terminais do tipo panícula (Reitz 1980; Guarim-Neto 1994) e de um disco nectarífero extra-estaminal (Judd, 2002) que oferece grande atratividade às abelhas. Por ser uma planta secundária adaptada a insolação direta e produtora de flores melíferas no período de outono-inverno, *C. vernalis* possui interesse ecológico como fonte alimentar para insetos antófilos e recuperação de áreas degradadas de preservação permanente. Aliado ao interesse ecológico, *C. vernalis* apresenta-se também como uma espécie de importância econômica, pois sua madeira pode ser utilizada na marcenaria, na produção de tanino e como fonte medicinal (Lorenzi 2000; Rodrigues & Carvalho 2001).

A presente pesquisa, relativa à interação entre *C. vernalis* e insetos antófilos em fragmentos florestais no sul do Brasil, é apresentada em dois capítulos. O primeiro estudo trata da comparação da diversidade de insetos antófilos encontrada em dois fragmentos de Mata Atlântica, nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, RS. O segundo avalia as interações dos insetos antófilos com a floração de *C. vernalis*, através dos tratamentos de polinização, identificando seus efetivos polinizadores. Ambos os capítulos serão posteriormente traduzidos para o inglês e submetidos às seguintes revistas internacionais: Revista Zootaxa (capítulo 1) e Revista Environmental Entomology (capítulo 2).

## **CAPÍTULO 1**

DIVERSIDADE DE VISITANTES FLORAIS DE *Cupania vernalis* (SAPINDACEAE) EM DOIS FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL.

DANIELA LOOSE FERREIRA<sup>1</sup>, LETÍCIA DE AZAMBUJA LOPES<sup>2</sup> & BETINA BLOCHTEIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biodiversidade e Ecologia, Faculdade de Biociências, Laboratório de Entomologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Av. Ipiranga, 6681, 90619-900, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Pós Graduação em Entomologia. Av. Bandeirantes, 3900, 14040-901, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

<sup>1</sup> daniiloose@gmail.com; <sup>2</sup> leazambuja@pg.ffclrp.usp.br; <sup>1</sup> betinabl@pucrs.br.

---

**Abstract.** The destruction of natural habitats, such as Atlantic Forest, creates adverse conditions that modify the structure of the community, affecting the ecological relationships between plants, their pollinators and dispersers. This study aims at comparing the diversity of anthophilous insects associated with *C. vernalis* flowering found on forest fragment limits in the Três Coroas and Igrejinha municipalities, Rio Grande do Sul State, Brazil. The sampling was performed twice a month, directly from the 14 tree-tops, during the period from March to May, 2009, which added up to 32 hours of sampling efforts. Six hundred and eighty individuals were compiled, distributed among 142 species. The Apidae was the most representative group, with 94.08% of the sampled individuals. The number of insects sampled varied significantly according to the amount of flowers on the *C. vernalis* tree-tops, the hours, and the temperature. The abundance analysis demonstrated a high number of rare species in both fragments. The Shannon-Wiener and Simpson indexes indicated that the Três Coroas ( $H' = 3.243$ ;  $\lambda = 0.8633$ ) fragment presents a greater diversity compared to the Igrejinha ( $H' = 2.651$ ;  $\lambda = 0.7909$ ) fragment. *Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836 was found to be eudominant in Três Coroas, while *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 was particularly dominant in Igrejinha. The results indicate that the diversity of the *C. vernalis* flower visitors is directly related to the fragment conservation.

**Keywords.** Abundance of visitors, *Apis mellifera*, anthophilous insects, species richness, *Scaptotrigona bipunctata*.

**Resumo.** A destruição de habitats naturais, em especial a Mata Atlântica, cria condições adversas que modificam a estrutura da comunidade, afetando as relações ecológicas entre as plantas, seus polinizadores e dispersores. Este estudo teve como objetivo comparar a diversidade de insetos antófilos associados à floração de *C. vernalis* presente nas bordas de fragmentos florestais nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, Rio Grande do Sul, Brasil. As coletas de insetos foram realizadas duas vezes ao mês, diretamente nas copas de 14 árvores, no período de março a maio de 2009, totalizando um esforço amostral de 32 horas. Foram coligidos 680 indivíduos, distribuídos em 142 espécies. Apidae foi o grupo mais representativo com 94,08% dos indivíduos amostrados. O número de insetos coletados variou significativamente de acordo com a quantidade de flores nas copas de *C. vernalis*, os horários de coleta e a temperatura. A análise de abundância demonstrou elevado número de espécies raras em ambos os fragmentos. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener e Simpson indicaram que o fragmento de Três Coroas ( $H' = 3,243$ ;  $\lambda = 0,8633$ ) possui maior diversidade em relação ao fragmento de Igrejinha ( $H' = 2,651$ ;  $\lambda = 0,7909$ ). *Scaptotrigona bipunctata* L. mostrou-se eudominante em Três Coroas, ao passo que *Apis mellifera* L. foi mais dominante em Igrejinha. Os resultados apontam que a diversidade dos visitantes florais de *C. vernalis* está diretamente relacionada à conservação dos fragmentos florestais avaliados.

**Palavras-chave.** Abundância de visitantes, *Apis mellifera*, insetos antófilos, riqueza de espécies, *Scaptotrigona bipunctata*.

---

## Introdução

Os remanescentes florestais constituem hoje um dos maiores desafios para a conservação biológica (Espírito-Santo *et al.* 2002), sendo que na Mata Atlântica, a maior parte dos remanescentes florestais encontra-se na forma de pequenos fragmentos (Viana 1995). Este bioma é considerado uma área prioritária para conservação biológica do planeta (Dário & Almeida 2000) devido ao seu nível de ameaça, taxa de endemismo e diversidade da fauna e flora, e encontra-se em quarto lugar dentre os 25 *hotspots* mundiais (Myers *et al.* 2000).

A destruição de habitats naturais, em especial a Mata Atlântica, cria condições adversas que modificam a estrutura da comunidade, afetando as relações ecológicas entre as plantas, seus

polinizadores e dispersores (Primack & Rodrigues 2001; Steffan-Dewenter & Tschardtke 2002) comprometendo a sobrevivência de muitas espécies. Desta forma, a redução da diversidade de insetos é alterada, não somente pela redução dos recursos alimentares, mas também pela escassez de locais de nidificação (Schwartz-Filho *et al.* 2004, Steffan-Dewenter *et al.* 2006).

No entanto a perda de polinizadores é preocupante para a conservação, pois a polinização é essencial para a reprodução de muitas plantas nativas e a manutenção da sua diversidade genética (Kearns, Inouye & Waser 1998, Steffan-Dewenter, Potts & Packer 2005), já que as reduções de polinizadores causam declínio na quantidade de pólen ofertado pelos estigmas, reduzindo o número de plantas que realizam a polinização cruzada devido à baixa probabilidade de transferência de pólen (Lennartsson 2002).

Sendo assim, uma das formas de se avaliar o efeito da fragmentação de habitats é através da mensuração da riqueza e a diversidade de determinados grupos funcionais, especialmente de invertebrados (Kremen *et al.* 1993). Dentre estes, os insetos, com seis milhões de espécies estimadas (Speight 1999), constituem um importante grupo na manutenção da estrutura dos fragmentos de florestas tropicais, devido a sua relação ecológica com espécies vegetais e elevada diversidade. Neste contexto, destaca-se a necessidade de estudos de espécies nativas da Mata Atlântica, a exemplo de *Cupania vernalis* ou camboatá-vermelho, as quais podem ser utilizadas para o monitoramento da biodiversidade local.

Segundo Reitz (1980) a espécie arbórea *C. vernalis* habita tanto o interior de matas primárias quanto estágios de formação secundária. É uma espécie semidecídua e heliófita, característica da Mata Pluvial Atlântica. Além disso, é uma planta de interesse ecológico por ser indicada na recuperação de áreas degradadas e por servir de suporte para a fauna, especialmente de insetos antófilos e aves frugívoras. Aliado ao interesse ambiental, *C. vernalis* também apresenta potencial econômico, pois é indicada para o uso na marcenaria, na produção de tanino e como fonte de substâncias medicinais (Lorenzi 2000; Rodrigues & Carvalho 2001).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo conhecer e comparar a diversidade de insetos antófilos associados à floração de *C. vernalis* presentes nas bordas de dois fragmentos de Mata Atlântica no Rio Grande do Sul.

## Material e Métodos

### *Áreas de Estudo*

O estudo foi conduzido em dois fragmentos florestais situados na microrregião da Encosta da Serra Geral (Vieira & Rangel 1984), nos municípios de Três Coroas (29° 31' 05"S e 50° 44' 07"W) com 18,06 ha e Igrejinha (29° 32' 42"S e 50° 43' 37"W) com 10,56 ha. Em descontinuidade com outras áreas florestais, as áreas de estudo distanciadas por 7 km, situam-se em altitudes médias de 500 e 400m respectivamente. Estes fragmentos florestais encontram-se inseridos na Encosta Inferior do Nordeste (Maluf & Caiaffo 2001) do Estado do Rio Grande do Sul, caracterizada pelo Planalto Basáltico (INCRA 1969; Vieira & Rangel 1984; Rambo 1994), com o predomínio de Floresta Subtropical Semidecídua (IBGE 1992), no qual apresentam em sua borda um número suficiente de árvores de *C. vernalis* a serem amostradas.

O clima na região, segundo a classificação climática de Köppen, é definido como subtropical úmido (Vieira & Rangel 1984; Mendonça & Danni-Oliveira 2007), com índices pluviométricos anuais acima de 1300 mm e temperatura média anual de 16 a 18°C (INCRA 1969; Mendonça & Danni-Oliveira 2007).

### *Coleta de Dados*

Por ser considerada uma espécie heliófita e ser comum na borda de matas (Reitz, 1980), a ocorrência de indivíduos adultos reprodutivos de *C. vernalis* foi estimada a partir do levantamento dos espécimes, ao longo de trilhas de 400m, nas bordas dos fragmentos florestais de Três Coroas e Igrejinha, RS. A população de árvores identificadas e marcadas constituiu-se de 14 plantas adultas de *C. vernalis* em Três Coroas e 25 plantas em Igrejinha (Figura 1).

As coletas de insetos foram realizadas quinzenalmente, diretamente nas copas de 14 árvores, no período de março a maio de 2009, totalizando um esforço amostral de 32 horas. Foram acondicionados em frascos contendo acetato de etila, montados em alfinetes entomológicos e incorporados no acervo da Coleção Entomológica do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS.

A identificação dos insetos foi realizada com o uso de bibliografia especializada e mediante a colaboração de especialistas.

A taxa de visitação dos insetos antófilos nas copas de *C. vernalis* foi relacionada com a intensidade da floração, temperatura e horários de coleta. Para isso, em cada árvore, cinco ramos foram selecionados, marcados e contabilizados quanto o número de flores por ramo. A frequência de insetos nestes ramos foi avaliada em cada área, em três árvores, em intervalos quinzenais, durante 30min a partir das 9h, 12h e 15h. Com o auxílio de termômetro a temperatura foi registrada no início de cada horário de coleta, nos dois locais de estudo.



**FIGURA 1.** Fragmentos florestais estudados em Três Coroas (1) e Igrejinha (2), RS, com destaque (pontos) para a distribuição das árvores adultas de *Cupania vernalis* amostradas.

A intensidade da floração na copa das árvores de *C. vernalis* foi estimada segundo Eça-Neves and Morellato (2004) através da análise visual da porcentagem de área com flores, pelo método direto semi-quantitativo.

## *Análise de Dados*

A partir das espécies de insetos coletados durante a floração de *C. vernalis* em Três Coroas e Igrejinha, foi construída uma curva de rarefação (Magurran 2006). Além de estimar o tamanho amostral, este método serve como medida de diversidade, uma vez que permite a comparação da variação da riqueza de espécies com o número de indivíduos coletados (Buddle 2001).

A diversidade de insetos visitantes florais, em cada área de estudo, foi determinada utilizando-se o índice de Shannon ( $H'$ ) e Simpson ( $\lambda$ ). O índice de Shannon expressa a uniformidade dos valores de todas as espécies da amostra (Moreno 2001) e usualmente encontra-se entre 1,5 e 3,5, raramente ultrapassando a 4,5 (Magurran 1988). Segundo Brower and Zarr (1984) o índice de Simpson têm seus valores variando de 0 a 1 e mede a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso pertencerem a mesma espécie.

Para medir a proporção da diversidade observada em relação à máxima diversidade esperada utilizou-se o índice de Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ). Segundo Magurran (1988) valores próximos a 1 correspondem a situações onde todas as espécies são igualmente abundantes.

A análise do grau de semelhança entre as duas áreas de estudo, foi realizada pelo índice de similaridade de Sorensen ( $S$ ) para dados qualitativos (Magurran 2006).

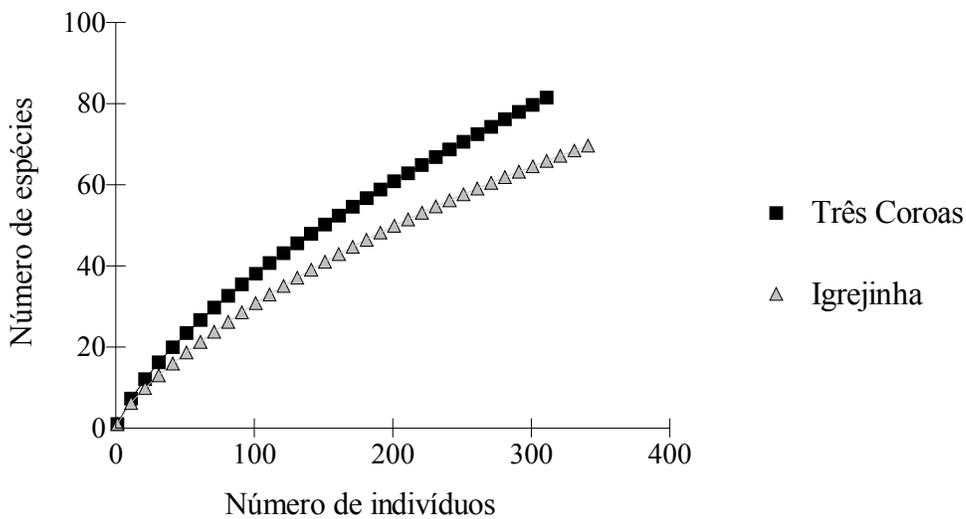
Para verificar a guilda de insetos antófilos que visitam constantemente *C. vernalis*, a constância de insetos foi categorizada conforme Silveira-Neto *et al.* (1976) em: constante > 50%, acessória > 25-50% e acidental < 25%. A dominância das espécies foi definida de acordo com as categorias estabelecidas por Friebe (1983), sendo: eudominante > 10%, dominante > 5-10%, subdominante > 2-5%, recessiva= 1-2% e rara < 1%. Onde  $D\% = (i/t) \times 100$ , sendo  $i$  o total de indivíduos de uma espécie e  $t$  o total de indivíduos coletados.

A estrutura da comunidade foi representada através de modelos matemáticos que tomam como base a curva de abundância proporcional das espécies e da curva de suficiência amostral, através dos programas Biodiversity Professional versão 2.0 e Past versão 1.9.

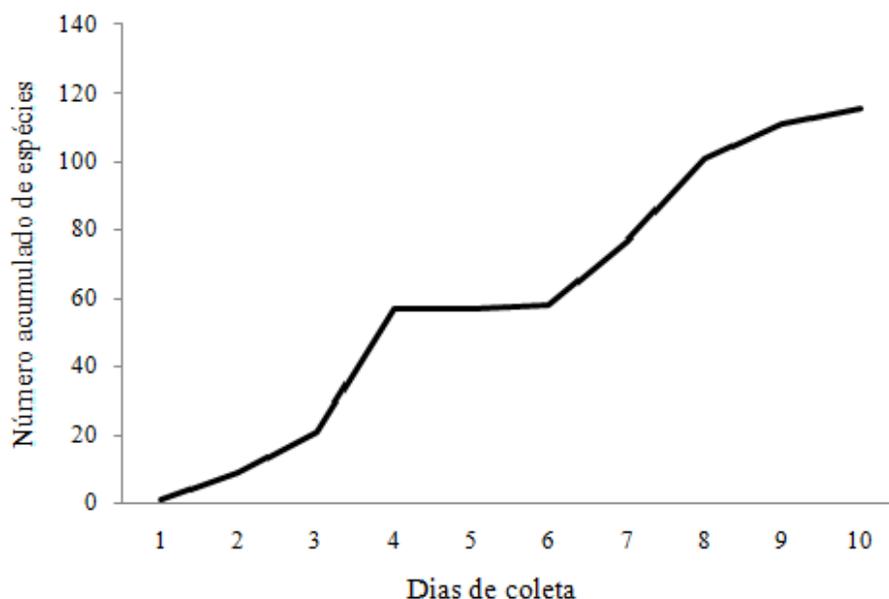
Com o intuito de avaliar as influências da intensidade de floração e da temperatura sobre o número de insetos aplicou-se análise de correlação de Spearman ( $r_s$ ) (Callegari-Jacques 2003). O teste estatístico de Mann-Whitney, para dados não paramétricos, foi aplicado para comparar a abundância dos espécimes coletados nos dois locais de estudo através do programa Bioestat, versão 5.0.

## Resultados

Durante o estudo foi registrada, nas duas áreas, a ocorrência de 680 insetos visitantes florais de 142 espécies, distribuídos em sete ordens (Tabela I). Em Três Coroas ocorreram 96 espécies e 332 indivíduos e em Igrejinha 74 espécies e 348 indivíduos. As curvas de rarefação e a do coletor, relativas às áreas de estudo não alcançaram a assíntota, indicando que as áreas apresentam uma maior riqueza de espécies do que a amostrada (Figura 2 e 3).

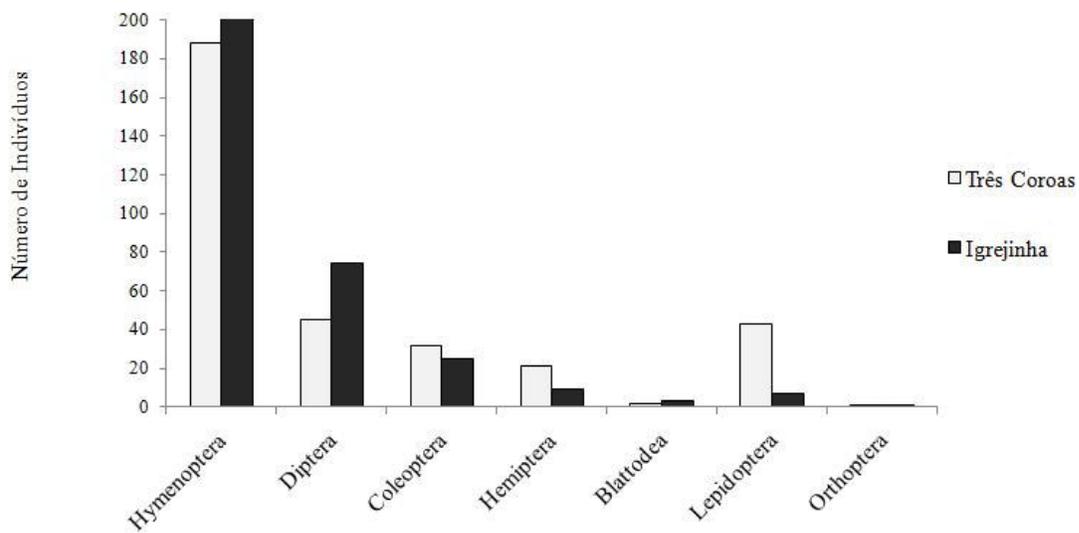


**FIGURA 2.** Curva de rarefação dos insetos visitantes florais de *C. vernalis* coletados no período de março a maio de 2009, nos municípios de Trés Coroas e Igrejinha, RS.

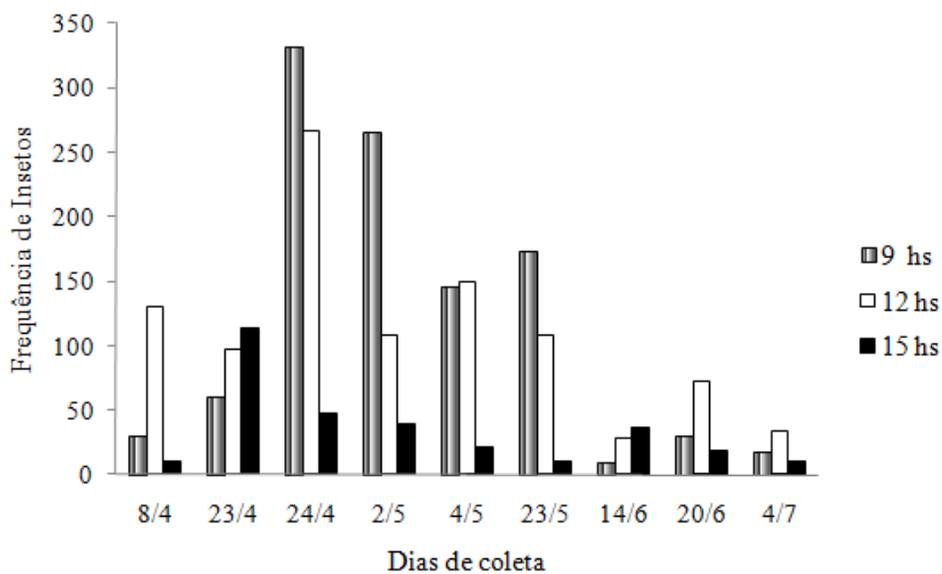


**FIGURA 3.** Número acumulado de espécies antófilas (curva do coletor) coletadas em *C. vernalis* no período de março a maio de 2009, nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, RS.

Nas duas áreas de estudo verificou-se representação de insetos de sete ordens, sendo que a maior abundância correspondeu à Hymenoptera e Diptera (Figura 4). Durante o pico de floração observou-se um maior número de insetos nas plantas de *C. vernalis* com maior proporção de flores e nos primeiros horários de coleta (9h e 12h), ocorrendo uma diminuição brusca de insetos a partir das 14hs (Figura 5). No entanto, observou-se um variado número de insetos em dias quentes, comparado a temperaturas mais baixas nos meses de inverno. A variação observada na taxa de insetos nas duas áreas de estudo é ratificada pela análise de correlação de Spearman. Os resultados estatísticos mostraram uma correlação significativa entre o número de insetos e a porcentagem de flores na copa das plantas ( $r_s=0,5131$ ;  $p=0,0001$ ), ao passo que a temperatura não influenciou o número de insetos ( $r_s=0,235$ ;  $p=0,0513$ ).



**FIGURA 4.** Representatividade dos táxons de insetos antófilos no período de março a maio de 2009, nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, RS.



**FIGURA 5.** Frequência de insetos antófilos observados durante os horários de coleta, no período de março a maio de 2009, nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, RS.

Em ambos os locais de estudo a maioria dos indivíduos amostrados foram considerados acidentais, com exceção de *Scaptotrigona bipunctata* L. em Três Coroas e *Apis mellifera* L. em Igrejinha, nos quais se apresentaram como espécies acessórias (Tabela I).

Apesar dos resultados terem indicado a ausência de constância entre as espécies, a análise da dominância identificou *S. bipunctata* (34,9%) como uma espécie eudominante em Três Coroas. Em Igrejinha duas espécies mostraram-se eudominantes, *A. mellifera* e *S. bipunctata*, com ocorrência de 42,8% e 12,6%, respectivamente. As espécies que obtiveram ocorrência superior a 5% (dominantes) foram *A. mellifera* e *Scaptotrigona* sp. em Três Coroas e *Palpada* sp. em Igrejinha.

Em Três Coroas, *Ornidia obesa* e *Palpada* sp. foram classificadas como espécies subdominantes, ao passo que em Igrejinha a espécie subdominante foi representada por Syrphidae sp. As demais espécies foram classificadas como recessivas ou raras.

**TABELA I.** Insetos antófilos registrados entre março a maio de 2009, em Três Coroas e Igrejinha, RS. Sendo NI (número de indivíduos), C (constância), D (dominância) e o status (A: acessória; Ac: acidental; Eu: eudominante; D: dominante; Sd: Subdominante; R: recessiva; Rr: rara).

Táxon	Três Coroas			Igrejinha		
	Ni	C	D	Ni	C	D
HYMENOPTERA						
APOIDEA (APIFORMES)						
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	24	Ac	D	149	A	Eu
<i>Augochlora</i> sp.	2	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Augochloropsis</i> sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Bombus atratus</i> Franklin, 1913	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) tolteca</i> Cresson, 1878	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Dialictus</i> sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) cf. tomentosa</i> Friese, 1899	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Hylaeus</i> sp.1	0	Ac	Rr	3	Ac	Rr
<i>Hylaeus</i> sp.2	0	Ac	Rr	3	Ac	Rr
<i>Hylaeus</i> sp.3	0	Ac	Rr	2	Ac	Rr
<i>Hylaeus</i> sp.4	1	Ac	Rr	2	Ac	Rr
<i>Hylaeus</i> sp.5	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Hylaeus</i> sp.6	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Hylaeus</i> sp.7	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Hylaeus</i> sp.8	2	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Melipona bicolor schencki</i> Gribodo, 1893	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr

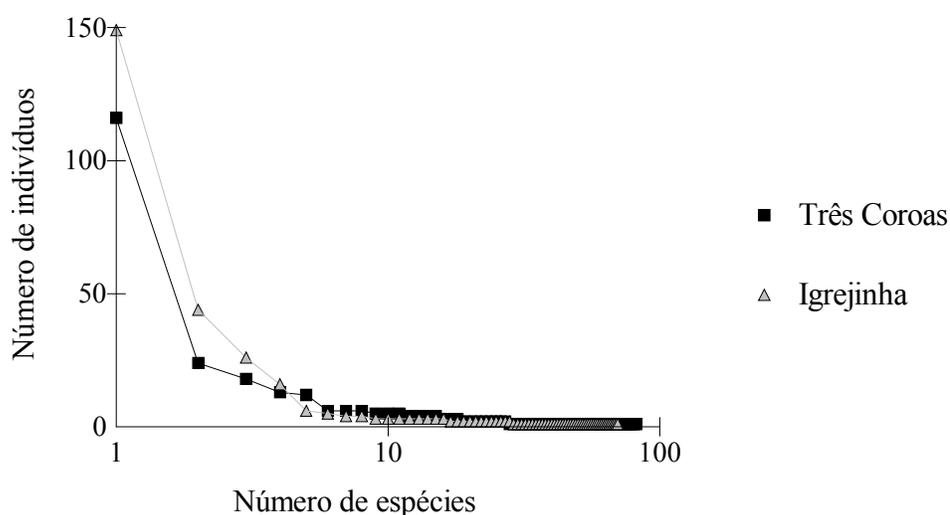
<i>Melipona marginata</i> Lepeletier, 1836	3	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Neocorynura aenigma</i> Gribodo, 1894	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Plebeia emerina</i> Friese, 1900	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Scaptotrigona bipunctata</i> Lepeletier, 1836	116	A	Eu	44	Ac	Eu
<i>Scaptotrigona</i> sp.	18	Ac	D	0	Ac	Rr
<i>Schwarziana quadripunctata</i> Lepeletier, 1836	2	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	1	Ac	Rr	2	Ac	Rr
APOIDEA (SPHECIFORMES)						
<i>Ancistrocerus flavomarginatus</i> (Bréthes,1906)	2	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Brachymeria</i> sp.	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Braconidae sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Eurytomidae sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Gasteruptiidae sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Ichneumonidae sp.1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Ichneumonidae sp.2	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Ichneumonidae sp.3	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Ichneumonidae sp.4	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Ichneumonidae sp.5	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Mischocyttarus</i> sp.	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i> (Cameron,1912)	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Parancistrocerus lynchii</i> (Bréthes,1903)	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Polistes carniflex</i> (Fabricius,1775)	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Polistes pacificus</i> Fabricius,1804	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Polistes versicolor</i> (Olivier,1792)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Polybia ignobilis</i> (Haliday,1836)	0	Ac	Rr	4	Ac	R
<i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Pompilidae sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Protonectarina sylveirae</i> (de Saussure,1854)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Tiphiidae sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Formicidae sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
DIPTERA						
Chloropidae sp.1	0	Ac	Rr	3	Ac	Rr
Chloropidae sp.2	0	Ac	Rr	2	Ac	Rr
Conopidae sp.1	1	Ac	Rr	3	Ac	Rr
Curtonotidae sp.1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Diptera sp.1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Diptera sp.2	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Diptera sp.3	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Dolichopodidae sp.1	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Faniidae sp.1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Faniidae sp.2	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Muscidae sp.1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Ornidia obesa</i> Fabricius, 1775	13	Ac	Sd	6	Ac	R
<i>Palpada</i> sp.	12	Ac	Sd	26	Ac	D
Phoridae sp.1	2	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Phoridae sp.2	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Sciaridae sp.1	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr

Syrphidae sp.1	1	Ac	Rr	16	Ac	Sd
Syrphidae sp.2	1	Ac	Rr	2	Ac	Rr
Syrphidae sp.3	0	Ac	Rr	3	Ac	Rr
Syrphidae sp.4	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Syrphidae sp.5	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Syrphidae sp.6	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Syrphidae sp.7	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Tachinidae sp.1	0	Ac	Rr	2	Ac	Rr
Tachinidae sp.2	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Tachinidae sp.3	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Tachinidae sp.4	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Tachinidae sp.5	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Tachinidae sp.6	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Tachinidae sp.7	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Tachinidae sp.8	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Tachinidae sp.9	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Tephritidae sp.1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
COLEOPTERA						
Brentidae sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Buprestidae sp.	6	Ac	R	2	Ac	Rr
<i>Chrysoprasis</i> sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Chrysomelidae sp.	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Chrysomelidae, Eumolpinae	5	Ac	R	3	Ac	Rr
Curculionidae	6	Ac	R	2	Ac	Rr
<i>Diabrotica emorsitans</i> Baly 1890	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Diabrotica</i> sp.1	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Diabrotica rufolimbata</i> Baly 1879	0	Ac	Rr	2	Ac	Rr
<i>Diabrotica</i> sp.2	2	Ac	Rr	2	Ac	Rr
<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)	0	Ac	Rr	4	Ac	R
<i>Diabrotica virgifera</i> (Leconte, 1858)	0	Ac	Rr	3	Ac	Rr
<i>Harmonia axyridis</i> Pallas,1773	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Oedemeridae	4	Ac	R	0	Ac	Rr
<i>Megacyllene</i> sp.	5	Ac	R	1	Ac	Rr
Mordellidae	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Nitidulidae	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Trichaltica micros</i> Bechyné, 1954	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
HEMIPTERA						
Aethalionidae	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Cicadellidae	0	Ac	Rr	2	Ac	Rr
Flatidae	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Fulgoridae	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Membranacidae	2	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Miridae sp1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Miridae sp2	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Miridae sp3	6	Ac	R	0	Ac	Rr
Miridae sp4	0	Ac	Rr	5	Ac	R
<i>Podisus rostralis</i> (Stal,1860)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr

Reduviidae sp1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Reduviidae sp2	5	Ac	R	0	Ac	Rr
Tingidae sp.	3	Ac	Rr	0	Ac	Rr
BLATTODEA						
Blattodea sp.1	2	Ac	Rr	3	Ac	Rr
LEPIDOPTERA						
<i>Achlyodes mithridates thraso</i> (Hübner, [1807])	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Actinote melanisans</i> Oberthür, 1917	4	Ac	R	0	Ac	Rr
<i>Actinote</i> sp.	2	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Anartia amathea roeselia</i> (Eschscholtz, 1821)	3	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Dioptidae sp.1	0	Ac	Rr	2	Ac	Rr
Dioptidae sp.2	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Dioptidae sp.3	4	Ac	R	0	Ac	Rr
Dioptidae sp.4	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Dioptidae sp.5	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Calycopis caulonia</i> (Hewitson, 1877)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Carrhenes canescens pallida</i> Röber, 1925	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Cyanopepla jucunda</i> (Walker, 1854)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Episcada philoclea</i> (Hewitson, [1855])	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Hermeuptychia hermes</i> Fabricius 1775	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Lepidoptera sp.1	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Lepidoptera sp.2	4	Ac	R	0	Ac	Rr
Lepidoptera sp.3	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Lepidoptera sp.4	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Lepidoptera sp.5	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Melanis smithiae</i> (Westwood, 1851)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Metron oropa</i> (Hewitson, 1877)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Noctuidae sp.	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Ortilia dicoma</i> Hewitson, 1864	2	Ac	Rr	1	Ac	Rr
<i>Ortilia orthia</i> (Hewitson, 1864)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Parrhasius selika</i> (Hewitson, 1874)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Pereute swainsoni</i> (Gray, 1832)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Rekoa palecon</i> (Cramer, 1780)	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	4	Ac	R	1	Ac	Rr
<i>Urbanus simplicius</i> (Stoll, 1790)	1	Ac	Rr	1	Ac	Rr
ORTHOPTERA						
<i>Metaleptea brevicornis</i> Blanchard, 1843	1	Ac	Rr	0	Ac	Rr
Tettigoniidae sp.	0	Ac	Rr	1	Ac	Rr
Total de Indivíduos	332			348		
Total de Espécies	96			74		

A curva de abundância seguiu o modelo de distribuição normal ( $p= 0,059$ ), evidenciando um número reduzido de espécies com muitos indivíduos e uma elevada proporção de espécies únicas nas duas áreas estudadas (Figura 6).

Em Três Coroas o fragmento florestal possui maior extensão e menor densidade de indivíduos de *C. vernalis* comparativamente à Igrejinha (Figura 1). De acordo com o teste estatístico de Mann-Whitney, os fragmentos florestais estudados apresentam diferenças estatísticas ( $p=0,049$ ) quanto a abundância das espécies de insetos amostrados.



**FIGURA 6.** Curva da distribuição da abundância das espécies de insetos visitantes florais de *C. vernalis* coletados no período de março a maio de 2009, nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, RS.

O maior valor para o índice de diversidade de Shannon-Wiener foi registrado no fragmento de Três Coroas (3,243), local com maior riqueza de espécies e menor abundância relativa, em relação ao fragmento de Igrejinha (2,651) (Tabela II). Em relação à Equitabilidade de Piellou, a distribuição das espécies em Três Coroas mostrou-se mais equilibrada (Tabela II).

O índice de Simpson, indicou uma maior diversidade em Três Coroas (0,8633) em comparação a Igrejinha (0,7909) (Tabela II).

**TABELA II.** Número de espécies e de indivíduos e índices de diversidade relativos às amostragens de insetos visitantes florais de *C. vernalis* registrados em fragmentos florestais em Três Coroas e Igrejinha, RS.

	Três Coroas	Igrejinha
Área	18,06 ha	10,56 ha
Nº espécies visitantes	96	74
Indivíduos	332	348
Shannon	3,243	2,651
Simpson	0,8633	0,7909
Equitabilidade Pielou	0,7104	0,6159

A similaridade faunística nos dois locais, calculada pelo índice de Sorensen foi de 0,666, indicando que as áreas amostradas possuem similaridade.

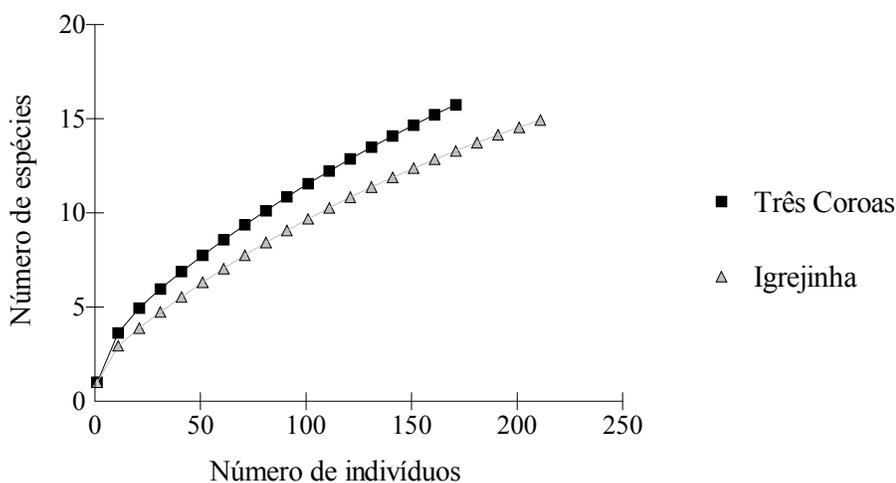
Dentre os insetos coletados contabilizou-se um maior número de representantes de Hymenoptera, com a ocorrência de 94,08% de indivíduos pertencentes a família Apidae, destas destando-se as abelhas eussociais.

Em Igrejinha registrou-se uma maior abundância de insetos porém, verifica-se que o fragmento de Três Coroas possui maior riqueza de espécies (Tabela III). Em adição, apesar das duas áreas estarem situadas em um mesmo bioma de Mata Atlântica e afastadas por 7 km, o fragmento de Três Coroas conserva maior diversidade de abelhas e encontra-se em maior equilíbrio (Índice de Piellou), comparativamente ao fragmento de Igrejinha (Tabela III). No entanto, de acordo com o índice de Sorensen (0,66), as áreas permanecem similares quanto as espécies de abelhas, sendo que *A. mellifera*, *Bombus atractus* F., *Hyleus* sp., *Plebeia emerina* F. e *S. bipunctata* foram coletadas nos dois locais de estudo.

**TABELA III.** Número de espécies, número de indivíduos e índices de diversidade relativos às abelhas registradas nos fragmentos de Três Coroas e Igrejinha, RS.

	Três Coroas	Igrejinha
Área	18,06 ha	10,56 ha
Espécies	16	15
Indivíduos	176	213
Shannon	1,266	1,029
Simpson	0,4566	0,3799
Equitabilidade Pielou	0,4549	0,3948

A curva de rarefação para as espécies de abelhas (Figura 7) em Três Coroas mostra-se semelhante ao padrão verificado para a comunidade de insetos visitantes, onde não foi atingida a assíntota, enquanto em Igrejinha a curva apresenta certa tendência à estabilização.



**FIGURA 7.** Curva de rarefação da comunidade de abelhas coletadas em *C. vernalis* no período de março a maio de 2009, nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, RS.

## Discussão

A composição faunística dos insetos visitantes florais de *C. vernalis* nos dois fragmentos de Mata Atlântica avaliados mostrou-se insuficiente. No presente estudo a curva de rarefação e a curva do coletor não alcançaram estabilidade indicando que um maior número de espécies poderiam ser coletadas aumentando-se o esforço amostral durante a metodologia empregada. Esta premissa foi observada por Milet-Pinheiro & Schlindwein (2008), onde a comunidade de abelhas no Agreste pernambucano tornou-se estável com o decorrer dos meses. No entanto, conforme sugere Locatelli *et al.* (2004), a curva do coletor atingiu uma suposta estabilidade nos primeiros dias de coleta, sendo acrescida nas amostragens subseqüentes.

O número de insetos amostrados durante o período de estudo variou significativamente de acordo com a quantidade de flores nas copas de *C. vernalis*, com a temperatura do ambiente e com o horário de coleta. Resultados semelhantes foram registrados por Antonini *et al.* (2005), nos quais constataram que o número de flores, de inflorescências e o diâmetro da copa de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), estão fortemente correlacionadas com a abundância de visitantes florais. Segundo Ferreira Júnior *et al.* (2008) a temperatura pode ser determinante na presença de insetos, respondendo por 32,2% da influência exercida sobre o vôo dos insetos. Copatti & Daudt (2009), constataram também que o número de artrópodes coletados entre março e maio foi maior no período matutino do que no vespertino.

Durante o estudo verificou-se a presença de um maior número de plantas adultas de *C. vernalis* no fragmento de Igrejinha comparado a Três Coroas. Segundo Lorenzi (2000), esta espécie é característica de formações secundárias e, portanto, a maior densidade da planta verificada em Igrejinha é um indicativo de maior antropização daquele fragmento florestal. Em relação a diversidade medida em ambos os locais de estudo, os índices de Shannon-Wiener e Simpson

mostram maior riqueza de espécies no fragmento florestal de Três Coroas em relação ao de Igrejinha, corroborando Ricklefs (2003) no qual sugere que o desequilíbrio da riqueza e da abundância de artrópodes em uma área pode ser conseqüência de alterações ambientais que impõem mudanças adaptativas as espécies.

Dutra & Machado (2001), estudando a entomofauna associada às flores de *Stenolobium stans* (Bignoniaceae), verificaram menor riqueza e diversidade ( $H^{\prime}=1,62$ ) em uma área rural do que em uma área urbana. Os autores atribuem estes resultados à preponderância de monocultura e o predomínio de *A. mellifera* na área rural. Em concordância com esses achados, na área mais alterada do presente estudo, correspondente à Igrejinha, também se observou dominância de *A. mellifera*, embora a diversidade tenha sido menor ( $H^{\prime}=2,651$ ) que Três Coroas.

Em detrimento de uma menor diversidade, paisagens mais perturbadas antropicamente podem prover condições para uma maior abundância de espécies (Kocher & Willians 2000). Esta situação também foi evidenciada no fragmento florestal estudado de Igrejinha em relação à área de Três Coroas, embora tenha ocorrido similaridade (índice de Sorensen) da fauna de insetos nas duas áreas. Situação semelhante também foi observada por Endres (2007) com relação à diversidade de Coleoptera, na qual os índices de diversidade diferiram nas duas áreas, porém as mesmas possuíam similaridade.

A maior abundância de insetos coletados nos fragmentos foi verificada na ordem Hymenoptera, corroborando estudos anteriores de insetos antófilos (Dutra & Machado 2001; Antonini *et al.* 2005; Lopes *et al.* 2007; Nadia *et al.* 2007; Rosa *et al.* 2009). As comunidades de insetos de diferentes ecossistemas tropicais, de modo geral, apresentam baixos níveis de riqueza na contribuição relativa das espécies na comunidade, sendo as abelhas sociais representativas nestas amostras (Carvalho & Bego 1995; Aguiar & Martins 1997; Pereira & Santos 2006 e Lopes *et al.* 2007, Millet-Pinheiro & Schlindwein 2008), em concordância as duas áreas estudadas.

Enquanto numerosas espécies de insetos antófilos reduzem suas atividades em períodos climáticos adversos, as abelhas sociais mantêm suas atividades quando as condições externas são desfavoráveis (Michener 1994). Estas abelhas constituem ninhos perenes com elevado número de operárias, necessitando estocar alimentos para a manutenção de seus ninhos em períodos de escassez (Michener 1994; Pereira & Santos 2006; Roubik 2006). Desta forma, o maior número de abelhas sociais coletadas nas flores de *C. vernalis* pode ser atribuído a este comportamento dado que ocorreram poucos registros de abelhas solitárias. No entanto, a presença destas abelhas na floração da espécie durante o outono e inverno, pode ser resultado da abundante disponibilidade de recursos ofertados (Silva *et al.* 2009).

A diversidade de abelhas avaliada nas áreas de estudo evidencia um maior índice no fragmento de Três Coroas, onde a área do fragmento é maior e possivelmente há maior disponibilidade de substratos para nidificação e fontes alimentares (Michener 1994). Ramalho *et al.* (2009) também constataram maior riqueza e diversidade de Euglossini em fragmentos florestais de maior tamanho e conseqüentemente melhor qualidade ambiental.

Corroborando o estudo de Lopes *et al.* (2007), em uma área no Rio Grande do Sul, uma baixa constância de insetos foi observada nos fragmentos florestais estudados. Quanto à dominância das espécies, *A. mellifera* destacou-se no fragmento de Igrejinha, provavelmente devido ao maior número de colméias mantidas próximas da área de estudo e à menor exigência quanto aos locais de nidificação. Diferentemente, em Três Coroas, apenas duas espécies de abelhas sociais nativas do gênero *Scaptotrigona* foram consideradas dominantes. As demais foram categorizadas como raras, a exemplo, de *Melipona bicolor schencki* e *M. marginata obscurior*, as quais são categorizadas como vulneráveis no RS (Blochtein & Harter-Marques 2003).

A maior extensão da área florestal de Três Coroas está, possivelmente, relacionada à maior riqueza de espécies de abelhas sociais nativas (sete espécies), as quais são representadas na outra área por apenas três espécies, pois a disponibilidade de cavidades arbóreas também pode ser limitada pela pequena quantidade de árvores, devido às alterações na vegetação como o desmatamento (Martins *et al.* 2004). Brown and Albrecht (2001) confirmam que remanescentes florestais com áreas maiores e mais conservadas favorecem a presença de abelhas do gênero *Melipona*, nos quais possuem um tamanho corporal maior e necessitam nidificar em árvores com ocos maiores. Esta premissa foi corroborada por Brosi (2009), o qual afirma que a riqueza e abundância de espécies de Meliponini são fortemente relacionadas à cobertura florestal e por Antonini & Martins (2003), no qual observou que espécies de *Melipona quadrifasciata* selecionam seus substratos de nidificação de acordo com o diâmetro do tronco principal.

Neste contexto, o fragmento florestal de menor área evidenciou menores índices de diversidade da comunidade de insetos antófilos associados à *C. vernalis* como consequência de limitações na oferta de recursos e substratos de nidificação para a sustentabilidade destas populações (Kremen *et al.* 2004; Greenleaf & Kremen 2006).

## Referências Bibliográficas

- Aguiar, C.M.L. & Martins, C.F. (1997) Abundância, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 83, 151-163.
- Antonini, Y., Martins, R. P. (2003) The value of a tree species (*Caryocar brasiliense*) for a stingless bee *Melipona quadrifasciata*. *Journal of Insect Conservation*, 7, 167-174.
- Antonini, Y., Souza, H. G., Jacobi C. M., & Mury, F.B. (2005) Diversidade e Comportamento dos Insetos Visitantes Florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma Área de Campo Ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology*, 34(4), 555-564.
- Blochtein, B. & Harter-Marques, B. (2003) Himenópteros. In: Fontana, C.; Bencke, G. & Reis, R. (org), *Livro Vermelho da fauna Ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. EDIPUCRS, Porto Alegre, pp.632.
- Brosi, B.J. (2009) The complex responses of social stingless bees (Apidae: Meliponini) to tropical deforestation. *Forest Ecology and Management* doi:10.1016/j.foreco.2009.02.025.
- Brower, J.E. & Zar, J.H. (1984) *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm.C. Brown Company Publishers, Dubuque, 226pp.
- Brown, J.C. & Albrecht, C. (2001) The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta:Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography*, 28, 623-634.
- Buddle, C.M. (2001) Spiders (Araneae) associated with downed woody material in a deciduous forest in central Alberta, Canada. *Agricultural and Forest Entomology*, 3(4), 241-251.

- Callegari-Jacques, S.M. (2003) *Bioestatística: Princípios e Aplicações*. Artemed, Porto Alegre, pp.250.
- Carvalho, A.M.C. & Bego, L.R. (1995) Seasonality of dominant species of bees in the Panga Ecological Reserve Cerrado. *Anais da Sociedade de Entomologia do Brasil*, 24, 329-337.
- Copatti, C.E. & Daudt, C.R. (2009) Diversidade de artrópodes na serrapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var *elliottii*). *Ciência e Natura*, 31 (1), 95-113.
- Dário, R. F., Almeida, A. F. (2000) Influência do corredor florestal sobre a Avifauna da Mata Atlântica. *Scientia Forestalis*, 58, 99-109.
- Dutra, J. C. S. & Machado, V. L. L. (2001) Entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), durante seu período de floração. *Neotropical Entomology*, 30(1), 43-53.
- Eça-Neves, F. F. D' & Morelato, L. P. C. (2004) Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Botanica Brasilica*, 18, 99-108.
- Endres, A. A., Creão-Duarte, A. J. & Hernández, M. I. M. (2007) Diversidade de Scarabaeidae (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordestino. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(1), 67-71.
- Espírito-Santo, F.D.B, Oliveira-Filho, A.T. , Machado, E.L.M., Souza, J.S., Fontes, M.A.M.L. & Marques, J.J.G. (2002) Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana no Campos da Universidade Federal de Lavras, MG. *Acta Botânica Brasileira*, 16(3), 331-356.
- Ferreira Jr., N.T. (2008) Atividades de vôo e representatividade de sexos e Castas em favos de *melipona bicolor schencki* gribodo, 1893 (apidae; meliponini) em ambiente natural, no sul do Brasil: uma abordagem sazonal. Dissertação de mestrado, 60 pp.

- Friebe, B. (1983) Zur Biologie eines Buchenwaldbodens: 3. *Die Kaferfauna*, 41, 45-80.
- Greenleaf, S.S. & Kremen, C. (2006) Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in northern California. *Biological Conservation*, 133, 81-87.
- IBGE (1992) *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 123 pp.
- INCRA (1969) *Aspectos Gerais do Clima do Estado*. Instituto Nacional de Reforma Agrária-Coordenadoria Regional do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 187pp.
- Kearns, C.A., Inouye, D.W. & Waser, N.M. (1998) Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollination interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 83-112.
- Kremen, C., Colwell, R.K., Erwin, T.L., Murphy, D.D., Noss, R.F. & Sanjayan, M.A. (1993) Terrestrial arthropod assemblages: their use *In Conservation Planning*. *Conservation Biology*, 7, 796-808.
- Kremen, C., Williams, N.M., Bugg, R.L., Fay, J.P. & Thorp, R.W. (2004) The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecological Letters*, 7, 1109-1119.
- Kocher, S. D. & Willians, E. H. (2000) The diversity and abundance of North American butterflies vary with habitat disturbance and geography. *Journal of Biogeography*, 27, 785-794.
- Lennartsson, T. (2002) Extinction thresholds and disrupted plant-pollinator interactions in fragmented plant populations. *Ecology*, 83, 3060-3072.
- Locatelli, E., Machado, I.C.S. & Medeiros, P. (2004) Riqueza de abelhas e flora apícola em um fragmento da mata serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil, p. 153-177. In: K. C. Porto, J.J.P. Cabral & M. Tabarelli (Orgs). *Brejos de Altitude em Pernambuco e*

Paraíba – História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio ambiente, . *Ecology*, 83, 3060-3072.

Lopes, L.A., Blochtein, B. & Ott, A. P. (2007) Diversidade de insetos antófilos em áreas com reflorestamento de eucalipto, Município de Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, 97(2), 181-193.

Lorenzi, H. (2000) *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Vol. 1, 3ªed, Editora Plantarum, Nova Odessa, 352pp.

Magurran, A.E. (1988) *Ecological diversity and its measurement*. Great Britain, Cambridge, 179pp.

Magurran, A.E. (2006) *Measuring Biological Diversity*. 4ªed, Blackwell Publishing, Oxford, 256pp.

Maluf, J. R. T & Caiaffo, M. R. R. (2001) Regiões Ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul. *In: XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, III Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia*. Fortaleza, pp.151-152.

Martins, C.F., Cortopassi-Laurin, M., Koedam, D. & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2004) Tree Species used for nidification by Stingless Bees in the Brazilian Caatinga (Seridó, Pb; João Câmara, Rn) *Biota Neotropica*, 4 (2), 1-8.

Mendonça, F. & Danni-Oliveira, I. M. (2007) *Climatologia: Noções Básicas e Clima do Brasil*. Oficina de textos, São Paulo, 206pp.

Michener, C.D. (1994) *The social behavior of the bees: A comparative study*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 404pp.

- Millet-Pinheiro, P., Schindwein, C. (2008) Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas em uma área do Agreste pernambucano, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52 (4), 625-636.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittenmeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Moreno, C.E. (2001) *Métodos para Medir la Biodiversidad*. Manuales y Tesis, Zaragoza, 82pp.
- Nadia, T. L., Machado, I. C. & Lopes, A. V. (2007) Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. *Revista Brasileira de Botânica*, 30 (1), 89-100.
- Pereira, V. S. & Santos, G. M. M. (2006) Diversity in Bee (Hymenoptera: Apoidea) and Social Wasp (Hymenoptera:Vespidae, Polistinae) Community in “Campos Rupestres”, Bahia, Brazil. *Neotropical Entomology*, 35 (2), 165-174.
- Primack, R.B. & Rodrigues, E. (2001) *Biologia da Conservação*. Editora Vida, Londrina, 328pp.
- Rambo, B. (1994) *A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural*. 3ºed, UNISINOS, São Leopoldo, 473pp.
- Ramalho, A.V., Gaglianone, M. C. , Oliveira, M.L. (2009) Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(1), 95-101.
- Reitz, R. (1980) *Flora ilustrada catarinense. Sapindáceas*. Itajaí, 156pp.
- Ricklefs, R.E. (2003) *A Economia da Natureza*. 5º ed, Guanabara Koogan S.A, São Paulo, 505pp.

- Rodrigues, V. E. G. & Carvalho, D. A. (2001) *Plantas medicinais no domínio dos cerrados*. UFLA, Lavras, 180 pp.
- Rosa, A. S. (2009). Efeito polinizador de *Apis mellifera* em flores de *Brassica napus* L. (Hyola 432) e potencial produtor de sementes, no sul do Brasil. Dissertação de mestrado, 63 pp.
- Roubik, D.W. (2006) Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, 37, 124-143.
- Schwartz-Filho, D. L., Laroca, S., Malkowski, S. R. (2004) *Livro vermelho da fauna ameaçada no Paraná. Abelhas*. Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/livrovermelho/> acesso em 08/04/08.
- Silva, O., Rego, M. C., Albuquerque, P.M. C. & Ramos, M.C. (2009) Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Área de Restinga do Nordeste do Maranhão. *Neotropical Entomology*, 38 (2),186-196 .
- Silveira-Neto, S., Nakano, O., Barbin, D. & Nova, N. A. V. (1976) *Manual de ecologia dos insetos*. CERES, São Paulo, 419pp.
- Speight, M. R., Hunter, M. D. & Watt, A. D. (1999) *Ecology of insects: concepts and applications*. Blackwell Science, London, 350pp.
- Steffan-Dewenter, I., & Tschardtke, T. (2002) Insect communities and biotic interactions on fragmented calcareous grasslands: a mini review. *Biological Conservation*, 104, 275-284.
- Steffan-Dewenter, I., Klein, A. M., Gaebele, V., Alfert, T., Tschardtke, T. (2006) Bee diversity and plant-pollinator interactions in fragmented landscapes. In: Waser, N.M., Ollerton, J. (Eds.), *Plant-pollinator Interactions: from Specialization to Generalization*. Chicago: University of Chicago Press, pp. 387-407.
- Steffan-Dewenter, I., Potts, S. G. & Packer, L. (2005) Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 651-652.

Viana, V.M. (1995) Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensamente cultivadas. *In: Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no novo mundo*. Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/University of Florida, pp. 135-154.

Vieira, E. F. & Rangel, S. R. S. (1984) *Rio grande do sul: Geografia física e vegetação*. Sagra, Porto Alegre, 184pp.

## **CAPÍTULO 2**

## Recompensas alimentares para abelhas sociais e polinização entomófila de *Cupania vernalis* (Sapindaceae) em fragmentos de Mata Atlântica

D. L. Ferreira<sup>1</sup>, A. S. Rosa<sup>1</sup> & B. Blochtein<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biodiversidade e Ecologia, Faculdade de Biociências, Laboratório de Entomologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Avenida Ipiranga, 6681, 90619-900, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>1</sup>[daniiloose@gmail.com](mailto:daniiloose@gmail.com); <sup>1</sup>[annesouzar@gmail.com](mailto:annesouzar@gmail.com); <sup>1</sup>[betinabl@puers.br](mailto:betinabl@puers.br).

---

**ABSTRACT** *Cupania vernalis* is typical from forest board and has melittophilous flowers. The food resources offered by this species and the pollinating potential of the insects were investigated in two forest remnants located at the Três Coroas and Igrejinha municipalities, Rio Grande do Sul State, Brazil. The pollination influence of *Scaptotrigona bipunctata* and *Apis mellifera*, florescence season, floral biology, entomophilous pollination efficiency (spontaneous visits/insect-isolation), and pollinating potential were evaluated. *C. vernalis* florescence was abundant and asynchronous, having occurred from March to July. In each inflorescence, time differences in the pistillate and staminate phases incurred a greater heterogeneous characteristic in respect to nectar and pollen availability. The need for visits to the receptive pistillate flowers (phases 2 and 3) and staminate flowers, which have viable pollens, (phases 3 and 4) was evidenced. The number of flowers/flower visitors' ratio was positive and the most frequent insects in both areas were *S. bipunctata* and *A. mellifera*. Individuals from these species carried pollen from the target-plant with high indexes (97-99%). However, comparatively, *S. bipunctata* has a smaller body size, and during its landing on flowers they had more contact with anthers and stigmas, placing larger pollen loads in their corbicula. The insect pollination indexes were higher than the selfpollination in both areas, even though the ovule/seed ratio in Três Coroas (2.28:1) was lower than that of Igrejinha (8.4:1). *C. vernalis* florescence offers food resources for anthophilous insects during the autumn-winter period, while the insects, for their turn, elevate significantly the seed production chances of the plants.

**KEYWORDS** *Apis mellifera*, forest remnants, reproductive phenology, *Scaptotrigona bipunctata*.

**RESUMO** *Cupania vernalis* Cambess é característica de bordas florestais e suas flores são melitófilas. A oferta de recursos alimentares desta espécie e o potencial polinizador de insetos foram investigados em dois remanescentes florestais localizados em Três Coroas e Igrejinha, RS, Brasil. Avaliou-se a fenologia da floração, a biologia floral, a eficiência da polinização entomófila (livre visita/exclusão de insetos) e o potencial polinizador de *Scaptotrigona bipunctata* e *Apis mellifera*. A floração de *C. vernalis* foi abundante e assincrônica e estendeu-se de março a julho. Em cada inflorescência diferenças temporais nas fases pistiladas e estaminadas levaram à maior heterogeneidade na disponibilidade de néctar e pólen. Evidenciou-se a necessidade de visitas às flores pistiladas receptivas (fases 2 e 3) e estaminadas que detém polens viáveis (fases 3 e 4). A relação número de flores/visitantes florais foi positiva e os insetos mais freqüentes, nas duas áreas, foram *S. bipunctata* e *A. mellifera*. Indivíduos destas espécies carregavam pólen da planta-alvo em elevada proporção (97-99%). Entretanto, comparativamente, indivíduos de *S. bipunctata* possuem menor tamanho corporal e durante os pousos nas flores estabeleceram maior contato com anteras e estigmas obtendo maiores cargas de pólen nas corbículas. Nas duas áreas os índices de polinização com insetos foram superiores à autopolinização, embora a razão óvulo/semente em Três Coroas (2,28:1) tenha sido menor que em Igrejinha (8,4:1). As floradas de *C. vernalis* oferecem recursos alimentares para insetos antófilos durante o outono-inverno e a ação polinizadora destes, em contrapartida, eleva significativamente seu sucesso na produção de sementes.

**PALAVRAS-CHAVE** *Apis mellifera*, fenologia reprodutiva, remanescentes florestais, *Scaptotrigona bipunctata*.

---

Estudos sobre a flora apícola têm demonstrado um amplo espectro de plantas que servem de alimento para as abelhas e conseqüentemente para a manutenção de suas colônias (Camargo e Mazucato 1984, Locatelli e Machado 2001, Aguiar 2003, Antonini e Martins 2003, Faria-Mucci et al. 2003, Milet-Pinheiro e Schlindwein 2008). Segundo Kearns e Inouye (2000), das 250 mil espécies de Angiospermas conhecidas, 90% são polinizadas por animais, especialmente por insetos, sendo que as abelhas compreendem cerca de 40% a 90% dos agentes polinizadores de acordo com o ambiente. A polinização

efetuada por abelhas é uma das melhores alternativas para o aumento da produtividade de numerosas culturas e contribui significativamente para a preservação dos ecossistemas naturais (D'Ávila e Marchini 2005) e conservação de sua viabilidade gênica (Eardley et al. 2006). De acordo com Buchmann e Nabhan (1996), as abelhas são os principais polinizadores de plantas em ecossistemas terrestres e agentes essenciais para prover o serviço ecossistêmico de polinização.

Diante de uma grande variedade de recursos, os visitantes elegem as fontes alimentares com base na sua atratividade. Características florais, como arquitetura floral, emissão de odores ou estímulos visuais devem maximizar a sinalização de recursos para os visitantes, potenciais vetores de dispersão de seus grãos de pólen (Heithaus 1979, Zimmerman 1988, Proctor et al. 1996, Westerkamp 1996, Carvalho e Oliveira 2003).

Roubik (1992) enfatizou que as abelhas sem ferrão são as espécies mais apropriadas para a coleta de pólen e néctar de flores melitófilas em florestas tropicais, a exemplo de *Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier, 1836. Segundo Oliveira e Cunha (2005), *Apis mellifera* Linnaeus 1758, embora exótica na região Neotropical, também se encontra presente em bordas de florestas e sua elevada densidade em flores de determinadas espécies pode influenciar a atividade de coleta por insetos nativos.

Wilms et al. (1997) sugerem que a co-evolução das abelhas e flores nas florestas tropicais pode explicar a abundância de plantas com pequenas flores reunidas em ricas inflorescências. Estudos anteriores com espécies de Sapindaceae, como *Allophylus occidentalis* (Sw.) Radlk. (Bawa 1977), *Sapindus emarginatus* Vahl. (Zapata & Arroyo 1978) e *Cupania guatemalensis* (Turcz.) Radlk. (Frankie et al. 1983) mostraram que suas flores são polinizadas por numerosas espécies de abelhas neotropicais.

*Cupania vernalis* Cambes. (Sapindaceae), conhecida como camboatá-vermelho, é uma espécie arbórea monóica característica de bordas de formações florestais (Sobral e Jarenkow 2006) ocorrente desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (Lima Júnior et al. 2005). Sua abundante floração ocorre de fevereiro a setembro em Goiás (Guarim-Neto 1994) e em Santa Catarina (Reitz 1980). No Rio Grande do Sul há registros de floração nos meses de abril a junho (Herbário ICN UFRGS), período em que há escassez de alimentos para insetos antófilos devido às condições climáticas adversas. A presença de numerosas flores, organizadas em inflorescências terminais do tipo panícula (Reitz 1980, Guarim-Neto

1994) e de um disco nectarífero extra-estaminal (Judd 2002) proporciona grande atratividade às abelhas.

Considerando as interações entre as abelhas e plantas melitófilas avaliaram-se a oferta de recursos alimentares de *C. vernalis* para insetos antófilos e o potencial polinizador de abelhas sociais em fragmentos florestais de Mata Atlântica no sul do Brasil.

## **Metodologia**

**Áreas de estudo.** O estudo foi desenvolvido no período de 27/03/2009 a 08/12/2009, no eixo oeste-nordeste do Rio Grande do Sul, em dois fragmentos de Mata Atlântica, nos municípios de Três Coroas (29° 31' 05"S e 50° 44' 07"W) (área 1) e Igrejinha (29° 32' 42"S e 50° 43' 37"W) (área 2). A primeira área encontra-se em melhor estado de conservação e mede 18,06 ha. Na segunda área há maior grau de antropização, com ocupação urbana próxima, e corresponde a 10,56 ha. Segundo a classificação de Köppen o clima na região é subtropical, com temperaturas médias máximas inferiores a 22°C e a médias mínimas oscilando entre -3 e 18°C .

**Caracterização da população de *C. vernalis*.** A fim de conhecer a fenologia de floração e frutificação na população de *C. vernalis*, em cada área de estudo foram marcadas plantas adultas ao longo de 300m de percurso nas bordas de cada fragmento florestal (Bencke e Morellato 2002). As observações fenológicas foram realizadas quinzenalmente, com o auxílio de um binóculo, avaliando-se a sincronia de floração, através do monitoramento qualitativo (presença ou ausência de flores), o período de frutificação e dispersão de sementes.

**Biologia e atratividade floral.** Para conhecer a morfologia dos verticilos florais coletou-se aleatoriamente 100 flores pistiladas e estaminadas, nos quais foram analisadas sob microscópio estereoscópico e caracterizadas quanto ao número de sépalas, pétalas, estames, ovários e óvulos.

Para estimar a proporção de flores pistiladas presentes nas inflorescências foram marcadas 15 inflorescências em Três Coroas e 17 em Igrejinha. Posteriormente, o número de flores

pistiladas foi comparado ao número de flores estaminadas contabilizadas durante o curso da floração em ambas as áreas de estudo.

As fases da antese de flores pistiladas e estaminadas de três plantas de *C. vernalis* foram caracterizadas e classificadas marcando-se ao acaso 120 botões florais em pré-antese (60 pistilados/ 60 estaminados). Diariamente, após o início da antese, flores pistiladas (n=10) e estaminadas (n=10) foram coletadas avaliando-se, sob microscópio estereoscópico, sua morfologia, disponibilidade de recursos (pólen e néctar) e receptividade estigmática.

Nas flores pistiladas, a receptividade estigmática foi avaliada colocando-se os estigmas em contato com solução de peróxido de hidrogênio (3%) e verificando-se a presença de bolhas (Dafni et al. 2005).

Nas flores estaminadas, verificou-se a presença de conteúdo citoplasmático nos grãos de pólen macerando-se as anteras em cada fase da antese e contrastado-as com solução de carmim acético (2%). Sob microscópio óptico, contou-se 1000 grãos de pólen, distinguindo-se grãos com e sem conteúdo citoplasmático (Dafni et al. 2005).

A presença de osmóforos nas flores foi verificada coletando-se 10 flores estaminadas de cada fase da antese e 10 flores pistiladas com estigma receptivo (Tabela II) tratadas com solução de vermelho neutro por 2 horas. Sob microscópio estereoscópico as flores foram examinadas e fotografadas, registrando-se as regiões florais diferenciadas pelo corante.

Em adição, flores estaminadas e pistiladas oriundas de três inflorescências foram submetidas ao teste organoléptico, onde as partes florais foram compartimentadas e colocadas em diferentes frascos com tampa, sendo destampados e cheirados após 10 minutos (Dafni et al. 2005).

**Visitantes florais.** A fim de avaliar a frequência e o comportamento de insetos em flores de *C. vernalis*, três plantas foram selecionadas e marcadas em cada área de estudo. Os insetos foram registrados através da observação direta nas copas das árvores, especificamente em cinco ramos, em intervalos quinzenais, durante 30min a partir das 9h, 12h e 15h. Em cada dia de amostragem o número de flores presentes nos cinco ramos avaliados foi contabilizado.

O comportamento das abelhas mais freqüentes, *S. bipunctata* e *A. mellifera*, foi registrado acompanhando-se suas visitas nas flores em períodos de 30min, a partir das 9h, 12h e 15h, ao longo de dois dias. Observaram-se os recursos coletados, o contato das abelhas com anteras e estigmas, o número de flores visitadas/ramo e o tempo de permanência em cada flor.

Com o intuito de analisar a eficiência no transporte de grãos de pólen de *C. vernalis* disponíveis para a polinização, 30 indivíduos de *S. bipunctata* e de *A. mellifera* foram coletados nas flores com auxílio de rede entomológica e acondicionados em frascos com acetato de etila. O pólen aderido à região ventral destas abelhas foi retirado e preparado em lâminas com gelatina glicerinada/fucsina (Louveaux et al. 1978) contando-se, sob microscópio óptico, 100 grãos e calculando-se o percentual de pólen da planta-alvo.

Para a avaliação da eficiência de coleta de *S. bipunctata* e *A. mellifera*, a carga de pólen transportada por 30 indivíduos de cada espécie foi estimada através do preenchimento da superfície das corbículas, com o auxílio de microscópio eletrônico de varredura. Posteriormente, calculou-se o número relativo de abelhas com cargas polínicas em cada categoria pré-estabelecida (A=  $\leq 10\%$ ; B= 10% - 25%; C= 25% - 50% e D=  $\geq 50\%$ ).

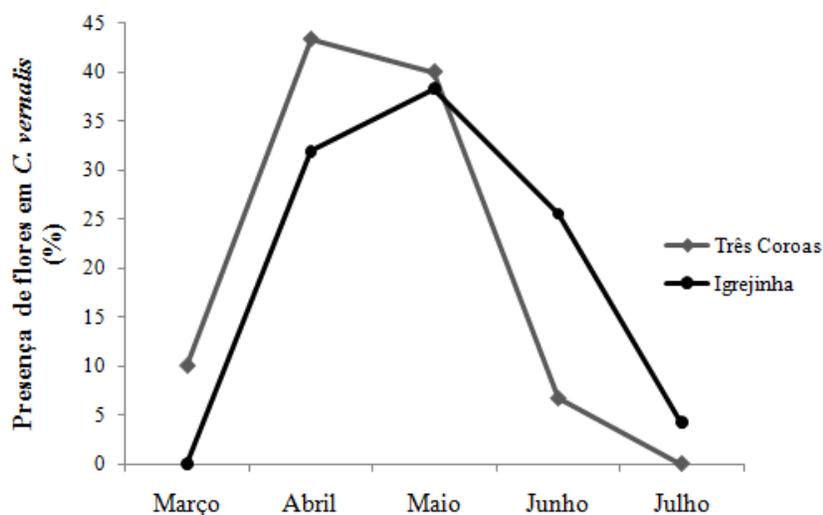
**Tratamentos de Polinização.** A fim de verificar a eficiência dos insetos na polinização das flores de *C. vernalis*, três plantas foram selecionadas em cada área de estudo.

A comparação da produtividade de frutos e sementes foi realizada através de três repetições, em experimentos com livre visita de insetos (controle) e com exclusão de insetos (autogamia) protegendo-se inflorescências com tecido de malha fina. O procedimento foi acompanhado desde os botões florais até a frutificação e dispersão de sementes. Ao final do ciclo reprodutivo da espécie, as infrutescências de cada tratamento foram coletadas contando-se, em cada uma, o número de frutos formados e o número de sementes/fruto.

**Análise estatística.** A atratividade das flores às abelhas em ambas as áreas de estudo foi verificada através da relação entre a freqüência de *S. bipunctata* e de *A. mellifera* com a progressão da floração de *C. vernalis*, por meio do teste de correlação simples, utilizando-se o programa Bioestat, versão 5.0.

## Resultados

**Caracterização e desenvolvimento da população de *C. vernalis*.** As 13 plantas adultas de *C. vernalis* na borda do fragmento florestal da área 1 e as 19 plantas na área 2 floresceram entre março a julho, de modo assincrônico na população (Fig.1), com distinção temporal entre as plantas marcadas. A abertura dos frutos e a dispersão de sementes ocorreram nos meses de novembro e dezembro.



**Fig. 1.** Período de floração de *Cupania vernalis* nas bordas do fragmento dos municípios de Três Coroas e Igrejinha.

**Biologia floral e atratividade a insetos.** As inflorescências de *C. vernalis* apresentaram fases estaminadas e pistiladas de suas flores (Fig. 2) configurando distinção temporal das fases femininas e masculinas.

Em ambas as fases, as inflorescências são compostas por flores morfologicamente hermafroditas, mas funcionalmente unissexuais, com cálice e corola pentâmeros de

coloração branco-esverdeada (Fig. 2) e odor adocicado. As flores estaminadas possuem 8 estames com anteras cordiformes rimosas e ovário vestigial. As flores pistiladas apresentam o gineceu viloso, tricarpelar e trilocular, com um só óvulo em cada lóculo e estames não funcionais. Os frutos formados são secos e indeiscentes e as sementes apresentam arilo. Nos ramos marcados nas copas das árvores em Três Coroas (n= 16) e Igrejinha (n=15) verificou-se, respectivamente, a presença de 3861 e 8515 flores vigorosas nas inflorescências. Na área 1, as flores pistiladas compreendem cerca de 10% do total de flores vigorosas presentes nas inflorescências, ao passo que na área 2 as flores pistiladas corresponderam por 15% das flores contabilizadas em cada inflorescência.



**Fig. 2.** Visitas de *Apis mellifera* a inflorescências com flores pistiladas (1) e (2) estaminadas de *Cupania vernalis*.

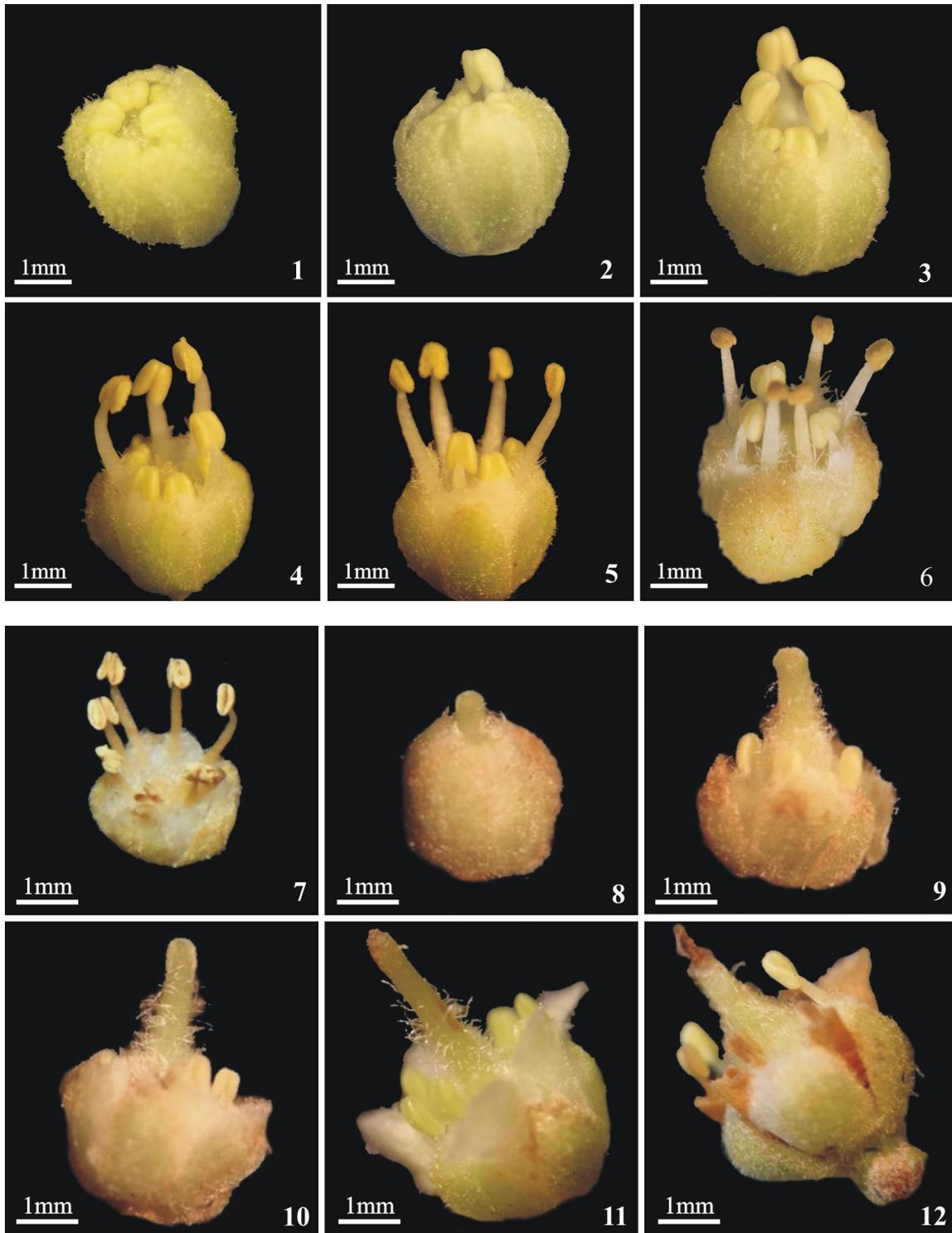
A antese foi caracterizada em 5 e 6 fases, respectivamente, nas flores pistiladas e estaminadas (Tabela I). Em todas as fases de desenvolvimento as flores pistiladas apresentaram anteras indeiscentes, as quais, apesar de possuírem grãos de pólen com conteúdo citoplasmático não os dispersaram, mesmo após a senescência. Nas flores estaminadas o pistilo não se desenvolveu (Fig. 3). A receptividade estigmática das flores pistiladas restringiu-se às fases 2 e 3 (Tabela I). Nas flores estaminadas, em todos os estágios da antese, a porcentagem de grãos de pólen que apresentaram conteúdo

citoplasmático foi de 70 a 96%, ocorrendo decréscimo no decorrer da antese. Entretanto, nas fases 3 e 4 verificou-se disponibilidade de grãos de pólen em alta quantidade (Tabela I).

**Tabela I. Fenofases da antese em flores pistiladas e estaminadas de *Cupania vernalis*. Corola: F= fechada, PA= parcialmente aberta, A=aberta, S=senescente; Receptividade do estigma: (+)= receptivo, (-)= não-receptivo; Disponibilidade de pólen e néctar: (0)= ausente, (+)= alta, (-)= baixa. Estames: V= vigorosos, S= senescentes, RD= recurvados para dentro, PE= parcialmente eretos, E= eretos; Anteras: D= deiscentes, I= indeiscentes, EX=exclusa, IN= inclusa.**

Flores Pistiladas					Flores Estaminadas							
Fases	Corola	Receptividade			Fases	Corola	Estames (8)	Anteras (8)	Pólen	Néctar	Viabilidade	
		(estigma)	Néctar	Anteras (8)							Pólen	Néctar
1° (24h)	PA	-	+	8 I (IN)	1° (24h)	PA	8 V (RD)	8 I (2 EX/ 6 IN)	0	+	96	
2° (48h)	PA	+	+	8 I (IN)	2° (48h)	PA	8 V (RD)	8 I (4 EX/ 4 IN)	0	+	92	
3° (72h)	A	+	+	8 I (IN)	3° (72h)	A	8 V (6 PE/ 2 E)	2 D/ 6 I (8 EX)	+	+	81	
4° (96h)	A	-	+	8 I (EX)	4° (96h)	A	8 V (4 PE/ 4 E)	4 D/ 4 I (8 EX)	+	+	77	
5° (120h)	S	-	0	8 I (EX)	5° (120h)	A	4 V/ 4 S (8 E)	7 D/ 1 I (8 EX)	-	+	<70	
					6° (144h)	S	8 S (8 E)	8 D (8 EX)	-	-	<70	

O teste com vermelho neutro apresentou pontos de coloração nos nectários e nas pétalas das flores pistiladas e estaminadas. Ainda nas pistiladas verificou-se a presença de osmóforos no estigma e nos tricomas da base do pistilo e nas flores estaminadas nos estames em estágio de senescência (Fig. 3). A emissão de odores adocicados foi verificada em todas as partes florais, principalmente nos nectários, sendo esta mais acentuada nas flores estaminadas.



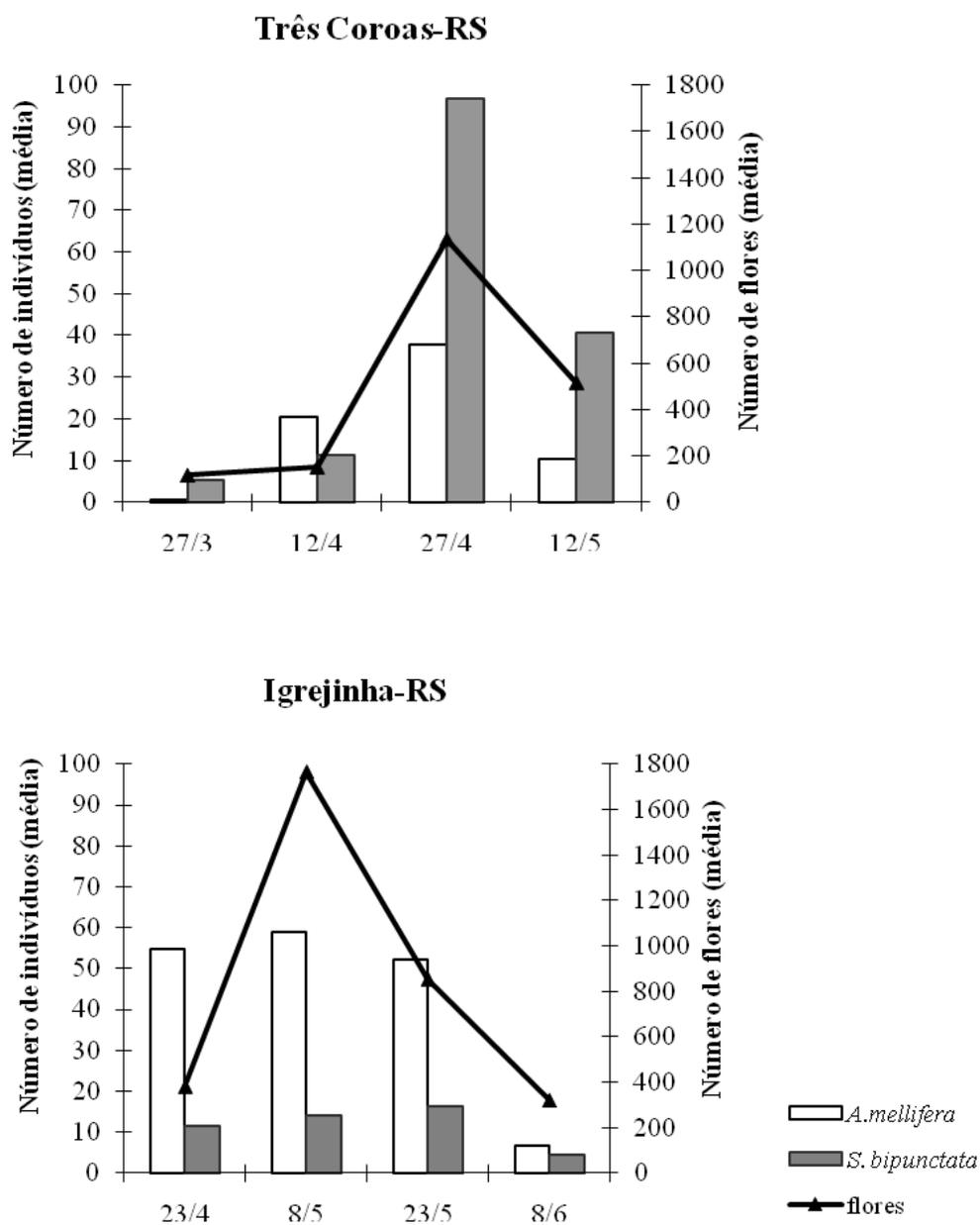
**Fig. 2.** Fases da antese de flores estaminadas (1 a 7) e de flores pistiladas (8 a 12) de *Cupania vernalis*.



**Fig. 3.** Evidência de osmóforos (coloração com vermelho neutro) em flores pistiladas (1e 2) e estaminadas (3 e 4) de *Cupania vernalis*.

**Visitantes florais.** Ao longo da floração de *C. vernalis* registraram-se 1183 visitas de insetos em Três Coroas, representados por Hymenoptera (63%), Diptera (19%), Lepidoptera (13%) e outros insetos (5%). Em Igrejinha, os visitantes florais pertencem à Hymenoptera (73%), Diptera (21%), Lepidoptera (2%) e outros táxons (4%), totalizando 1048 visitas. Dentre os insetos registrados destacam-se as abelhas sociais cujas espécies mais freqüentes foram *S. bipunctata* e *A. mellifera*. À exceção do dia 27/03/2009, quando *A. mellifera* não foi observada em Três Coroas, as duas espécies foram registradas nas flores em todas as amostragens ao longo do período de floração, nas duas áreas estudadas.

Na área 1 *S. bipunctata* e *A. mellifera* representaram, respectivamente, 60% e 26,9% das visitas registradas. Entretanto, na área 2 a proporção de visitas entre estas espécies é inversa, onde *A. mellifera* foi a mais freqüente, com 65,9%, e *S. bipunctata* representou 17,5% dos registros. Em ambas as áreas a freqüência das duas espécies de abelhas esteve intimamente relacionadas à abundância de flores (Área 1- *S. bipunctata*:  $r= 0,99$ ;  $p= 0,001$ ; *A. mellifera*:  $r= 0,85$ ;  $p=0,06$ ; Área 2 - *S. bipunctata*:  $r= 0,36$ ;  $p= 0,41$ ; *A. mellifera*:  $r= 0,75$   $p= 0,04$ ) (Fig.4).



**Fig. 4.** Visitação de *Scaptotrigona bipunctata* e *Apis mellifera* em flores de *Cupania vernalis*, no outono de 2009, nos municípios de Três Coroas e Igrejinha, RS, Brasil..

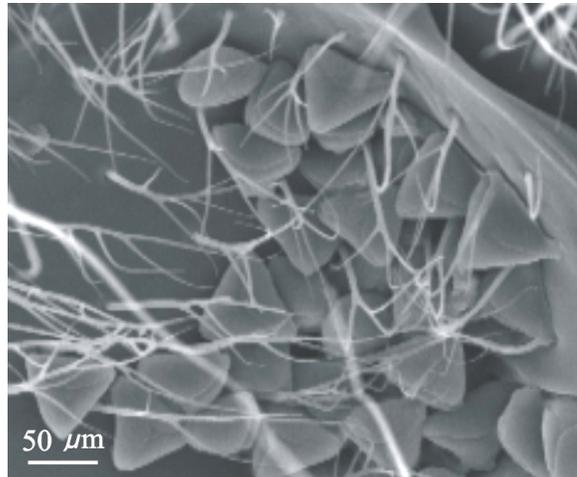
Nas visitas às flores, nos três horários observados (9h, 12h e 15h), tanto *S. bipunctata* quanto *A. mellifera* coletavam néctar ativamente. Devido à disposição dos elementos reprodutivos das flores e tamanho em relação às abelhas (Fig. 5), em todas as visitas, ao coletarem néctar, a parte ventral do corpo destes insetos tocava anteras e estigmas. Ao pousarem nas flores estaminadas as abelhas coletavam passivamente grãos de pólen (disponíveis nas fases 3 e 4) e tocavam os estigmas das flores pistiladas (receptivos nas fases 2 e 3).

As operárias de *S. bipunctata* e *A. mellifera* visitaram, respectivamente, entre 1-16 flores/ ramo ( $\bar{x}$  = 3,38; sd= 0,03; n= 773) e entre 1-20 flores/ ramo ( $\bar{x}$  = 2,58; sd= 2,24; n= 477), permanecendo em cada flor em média 4,8s (sd= 0,53) e 3,0s (sd=0,37).



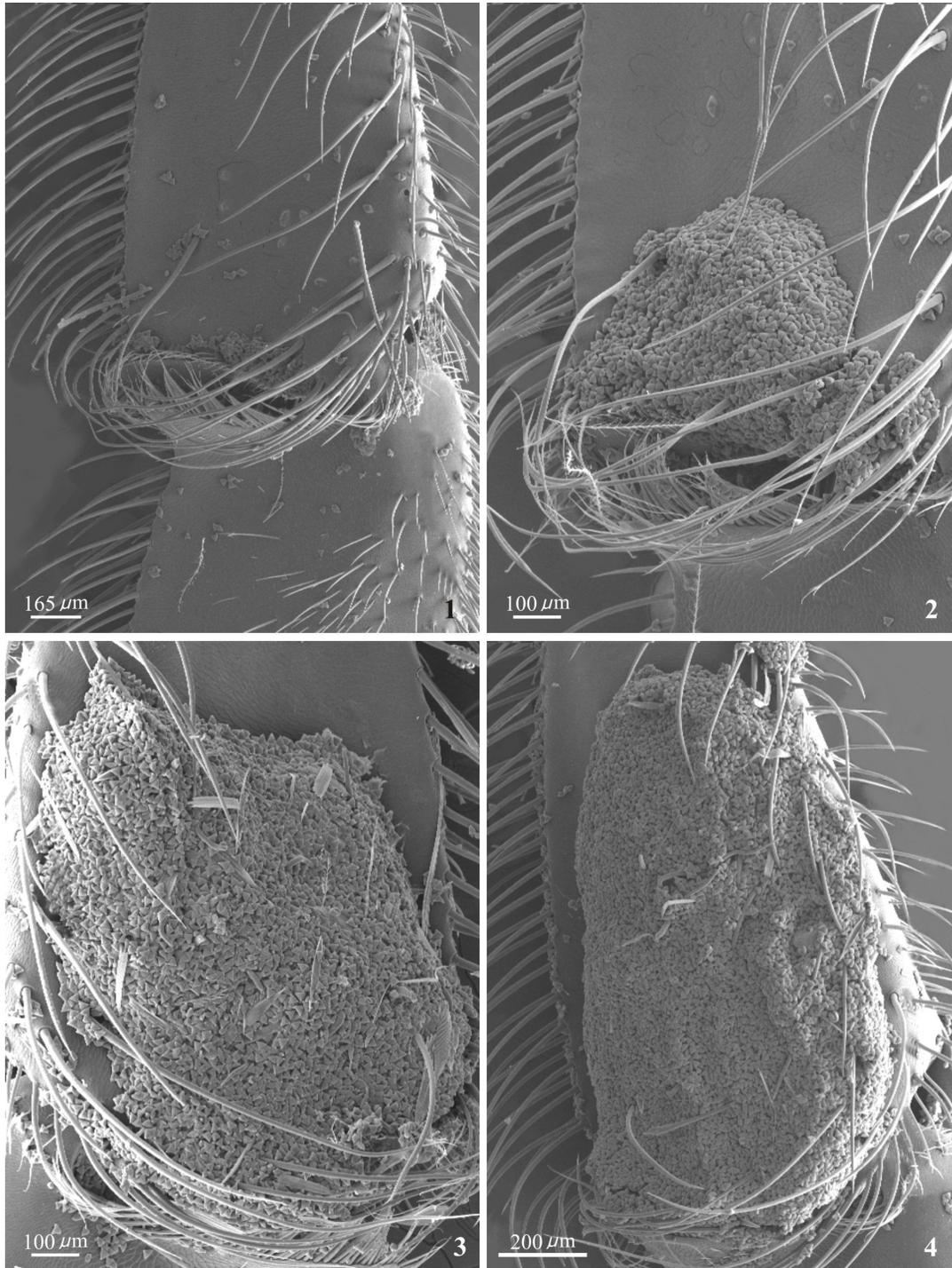
**Fig. 5.** Operárias de *Apis mellifera* (1) e *Scaptotrigona bipunctata* (2) em visitas a flores de *Cupania vernalis*.

A constância floral de *S. bipunctata* e de *A. mellifera* à planta alvo foi elevada, dado que os polens transportados no ventre das abelhas correspondiam, respectivamente, a 97% e 99% de grãos desta espécie. Das 30 operárias examinadas em cada espécie, 90% possuía polens na parte ventral do corpo sendo estes aderidos tanto aos pêlos como diretamente na base do tegumento (Fig. 6).

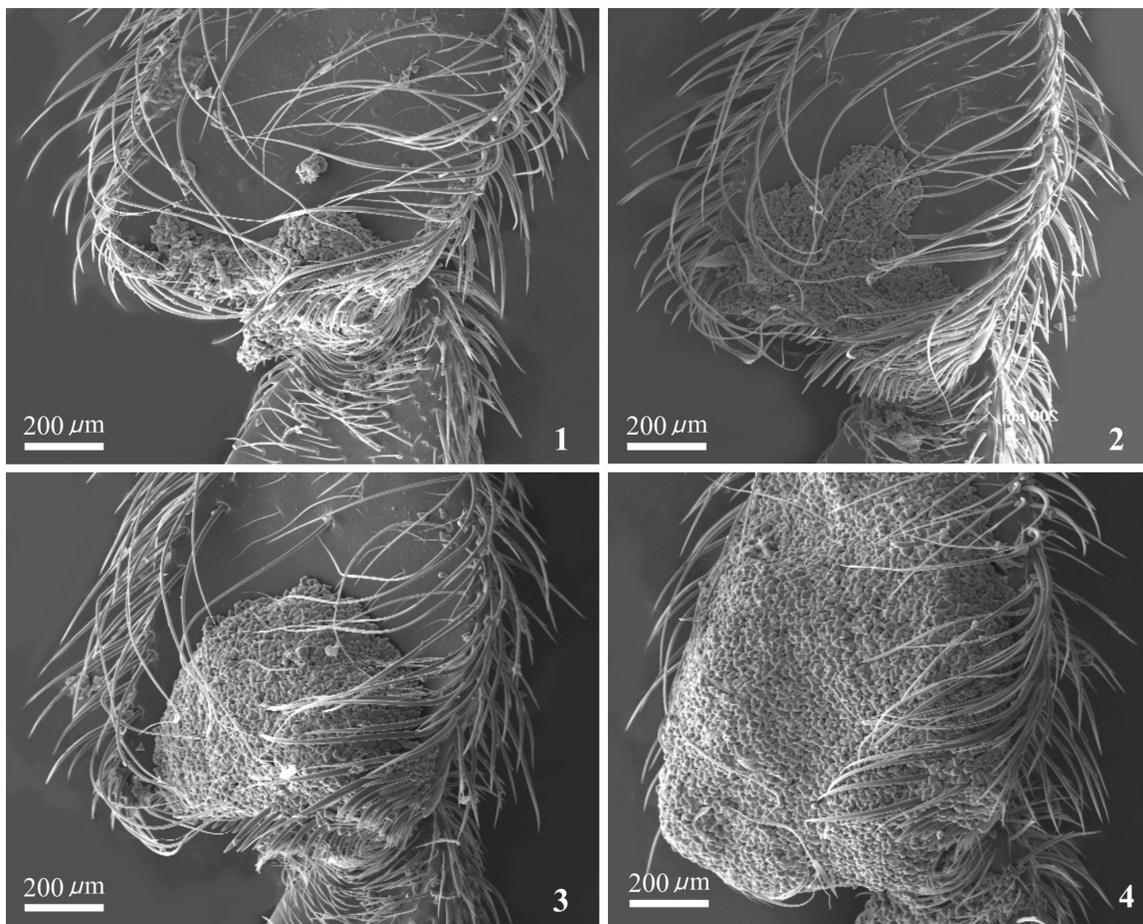


**Fig. 6.** Polens de *Cupania vernalis* aderidos aos pêlos da região ventral do corpo de *Scaptotrigona bipunctata*.

A análise do pólen presente nas corbículas das abelhas evidenciou que *A. mellifera* visita *C. vernalis* preferencialmente em busca de néctar, pois 69,36% das abelhas observadas (n=173) não possuíam pólen em suas corbículas. As demais possuíam pequena quantidade de pólen e somente 1,73% apresentavam cargas de pólen equivalentes a 75% da capacidade das corbículas. Em contrapartida, 66,25% das operárias examinadas de *S. bipunctata* (n=163) continham cargas de 25 a 50% de grãos de pólen e as demais carregavam porções com quantidade superior, e somente 0,61% dos indivíduos não continham pólen aparente armazenado nas corbículas (Figs. 7 e 8).



**Fig. 7.** Corbículas de operárias de *Apis mellifera* categorizadas de acordo com as cargas de pólen de *Cupania vernalis*: (1)  $\leq 10\%$ ; (2) 10% - 25%; (3) 25% - 50% e (4)  $\geq 50\%$ .



**Fig. 8.** Corbículas de operárias de *Scaptotrigona bipunctata* categorizadas de acordo com as cargas de pólen de *Cupania vernalis*: (1)  $\leq 10\%$ ; (2) 10% - 25%; (3) 25% - 50% e (4)  $\geq 50\%$ .

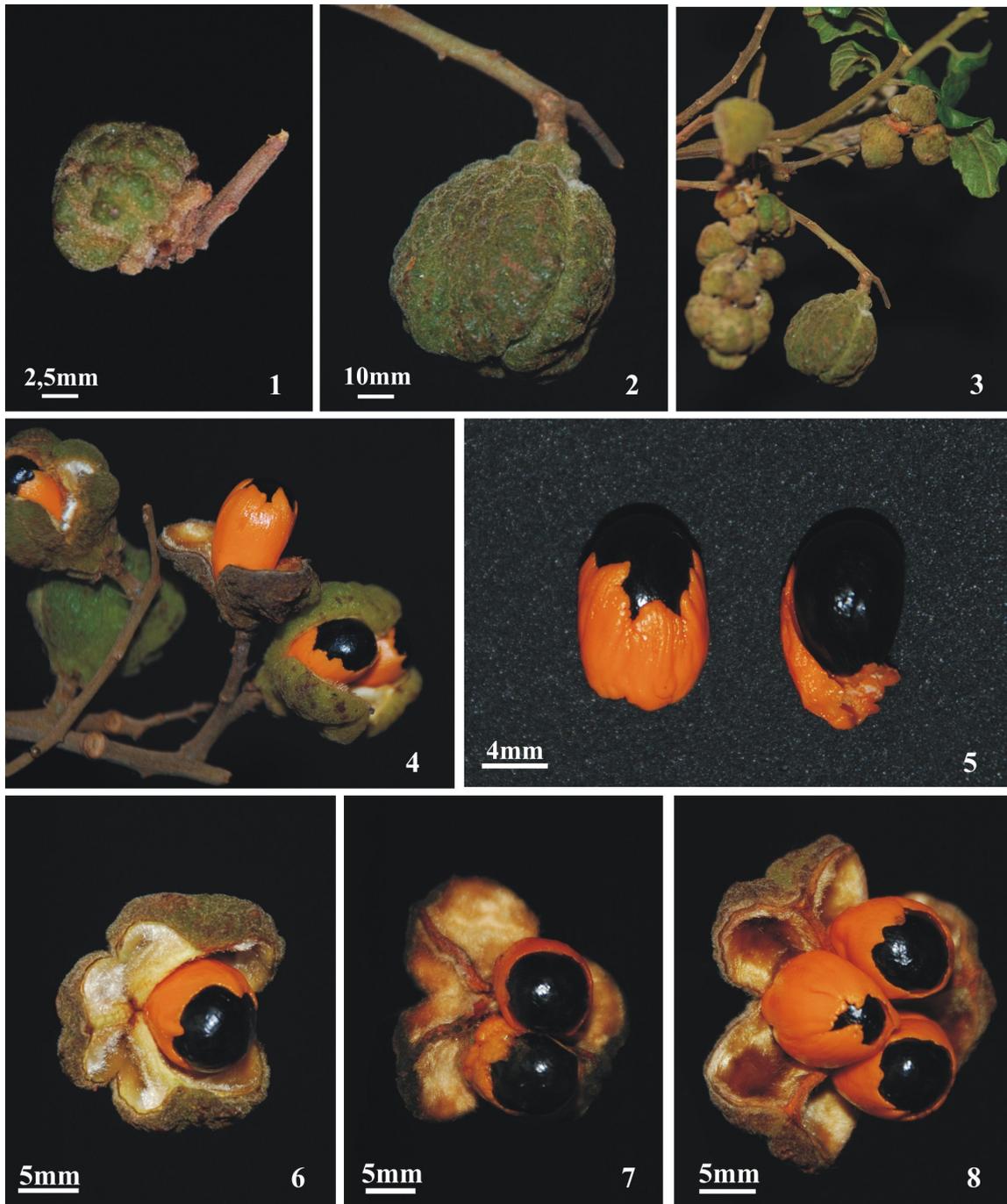
**Tratamentos de polinização.** Tanto em Três Coroas quanto em Igrejinha verificou-se que o número de frutos resultantes dos tratamentos controle foi superior à autogamia (Tabela II). Em ambas as áreas estudadas algumas inflorescências marcadas em cada tratamento resultaram em frutos mal desenvolvidos, os quais não possuíam sementes (Fig. 9). No entanto, o número de frutos formados em Três Coroas foi superior ao de Igrejinha (Tabela II).

Com relação à produtividade de sementes as plantas de Três Coroas e de Igrejinha diferem em alta proporção. Embora o número de flores pistiladas em Três Coroas tenha

vido menor, o sucesso da fecundação de óvulos foi maior quando comparado aos índices de Igrejinha.

**Tabela II. Produção de flores femininas, frutos e sementes de indivíduos de *C. vernalis* em dois fragmentos florestais de Mata Atlântica.**

	Média n° flores pistiladas/inflorescências	% Médio frutos (autogamia)	% Médio frutos (livre visita)	% Médio sementes (autogamia)	% Médio sementes (livre visita)	Razão óvulo/semente (autogamia)	Razão óvulo/semente (livre visita)
Três Coroas	9,81 (n=15; sd=6,64)	2,54	68,15	1,06	43,73	94,20:1	2,28:1
Igrejinha	29,64 (n=17; sd=17,69)	0,59	16,26	0,26	11,90	378,00:1	8,40:1



**Fig. 9.** Frutificação de *Cupania vernalis*: (1) fruto mal desenvolvido, (2) fruto desenvolvido, (3) contraste entre frutos desenvolvidos (abaixo a direita) e mal desenvolvidos, (4) infrutescência madura, (5) sementes envolvidas em arilo (esquerda) e com arilo parcialmente destacado (direita) e (6, 7, 8) frutos com formação de uma, duas e três sementes.

## Discussão

O período de florescimento nas plantas marcadas nas populações de *C. vernalis* estudadas nas duas áreas de estudo foi assincrônico. Em Três Coroas a floração inicia-se mais cedo comparada a Igrejinha. Segundo Ferraz (1998), a fenologia das espécies é influenciada pela ação conjunta dos fatores climáticos associados às características inerentes às espécies. Além disso, flutuações na disponibilidade de polinizadores, dispersores de sementes, predadores e competidores (Lieberman 1982) podem funcionar como forças seletivas que influenciam na sazonalidade dos eventos reprodutivos das plantas (Janzen 1967).

Esta espécie arbórea produziu um grande número de flores durante os meses de março a julho, com picos em abril e maio. Este padrão prolongado de floração faz com que os recursos se tornem previsíveis no tempo, aumentando o número de espécies que procuram pólen e néctar (Salimena-Pires e Giulietti 1998) atraindo assim, grupos de visitantes florais que podem agir como polinizadores eventuais (Vogel e Westerkamp 1991).

Corroborando o estudo desenvolvido por Bawa (1977) em *C. guatemalensis*, as plantas de *C. vernalis* também demonstraram diferenças temporais na abertura floral entre as fases pistiladas e estaminadas das inflorescências. Esta alternância entre as fases leva a uma heterogeneidade temporal dos recursos florais e promove o fluxo de pólen entre as plantas (Heirich e Raven 1972).

Na análise da biologia floral, a morfologia e a antese evidenciaram a necessidade de polinização cruzada entre as flores, uma vez que são funcionalmente unissexuais e possuem distinção temporal quanto à maturação sexual. Dessa maneira, torna-se de extrema importância a atividade de agentes polinizadores que visitem flores estaminadas nas fases 3 e 4, onde os grãos de pólen estão disponíveis e viáveis, e flores pistiladas nas fases 2 e 3, período que os estigmas apresentam-se receptivos.

Apesar das flores de *C. vernalis* serem pouco vistosas, detectou-se a presença de osmóforos em várias partes florais, podendo-se inferir que exalam odor atrativo a insetos. Ao contatarem as flores os insetos obtêm recompensas oriundas da abundante oferta de recursos alimentares. Assim, a relação positiva entre o número de visitantes florais e o

número de flores, demonstrada pela análise de correlação pode ser justificada. Segundo Antonini et al. (2005) a quantidade de recursos oferecidos aos insetos antófilos, através de um grande número de inflorescências, confere à determinada planta um arranjo que a torna mais vistosa e, portanto, atrativa a visitantes florais, como observado em *C. vernalis*.

Em ambas as áreas de estudo os insetos mais freqüentes pertencem à ordem Hymenoptera. A proporção inversa na freqüência dos visitantes mais presentes, *A. mellifera* e *S. bipunctata*, nas duas áreas investigadas corrobora o estudo desenvolvido por Lorenzon et al. (2003), o qual indica que a diversidade e a abundância floral em diferentes habitats podem favorecer a ocorrência de distintas espécies dominantes, ora *A. mellifera* (exótica), ora *S. bipunctata* (nativa). No presente estudo sugere-se que a diferença na proporção de visitas pelas duas espécies mencionadas pode ser justificada pelo fato do fragmento florestal da área 1 ser mais extenso, e possivelmente, conservar maior quantidade de ninhos de abelhas sociais nativas, a exemplo de *S. bipunctata*

As interações entre *C. vernalis* e insetos antófilos, em especial com as abelhas sociais foram avaliadas como positivas. Ao oferecer os recursos florais em época de pouca disponibilidade de alimentos, esta espécie vegetal atrai abelhas e as recompensam oferecendo-lhes alimentos. Durante as visitas às flores estaminadas, *A. mellifera* e *S. bipunctata* aderem grãos de pólen aos pêlos ventrais do seu corpo e ao visitarem as flores pistiladas favorecem a ocorrência da polinização cruzada entre as flores. Estes resultados corroboram os dados obtidos por Sanchez-Júnior e Malerbo-Souza (2004), que registraram visitas de *A. mellifera* nas flores de *Gossypium hirsutum* L. (algodão), principalmente para coletar néctar (95,6%). Entretanto, a espécie foi caracterizada pelos autores como polinizadora efetiva da cultura, pois ao coletarem néctar as abelhas tocavam os estames, carregando grãos de pólen de flor em flor.

O comportamento de visita de *A. mellifera* e *S. bipunctata* nas flores de *C. vernalis* sugere que ambas possuem potencial como polinizador desta planta, porém a quantidade de grãos de pólen armazenados nas corbículas das operárias das duas espécies foi notavelmente distinta. Muitos indivíduos de *A. mellifera* não possuíam cargas polínicas aparentes, em contrapartida, a maior parte das operárias de *S. bipunctata* utilizou os recursos de *C. vernalis* como alimento para suas crias ao transportarem grande quantidade de pólen em suas corbículas.

Nos dois locais de estudo a formação de frutos de *C. vernalis* foi mais efetiva nas inflorescências visitadas por insetos em comparação com as flores isoladas, caracterizando-se a efetividade da polinização entomófila. No entanto, observou-se considerável número de abscisões de flores e frutos mal formados em ambos os tratamentos. Sugere-se que estas perdas sejam resultantes de flores não polinizadas ou de estratégias fisiológicas da planta (Aleemullah et al. 2000) pois, a polinização deficiente das flores origina frutos deformados ou que morrem logo após iniciado o seu desenvolvimento (Filgueira 1972).

A relação óvulo/semente de *C. vernalis* obtida em Três Coroas foi melhor que em Igrejinha. Infere-se que este percentual produtivo mais elevado esteja relacionado com a maior frequência de visitas de *S. bipunctata* no fragmento de Três Coroas. Pois, apesar de *A. mellifera* ser considerada polinizadora de *C. vernalis*, *S. bipunctata* evidencia maior efetividade nesta tarefa. Seu menor tamanho corporal propicia maior contato destes insetos com anteras e estigmas durante o forrageio nas flores. Segundo Corbet e Willmer (1980), o tamanho do inseto em relação à flor é um dos importantes fatores a serem considerados na determinação da sua eficiência como polinizador.

Os resultados evidenciam a necessidade de insetos polinizadores na produção de sementes de *C. vernalis* em fragmentos florestais da Mata Atlântica. Entretanto, a interpretação da diferença na produtividade de frutos e sementes de *C. vernalis*, constatada nas duas áreas avaliadas, demanda avaliação da eficiência polinizadora de seus visitantes florais, especialmente de abelhas nativas e da exótica *A. mellifera*, bem como do déficit de polinização devido à redução de populações de abelhas em consequência da fragmentação florestal. As recentes preocupações sobre o declínio das espécies de plantas e de polinizadores despertaram a atenção sobre as ameaças locais e globais à diversidade de abelhas (Murray et al. 2009). Esta preocupação aplica-se também à Mata Atlântica no sul do Brasil, onde se verificou estreita relação entre *C. vernalis* e insetos antófilos.

## Referências Bibliográficas

- Aguiar, C. M. L. 2003.** Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (3): 457-467.
- Aleemullah, M., A. M. Haigh e P. Holford. 2000.** Anthesis, anther dehiscence, pistil receptivity and fruit development in the Longum group of *Capsicum annuum*. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 40 (5): 755-762.
- Antonini, Y. e R. P. Martins. 2003.** The flowering-visiting bees at the Ecological Station of the Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil. *Neotropical Entomology* 32 (4):565-575.
- Antonini, Y., H. G. Souza, C. M. Jacobi, e F. B. Mury. 2005.** Diversidade e Comportamento dos Insetos Visitantes Florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma Área de Campo Ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology* 34(4):555-564.
- Bawa, K. S. 1977.** The Reproductive Biology of *Cupania guatemalensis* Radlk. (Sapindaceae). *Evolution*, 31 (1): 52-63.
- Bencke, C. S. C. e P. C. Morellato. 2002.** Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 269-275.
- Buchmann, S. e G. P. Nabhan. 2006.** *The Forgotten Pollinators*. Island Press, Washington D. C.
- Camargo, J. M. F. e M. Mazucato. 1984.** Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Dusenía* 14 (2): 55-87.

- Carvalho, D. A. e P. E. Oliveira. 2003.** Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). Revista Brasileira de Botânica 26(3): 319-328.
- Corbet, S. A. e P. G. Willmer. 1980.** Pollination of yellow passionfruit: nectar, pollen and carpenter bees. Journal of Agricultural Science 95: 655-666.
- Dafni, A., P. G. Kevan e B. C. Husband. 2005.** Practical Pollination Biology. Enviroquest Ltda, Ontario, Canada.
- D'Avila, M. e L. C. Marchini. 2005.** Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. Boletim da Indústria Animal 62: 79-90.
- Eardley, C., D. Roth, J. Clarke, S. Buchmann e B. Gemmil. 2006.** Pollinators and Pollination: A resource book for policy and practice. Africa.
- Faria-Mucci, G. M., M. A. Melo, L. A. O. Campos. 2003.** A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas utilizadas como fontes de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil. In: Melo, G.A.R. & Alves-dos-Santos, I. (Eds), Apoidea Neotrópica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Editora UNESC, Craciúma. Revista Brasileira de Biologia 59(2): 305-317.
- Ferraz, D. K., R. Artes, W. Mantovani e L. M. Magalhães. 1998.** Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. Revista Brasileira de Biologia 59(2): 305-317.
- Filgueira, F. A. R. 1972.** Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. Agronômica Ceres, São Paulo.

- Frankie, G. W., W. A. Haber, P. A. Opler e K. S. Bawa. 1983.** Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: Jones, C. E. & Little, R. J. (eds), *Handbook of Experimental Pollination Biology*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Guarim Neto, G. 1994.** Flora dos estados de Goiás e Tocantins. (Sapindaceae). Ed. UFG, Goiânia.
- Heinrich, B. e P. H. Raven. 1972.** Energetics and pollination ecology. *Science* 176: 597-602.
- Heithaus, E. R. 1979.** Flower-feeding specialization in wild bee and wasp communities in seasonal Neotropical habitats. *Oecologia* 42: 179-194.
- Janzen, D. H. 1967.** Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-37.
- Judd, W. S. 2002.** *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Kearns, C. A. e D. W. Inouye. 2000.** *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado, Niwot.
- Lieberman, D. 1982.** Seasonality and phenology in a dry forest in Ghana. *Journal Ecology* 70: 791-806.
- Lima-Júnior, E. C., A. A. Alvarenga, E. M. Castro, C. V. Vieira e H. M. Oliveira. 2005.** Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Ciência Rural* 35 (5): 1092-1097.

- Locatelli, E. e I. C. S. Machado. 2001.** Bee diversity and their floral resources in a fragmento of a tropical altitudinal wet Forest (“Brejos de Altitude”) in northeastern Brasil. *Acta Horticulture* 561: 317-325.
- Lorenzon, M. C. A., C. A. R. Matrangolo e J. H. Schoereder. 2003.** Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na serra da Capivara, em caatinga do Sul do Piauí. *Neotropical Entomology* 32: 27-36.
- Louveaux, J., A. Maurizio e G. Vorwhl. 1978.** Methods of melissopalynology. *Bee World* 59 (4): 139-157.
- Millet-Pinheiro, P., C. Schlindwein. 2008.** Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas em uma área do Agreste pernambucano, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 52 (4): 625-636.
- Murray, T. E., M. Kuhlmann e S. G. Potts. 2009.** Conservation ecology of bees: populations, species and communities. *Apidologie* 40: 211-236.
- Oliveira, M. L. e J. A. Cunha. 2005.** Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepelletier, 1835 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? *Acta Amazônica* 35(3): 389-394.
- Proctor, M., P. Yeo e A. Lack. 1996.** The natural history of pollination. Collins, London.
- Reitz, R. 1980.** Flora Ilustrada catarinense. Itajaí.
- Roubik, D.W. 1992.** Stingless bees: a guide to Panamanian and Mesoamerican species and their nests (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). In: Quintero D., A. Aiello (eds.), *Insects of Panamá and Mesoamerica*. Oxford University Press. Oxford.

- Salimena-Pires, F. R. e A. M. Giulletti. 1998.** Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Verbenaceae. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 17: 155-186.
- Sanchez-Junior, J. L. B. e D. T. Malerbo-Souza. 2004.** Frequência dos insetos na polinização e produção de algodão. Acta Scientiarum Agronomy 26(4): 461-465.
- Sobral, M. e J. A. Jarenkow. 2006.** Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul. RIMA- Novo Ambiente, São Carlos.
- Vieira, E. F. e S. R. S. Rangel. 1984.** Rio Grande do Sul: Geografia física e vegetação. Sagra, Porto Alegre.
- Vogel, S. e C. Westerkamp. 1991.** Pollination: an integrating factor of biocenoses. pp.159-170. In: Seitz. A. & V. Loeschcke (eds), Species conservation: a population biological approach. Birkhäuser, Boston.
- Westerkamp, C. H. 1996.** Pollen in bee-flowers relation: Some considerations on melittophily. Acta Botânica Brasileira 109: 325-332.
- Wilms, W., M. Ramalho e L. Wendel. 1997.** Stingless bees and Africanized honey bees in the Mata Atlântica rainforest of Brazil. pp.167-170. In: XXXth International Apicultural Congress of Apimondia. Antuérpia.
- Zapata, T. R. e M. T. K. Arroyo. 1978.** Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. Biotropica 10: 221-230.
- Zimmerman, M. 1988.** Nectar production, flowering phenology and strategies for pollination. In: Doust, J.L. & L.L Doust (eds.), Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies. Oxford University Press, Oxford.

## CONCLUSÕES GERAIS

Nos dois locais de estudo verificou-se que o tamanho e o estado de conservação dos fragmentos florestais influenciam a diversidade de insetos. No entanto, os resultados confirmam a interação de *Cupania vernalis* Camb com os insetos antófilos, pois a presença de inúmeras inflorescências com odor adocicado, abundante produção de néctar e elevada disponibilidade de pólen nas flores estaminadas oferece grande atratividade aos insetos, especialmente as abelhas. Desta forma pode se inferir que a presença de insetos nativos, como *S. bipunctata*, eleva significativamente a produtividade das flores de *C. vernalis*, através da polinização, contribuindo assim para a formação de seus frutos e sementes.