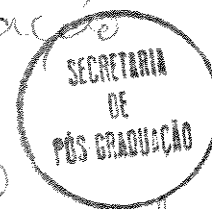


Este exemplar corresponde a redação
final da tese defendida pela
candidata Andréa L. M. Franco
& aprovada pela comissão julgadora
06/02/91 Marlies Sazima



Biologia floral de duas espécies sincronopátricas de
Prestonia (Apocynaceae).

F 848b

Andréa L. M. Franco

Orientador

Prof^a. Dr^a. Marlies Sazima

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia, UNICAMP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia (Biologia Vegetal).

30/9/03 046

Campinas - 1991

F848b

13495/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Aos meus pais

Volney e Laide,

pelo apoio, carinho e compreensão.

Agradecimentos

Agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização desta dissertação, particularmente às seguintes pessoas e instituições:

Dr^a. Marlies Sazima, pela orientação, amizade e estímulo durante a realização deste trabalho.

Drs. George John Shepherd, Rita de Cássia S. Maimoni-Rodella e Eliana R. Forni-Martins, pela leitura crítica do trabalho e sugestões apresentadas.

Silvana Buzato, pela amizade, carinho e auxílio na confecção da tese.

Prof. João F.M. Camargo, pela identificação das abelhas.

Dr. Keith S. Brown Junior, pela identificação das borboletas.

Dr. Paulo S. Oliveira, pela confecção do abstract.

Guardas da Santa Genebra, pelo auxílio no trabalho de campo.

Professores, colegas e funcionários do Departamento de Botânica, UNICAMP, em especial a João Semir, Rosângela, Cris, Hélida, Tereza, Luciano, Eneida, Ritinha e Milene.

Aos amigos, Valéria, Fabiana, Rogéria, Kleber, Evelyn, Pira, Andréa, Luciana, João Vasconcellos, Carla, Edú, Ronaldo, Carina e Josênia.

CNPq, pela bolsa de estudo concedida.

A minha irmã Flávia, pelo apoio e estímulo nas diferentes fases deste trabalho.

Ao João Carlos, pelo carinho e apoio durante a confecção do manuscrito.

Aos meus cunhados, irmãos e sobrinhos, pelo apoio em todos os momentos.

Índice

• Introdução	1
• Material & Métodos	3
• Resultados	9
<i>Prestonia coalita</i>	9
Características Gerais	9
Caracterização da flor	9
Viabilidade do grão de pólen	14
Sistema de reprodução	14
Visitantes	17
<i>Prestonia riedelii</i>	30
Características Gerais	30
Caracterização da flor	30
Viabilidade do grão de pólen	35
Sistema de reprodução	35
Visitantes	36
• Discussão	44
Morfologia floral	44
Sistema Reprodutivo	49

Visitantes	53
<i>Prestonia coalita</i>	53
<i>Prestonia riedelii</i>	57
• Referências Bibliográficas	59
• Resumo	68
• Abstract	70

Introdução

O termo biologia floral é definido segundo Fægri & Van der Pijl (1980) como sendo todas as manifestações de vida dentro da flor, desde a antese até a efetiva fertilização. Percival (1965) considera apenas, como objeto de estudo da biologia floral os fenômenos ocorridos entre o início do amadurecimento dos estames e ou da receptividade do estigma e o encerramento destas funções por ambas estruturas. Apesar do termo receber várias interpretações, os trabalhos sobre biologia floral compreendem informações sobre morfologia e função da flor, sistema de reprodução e a relação entre a flor e seus agentes polinizadores (Machado, 1990).

Estudos sobre biologia floral fornecem informações sobre a composição genética de populações vegetais naturais, uma vez que a polinização é o modo pelo qual os genes se dispersam nas populações vegetais; e o fluxo gênico depende de uma interação entre as flores, seus visitantes e fatores ecológicos do habitat em que vivem (Proctor & Yeo, 1972). Desta maneira conhecimentos básicos sobre biologia floral podem ser de grande importância na compreensão da estrutura de comunidades vegetais naturais, sendo utilizados em: programas de controle vegetal, estudos de regeneração de áreas degradadas, manejo de populações naturais e preservação do ambiente (Sazima, I. & Sazima, M., 1989).

Na família Apocynaceae são escassos estudos detalhados sobre biologia floral, podendo-se destacar os seguintes exemplos: *Plumeria rubra* (Haber, 1984), *Apocynum sibiricum* (Waddington, 1976) e *Allamanda schottii* (M. Sakane, com. pess.). Além disso, há algumas referências sobre visitas de abelhas a flores de *Thevetia peruviana*, *Prestonia mollis*, *Allamanda* sp. e *Prestonia* sp. (Dodson, 1966); *Amblyanthera* sp. e *Allamanda neriifolia* (Ducke, 1901); *Tabernaemontana rigida*, *Prestonia* sp. e *Lacmella latescens* (Vogel, 1966); e *Prestonia* sp., *Prestonia mollis* e *Thevetia peruviana* (Dodson

& Frymire, 1961).

A família Apocynaceae reúne numerosas espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil esta família possui representantes nas diversas formações vegetais, como por exemplo, matas e cerrados (Joly, 1979). Na Reserva Municipal da Mata de Santa Genebra, Campinas, SP, esta família possui vários representantes, dentre os quais o gênero *Prestonia*, representado por três espécies, *P. coalita*, *P. riedelii* e *P. tomentosa*.

O presente estudo relata informações referentes a morfologia floral, sistema de reprodução, mecanismo de polinização e comportamento dos animais visitantes de *Prestonia coalita* e *Prestonia riedelii*. Este trabalho foi realizado com a finalidade de ampliar os conhecimentos em biologia floral na família Apocynaceae e estudar a relação entre estas duas espécies sincronopátricas e que apresentam morfologia floral semelhante.

Material & Métodos

O estudo sobre a biologia floral de *Prestonia coalita* e *Prestonia riedelii* foi realizado na Reserva da Mata de Santa Genebra, no período de janeiro a abril de 1989 e 1990. As observações e o trabalho de campo foram realizados em vinte e quatro indivíduos de *P. coalita* e dezenove indivíduos de *P. riedelii*, sendo que ambas espécies crescem ao longo da borda da mata.

A Reserva da Mata de Santa Genebra localiza-se em Campinas, São Paulo, no distrito de Barão Geraldo, às margens da rodovia Campinas-Paulínia (c. 22°49' S e 47°06' W, 640m). É uma área remanescente de mata de planalto com 250ha., cercada por plantações de milho, soja e cana de açúcar. No passado, as matas de planalto, ocupavam uma área bastante significativa do sudeste brasileiro (Leitão Filho, 1982). A reserva possui composição típica de matas mesófilas semi-decíduas (Sazima, 1988). De acordo com o estudo florístico e fitossociológico realizado em 1ha desta mata, as famílias com maior número de indivíduos são Meliaceae (323), Rubiaceae (267) e Apocynaceae (218) (J. Tamashiro com. pess.).

O clima da área de estudo é do tipo mesotérmico de inverno seco, com a temperatura média do mês mais frio inferior a 18° C e do mês mais quente superior a 22° C. A distribuição de chuvas segue o regime típico das zonas tropicais de baixa altitude, caracterizado por um verão chuvoso e um inverno seco (Fig. 1).

Durante o estudo, foram feitas observações sobre a biologia e a morfologia da flor em vários estádios de seu desenvolvimento. Foi estimado o número de flores por planta, por dia, e a sequência de abertura das flores nas inflorescências. Dados sobre horário e sequência da antese, receptividade do estigma, disponibilidade e viabilidade de pólen, duração da flor, concentração do néctar, assim como desenvolvimento dos frutos foram registrados. Características das flores como forma, tamanho, odor, coloração, tipo

de alimento oferecido e a sua localização também foram anotadas. A concentração de açúcares no néctar de *Prestonia coalita* e *P. riedelii* foi medida em cinquenta e quatro e quarenta e seis flores, respectivamente, com auxílio de um refratômetro de bolso. Para efetuar estas medidas, flores de vários indivíduos foram ensacadas no dia anterior à antese e no dia seguinte foram coletadas, sendo as medidas efetuadas em laboratório. Em *P. coalita* a gota de néctar foi colocada diretamente sobre o refratômetro. Em *P. riedelii*, devido a sua elevada concentração, o néctar foi colocado sobre uma lâmina, diluído 1:1 com água destilada e em seguida colocado sobre o refratômetro com auxílio de uma pipeta.

A receptividade do estigma foi testada com água oxigenada (Zeisler, 1938) e Sudam III glicerinado (Johansen, 1940) em flores coletadas durante a manhã. Para tal, o estigma foi retirado da flor e sua receptividade observada sob lupa, no laboratório. A região receptiva do estigma em contato com a água oxigenada reage ocorrendo a liberação de oxigênio; e em contato com o Sudam III cora de vermelho. Para *P. coalita* foi verificada a receptividade do estigma em botões em fase de pré-antese e em flores de primeiro dia. Em *P. riedelii* foi testada a receptividade do estigma em botões em fase de pré-antese e em flores do primeiro ao quinto dia.

A viabilidade dos grãos de pólen, foi testada utilizando-se dois corantes, carmim acético (Radford et al. 1974) e verde malaquita- fucsina ácida (Alexander, 1980), que coram de vermelho os grãos de pólen viáveis e respectivamente, incolor e verde os inviáveis. Em ambas as técnicas, o pólen foi retirado das anteras com o auxílio de um estilete e espalhado sobre uma lâmina. Em seguida, foi colocada sobre o pólen uma gota do corante. No método que emprega carmim foram utilizados treze botões em fase de pré-antese e quinze flores de *P. coalita*, e quinze botões em fase de pré-antese e quinze flores do primeiro ao quinto dia de *P. riedelii*. E na coloração com verde

malaquita foram empregados dez botões em fase de pré-antese e dez flores de *P. coalita* e dez botões em fase de pré-antese e dez flores do primeiro ao quinto dia de *P. riedelii*.

A presença de osmóforos foi detectada utilizando-se vermelho neutro (Vogel, 1963) sendo as flores mergulhadas na solução por cerca de quinze minutos. Em seguida foram lavadas em água destilada, para verificar as regiões da flor que permaneceram coradas, indicando assim a localização dos osmóforos. Flores de ambas as espécies foram colocadas em recipiente de vidro para a percepção do odor. Dados sobre absorção de luz ultravioleta pelas flores foram obtidos utilizando-se cloreto férrico em 1% de solução de éter (Vogel, 1963). As flores foram colocadas em placas de petri e embebidas com cloreto férrico. Após alguns minutos, verificou-se a coloração das partes florais pelas regiões que absorvem luz ultravioleta. A reflexão de luz ultravioleta foi verificada colocando-se flores dentro de uma cabine de ultravioleta com comprimentos de onda de 268nm a 360nm.

A cor das flores foi determinada segundo o guia de cores de Kornerup & Wanscher (1963). As medidas das flores foram tomadas a partir de material fixado em álcool 70% e de material fresco com auxílio de uma régua milimetrada. Algumas flores em diferentes estádios de desenvolvimento foram fixadas em álcool 70% para posteriores estudos em laboratório e esquemas que foram feitos com o auxílio de camara clara. Exsiccatas foram depositadas no Herbário do Departamento de Morfologia e Sistemática Vegetais da Universidade Estadual de Campinas (UEC 21.572 e UEC 21.573).

Os experimentos sobre o sistema de reprodução de *P. coalita* e *P. riedelii* foram desenvolvidos no campo, utilizando-se respectivamente vinte e treze indivíduos. Os seguintes tratamentos foram realizados: a) emasculação - botões em pré-antese foram emasculados e ensacados, sem tratamento posterior; b) autopolinização manual - grãos de pólen foram transferidos para o estigma da própria flor, em flores previamente

ensacadas; c) polinização cruzada - flores foram ensacadas e emasculadas no dia anterior à antese e no dia seguinte, o pólen de flores de outros indivíduos foi transferido para o estigma da flor emasculada; d) autopolinização espontânea (controle) - botões foram ensacados no dia anterior à antese, não havendo tratamento posterior. Flores em condições naturais, não ensacadas, foram marcadas para verificar o desenvolvimento de frutos.

O ensacamento das flores utilizadas nos experimentos de polinização, foi realizado utilizando-se sacos de papel impermeável presos ao pedúnculo floral com etiquetas adesivas. A emasculação dos botões foi realizada com o auxílio de: uma lupa de pala, uma tesoura de ponta fina e uma pinça. Foram feitas pequenas aberturas no tubo da corola, na altura das anteras. Em seguida, com auxílio da pinça, as anteras foram destacadas. Para os experimentos sobre reprodução, em *P. coalita* foram ensacadas inflorescências, com botões em fase de pré-antese. No dia seguinte à antese, o saquinho foi retirado e a flor tratada foi marcada com uma etiqueta contendo a data e o tipo de tratamento realizado. Em *P. riedelii* foram ensacados, individualmente, botões em fase de pré-antese. As flores após o tratamento permaneceram cobertas por seis dias. Após este período foram descobertas e marcadas com uma etiqueta como em *P. coalita*.

Para observar o crescimento de tubos polínicos em estiletes de *P. coalita* e *P. riedelii*, botões foram emasculados e na manhã seguinte levados para o laboratório onde foram feitas polinizações manuais (auto e cruzada). Após os tratamentos, o gineceu de cada flor foi retirado e colocado em placa de ágar. Em seguida com intervalos de 12, 24 e 36 horas o gineceu foi fixado em FAA 70% e o crescimento do tubo polínico observado segundo a técnica de Martin(1959).

Botões de *P. coalita* e *P. riedelii* foram fixados em ácido láctico e glicerina (3:1) para contagem do número de grãos de pólen e do número de óvulos segundo a

técnica de Lloyd (1972). A razão pólen/óvulo foi determinada segundo Cruden (1977).

As observações sobre os visitantes às flores de *P. coalita* e *P. riedelii* foram realizadas entre meados de fevereiro e meados de abril de 1989 e de janeiro a meados de abril de 1990, perfazendo um total de quarenta e sete dias para *P. coalita* e quarenta e três dias para *P. riedelii*. O estudo sobre o comportamento dos visitantes em *P. coalita* e *P. riedelii* foi realizado em vários períodos do dia e obtido a partir de observações visuais diretas e de fotografias. Foram registrados horário, duração, modo e frequência de visita, número de flores visitadas e o tipo de recurso coletado. O período de permanência do visitante em uma flor foi medido com o auxílio de um cronômetro. Foram analisadas as línguas e as probóscides dos visitantes para verificar o local de deposição do pólen.

Os visitantes foram coletados em frascos de vidro, saquinhos plásticos ou com o auxílio de um puçá. Após coletados, foram fixados a seco para posterior identificação. Os espécimes testemunhos dos visitantes foram depositados no Museu de História Natural da Universidade Estadual de Campinas.

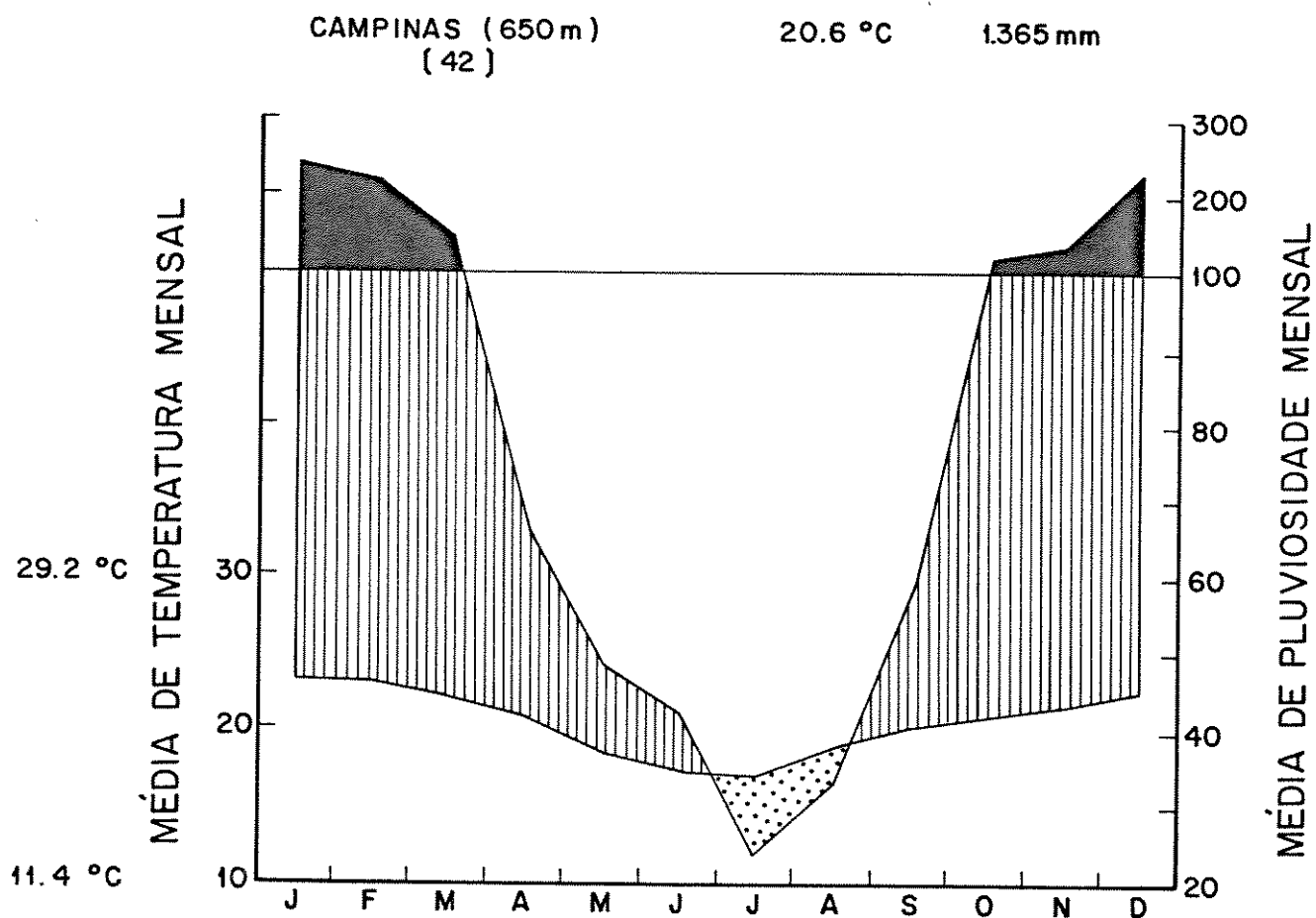


Figura 1: Diagrama climático do Município de Campinas, São Paulo, para um período de 42 anos. Dados obtidos da Estação Meteorológica do Instituto Agrônômico de Campinas.

Resultados

Prestonia coalita (Vell.) Woodson

Características Gerais

Prestonia coalita é uma liana que, no local de estudo, ocorre em borda de mata, utilizando como suporte indivíduos de outras espécies ou mesmo árvores secas e cercas de arame. Pode encontrar-se à poucos metros do solo ou mesmo a quatro metros de altura, dependendo do suporte que utiliza. Possui caule volúvel, latescente, com folhas opostas, glabras e cartáceas.

A floração desta espécie, na Fazenda Santa Genebra, se inicia em dezembro estendendo-se até meados de abril.

Caracterização da flor

P. coalita possui flores dispostas em inflorescências corimbiformes que geralmente apresentam apenas uma flor aberta por dia. O pedúnculo da inflorescência varia de 7 a 15mm de comprimento e cada inflorescência pode desenvolver de quatro a vinte botões. Numa mesma inflorescência há botões em vários estádios de desenvolvimento, sendo os novos formados no ápice. Geralmente há várias flores abertas por dia por indivíduo.

As flores de *P. coalita* possuem pedicelo fracamente pubescente, de coloração verde e mede cerca de 9mm de comprimento. O cálice é formado por cinco sépalas livres, foliáceas, fracamente pubescentes, lanceoladas, de coloração verde e medem de 4 a 6mm de comprimento. A corola é hipocrateriforme, formada por cinco pétalas e uma parte tubulosa que mede de 11 a 15mm de comprimento. O tubo da corola é mais es-

treito na sua metade superior (Fig.2a) e apresenta externamente saliências longitudinais pouco acentuadas (Fig.2b); sua coloração é verde clara e a textura membranácea. O limbo possui lobos patentes, assimétricos e obliquamente obovados medindo de 4 a 7mm de comprimento. Externamente os lobos são de coloração verde clara e internamente amarelo-oliva. A entrada do tubo da corola apresenta um anel caloso pouco marcado de coloração amarela intensa.

O androceu é composto por cinco estames epipétalos, inseridos a 7mm da base do tubo da corola, formando um cone ao redor do estigma. Os filetes são curtos e formam uma dobra que contata o estilete na sua porção terminal (Fig. 2a). Na parede interna do tubo da corola, no local onde estão inseridos os filetes, ocorrem pêlos (Fig. 2a). As anteras são sagitadas, medem cerca de 6mm de comprimento, sendo que a região dorsal é esclerenquimatosa e a sua porção basal está em estreito contato com a parede interna do tubo floral (Fig. 2b). Somente na região entre a parede interna do tubo floral e o local de contato entre cada duas anteras ocorrem pequenos espaços (Fig. 2c). Estas regiões que externamente se caracterizam pelas saliências, formam internamente depressões longitudinais. As tecas ocorrem somente na metade superior da região ventral das anteras (Fig. 3b) e sua abertura é longitudinal e introrsa. Na metade inferior da região ventral das anteras, logo acima da inserção do filete há uma pequena protuberância (Fig. 3b) que está em contato com o anel do estigma (Fig. 3a).

O gineceu possui estigma em forma de carretel, apresentando duas partes funcionalmente diferentes que são separadas por um anel de tecido rígido. A região receptiva encontra-se logo abaixo deste anel, enquanto que a região acima do anel é estéril. A região estéril é de formato apiculado e coberta por uma substância pegajosa de aspecto mucilaginoso; é neste local que o pólen é acumulado após a abertura das tecas (Fig. 3a). Pelo fato da protuberância, que ocorre na região ventral da antera, estar em

contato direto com o anel do estigma (Fig. 3a), o pólen acumulado na região estéril do estigma, não tem possibilidades de contatar a região fértil. O estilete é filiforme, de coloração verde-clara, glabro e mede cerca de 6mm de comprimento. O ovário é súpero, glabro, dividido em dois lóculos pelo estilete e mede cerca de 1,6mm de comprimento. Envolvendo a base do ovário há um nectário pentalobado, cujos lobos medem 1mm de altura. A concentração de açúcares no néctar é, em média de 17% ($s=2,43$; $n=54$), variando de 10 a 20%. O néctar é produzido em grande quantidade e acumulado na base do tubo floral (Fig. 6e), havendo néctar durante todo o período em que a flor se encontra aberta.

As flores de *P. coalita* abrem pela manhã entre 05:45 - 07:45h. A antese se inicia com a distorção lenta dos lobos do limbo da corola até sua total expansão. O néctar é produzido antes da distensão completa dos lobos. As flores permanecem abertas durante 24h, sendo que na manhã seguinte à antese, a corola se encontra murcha e se desprende. As flores apresentam odor acre e doce, sendo que os osmóforos se encontram nas extremidades dos lobos do limbo da corola e no anel próximo a entrada do tubo da corola. As flores de *P. coalita* não absorvem nem refletem luz ultravioleta. Os frutos são dois folículos unidos em toda sua extensão e de coloração castanha.

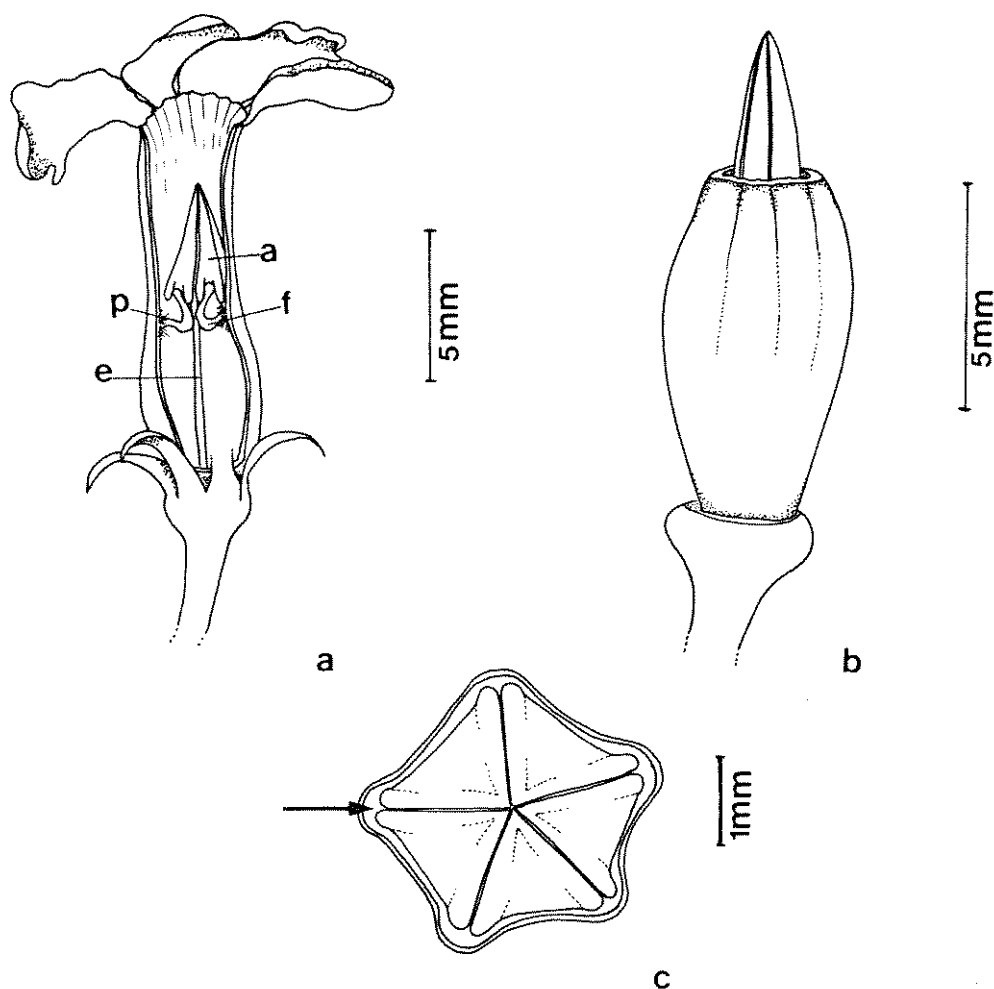


Figura 2: a) *Prestonia coalita*, corte longitudinal mediano a flor, mostrando: a = antera, f = filete, e = estilete e p = pêlos; b) vista lateral do tubo floral, seccionado transversalmente na altura em que as bases das anteras contatam o tubo floral. Notam-se saliências longitudinais no tubo; c) vista frontal do corte transversal ao tubo floral, evidenciando o espaço (seta) entre a parede do tubo floral e a região de contato entre duas anteras.

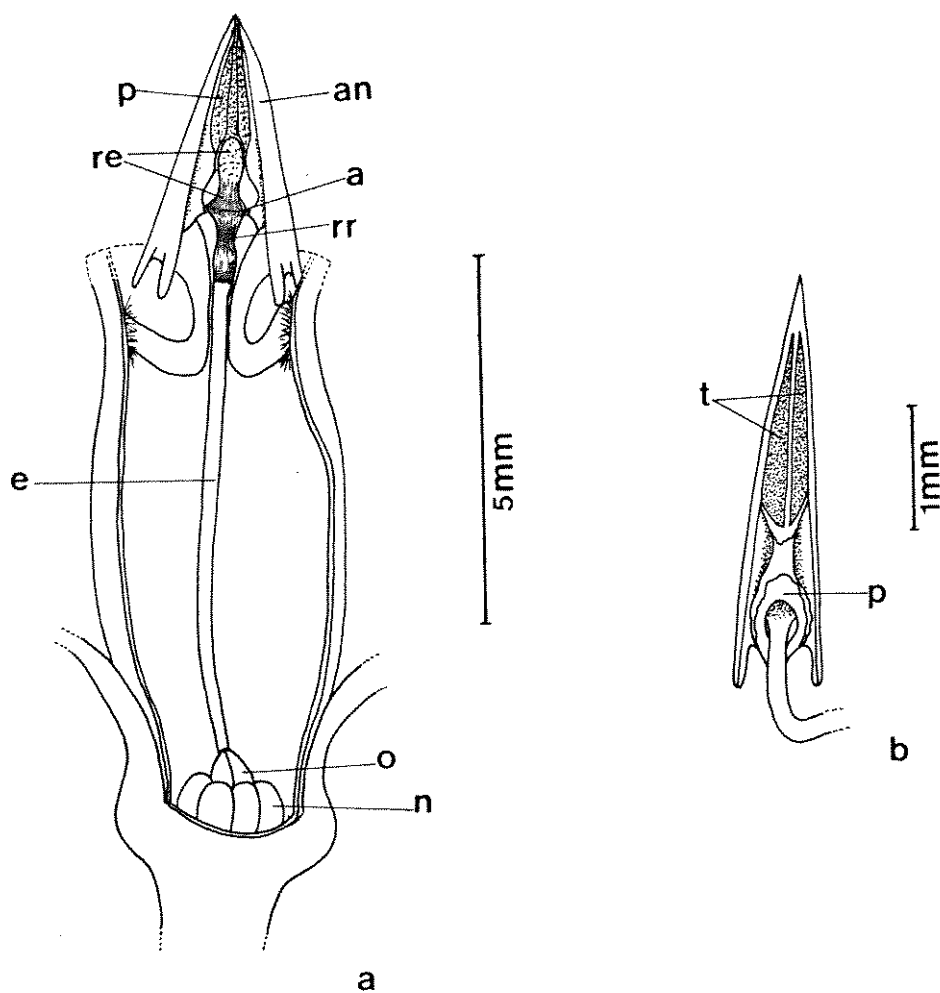


Figura 3: a) *Prestonia coalita*, detalhe do gineceu evidenciando as regiões do estigma e a sua relação com os estames : a = anel, re= região estéril, rr = região receptiva, e = estilete, o = ovário, n = nectário e an = antera. Note o pólen(p) na região superior das tecas abertas e sobre a região estéril do estigma; b) detalhe da região ventral de uma antera mostrando na metade superior as tecas(t) e na metade inferior a protuberância(p).

Viabilidade dos grãos de pólen

A viabilidade dos grãos de pólen nos botões em fase de pré-antese e nas flores de *P. coalita* são respectivamente de 98 e 99%, quando utilizada a técnica de carmim acético. Quando empregada a técnica de Alexander (verde malaquita e fucsina ácida) a viabilidade é respectivamente de 96 e 100%.

Sistema de reprodução

Experimentos de polinização

Na tabela I estão sumarizados os resultados sobre as experiências de polinização manual em *P. coalita*; bem como os frutos formados em condições naturais. Nesta espécie somente ocorreu o desenvolvimento de frutos após polinizações cruzadas.

Tabela I: Resultados da formação de frutos em experiências de polinização e em condições naturais de *P. coalita*.

Tratamento	Flores <i>N</i>	Frutos <i>N</i>	Sucesso %
Polinização cruzada	37	6	16.0
Autopolinização manual	27	0	0.0
Autopolinização espontânea	26	0	0.0
Emasculação (Apomixia)	12	0	0.0
Condições Naturais	32	7	22.0

Crescimento de tubos polínicos

Na maioria das flores de *Prestonia coalita* onde foram realizados tratamentos de autopolinização foram observados grãos de pólen germinando no estigma e tubos polínicos atingindo o óvulo (Fig. 4). Em algumas flores nas quais foram realizados tratamentos de polinização cruzada, também foi possível observar tubos polínicos crescendo até o óvulo.

Razão Pólen/Óvulo

Os resultados relacionados ao número médio de grãos de pólen e ao número médio de óvulos de *P. coalita* encontrados por flor e a razão pólen/óvulo estão sumarizados na tabela II.

Tabela II: Número médio de óvulos e de grãos de pólen encontrados por flor e a razão pólen/óvulo de *P. coalita*.

Flores	Óvulos por flor	Grãos de pólen por flor	Razão pólen-óvulo
<i>N</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	
10	43	2.900	67

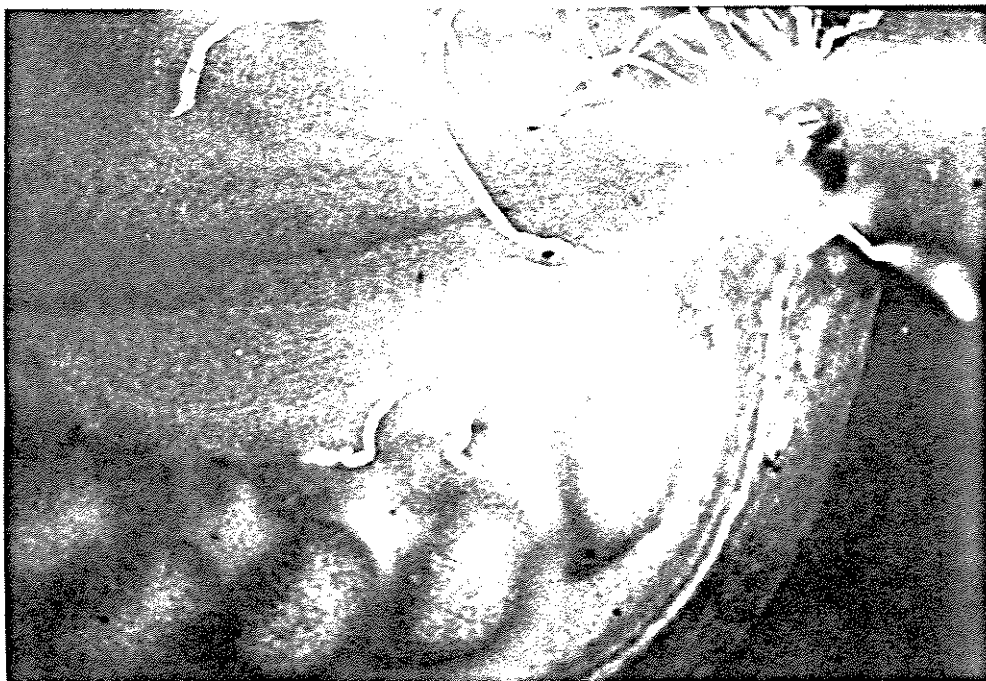


Figura 4: Ovário de *Prestonia coalita* mostrando que os tubos polínicos crescem até os óvulos, mesmo em tratamentos de autopolinização.

Visitantes

Foram registradas abelhas e borboletas visitando as flores de *P. coalita*, sendo que as abelhas predominam (Fig. 5a). As espécies de insetos visitantes e a frequência de visita de cada espécie são apresentados na tabela III.

Os visitantes que apresentaram maior frequência de visitas nas flores de *P. coalita* foram: *Epicharis obscura*(170), *Euglossa sp.*(106), *Cymaenes gisca*(95), *Epicharis affinis*(68) e *Corticea corticea*(56). A figura 6 mostra a relação entre o comprimento da língua de três espécies de abelhas e da probóscide de uma borboleta e o comprimento do tubo da flor de *P. coalita*.

O recurso oferecido pelas flores de *P. coalita* aos visitantes é o néctar. Geralmente as espécies de abelhas e borboletas que visitavam as flores de *P. coalita* retiravam o néctar de modo semelhante. Os visitantes ao pousarem sobre a flor, introduziam a língua ou a probóscide no tubo da corola utilizando um dos cinco espaços delimitados pela parede interna do tubo e as anteras. Como estes espaços, único acesso ao néctar, possuem diâmetro reduzido, a língua ou a probóscide do visitante é "guiada" ao longo da depressão da corola até o néctar.

A primeira visita de *Epicharis obscura* observada a flores de *P. coalita* foi às 07:00h, as demais foram realizadas ao longo da manhã e durante o período da tarde, sendo a última visita registrada às 15:30h. Os intervalos entre as visitas eram irregulares, variando de dois a sessenta minutos. Ao visitar uma certa flor, essa espécie de abelha se agarra com o primeiro par de pernas ou também com o segundo ao limbo da corola; permanecendo o terceiro par de pernas livre sem apoiar-se. Em algumas visitas a abelha "estica" o terceiro par de pernas. Em seguida, a abelha abaixa a cabeça e introduz a língua no tubo da corola para retirar o néctar. É possível perceber os movimentos realizados pelo abdomen da abelha ao tomar o néctar. Geralmente em cada período

de visita as abelhas visitavam as flores de um indivíduo na mesma sequência da visita anterior, permanecem em cada flor de um a três segundos. Foi observado mais de um indivíduo desta abelha visitando as flores da mesma planta, e às vezes, ocorrem outras espécies de visitantes simultaneamente. Geralmente, após visitarem diversas flores as abelhas retiram-se do local.

Epicharis affinis e *E. schrottky* iniciam as visitas às flores de *P. coalita* por volta das 07:00h, prolongando-as durante todo o dia em intervalos irregulares que variavam de dois a sessenta minutos. As últimas visitas registradas foram às 15:30h para *E. affinis* e 13:30h para *E. schrottky*. Visitavam uma ou todas as flores de uma planta, permanecendo em cada flor de um a seis segundos. No momento em que introduzem a língua no tubo floral à procura de néctar, agarram-se com os dois primeiros pares de pernas ao tubo da corola (Fig. 7). Após visitarem as flores, afastam-se do local.

Euglossa sp. iniciava seu período de visita às 07:40h, permanecia ativa por toda a manhã. No período da tarde, as visitas foram reduzidas, sendo a última visita observada às 16:00h. Ao aproximar-se da planta, *Euglossa* sp. adejava alguns segundos em frente à flor com a língua estendida, em seguida pousava sobre o limbo da corola e introduzia a língua no tubo floral (Fig. 8). A cada período de visitas esta espécie de *Euglossa* visitava todas as flores, retirando-se em seguida do local. Geralmente a abelha fazia um "roteiro" de visita semelhante, a cada período de visitas. Em algumas ocasiões foram observados até quatro indivíduos de *Euglossa* sp. visitando uma mesma planta. *Euglossa annectans* visita as flores de *P. coalita* de modo semelhante ao de *Euglossa* sp.

Exaerete smaragdina visita as flores de *P. coalita* durante toda manhã, em intervalos que variam de cinco minutos a uma hora e dez minutos. Ao visitar uma flor, pousa sobre o limbo da corola com a língua estendida, em seguida introduz a língua no tubo da corola durante um a dois segundos à procura de néctar; após o qual se dirigia

a outra flor. *Exaerete smaragdina* visitava de uma a três flores num mesmo indivíduo.

Foram ainda observadas outras abelhas menos frequentes visitando as flores de *P. coalita*; *Rhathymus unicolor*, *Rhathymus* cf. *michaelis* e uma outra espécie de Anthophoridae. Dentre as duas espécies de *Rhathymus*, *R. unicolor* foi a mais frequente. Iniciava suas visitas as 08:15h sendo a última visita registrada em torno de 16:20h. A abelha visitava uma flor ou todas as flores de determinada planta, permanecendo de um a três segundos em cada flor. Pousava sobre o limbo da corola, agarrando-se aos lobos com o segundo par de pernas e introduzia a língua no tubo floral a procura de néctar. Na maioria das vezes quando a abelha pousava na flor, esta se inclinava com o seu peso. Estas abelhas podiam visitar a mesma flor mais de uma vez e após visitarem as flores, afastavam-se do local e/ou podiam retornar em intervalos de dois a vinte minutos.

Foi observada ainda uma espécie de Eucerini visitando as flores de *P. coalita* durante o período da manhã, podendo visitar de duas a cinco flores na mesma planta. Possui comportamento de visita semelhante ao das espécies de *Epicharis*.

As espécies de borboletas *Corticea corticea* e *Cymaenes gisca* ao visitarem as flores de *P. coalita* apresentam comportamento semelhante. Ambas iniciavam as suas atividades pela manhã, em torno de 07:00h e permaneciam nas plantas ativas durante o dia, sendo a última visita observada às 16:00h. Geralmente visitavam de uma a quatro flores numa mesma planta, podendo ocasionalmente visitarem até sete flores. A visita numa dada flor durava, em média, de dois a sete segundos. Em alguns casos, permaneciam em determinada flor por mais de um minuto. *C. corticea* e *C. gisca* pousavam sobre o limbo da flor, permanecendo com as asas fechadas. Em seguida introduziam a probóscide no tubo da corola à procura de néctar e retiravam-na; esse comportamento podia ser repetido várias vezes, geralmente utilizando o mesmo espaço no tubo floral (Fig. 9). Foram registrados no mesmo horário até três indivíduos destas

espécies de borboletas visitando flores de uma mesma planta. Ao abandonarem as flores raramente afastavam-se do local; permanecendo nas imediações da planta pousadas sobre folhas da própria planta ou de outras espécies.

Cymaenes tripunctata foi ocasionalmente observada visitando as flores de *P. coalita*, apresentando comportamento de visita semelhante ao de *C. gisca*.

Os indivíduos *Phoebis argante* e *Eurema alloula* são borboletas cujo comportamento de visita também é semelhante ao das espécies anteriormente descritas. Geralmente iniciavam as visitas às flores por volta de 11:00h, estendendo-as até 15:30h. Visitavam de uma a três flores numa mesma planta, afastando-se em seguida do local.

Entre as borboletas Heliconiini, *Heliconius erato* e *H. ethilla* foram mais frequentes que *Dryas iulia*. Estas borboletas ao se aproximarem da planta, adejavam alguns segundos em frente à flor. Em seguida pousavam sobre o limbo da corola, movimentando as asas ou não e, neste caso permaneciam com as asas abertas. A seguir, introduziam a probóscide no tubo da corola para retirar néctar, ocasião em que realizavam movimentos com o abdomen para baixo e para cima indicando a tomada do líquido. As Heliconiini visitavam de uma a quatro flores por planta; ocasionalmente até oito flores. As visitas iniciavam por volta das 07:50h ocorrendo em intervalos irregulares de três minutos a uma hora e trinta e três minutos; sendo encerradas as 16:30h. Em geral, a visita a uma dada flor durava de um a cinquenta segundos. Após visitarem as flores de determinada planta de *P. coalita*, as borboletas visitavam flores de *Lantana camara* (Verbenaceae) ou *Ageratum conyzoides* (Compositae), nas proximidades.

As três espécies da borboleta *Vettius* (*V. diversus*, *V. fantasos* e *V. lafresnayeri*) apresentaram comportamento de visita semelhante ao descrito para *C. corticea* e *C. gisca*. Começavam a visitar as flores de *P. coalita* às 07:45h, sendo a última visita observada por volta de 15:30h. Permaneciam de nove a cinquenta segundos em deter-

minada flor, visitando aproximadamente de uma a quatro flores num mesmo indivíduo antes de se afastarem do local. Geralmente permaneciam nas imediações das plantas.

Foram observadas, ocasionalmente, outras espécies de borboletas visitando flores de *P. coalita*. Visitavam de modo semelhante às espécies de *Cymaenes*; iniciavam as visitas às 08:40h e permaneciam ativas até cerca de 13:30h. Numa mesma planta visitavam de uma a quatro flores.

Nas línguas e nas probóscides dos visitantes coletados e examinados sob lupa, não foram observados grão de pólen de *P. coalita* aderidos. Foi realizada uma experiência com a raque de uma pena cujo diâmetro é semelhante ao de uma probóscide de borboleta ou de uma língua de abelha, a qual foi introduzida no tubo da corola de várias flores de *P. coalita* e constatou-se a presença de grãos de pólen aderidos a raque.

O mecanismo de polinização em *P. coalita* e a deposição de pólen nas línguas e nas probóscides dos visitantes possivelmente ocorre do seguinte modo: a língua ou a probóscide dos visitantes ao serem introduzidas na flor, devido a presença das depressões na corola, também chamadas de guias de língua, são dirigidas ao néctar, não contatando o estigma. Após a tomada do néctar e quando estes órgãos estão sendo retirados do tubo da corola, aproximam-se do estigma (Fig. 10). Ao passarem pelo anel de tecido rígido, que é proeminente, o pólen proveniente de outra flor é retirado da probóscide ou da língua, permanecendo na região inferior do estigma que é a parte receptiva. Ao passar pela região superior do estigma, a probóscide ou a língua do visitante terá contato com a substância mucilaginosa aí presente e grãos de pólen que estão aí acumulados aderem na probóscide ou na língua do visitante (Fig.10).

Além dos visitantes descritos foram observadas espécies de abelhas que pilhavam as flores de *P. coalita*, dentre elas: *Oxaea flavescens*, *Trigona spinipes*, *Augochloropsis* cf. *cupreola*, *Pseudaugochloropsis* aff. *sordicus* e *Pseudaugochloropsis graminea*.

Oxaea flavescens aproximava-se da flor, pousando sobre o tubo da corola com a cabeça voltada para a base da flor e o corpo paralelo ao tubo da corola. Em seguida perfurava a base do tubo floral, provavelmente retirando o néctar. As flores perfuradas por *O. flavescens* continuavam sendo visitadas, entretanto ocasionalmente esta abelha afastava outros visitantes que estavam nas proximidades das flores. Geralmente perfurava todas as flores de determinada planta.

Os outros pilhadores utilizavam o furo feito no tubo floral por *O. flavescens*. Ocasionalmente foi observada uma das espécies de Halictidae perfurando o tubo da corola de modo semelhante a *O. flavescens*.

Tabela III: Insetos visitantes de *Prestonia coalita*.

Família	Espécie	Frequência de visita
Apidae	<i>Euglossa annectans</i>	10
	<i>Euglossa</i> sp.	106
	<i>Ezaerete smaragdina</i>	06
Anthophoridae	<i>Epicharis obscura</i>	170
	<i>E. affinis</i>	68
	<i>E. schrottky</i>	09
	<i>Rhathymus unicolor</i>	47
	<i>R. cf. michaelis</i>	01
	gênero ?	05
	Eucerini	05
Hesperiidae	<i>Corticea corticea</i>	56
	<i>Cymaenes gisca</i>	95
	<i>C. tripunctata</i>	16
	<i>Vettius diversus</i>	25
	<i>Vettius fantasos</i>	25
	<i>V. lafresnaye</i>	01
Nymphalinae	<i>Heliconius ethilla</i>	24
	<i>H. erato</i>	35
	<i>Dryas iulia</i>	12
Pieridae	<i>Phoebis argante</i>	09
	<i>Eurema alloula</i>	08

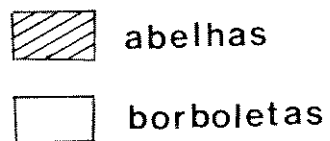
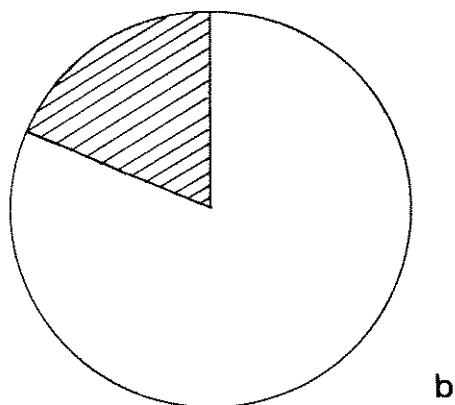
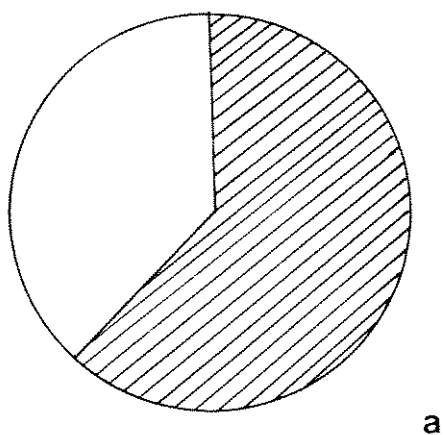


Figura 5: Distribuição proporcional das classes de visitantes de *Prestonia coalita* (a) e *P. riedelii* (b).

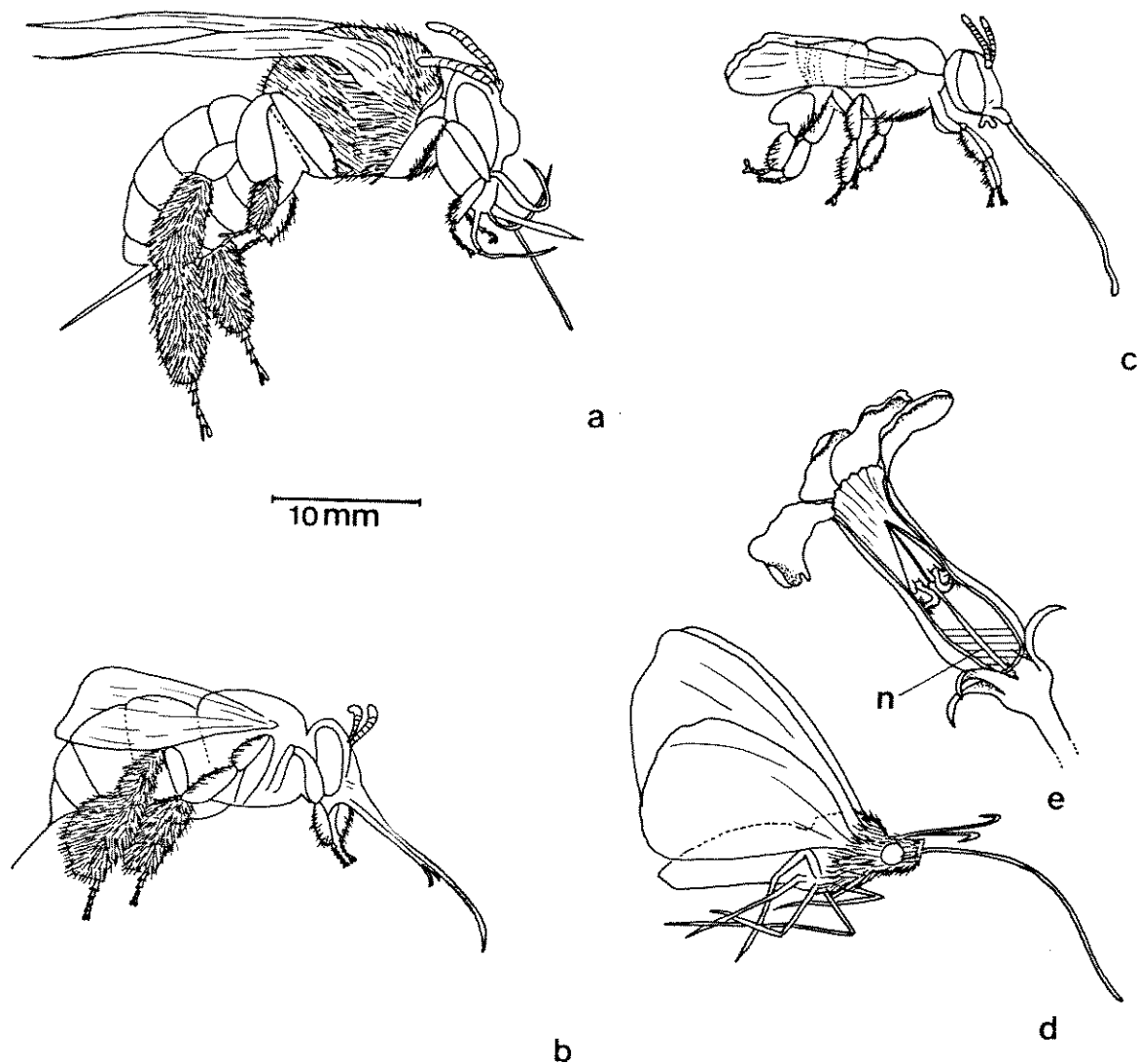


Figura 6: Esquema das abelhas *Epicharis affinis*(a), *E. obscura*(b) e *Euglossa* sp.(c) e da borboleta *Cymaenes gisca*(d) com as línguas e a probóscide distendidas para relacionar com o comprimento do tubo floral de *Prestonia coalita*(e). Note o néctar(n) acumulado na base do tubo floral de uma flor não visitada.



Figura 7: Visita de *Epicharis affinis* a uma flor de *Prestonia coalita*. Durante a visita a abelha agarra-se com as pernas anteriores e medianas aos lobos da corola.

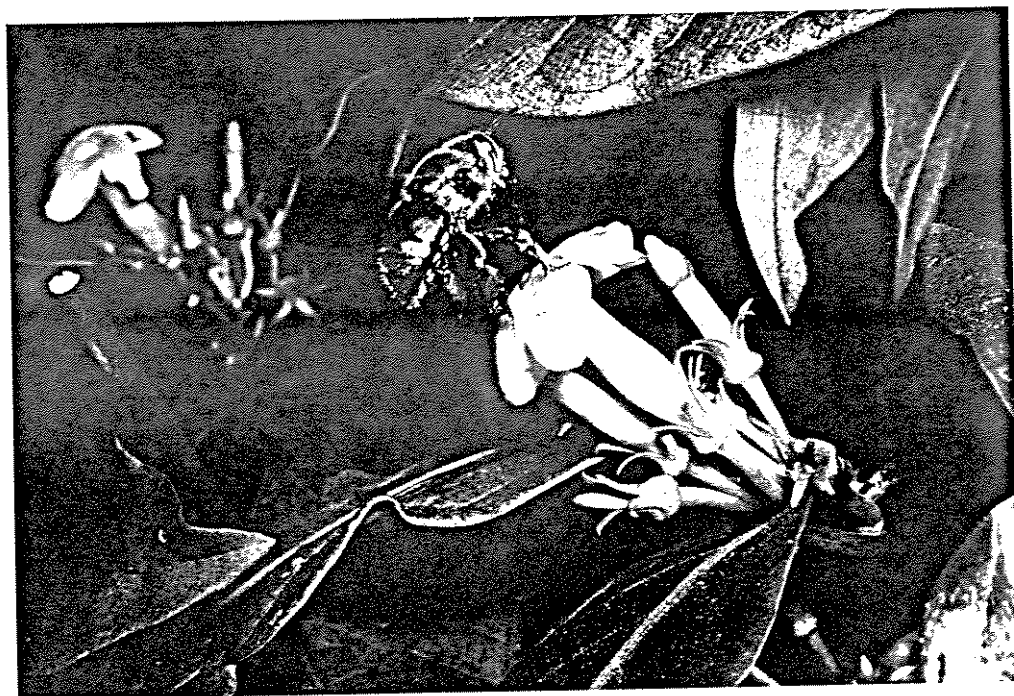


Figura 8: Visita de *Euglossa* sp. a uma flor de *Prestonia coalita*, ao deixar a flor ve-se a língua estendida.



Figura 9: Visita de *Cymaenes gisca* a uma flor de *Prestonia coalita*. Observe-se a probóscide quase inteiramente introduzida no tubo da corola.

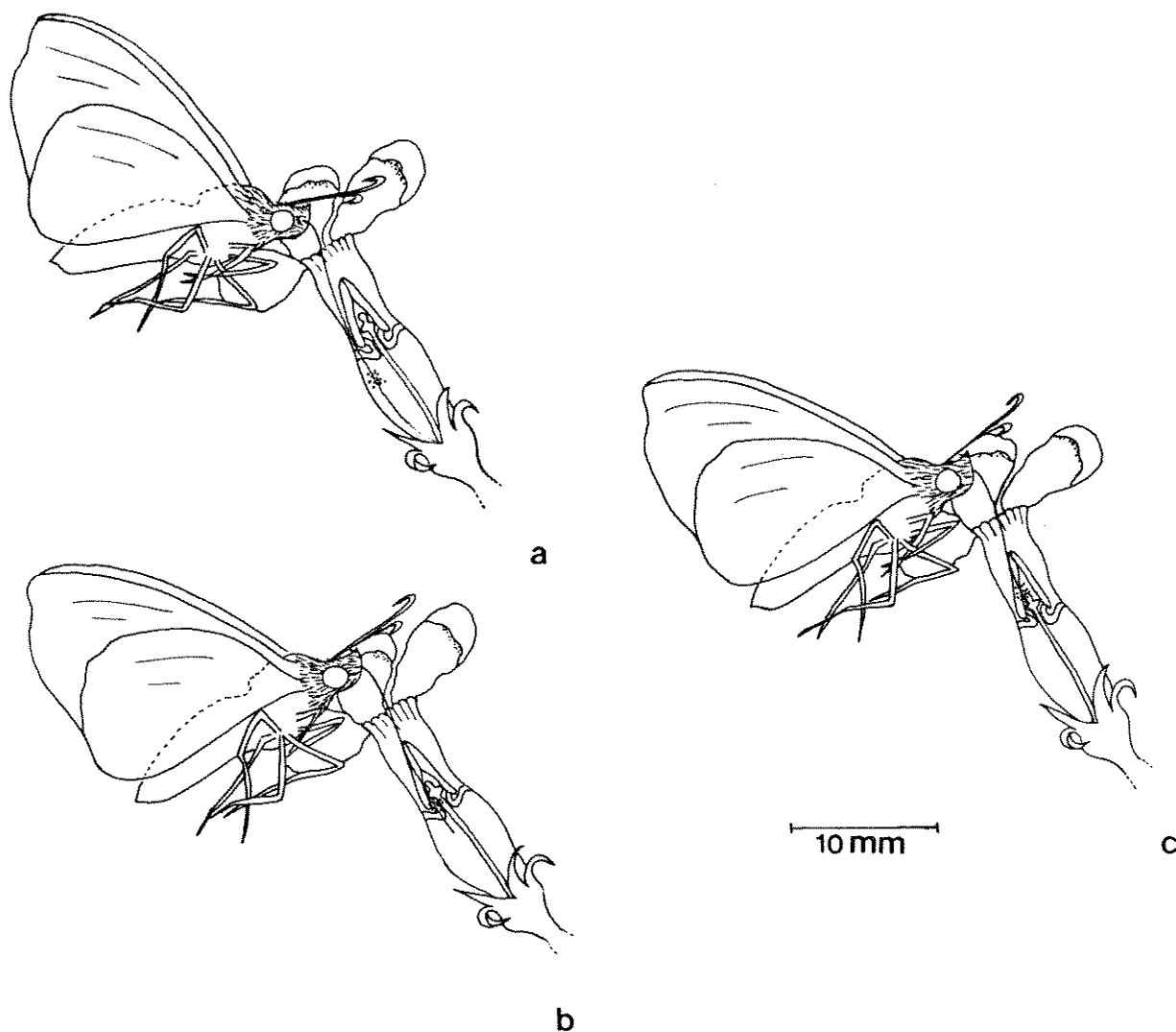


Figura 10: Esquema da sequência de deposição de pólen no estigma de uma flor de *P. coalita* e na probóscide da borboleta *Cymaenes gisca*, a) probóscide introduzida na flor com pólen proveniente de outra flor (pontos vermelhos); b) durante a retirada da probóscide ao passar pelo anel do estigma o pólen é retirado e permanece na região receptiva do estigma; c) à medida que a probóscide é retirada, contata a região estéril do estigma recebendo mucilagem e novos grãos de pólen que aderem à probóscide (pontos azuis).

Prestonia riedelii(Müll. Arg.)

Características gerais

Prestonia riedelii é uma liana que utiliza como suporte indivíduos de *Celtius iguanaea*(Ulmaceae), *Ageratum conyzoides*(Compositae) e outras. No local de estudo os indivíduos ocorrem na beira do caminho, podendo estar a poucos metros do solo ou encontrar-se até cinco metros de altura. São plantas com caule volúvel, latescente, com folhas opostas, pilosas e membranáceas.

A floração desta espécie, no local de estudo, é de meados de janeiro a início de maio.

Caracterização da flor

As inflorescências de *P. riedelii* são racemos axilares cujo pedúnculo mede de 42 a 50mm de comprimento. Geralmente cada inflorescência apresenta de uma a três flores abertas, que estão num mesmo ou em diferentes estádios de antese, podendo cada indivíduo apresentar muitas flores abertas por dia. Nas inflorescências de *P. riedelii* a maturação das flores é centrípeta, sendo os botões novos formados no ápice da inflorescência. Cada inflorescência pode desenvolver de quatro a vinte e dois botões.

As flores de *P. riedelii* possuem pedicelo pubescente, de cor verde e que mede de 15 a 20mm de comprimento. O cálice é formado por cinco sépalas livres, foliáceas, pubescentes, lanceoladas, de coloração verde, medindo de 15 a 17mm de comprimento. A corola é hipocrateriforme, formada por cinco pétalas, e uma parte tubulosa (Fig. 11a) de textura rígida, que mede de 12 a 16mm de comprimento e de coloração amarelo-oliva. A parede do tubo floral apresenta pregas (Fig. 11b) visíveis externamente, que delimitam espaços internos formados pela parede do tubo floral e coincidem com a região

de contato entre cada duas anteras (Fig 11c). Estas pregas se prolongam até a base do tubo floral, formando pequenos canais. O limbo possui lobos patentes, assimétricos e obliquamente obovados medindo de 10 a 19mm de comprimento, sendo sua coloração amarela com regiões de cor amarelo-bronze. A entrada do tubo da corola apresenta um anel caloso bastante desenvolvido e de cor amarelo forte.

O androceu de *P. riedelii* é constituído por cinco estames epipétalos, inseridos a 6mm da base do tubo da corola formando um cone ao redor do estigma (Fig. 11a). Os filetes estão dobrados contatando o estilete na sua porção terminal; na parede da corola onde estão inseridos os filetes e em toda a sua extensão ocorrem pêlos. As anteras são sagitadas, inclusas, introrsas, medem 6mm de comprimento e apresentam pêlos apenas na região apical dorsal (Fig. 11b). A região dorsal das anteras é esclerenquimatosa e sua porção basal está em estreito contato com a parede interna do tubo floral (Fig. 11b). As tecas ocorrem somente na metade superior da região ventral das anteras (Fig. 12b) e a sua abertura é longitudinal. Na metade inferior da região ventral das anteras, logo acima da inserção do filete há uma protuberância (Fig. 12b).

O gineceu é constituído pelo estigma em forma de carretel, apresentando duas partes funcionalmente distintas que são separadas por um anel de tecido rígido. A região receptiva do estigma se encontra abaixo do anel, e a parte estéril do estigma acima desde anel (Fig. 12a). A parte estéril possui um ápice apiculado e é coberta por uma substância de aspecto mucilaginoso. Geralmente o pólen é acumulado sobre essa substância mucilaginosa (Fig.12a). Pelo fato da protuberância, que ocorre na região ventral da antera, estar em contato direto com o anel do estigma (Fig. 12a), o pólen acumulado na região estéril do estigma, não tem possibilidades de contatar a região fértil. O estilete é filiforme, de coloração verde clara e mede 4mm de comprimento. O ovário é súpero, glabro, dividido em dois lóculos pelo estilete, medindo 1,5mm de

comprimento. Envolvendo a base do ovário há um nectário pentalobado, cujos lobos medem 1,5mm de altura (Fig. 12a). A concentração de açúcares no néctar é, em média, de 40% ($s=8,88$; $n=46$) variando de 18 a 64%.

As flores de *P. riedelii* abrem lentamente, não ocorrendo em horário preciso. No primeiro dia de abertura apenas as extremidades dos lobos da corola abrem; permanecendo dessa maneira ao longo do dia. Na manhã seguinte, os lobos estão afastados permanecendo assim durante o segundo dia. No terceiro dia, os lobos tornam-se reflexos mantendo-se desta maneira durante o período em que a flor permanece aberta. A duração da flor é, em média, de cinco dias, havendo pólen e produção de néctar durante esse período. O néctar é produzido em pequena quantidade e acumulado na base da corola (Fig. 14). A coloração do limbo não se altera ao longo dos dias, mas no quinto dia as extremidades dos lobos ressecam. As flores de *P. riedelii* possuem odor adocicado. Os osmóforos encontram-se espalhados pelo limbo da corola; especialmente na região próxima do anel e nas extremidades dos lobos da corola. Não há absorção e reflexão de luz ultravioleta pelas flores de *P. riedelii*. Os frutos são dois folículos unidos nas extremidades e de coloração verde.

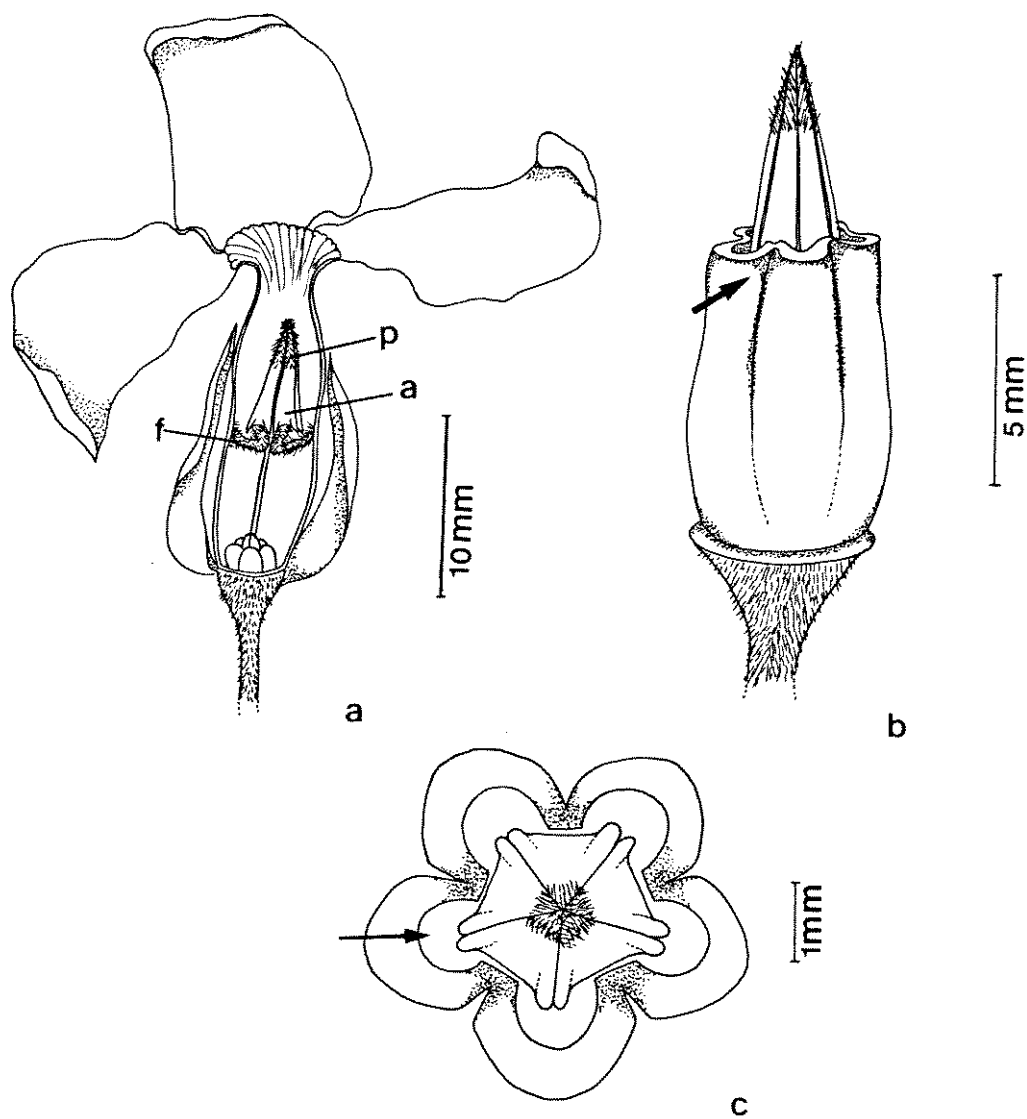


Figura 11: a) *Prestonia riedelii* corte longitudinal mediano mostrando o androceu: a = antera, f = filete e p = pêlos ; b) vista lateral do tubo floral seccionado transversalmente na altura em que as bases das anteras contatam a parede do tubo floral. Notam-se as pregas (seta) longitudinais no tubo; c) vista frontal do corte transversal ao tubo floral evidenciando os espaços (seta) delimitados pela parede do tubo floral e pela região de contato entre duas anteras.

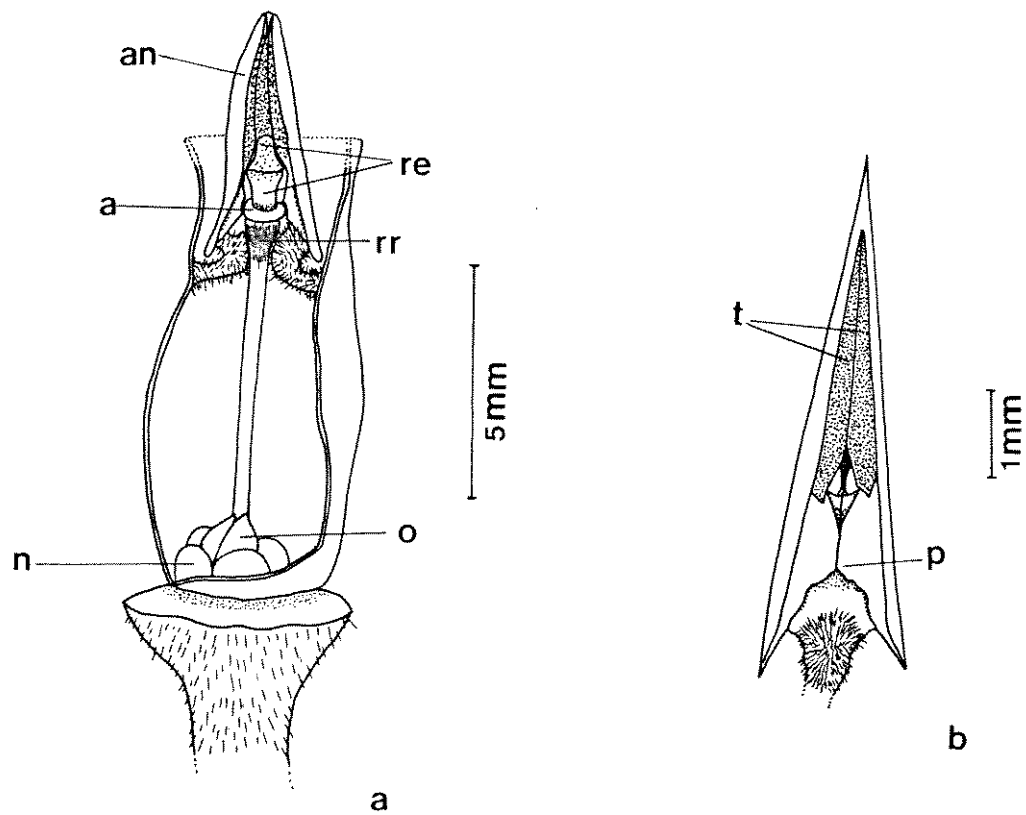


Figura 12: a) *Prestonia riedelii*, esquema do gineceu mostrando a sua relação com as anteras: a = anel, re = região estéril, rr = região receptiva, o = ovário, n = nectário e an = anteras. Observe os grãos de pólen acumulados sobre a região estéril; b) detalhe da região ventral de uma antera mostrando na metade superior as tecas(t) e na metade inferior a protuberância(p).

Viabilidade dos grãos de pólen

A viabilidade dos grãos de pólen nos botões em fase de pré-antese e nas flores de *P. riedelii* durante os cinco dias em que permanece aberta foi, em média, de 98%, quando empregada a técnica de carmim acético. Quando utilizada a técnica de Alexander (verde malaquita e fucsina ácida) a viabilidade foi de 99%.

Sistema de reprodução

Experimentos de polinização

Na tabela IV estão sumarizados os resultados das experiências de polinização manual em *P. riedelii* e o número de frutos formados em condições naturais. Observamos que em *P. riedelii* somente ocorreram desenvolvimento de frutos à partir de polinizações cruzadas.

Tabela IV: Resultados da formação de frutos em experiências de polinização e em condições naturais de *P. riedelii*.

Tratamento	Flores	Frutos	Sucesso
	<i>N</i>	<i>N</i>	%
Polinização cruzada	32	4	12.5
Autopolinização manual	27	0	0.0
Autopolinização espontânea	12	0	0.0
Emasculação (Apomixia)	14	0	0.0
Condições naturais	43	3	7.0

Crescimento de tubos polínicos

Em *P. riedelii* foram observados tubos polínicos nas flores onde foram realizados os tratamentos de polinização cruzada e de autopolinização (Fig. 13). O crescimento dos tubos polínicos foi semelhante ao obtido em *P. coalita* tanto para polinização cruzada quanto para autopolinização.

Razão pólen/óvulo

Os resultados referentes ao número médio de grãos de pólen e o número médio de óvulos encontrados por flor em *P. riedelii* e a razão pólen/óvulo são apresentados na tabela V.

Tabela V: Número médio de óvulos e de grãos de pólen encontrados por flor e a razão pólen-óvulo de *P. riedelii*.

Flores	óvulos por flor	Grãos de pólen por flor	Razão pólen-óvulo
<i>N</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	
10	95	11.200	118

Visitantes

Os visitantes de *P. riedelii* foram borboletas e abelhas. A figura 5 mostra a predominância de borboletas em relação às abelhas nas flores de *P. riedelii*. E na tabela VI estão relacionadas as espécies de abelhas e borboletas que visitam as flores de *P. riedelii*, bem como a frequência de visita de cada espécie.

Dentre os visitantes registrados, os que apresentaram maior frequência de visitas foram a borboleta *Astraptes fulgerator*(199) e a abelha *Euglossa cf cordata*(62).

A relação entre o comprimento da probóscide de *A. fuligator*, da língua de *E. cf. cordata* e o comprimento do tubo da flor de *P. riedelii* é mostrado na figura 14.

O néctar acumulado na base do tubo floral é o recurso oferecido pelas flores de *P. riedelii* aos visitantes. As borboletas e abelhas que visitam as flores de *P. riedelii*, ao aproximarem-se da flor, pousam sobre o limbo e introduzem a probóscide ou a língua no tubo floral, através de um dos cinco espaços delimitados pela parede interna do tubo da corola e as anteras. Esses espaços são o único acesso ao néctar e coincidem externamente com as pregas presentes no tubo, que se prolongam até a base da corola formando canais que funcionam como guias de probóscide ou língua.

As borboletas *Astraptes fuligator*, *A. anaphus* e *A. creteus* apresentam comportamento de visita semelhante. Durante a visita às flores de *P. riedelii*, as borboletas pousavam nos lobos da corola permanecendo com as asas abertas ou fechando-as ocasionalmente e em seguida introduziam a probóscide (Fig. 15). Visitavam as flores em intervalos irregulares de dois a quarenta e cinco minutos; sendo a primeira visita registrada as 07:20h e a última as 16:45h. Ao se aproximarem de determinada planta visitavam de uma a dez flores, permanecendo em uma dada flor de três a vinte segundos. Geralmente visitam a mesma flor mais de uma vez. Foi observada a presença de até três indivíduos visitando a mesma planta. Após visitarem as flores pousavam nas folhas da própria planta ou visitavam flores de *Ageratum conyzoides*(Compositae), ou afastavam-se do local.

As espécies de *Urbanus* (*U. teleus*, *U. proteus* e *U. virescens*) exibiram comportamento de visita semelhante ao das espécies de *Astraptes*. Visitavam de uma a quatro flores por planta, permanecendo em cada flor de vinte segundos a um minuto e trinta segundos. Iniciavam as visitas às flores de *P. riedelii* ao redor das 07:00h, estendendo-as ao longo do dia em intervalos irregulares de um a quinze minutos. Ge-

ralmente após visitarem as flores, afastavam-se do local.

As borboletas *Phoebis argante*, *Heliconius ethilla*, *H. erato* e *Cymaenes* sp. ao visitarem as flores de *P. riedelii* possuem comportamento semelhante ao descrito para estas espécies durante visitas às flores de *P. coalita*. Com frequência foi observada a presença de dois a três indivíduos de *Phoebis argante* visitando as flores de determinada planta ao mesmo tempo. Foi ainda observada a borboleta *Morvina fissimacula* que exibiu comportamento de visita semelhante ao das espécies de *Astraptes*.

Euglossa cf. *cordata* apresenta comportamento de visita semelhante ao descrito para *Euglossa* sp. em flores de *P. coalita*. Geralmente visitava várias flores de determinada planta permanecendo em cada flor de dois a dez segundos (Fig. 16). As visitas ocorriam ao longo do dia, sendo a primeira visita registrada às 07:00h. Os intervalos entre as visitas eram irregulares, podendo variar de dois a cinquenta e cinco minutos.

Ao serem examinadas as línguas das abelhas e as probóscides das borboletas que visitavam as flores de *P. riedelii* foram encontrados grãos de pólen aderidos na probóscide de apenas um indivíduo de *A. fuligator*. A experiência na qual foi utilizada a raque de uma pena cujo diâmetro é semelhante ao da probóscide de uma borboleta e introduzida em várias flores de *P. coalita* foi repetida para as flores de *P. riedelii* e obteve-se resultado semelhante.

O mecanismo de deposição de pólen na língua e na probóscide dos visitantes e a consequente polinização em *P. riedelii* possivelmente ocorre de maneira semelhante a descrita para *P. coalita*.

Tabela VI: Insetos visitantes de *Prestonia riedelii*.

Família	Espécie	Frequência de visita
	<i>Astraptes fuligator</i>	199
	<i>A. anaphus</i>	09
	<i>A. creteus</i>	05
Hesperiidae	<i>Urbanus proteus</i>	38
	<i>U. teleus</i>	12
	<i>U. virescens</i>	15
	<i>Cymaenes</i>	17
	<i>Morvina fissimacula</i>	05
Heliconinae	<i>Heliconius erato</i>	04
	<i>H. ethilla</i>	01
Pieridae	<i>Phoebis argante</i>	17
Apidae	<i>Euglossa</i> cf. <i>cordata</i>	62
	<i>Euplusia violacea</i>	5

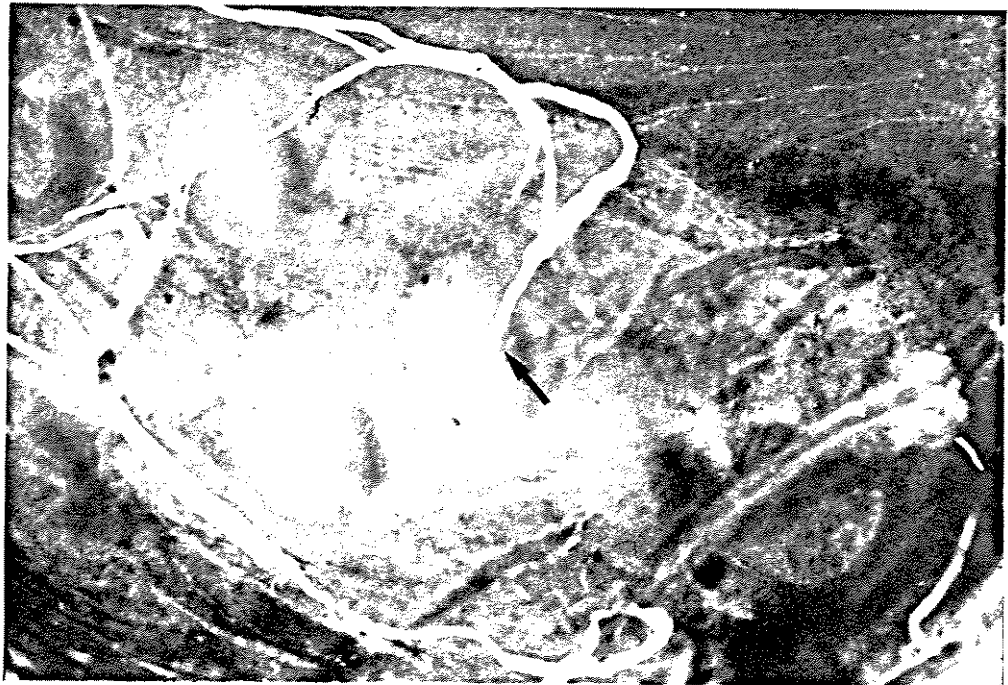


Figura 13: Detalhe do ovário de *Prestonia riedelii*, onde se observa tubos polínicos crescendo até o óvulo(seta) após autopolinização.

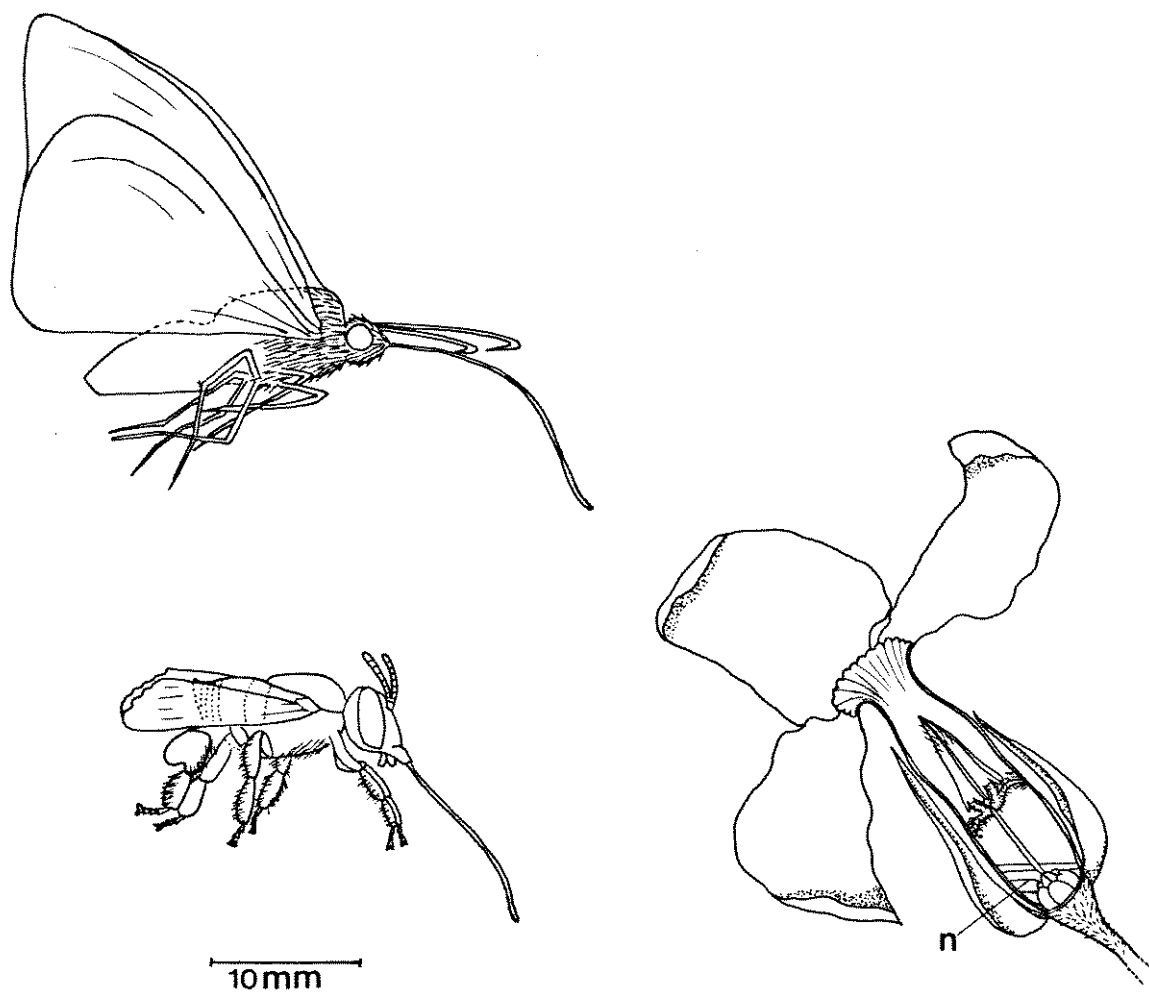


Figura 14: Esquema da abelha *Euglossa* cf. *cordata* e da borboleta *Astraptes fulgerator* respectivamente com a língua e a probóscide distendidas para relacionar com o comprimento do tubo floral de *Prestonia riedelii*. Note o néctar(n) depositado na base do tubo floral de uma flor não visitada.

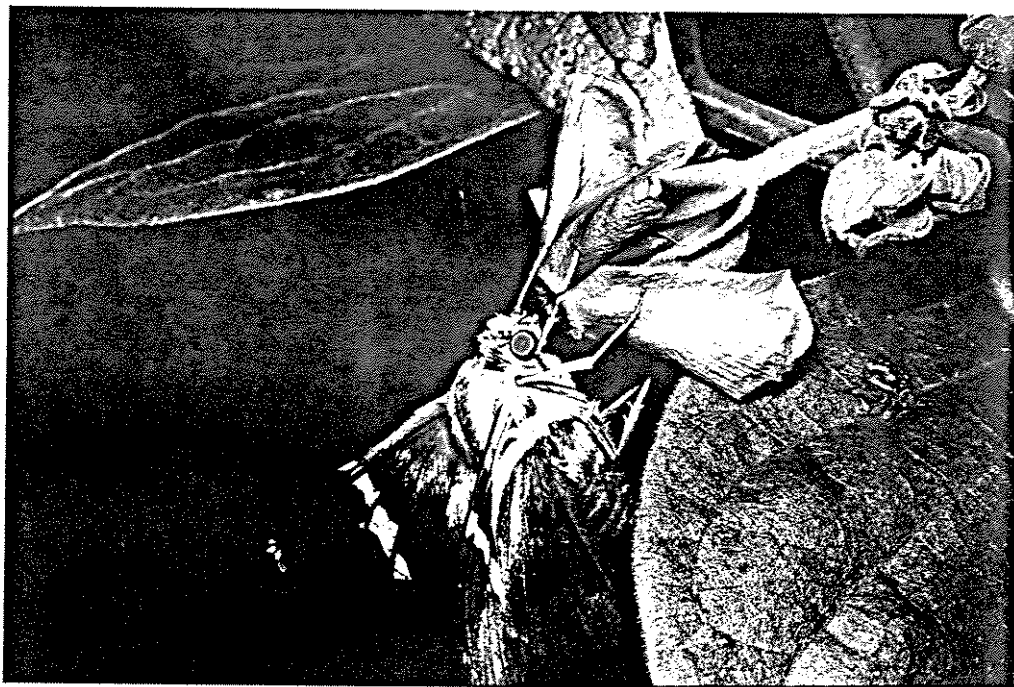


Figura 15: Visita de *Astraptes fulgerator* a uma flor de *Prestonia riedelii*.
Note a probóscide introduzida no tubo floral.

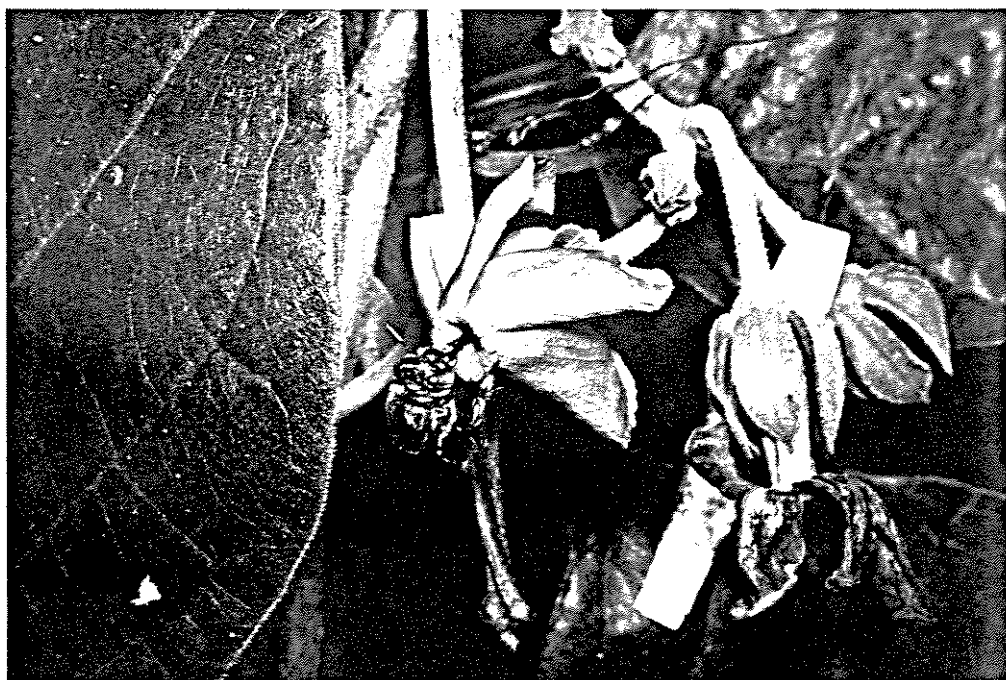


Figura 16: Visita de *Euglossa* cf. *cordata* a uma flor de *Prestonia riedelii*.
Observe a língua introduzida no tubo da corola.

Discussão

Morfologia Floral

As flores de *Prestonia coalita* e *P. riedelii* apesar de apresentarem características morfológicas semelhantes e florescerem no mesmo período e no mesmo local, são polinizadas por diferentes tipos de visitantes, sendo *P. coalita* predominantemente polinizada por abelhas e *P. riedelii* predominantemente polinizada por borboletas (Franco & Sazima, 1990a). As flores de *P. coalita* possuem características que as aproximam da síndrome de melitofilia e as flores de *P. riedelii* possuem características que as aproximam da síndrome de psicofilia. Flores com características morfológicas semelhantes associadas a diferentes tipos de polinizadores foram estudadas em duas espécies de *Ipomea*, *I. hederifolia* e *I. quamoclit* (Machado & Sazima, 1987).

As características comuns às duas espécies de *Prestonia*, tais como simetria radial é considerada uma característica de flores polinizadas por abelhas (Kevan & Baker, 1983) e também de flores polinizadas por borboletas (Leppik, 1956). A ocorrência de limbo com lobos extensos associado a um tubo floral relativamente estreito que nas flores de *P. coalita* e *P. riedelii* é representado pelos cinco espaços que são o único acesso ao néctar, também são atributos relacionados a flores melitófilas e psicófilas (Fægri & Van Der Pijl, 1980). O limbo proporciona um local de pouso para o visitante, uma vez que geralmente os insetos pousam ao visitar as flores (Fægri & Van Der Pijl, 1980). Os espaços no tubo floral possibilitam que as flores de *P. coalita* e *P. riedelii* sejam exploradas apenas por insetos com aparelho bucal fino, como a língua das abelhas e a probóscide das borboletas.

A coloração amarela e o odor fresco e agradável das flores de *P. coalita* e *P. riedelii*, são os atributos destas espécies, responsáveis pela atração de abelhas e

borboletas. Geralmente a coloração e o odor são características florais responsáveis pela atração de polinizadores (Fægri & Van Der Pijl, 1980; Kevan, 1978; Kevan & Baker, 1983), sendo que o odor pode induzir o pouso do visitante na flor (Kevan & Baker, 1983). Provavelmente, nas flores de *P. coalita* as abelhas são atraídas pela coloração e pelo odor, uma vez que abelhas são sensíveis a estímulos olfativos e visuais (Kevan & Baker, 1983). Por outro lado, nas flores de *P. riedelii*, provavelmente a coloração é que desempenha um maior papel na atração, visto que borboletas são muito mais sensíveis à estímulos visuais do que olfativos (Kevan & Baker, 1983). Barrows (1976) e Schemske (1976) relatam que borboletas visitam preferencialmente flores amarelas de *Lantana* à flores alaranjadas e vermelhas, o que aparentemente está relacionado a um reconhecimento visual. As flores amarelas, além de serem perceptíveis por abelhas (Fægri & Van Der Pijl, 1980) e por borboletas (Kevan & Baker, 1983) são fonte de alimento conspícuo destacando-se da folhagem por serem altamente refletivas, atraindo uma grande quantidade de insetos (Kevan, 1978, 1983; Kevan & Baker, 1983).

As flores de *P. coalita* e *P. riedelii*, além de possuírem atributos comuns às síndromes de melitofilia e psicofilia apresentam características distintas que permitem classifica-las respectivamente como predominantemente melitófilas e psicófilas.

A concentração do néctar das flores de *P. coalita* é semelhante à encontrada em outras flores exploradas por abelhas (Kevan & Baker, 1983; Percival, 1965); assim também a concentração do néctar das flores de *P. riedelii* se assemelha ao encontrado em outras flores exploradas por borboletas (Herrera, 1989; Kevan & Baker, 1983; May, 1985; Percival, 1965; Pivnick & McNeil, 1985). Recentes estudos têm mostrado que borboletas são capazes de se alimentar de néctar com concentrações entre 30 e 65% (May, 1988; Pivnick & McNeil, 1985), e que a concentração de néctar ótima é, aproximadamente, de 40% (May, 1985; Pivnick & McNeil, 1985), o que se assemelha a concentração

média encontrada nas flores de *P. riedelii*. As flores de *P. riedelii* produzem pequena quantidade de néctar, mas devido a presença de flores em vários estádios de abertura num mesmo indivíduo, a quantidade de néctar produzida em determinada planta deve ser elevada, sendo suficiente para satisfazer as necessidades energéticas do visitante.

Segundo Kevan (1978) as flores apresentam guias com a finalidade de orientar os visitantes ao recurso oferecido e estes guias podem ser olfatórios, estruturais ou visuais. As flores de *P. coalita* e *P. riedelii* além dos guias olfatórios e visuais possuem guias estruturais. Os guias olfatórios são representados pelo odor presente nas flores de *P. coalita* e *P. riedelii* e os guias visuais são representados pelos anéis calosos e de coloração amarela intensa ao redor da entrada do tubo da corola. Nas flores de *P. riedelii*, este anel é bastante evidente e de coloração mais forte do que nas flores de *P. coalita*; o que provavelmente está relacionado ao fato das borboletas serem mais sensíveis a estímulos visuais do que as abelhas (Kevan & Baker, 1983). Os espaços e os canais decorrentes das saliências nas flores de *P. coalita* e das pregas em *P. riedelii* funcionam como guias estruturais que conduzem as línguas rígidas das abelhas e/ou as probóscides delicadas das borboletas ao néctar. Entretanto em *P. coalita*, o fato do tubo floral apresentar externamente apenas saliências longitudinais pouco acentuadas, formando internamente pequenas depressões, faz com que os guias estruturais nessa espécie sejam menos evidentes, ao contrário do que ocorre em *P. riedelii*, onde os espaços coincidem com pregas presentes até a base do tubo floral, proporcionando guias evidentes de probóscide. Segundo Kevan & Baker (1983) os guias garantem que as probóscides contatem os órgãos sexuais da flor, proporcionando assim a polinização. A ocorrência de estruturas que guiam a língua ou a probóscide dos visitantes ao néctar ocorre em outras flores melitófilas (Yanagizawa, 1983) e em flores psicófilas (Fægri & Van Der Pijl, 1980; Kevan & Baker, 1983).

O comprimento do tubo floral associado a quantidade de néctar e ao local onde este é acumulado determina o tipo de visitante capaz de explorar as flores de *P. coalita* e *P. riedelii*. As flores de *P. coalita* além de possuírem tubo floral mais curto que *P. riedelii*, produzem néctar em quantidades maiores, permitindo que além de abelhas de língua longa, as de língua curta também tenham acesso ao néctar. Aspectos semelhantes foram mencionados por Buzato (1990) para flores de *Mendoncia velloziana* (Acanthaceae) polinizadas por beija-flores tanto com bicos curtos quanto com bicos longos. Por outro lado, o tubo floral de comprimento ligeiramente mais longo das flores de *P. riedelii* e o néctar produzido em pequena quantidade permitem que somente visitantes com aparelho bucal pouco mais longo, como borboletas e no caso das abelhas principalmente as Euglossini, sejam capazes de retirar o néctar. Fato semelhante foi observado por Buzato (1990) em flores de *Mendoncia puberula*, onde o néctar é produzido em gotas e acumulado na base do tubo floral sendo acessível apenas a abelhas de língua longa. Segundo Barrows (1976) e Schemske (1976) o comprimento do tubo floral em flores tubulosas e a localização do néctar na base do tubo pode determinar o tipo de visitante capaz de explorar o néctar.

Apesar das duas espécies de *Prestonia* estudadas apresentarem características comuns às síndromes de melitofilia e psicofilia, alguns atributos foram utilizados para considera-las em uma ou outra síndrome. Os atributos, quantidade e a concentração do néctar, a presença evidente ou não de guias olfatórios, visuais e estruturais de língua e/ou probóscide, o comprimento do tubo floral e o tipo de visitante mais frequente foram adotados como critérios para considerar *P. coalita* como predominantemente melitófila e *P. riedelii* como predominantemente psicófila.

Dentro do gênero *Prestonia*, todas as espécies possuem morfologia floral relativamente semelhante: flores actinomorfas, tubulosas e de coloração geralmente amarela

(Ezcurra, 1981). Logo, provavelmente neste gênero as flores estão associadas à síndromes de psicofilia e melitofilia. Segundo Fallen (1983) a maioria das espécies de Apocynaceae são polinizadas por insetos, uma vez que apresentam morfologia floral relativamente constante.

Sistema Reprodutivo

Experimentos de Polinização

Os resultados de polinização manual em *P. coalita* e *P. riedelii* indicam que estas espécies possuem sistema de reprodução do tipo alogâmico e que são auto-incompatíveis, uma vez que não houve formação de frutos nos testes de autopolinização manual. Segundo critérios utilizados por Bawa (1974), uma dada espécie pode ser considerada como auto-incompatível quando os testes de polinização cruzada produzem cinco vezes mais frutos do que os testes de autopolinização. Baseando-se neste critério, as espécies de *Prestonia* estudadas podem ser consideradas auto-incompatíveis, uma vez que a porcentagem de frutos formados nos testes de polinização cruzada foi de 16 e 12,5% para *P. coalita* e *P. riedelii* respectivamente; enquanto a porcentagem de frutos formados nos testes de auto-polinização foi de 0 para ambas as espécies.

A separação espacial entre anteras e estigma nas flores de *P. coalita* e *P. riedelii* é caracterizada pela localização das anteras acima da região receptiva do estigma e pela presença do anel no estigma. O anel estigmático além de impedir a autopolinização é responsável pela retirada do pólen, geralmente proveniente de outra flor, da língua e/ou da probóscide do visitante. Segundo Baker & Hurd (1968) a separação espacial e/ou temporal entre anteras e estigma de flores hermafroditas, é um meio de evitar a autopolinização e promover a polinização cruzada. Schummann (1895) discute a presença de separação espacial entre anteras e estigma em diversas espécies de Apocynaceae como um meio de evitar a autopolinização.

A formação de frutos em condições naturais, bem como a ausência de frutos nos testes de autopolinização espontânea em *P. coalita* e em *P. riedelii* mostram que são necessários animais no transporte de pólen em ambas as espécies. A separação espacial de anteras e estigma também indica a necessidade de um vetor de pólen para que ocorra

a polinização.

Apesar de não terem sido realizados testes sobre geitonogamia, este sistema de reprodução pode ocorrer nas espécies de *Prestonia* tendo em vista o comportamento dos visitantes que podem visitar várias flores de uma mesma planta em sequência. Entretanto, se considerarmos, que a geitonogamia é geneticamente equivalente a autopolinização, acreditamos ser ausente ou baixa a taxa de geitonogamia nestas espécies de *Prestonia*.

Alguns atributos apresentados pelas flores de *P. coalita* e *P. riedelii* concordam com diversas características associadas a alogamia por Wyatt (1983). Dentre elas encontramos: grande número de flores, presença de nectários, flores perfumadas, anteras distantes do estigma, área estigmática bem definida e muitos óvulos por flor.

Crescimento de Tubos Polínicos

Pelos dados obtidos nos testes de autopolinização para crescimento de tubos polínicos, provavelmente as flores de *P. coalita* e *P. riedelii* não possuem sistemas de incompatibilidade esporofítico e nem gametofítico; uma vez que o sistema esporofítico atua à nível de estigma e o gametofítico à nível de estilete (Gibbs, 1986). Provavelmente, nestas espécies de *Prestonia* ocorre algum tipo de mecanismo de auto-incompatibilidade de ação tardia, como evidencia a presença de tubos polínicos crescendo até os óvulos em flores autopolinizadas (Franco & Sazima, 1990b). A ocorrência de auto-incompatibilidade nestas espécies é reforçada pela ausência de frutos formados à partir de autopolinizações manuais realizadas no campo. Pela análise das fotografias podemos inferir que nas flores de *Prestonia* não ocorre inibição de tubos polínicos incompatíveis antes de alcançarem o óvulo, entretanto é necessário um estudo pormenorizado a nível de óvulo para se determinar qual o tipo de inibição definida por Seavey & Bawa

(1986) em que se inclui a auto-incompatibilidade de ação tardia apresentada pelas flores de *P. coalita* e *P. riedelii*. Mecanismo de auto-incompatibilidade de ação tardia também ocorre em outra espécie de Apocynaceae, *Aspidosperma macrocarpon* (Gibbs, 1990).

Diversas famílias com representantes tropicais exibem mecanismos de auto-incompatibilidade de diversos tipos, inclusive de ação tardia (Bawa, et al. 1985; Seavey & Bawa, 1986; Taroda & Gibbs, 1982; Gibbs, 1990). Os vários tipos de sistemas de auto-incompatibilidade mantém alto o nível de heterozigose numa dada população de plantas (Frankel & Galun, 1977), o que parece ser vantajoso na adaptação a novos ambientes.

Razão Pólen/Óvulo

A razão entre o número de grãos de pólen e o número de óvulos está relacionada com o sistema reprodutivo das plantas, sendo que plantas xenógamas possuem uma razão pólen/óvulo maior do que plantas autógamas (Cruden, 1977). De acordo com a tabela apresentada por este autor, *P. coalita* é autógama obrigatória e *P. riedelii* é autógama facultativa, por apresentarem baixos valores no índice pólen/óvulo. Alguns autores têm demonstrado que o tipo de sistema reprodutivo de várias espécies vegetais não coincide com aquele esperado pela proporção pólen/óvulo apresentada por Cruden (1977), uma vez que este autor trabalhou com um número reduzido de espécies (Preston, 1986; Kawano & Masuda, 1980). Geralmente espécies com mecanismos auxiliares de aderência de pólen ao visitante, possuem baixos valores no índice pólen/óvulo (Preston, 1986; Cruden & Jensen, 1979).

O baixo índice na proporção pólen/óvulo para as duas espécies de *Prestonia* pode ser compensado pelo fato destas espécies apresentarem no estigma substância mucilaginosa que auxilia na aderência do pólen ao visitante, além dos grãos de pólen apresentarem alta viabilidade o que otimizaria a polinização.

Visitantes

Prestonia coalita (Vell.) Woodson

Com base no comportamento de visita associado à morfologia floral apresentada pelas flores de *P. coalita*, podemos inferir que todos os visitantes observados são capazes de realizar a polinização desta espécie. Entretanto, de acordo com a frequência de visita associada ao comportamento, as espécies de *Epicharis* e *Euglossa* são consideradas os polinizadores mais efetivos.

Embora espécies de *Euglossa* sejam consideradas polinizadores de espécies de *Prestonia* (Dodson, 1966; Dodson & Frymire, 1961; Vogel, 1966), neste estudo verificamos que além de *Euglossa*, as principais abelhas polinizadoras foram espécies de *Epicharis*.

As espécies de abelhas que polinizam efetivamente as flores de *P. coalita* apresentam, entre si, semelhanças estruturais e comportamentais. A semelhança estrutural consiste no fato de serem consideradas abelhas de língua comprida (Michener, 1979). Geralmente abelhas de língua longa preferem flores tubulosas para retirada do néctar (Zucchi et al. 1969). A semelhança comportamental refere-se ao modo de visita, que nestas espécies de *Epicharis* e *Euglossa*, é do tipo "traplining", uma vez que em cada período de visita estas abelhas possuem um "roteiro" semelhante ao visitar as flores. Dessa maneira, essas abelhas podem promover a polinização cruzada entre as plantas de *P. coalita*, uma vez que são capazes de forragear a longa distância, visitando várias plantas em sequência semelhante ao longo de sua "rota" de alimentação. Janzen (1971) descreve o comportamento de visita de *Euglossa* em flores de *Urechites andrieuxii* (Apocynaceae) mostrando que as abelhas visitam as mesmas plantas em dias diferentes; e na mesma ordem. Comportamento de visita do tipo "traplining" é de grande importância por favorecer a polinização cruzada entre plantas tropicais que apresen-

tam baixa densidade populacional (Janzen, 1971). Geralmente abelhas pertencentes a tribo Euglossini e Ceratini, das quais fazem parte os gêneros *Euglossa* e *Epicharis* respectivamente, possuem comportamento de visita do tipo "traplining" (Waddington, 1983).

No local de estudo, espécies de *Euglossa* e espécies de *Epicharis*, além de terem sido observadas em flores de *P. coalita*, frequentemente visitam flores de *Mendoncia puberula* (Buzato, 1990). A ocorrência dessas abelhas em várias espécies de flores, indica que são politróficas. Este padrão politrófico apresentado por estas abelhas e outras abelhas tropicais, parece ser favorável para as plantas, uma vez que nas regiões tropicais a fauna de abelhas é moderada em relação a flora rica em espécies melitófilas que florescem, praticamente, durante o ano inteiro (Michener, 1979).

O comportamento da abelha *Epicharis obscura* de "esticar" ocasionalmente o terceiro par de pernas, quando pousa sobre a flor de *P. coalita*, provavelmente indica que a abelha está se equilibrando sobre a flor, uma vez que só foi observado durante visitas a flores pendentes. Comportamento semelhante foi observado para *Epicharis schrottky* durante a coleta de pólen em flores de *Banisteriopsis muricata* (Sazima, M. & Sazima, I., 1989).

Embora adequada à polinização por abelhas de língua comprida, *P. coalita* é uma espécie alótropa, pois é explorada por uma grande variedade de visitantes. Isto está relacionado ao fato do tubo floral de *P. coalita* ser relativamente curto, de modo que o néctar é acessível a outros visitantes além dos que apresentam língua longa. Geralmente flores que apresentam tubo floral curto oferecem pouca ou nenhuma restrição a visitantes florais (Herrera, 1987). Segundo Inouye (1980a), Johnson (1986), Ranta & Lundberg (1980) e Harder (1986) existe uma relação entre tamanho do tubo floral e comprimento de língua na determinação de estratégias de forrageamento.

As abelhas *Rathymus unicolor* e *R. cf. michaelis* observadas em *P. coalita* embora apresentem língua curta, possivelmente conseguem utilizar o néctar uma vez que as flores são inclinadas com o peso da abelha durante a visita. Entretanto, essas abelhas são consideradas polinizadores ocasionais, devido a sua menor frequência nas flores de *P. coalita*.

As borboletas que visitam as flores de *P. coalita*, apesar de realizarem o transporte de grãos de pólen, foram consideradas polinizadores ocasionais, por serem visitantes pouco frequentes. *Cymaenes gisca* e *Corticea corticea*, apesar de serem as mais frequentes nas flores de *P. coalita*, provavelmente realizam pouco transporte de pólen entre as plantas, uma vez que essas borboletas após visitarem as flores de um dado indivíduo, geralmente permanecem nas imediações da planta. As três espécies de *Vettius* por apresentarem comportamento semelhante, também realizam pouco transporte de pólen entre as plantas. Portanto, nestes casos em que o pólen é transportado e depositado no mesmo indivíduo ele é considerado "perdido", uma vez que *P. coalita* é auto-incompatível. Logo, as borboletas com este comportamento não promovem a polinização cruzada. No caso das visitas das borboletas *Heliconius eratho*, *H. ethilla*, *Dryas iulia*, *Phoebis argante* e *Eurema alloula* em *P. coalita* o pólen não é considerado "perdido" pelo fato de visitarem mais de um indivíduo promovendo a polinização cruzada. Waddington (1976) discute a possibilidade do pólen aderido na probóscide de visitantes de *Apocynum sibiricum* (Apocynaceae) ser "perdido", quando este é depositado no estigma da mesma flor; uma vez que esta espécie é auto-incompatível. Sugere ainda que o pólen transportado por borboletas pode ser "perdido" durante o voo, ou em partes florais não estigmáticas.

As flores de *P. coalita*, além das abelhas polinizadoras, são visitadas por abelhas que retiram o néctar através de orifícios feitos na parede do tubo floral. Tal

comportamento é definido por Inouye (1980b) como roubo de néctar. *Oxaea flavescens* possui comportamento de roubo primário de néctar, uma vez que fura a parede do tubo floral de *P. coalita* danificando os tecidos da flor, enquanto que as Halictidae possuem comportamento de roubo secundário, visto que utilizam o orifício feito por *O. flavescens*. Comportamentos de roubo de néctar são considerados prejudiciais para a planta, pois os insetos ao retirarem o néctar não contatam os órgãos sexuais da flor. A pilhagem por *O. flavescens*, provavelmente não reduz o número de visitas dos polinizadores, já que abelhas e borboletas continuam visitando as flores pilhadas por *O. flavescens*. Sazima (1981) também observou em flores de *Pavonia montana*(Malvaceae) que a presença de pilhadores não reduz a atração das flores em relação aos polinizadores. Os pilhadores podem reduzir a quantidade de néctar de uma dada flor, de modo que os polinizadores precisam visitar maior quantidade de flores, consequentemente aumentando a taxa de polinização cruzada (Camargo et al., 1984), entretanto, este aspecto não foi examinado para as flores de *P. coalita*.

Prestonia riedelii (Müll. Arg.)

Em flores de *P. riedelii* os principais visitantes observados foram borboletas. De acordo com a frequência e o modo de visita podemos considerar como polinizador efetivo de *P. riedelii*, a borboleta *Astraptes fulgerator*; e como polinizadores ocasionais *A. anaphus*, *A. creteus*, *Urbanus teleus*, *U. proteus*, *U. virescens*, *Phoebis argante*, *Heliconius eratho*, *H. ethila* e *Cymaenes* sp.. As espécies de abelhas *Euglossa cordata* e *Euplusia violacea* também foram consideradas como polinizadores ocasionais de *P. riedelii*, por serem pouco frequentes.

A borboleta *A. fulgerator* é considerada como polinizador efetivo de *P. riedelii* devido a sua frequência ao visitar essas flores. Geralmente borboletas são frequentes às flores, se estas produzem néctar em quantidade suficiente (Grant, 1949). Além, de ser muito frequente em flores de *P. riedelii*, *A. fulgerator* foi o único visitante que apresentou grãos de pólen aderidos em sua probóscide. A probóscide é considerada um local de deposição de pólen mais eficiente do que a cabeça ou o corpo das borboletas (Levin et al., 1971). Entretanto a quantidade de pólen que adere na probóscide pode diminuir à medida que as flores são visitadas (Levin et al., 1971), o que provavelmente diminui a eficiência da polinização pelas borboletas. Waddington (1976) observou que grãos de pólen agrupados em massas e aderidos nas probóscides de borboletas, são depositados sobre o estigma ou outras partes florais da primeira flor visitada de *Apocynum sibiricum* (Apocynaceae).

Durante cada período de visita, *A. fulgerator* visita apenas algumas flores de determinada planta de *P. riedelii*; tal comportamento provavelmente é do tipo "traplining" e parece ser vantajoso para as plantas, pois quanto mais plantas visitarem maior será a probabilidade de realizarem polinizações cruzadas. A abelha *Euglossa cordata* também visita poucas flores de *P. riedelii* em diferentes indivíduos. Entretanto, como

discutido anteriormente para *P. coalita*, esse comportamento apresentado por abelhas Euglossini ("Traplining") está associado a outras características, por exemplo, o estabelecimento de uma rota de alimentação (Janzen, 1971).

Ambas as espécies de abelhas Euglossini que visitam flores de *P. riedelii* possuem língua longa, sendo que *Euglossa cordata* foi mais frequente que *Euplusia violacea*. Geralmente a língua longa apresentada pelas espécies de Euglossini, possibilitam que estas espécies visitem flores psicófilas para retirar néctar (Vogel, 1966; 1963 apud Zucchi, 1969).

A ausência de pilhadores nas flores de *P. riedelii*, provavelmente se deve ao fato dessas flores possuírem tubo floral de textura consistente e as suas sépalas serem relativamente grandes e largas, envolvendo a base do tubo floral.

Apesar de *P. coalita* e *P. riedelii* ocorrerem no mesmo local, florescerem no mesmo período e possuírem alguns visitantes em comum, estas espécies provavelmente não apresentam competição interespecífica pelos visitantes. Isto ocorre, pelo fato das espécies de visitantes que são comuns às duas espécies de *Prestonia* apresentarem baixa frequência de visita, sendo consideradas polinizadores ocasionais, como por exemplo, *Heliconius eratho*, *H. ethila* e *Phoebis argante*. Além disso, *P. coalita* é considerada uma espécie melitófila e não foi observada nenhuma espécie de abelha comum às duas espécies de *Prestonia*.

Referências Bibliográficas

- ALEXANDER, M.P. 1980. A versatile stain for pollen, fungi, yeast and bacteria. **Stain Technol.**, **55**: 13-18.
- BAKER, H.G. & HURD, P.D. 1968. Intrafloral ecology. **A. Rev. Ent.**, **13**: 385-411.
- BARROWS, E.M. 1976. Nectar robbing and pollination of *Lantana camara* (Verbenaceae). **Biotropica**, **8**: 132-135.
- BAWA, K.S. 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution**, **28**: 85-92.
- BAWA, K.S.; PERRY, D.R. AND BEACH, J.H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I - Sexual systems and incompatibility mechanisms. **Am. J. Bot.**, **72**: 331-345.
- BUZATO, S . 1990. Ecologia da polinização de duas espécies simpátricas de *Mendoncia* na região de Campinas, São Paulo. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, pp.
- CAMARGO, J.M.F.; GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1984. On the phenology and flower visiting behavior of *Oxaea flavescens*(Klug) (Oxaeinae, Andrenidae, Hymenoptera) in São Paulo, Brazil. **Beitr. Biol. Pflanzen**, **59**: 159-179.
- CRUDEN, W. 1977. Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, **31**: 32-46.

- CRUDEN, W. & JENSEN, K.G. 1979. Viscin threads, pollination efficiency and low pollen-ovule ratios. **Am. J. Bot.**, **66**: 875-879.
- DODSON, C.H. 1966. Ethology of some bees of the tribe Euglossini. **J. Kans. ent. Soc.**, **39**: 607-629.
- DODSON, C.H. AND FRYMIRE, G.P. 1961. Natural pollination of orchids. **Mo. bot. Gdn. Bull.**, **49**: 133-152.
- DUCKE, A. 1901. Beobachtungen über Blütenbesuch, Erscheinungszeit etc. der bei Pará vorkommenden Bienen. **Zs. Hym. Dipt.**, **1**: 25-32, 49-51, 60-67.
- EZCURRA, C. 1981. Revisión de las Apocináceas de la Argentina. **Darwiniana**, **23**: 367-474.
- FÆGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1980. **The principles of pollination ecology**, Pergamon Press, New York.
- FALLEN, M.E. 1983. Morphological, functional, and evolutionary aspects of the flower in the Apocynaceae. Inaugural dissertation, Universität Zürich, p.63.
- FRANCO, A.L.M. & SAZIMA, M. 1990a. Biologia floral de duas espécies sincronopátricas de *Prestonia* (Apocynaceae). XLI Congresso Nacional de Botânica. **Resumos**.
- FRANCO, A.L.M. & SAZIMA, M. 1990b. Sistema de reprodução e polinização em *Prestonia* (Apocynaceae). VIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo. **Resumos**.

- FRANKEL, R. & GALUN, E. 1977. **Pollination mechanisms, reproduction and plant breeding.** Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- GIBBS, P.E. 1986. Do Homomorphic and heteromorphic self-incompatibility systems have the same sporophytic mechanism? **Plant Syst. Evol.**, **152**: 285-323.
- GIBBS, P. 1990. Self-incompatibility in flowering plants: a neotropical perspective. **Revta. bras. Bot.**, **13**: 125-136.
- GRANT, V. 1949. Pollination systems as isolating mechanisms in angiosperms. **Evolution**, **3**: 82-97.
- HABER, W.A. 1984. Pollination by deceit in a mass-flowering tropical tree *Plumeria rubra* L.(Apocynaceae). **Biotropica**, **16**: 269-275.
- HARDER, L.D. 1986. Effects of nectar concentration and flower depth on flower handling efficiency of bumble bees. **Oecologia (Berlin)**, **69**: 309-315.
- HERRERA, C.D. 1989. Pollinator abundance, morphology, and flower visitation rate: analysis of the "quantity" component in a plant-pollinator system. **Oecologia (Berlin)**, **80**: 241-248.
- HERRERA, J. 1987. Flower and fruit biology in southern Spanish mediterranean shrublands. **Ann. Mo. bot. Gdn.**, **74**: 69-78.

- INOUE, D.W. 1980a. The effect of proboscides and corolla tube lengths on patterns and rates of flower visitation by Bumblebees. *Oecologia (Berlin)*, **45**: 197-201.
- INOUE, D.W. 1980b. The terminology of floral larceny. *Ecology*, **61**: 1251-1253.
- JANZEN, D.H. 1971. Euglossini bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*, **171**: 203-205.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- JOHNSON, R.A. 1986. Intraspecific resource partitioning in the bumble bees *Bombus ternarius* and *B. pennsylvanicus*. *Ecology*, **67**: 133-138.
- JOLY, A. J. 1979. *Introdução à taxonomia vegetal*. Companhia Editora Nacional, São Paulo.
- KAWANO, S. & MASUDA, J. 1980. The productive and reproductive biology of flowering plants. *Oecologia(Berlin)*, **45**: 307-317.
- KEVAN, P.G. 1978. Floral coloration, its colorimetric analysis and significance in antheology. In: A. J. Richards, ed. *The Pollination of Flowers by Insects*. London, Academic Press, 51-78.

- KEVAN, P.G. 1983. Floral colors through the insect eye: What they are and What they mean. In: C. E. Jones and J. Little, eds. **Handbook of experimental pollination biology**. New York, Scientific and Academic, Van Nostrand Reinhold, p 3-32.
- KEVAN, P.G. & BAKER, H.G. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. **A. Rev. Ent.**, **28**: 407-453.
- KORNERUP, A. & WANSCHER, J.H. 1963. **Taschenlexikon der Farben**. Sadolin & Holmblad A/S, Copenhagen.
- LEITÃO-FILHO, H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. In: Anais do Congresso Nacional sobre essências nativas. **Silvicultura**, **16**: 197-206.
- LEPPIK, E.E. 1956. The form and function of numeral patterns in flowers. **Am. J. Bot.**, **43**: 445-455.
- LEVIN, D.A.; KERSTER, H.W. & NIEDZLEK, M. 1971. Pollinator flight directionality and its effect on pollen flow. **Evolution**, **25**: 113-118.
- LLOYD, D.G. 1972. Breeding systems in *Cotula* L. (Compositae, Anthemideae). **New Phytol.**, **71**: 1181-1194.
- MACHADO, I.C.S. 1990. Biologia floral de espécies de caatinga no município de Alagoinha (PE). Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 245pp.

- MACHADO, I.C.S. & SAZIMA, M. 1987. Estudo comparativo da biologia floral em duas espécies invasoras: *I. hereditifolia* e *I. quamoclit* (Convolvulaceae). **Revta. bras. Biol.**, **47**: 425-436.
- MARTIN, F.W. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. **Stain Technol.**, **37**: 125.
- MAY, P.G. 1985 Nectar uptake rates and optimal nectar concentrations of two butterfly species. **Oecologia (Berlin)**, **66**: 381-386.
- MAY, P.G. 1988. Determinants of foraging profitability in two nectarivorous butterflies. **Ecol. Ent.**, **13**: 171-184.
- MICHENER, C.D. 1979. Biogeography of the bees. **Ann. Mo. bot. Gdn.**, **66**: 277-347.
- PERCIVAL, M. 1965. **Floral biology**. Pergamon Press, London.
- PIVINICK, K.A. & MCNEIL, J.N. 1985. Effects of nectar concentration on butterfly feeding: measured feeding rates for *Thymelicus lineola* (Lepidoptera; Hesperiiidae) and a general feeding model for adult Lepidoptera. **Oecologia (Berlin)**, **66**: 266-237.
- PRESTON, R.E. 1986. Pollen-ovule rations in the Cruciferae. **Am. J. Bot.**, **73**: 1732-1740.

- PROCTOR, M. & YEO, P. 1972. **The pollination of flowers.** New York, Taplinger Publishing Co.
- RADFORD, A.E.; DICKSON, W.C.; MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. **Vascular plant systematics.** New York, Harper and Row Publ.
- RANTA, E. & LUNDBERG, H. 1980. Resource partitioning in bumblebees: the significance of differences in proboscis length. **Oikos**, **35**: 298-302.
- SAZIMA, I. 1988. Um estudo de biologia comportamental da jararaca, *Bothrops jararaca*, com uso de marcas naturais. **Mem. Inst. Butantan**, **50**: 83-99.
- SAZIMA, I. & SAZIMA, M. 1989. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revta. bras. Ent.**, **33**: 109-118.
- SAZIMA, M. 1981. Polinização de duas espécies de *Pavonia* (Malvaceae) por beija-flores, na Serra do Cipó, Minas Gerais. **Revta. bras. Biol.**, **41**: 733-737.
- SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. **Bot. Acta**, **102**: 106-111.
- SCHEMSKE, D.W. 1976. Pollinator specificity in *Lantana camara* and *L. trifolia* (Verbenaceae). **Biotropica**, **8**: 260-264.
- SCHUMANN, K. 1895. Apocynaceae. In: Engler, A. and K. Prantl eds. **Die Natürlichen Pflanzenfamilien.** Leipzig, p. 109-189.

- SEAVEY, S.R. & BAWA, K.S. 1986. Late-acting self-incompatibility in angiosperms. **Bot. Rev.**, **52**: 195-219.
- TARODA, N. & GIBBS, P.E. 1982. Floral biology and breeding system of *Sterculia chicha* St. Hil. (Sterculiaceae). **New Phytol.**, **90**: 735-743.
- VOGEL, S. 1963. Ecophysiology of zoophylic pollination. In: Lange, O.L.; Nobel, P.S.; Osmond, C.B. and Ziegler, H., eds. **Physiology plant ecology III**. Berlin, Springer-Verlag, p.560-624.
- VOGEL, S. 1966. Parfümsammelnde Bienen als Bestuber von Orchidaceen und *Gloxinia*. **Österr. bot. Z.**, **113**: 302-361.
- WADDINGTON, K.D. 1976. Pollination of *Apocynum sibiricum*(Apocynaceae) by Lepidoptera. **SWest. Nat.**, **21**: 31-36.
- WADDINGTON, K.D. 1983. Foraging behavior of pollinators. In: L. Real ed. **Pollination biology**. Orlando, Flórida, Academic Press, p. 213-239.
- WYATT, R. 1983. Pollinator-plants interactions and the evolution of breeding systems. In: L. Real ed. **Pollination biology**. Orlando, Flórida, Academic Press, p. 51-86.
- YANAGIZAWA, Y. 1983. Aspectos da biologia floral de espécies de *Arrabidaea* e *Jacaranda*, no município de Botucatu, S.P. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 130pp.

ZEISLER, M. 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. *Beih. bot. Zbl.*, **58**: 308-318.

ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S.F. & CAMARGO, J.M.F. 1969. Biological observations on a neotropical parasocial bee, *Eulaema nigrita*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). A comparative study. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.* **17**: 271-380.

Resumo

Observações sobre biologia floral, sistema de reprodução e polinização de *Prestonia coalita* e *P. riedelii* foram realizadas no período de janeiro a abril de 1989 e 1990 na Reserva Municipal da Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo.

Prestonia coalita possui flores tubulosas, medindo de 11 a 13mm de comprimento, de coloração amarelo-oliva e odor acre e doce. Os estames são epipétalos, inclusos na corola e localizam-se acima do estigma. O estigma tem a forma característica de um carretel e apresenta duas regiões separadas pelo anel estigmático: a região superior que é estéril e coberta por uma substância de aspecto mucilaginoso e a região inferior que é receptiva. O néctar é produzido em quantidade na base do tubo floral e possui uma concentração de açúcares, em média de 17%, variando de 12 a 20%.

As flores de *P. riedelii* são de coloração amarela com regiões de cor amarelo-bronze, odor adocicado e apresentam organização morfológica semelhante à das flores de *P. coalita* sendo que o seu tubo floral é ligeiramente mais longo. O néctar é produzido em menor quantidade que em *P. coalita* e possui uma concentração de açúcares, em média de 40%, variando de 30 a 64%.

P. coalita e *P. riedelii* são alógamas. Uma vez que ocorre separação espacial entre os órgãos sexuais não há autopolinização espontânea. Além disso, não ocorre desenvolvimento de frutos a partir de autopolinização manual. Entretanto, em experimentos de autopolinização manual foram verificados tubos polínicos crescendo ao longo do estilete e atingindo o óvulo. Provavelmente estas espécies de *Prestonia* apresentam algum tipo de mecanismo de auto-incompatibilidade de ação tardia.

As flores de *P. coalita* foram visitadas por abelhas e borboletas, sendo as abelhas *Epicharis obscura* e *Euglossa* sp. os visitantes mais frequentes e considerados principais polinizadores. Nas flores de *P. riedelii*, a borboleta *Astraptes fulgerator* foi o

visitante que apresentou maior frequência, sendo considerado o polinizador efetivo. Visitas de *Euglossa cordata*, *Euplusia violacea* e de outras espécies de borboletas também foram registradas em flores de *P. riedelii*. As espécies de *Prestonia* estudadas apresentam características comuns às síndromes de melitofilia e psicofilia. Entretanto, pode-se classificar *P. coalita* como predominantemente melitófila e *P. riedelii* como predominantemente psicófila utilizando-se seguintes atributos: a quantidade e a concentração do néctar, a presença evidente ou não de guias olfatórios, visuais e estruturais de língua e/ou de probóscide, o comprimento do tubo floral e o tipo de visitante mais frequente.

Podemos concluir que, apesar de *P. coalita* e *P. riedelii* serem sincronopátricas e apresentarem visitantes em comum, estas espécies provavelmente não apresentam competição interespecífica pelos visitantes.

Abstract

Observations on floral biology, breeding systems and pollination of *Prestonia coalita* and *P. riedelii* were carried out from January to April 1989 and 1990. The study was undertaken in the Santa Genebra Forest Reserve, Campinas, São Paulo.

Prestonia coalita has tubular flowers measuring 11 to 13mm in length. The color is yellow and the odour acrid and sweet. The stamens are epipetalous, included in the corolla tube and located above the stigma. The stigmatic head presents two regions separated by a rim. The upper region is sterile and produces adhesive, and lower part is receptive. Nectar is produced in larger quantities at the base of the floral tube. Sugar concentration average 17% , varying from 12 to 20%.

Flowers of *P. riedelii* are yellow in color, with some yellow-bronze parts. The odour is sweetish and the morphology is similar to that of *P. coalita*, but the tube is slightly longer. Nectar is produced in lesser quantities than in *P. coalita*; sugar concentration averaged 40% and ranged from 30 to 64%.

P. coalita and *P. riedelii* are allogamous. Since there is a spatial segregation between the sexual organs, spontaneous self-pollination does not occur. Moreover, hand self-pollinated flowers do not developed fruits. However, in self-pollination experiments, pollen tubes were observed growing through the style and reaching the ovules. Probably these *Prestonia* species have some kind of "late-acting self-incompatibility" mechanism.

The flowers of *P. coalita* were visited by bees and butterflies. The bees *Epi-charis obscura* and *Euglossa* sp. were the must frequent visitors and main pollinators. The butterfly *Astraptes fulgerator*, however, was the most frequent visitor to *P. riedelii*, effectively pollinating its flowers. Visits by *Euglossa cordata*, *Euplusia violacea* and by other butterflies were also recorded on flowers of *P. riedelii*. These two species of *Prestonia* present common traits associated with melittophily and psychophily syndromes.

However, we can classify *P. coalita* as predominantly melittophilous and *P. riedelii* as mainly psycophilous. The following traits justify these classifications: 1) quantity and concentration of nectar; 2) presence of conspicuous or cryptic guides (olfactory, visual or structural) for the tongue and/or proboscis; 3) length of the floral tube and 4) the most frequent visitor.

We can conclude that, although they are synchronopatric and share some of their flower visitors, these species of *Prestonia* probably do not compete for their pollinators.