



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

TIAGO HENRIQUE DE CARVALHO DIAS

**SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES DE
TRICHILIA (MELIACEAE) EM ÁREA DE FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ,
BRASIL**

Londrina
2019

TIAGO HENRIQUE DE CARVALHO DIAS

**SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES DE
TRICHILIA (MELIACEAE) EM ÁREA DE FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados).

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

541 Dias, Tiago Henrique de Carvalho.
Sistemas de polinização de três espécies de *Trichilia* (Meliaceae) em área de Floresta Estacional Semidecidual do norte do Paraná, Brasil. / Tiago Henrique de Carvalho Dias. - Londrina, 2019.
73 f. : il.

Orientador: José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro.
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Sistemas de polinização, Sistemas reprodutivos de plantas. Biologia floral - Tese. I. Ribeiro, José Eduardo Lahoz da Silva. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

TIAGO HENRIQUE DE CARVALHO DIAS

**SISTEMAS DE POLINIZAÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES DE *TRICHILIA*
(MELIACEAE) EM ÁREA DE FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados).

BANCA EXAMINADORA

Prof. Presidente de banca: Prof. Dr. Carlos
Eduardo Alvarenga Júlio
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Cristiano Medri
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Weliton José da Silva
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 28 de setembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre comigo durante meus trabalhos de campo, e assim me guardar.

Aos meus pais e a minha irmã por incentivar e acreditarem em mim durante todos esses anos.

A Natália, pois esteve presente nessa minha caminhada, nos bons e maus momentos, me incentivando e dando ânimo. Fica aqui minha eterna gratidão.

Ao meu orientador José Eduardo, pelas oportunidades em crescer academicamente, e conselhos para atingir os melhores resultados.

Ao professor Carlos Eduardo por substituir meu orientador e presidir a banca de minha defesa.

Aos meus amigos de laboratório, Elsão, Zé Bob, Matheus, Patê e Zé Marcelo pelas dicas e ajudas em meu trabalho, e é claro pelos momentos de descontração e risadas.

Aos meus amigos Mailson (treta), Rafael, Luiz e Lalau pela companhia em inúmeras observações noturnas, os quais foram de grande importância, fica aqui meu eterno carinho.

Aos funcionários que trabalham no Parque Estadual Mata dos Godoy, mas que considero como amigos Clovis, Luan, Maria, Sincler, Zé da Mata por estarem dia após dia ajudando no que fosse preciso e me incentivando.

Aos motoristas e carregadores de andaime do LABRE, Odair e Tiburcio, por toda ajuda e risadas durante a viagem.

Ao Adriano Hoshino e a Bianca Piraccini pela identificação dos dípteros.

Ao André Goba, a Natália Uemura e Rafael Ono pela identificação das abelhas e ao Bruno Garcia pela identificação das vespas, todos pertencentes ao Laboratório de Genética e Ecologia Animal.

Aos especialistas Laurence Mound e Adriano Cavalleri pela identificação dos thrips.

Ao Instituto Ambiental do Paraná pela licença de pesquisa na unidade de conservação Parque Estadual Mata dos Godoy

A CAPES pelo financiamento da bolsa neste mestrado.

E é claro, a Universidade Estadual de Londrina pela permanência e aos seus professores e outros servidores, responsáveis pela minha formação acadêmica e como pessoa.

Dias, Tiago Henrique de Carvalho. **Sistemas de polinização de três espécies de *Trichilia* (Meliaceae) em área de floresta estacional semidecidual no norte do Paraná, Brasil.** 2019. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

Estudos indicam que sistemas de polinização e sistemas sexuais de plantas são diversos em florestas tropicais, pois são ambientes em que as espécies apresentam características reprodutivas mais especializadas, pois dependem da atuação de polinizadores e dispersores. Em relação à diversidade de sistemas sexuais, o gênero *Trichilia* é o que apresenta maior diversidade na família Meliaceae. Estudos de biologia reprodutiva foram feitos para algumas espécies de *Trichilia* no norte do Paraná, e constatou-se o hermafroditismo para *T. casaretti*; dioícia em *T. clausenii* e monoícia para *T. pallida*. Porém, não há conhecimento dos visitantes florais para essas espécies. Portanto, esta pesquisa tem como objetivos, realizar um levantamento dos visitantes florais a partir de observações diretas e analisar o comportamento dos potenciais polinizadores de *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida*, e responder as seguintes questões: 1) Quais os principais polinizadores de *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida*? 2) A similaridade morfológica das flores entre *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida* permite indicar uma síndrome de polinização e um sistema de polinização definido? 3) A variação de sistemas sexuais entre *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida* promove uma diversidade de polinizadores? A área de pesquisa foi o Parque Estadual Mata dos Godoy, localizado em Londrina, PR. Foram feitos estudos sobre morfologia e sexualidade da flor, antese e longevidade, detecção de regiões florais que emitem compostos voláteis e receptividade do estigma. Já os estudos de visitantes florais se concentraram em observações diretas em campo. Foram feitos também testes para eficiência de polinização aberta, e visitação de thrips. O principal visitante e polinizador para *T. clausenii* e *T. casaretti* foi uma nova espécie de thrips do gênero *Frankliniella*. Já *T. pallida* foi à espécie que recebeu maior abundância e diversidade de visitas. As flores de *Trichilia* possuem seus estames fundidos ou parcialmente fundidos, formando uma estrutura compacta, ideal para os thrips habitarem e se reproduzirem, com disponibilidade de néctar e pólen para o desenvolvimento das formas jovens de thrips. Apesar de haver variação no sistema sexual das espécies de *Trichilia* estudadas, não há evidências para diversificação em diferentes sistemas de polinização, sendo que elas compartilham o mesmo grupo polinizador, que são os thrips. Com isso, conclui-se que o principal polinizador para as três espécies de *Trichilia* é uma espécie de thrips do gênero *Frankliniella*. E também para *T. pallida*, as abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* e a mosca *Ornidia obesa* são classificadas como polinizadores eficazes. E existem evidências que as três espécies de *Trichilia* compartilham um sistema de polinização especializado em thrips.

Palavras-chave: *Frankliniella*. Polinizadores. Sistema sexual. Thrips. Visitantes florais

Dias, Tiago Henrique de Carvalho. **Pollination systems of three *Trichilia* (Meliaceae) species in the seasonal semideciduous forest area in northern Paraná, Brazil.** 2019. 73f. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

Studies indicate that pollination systems and sexual systems of plants are diverse in tropical forests, because they are environments in which the species present more specialized reproductive characteristics, since they depend on the performance of pollinators and dispersers. In relation to the diversity of sexual systems, the genus *Trichilia* is the one with the greatest diversity in the Meliaceae family. Reproductive biology studies were done for some species of *Trichilia* in the north of Paraná, and the hermaphroditism for *T. casaretti* was verified; dioecious in *T. clausenii* and monoecious for *T. pallida*. However, there is no knowledge of floral visitors to these species. Therefore, this research aims to carry out a survey of floral visitors from direct observations and analyze the behavior of the potential pollinators of *T. casaretti*, *T. clausenii*, *T. pallida*, and answer the following questions: 1) What are the main pollinators of *T. casaretti*, *T. clausenii* and *T. pallida*? 2) Does the morphological similarity of flowers between *T. casaretti*, *T. clausenii* and *T. pallida* indicate a pollination syndrome and a defined pollination system? 3) Does the variation of sexual systems between *T. casaretti*, *T. clausenii* and *T. pallida* promote a diversity of pollinators? The research area was the Godoy Forest State Park, located in Londrina, PR. Studies on flower morphology and sexuality, anthesis and longevity, detection of floral regions that emit volatile compounds and receptivity of stigma were made. Floral visitor studies have focused on direct field observations. Nectar or pollen thieves, and frequencies of visitation attributed during flowering. Tests were also made for efficiency of open pollination, and visitation of thrips. The main visitor and pollinator for *T. clausenii* and *T. casaretti* was a new species of thrips of the genus *Frankliniella*. *T. pallida* was the species that received greater abundance and diversity of visits. The flowers of *Trichilia* have their stamens fused or partially fused, forming a compact structure, which allows the thrips to inhabit and reproduce themselves, with availability of nectar and pollen for the development of young forms of thrips. The species of hermaphrodite plants, in general, present specialized structures to several groups of pollinators, whereas dioecy presents displays structures little attractive. Although there is variation in the sexual system of the studied *Trichilia* species, there is no evidence for diversification in different pollination systems, and they share the same pollinator group, which are thrips. With this, we conclude that the main pollinator for the three species of *Trichilia* is a species of thrips of the genus *Frankliniella*. And also for *T. pallida*, the bees *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* and the fly *Ornidia obesa* are classified as effective pollinators. And there is evidence that the three species of *Trichilia* share a pollinator system specialized in thrips.

Key words: *Frankliniella*. Pollinators. Sexual system. Thrips. Floral visitors

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Localização do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR 18
- Figura 2** – Estrutura foliar e frutos do tipo cápsula elipsoide de *T. casaretti* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil 20
- Figura 3** – Estrutura foliar e frutos de *T. clausenii* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil..... 21
- Figura 4** – Estrutura foliar de *T. pallida* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil 22

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Média e desvio padrão das medidas realizadas para as estruturas florais de cinco indivíduos de *T. casaretti* do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina- PR. Para cada estrutura considera-se (n=25) e a unidade de medida em milímetros (mm)..... 28
- Tabela 2** – Média e desvio padrão das medidas realizadas para as estruturas florais de cinco indivíduos de *T. clausenii* do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina- PR. Para cada estrutura considera-se (n=25) e a unidade de medida em milímetros (mm)..... 30
- Tabela 3** – Média e desvio padrão das medidas realizadas para as estruturas florais de cinco indivíduos de *T. pallida* do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR. Para cada estrutura considera-se (n=25) e a unidade de medida em milímetros (mm)..... 32
- Tabela 4** – Visitantes florais de *T. casaretti* com o respectivo comprimento do corpo, recurso coletado, comportamento e frequência da visitação e estágio de floração no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR (N.I= Não identificado; I= Início; P= Pico; F= Final; MF= Muito Frequente; Fq= Frequente; R= Raro) 36
- Tabela 5** – Visitantes florais de *T. clausenii* com o respectivo comprimento do corpo, recurso coletado, comportamento e frequência da visitação e estágio de floração no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR (N.I= Não identificado; I= Início; P= Pico; F= Final; MF= Muito Frequente; Fq= Frequente; R= Raro) 39
- Tabela 6** – Visitantes florais de *T. pallida* com o respectivo comprimento do corpo, recurso coletado, comportamento e frequência da visitação e estágio de floração no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR (N.I= Não identificado; I= Início; P= Pico; F= Final; MF= Muito Frequente; Fq= Frequente; R= Raro) 42

Tabela 7 – Produção de frutos de <i>Trichilia casaretti</i> de flores provenientes de polinização aberta, flores visitadas por insetos thrips (Thysanoptera) e flores autopolinizadas espontaneamente no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina- PR.	44
Tabela 8 – Produção de frutos de <i>Trichilia clausenii</i> de flores provenientes de polinização aberta e flores visitadas por insetos thrips (Thysanoptera) no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-Pr.	44
Tabela 9 – Produção de frutos de <i>Trichilia pallida</i> de flores provenientes de polinização aberta e número de frutos formados pela visitação de thrips no Parque Estadual de Mata dos Godoy, Londrina-Pr	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PEMG	Parque Estadual Mata dos Godoy
FUEL	Herbário da Universidade Estadual de Londrina
UEL	Universidade Estadual de Londrina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.1	ÁREA DE ESTUDO	17
2.1.1	Espécies Estudadas	19
2.1.1.1	<i>Trichilia casaretti</i> C. D.C	19
2.1.1.2	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC... ..	20
2.1.1.3	<i>Trichilia pallida</i> Sw	21
2.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS EM BIOLOGIA FLORAL	22
2.2.1	Morfologia e sexualidade floral.	22
2.2.2	Antese e longevidade floral.	23
2.2.3	Receptividade do estigma	23
2.3	VISITANTES FLORAIS	23
2.4	FREQUÊNCIAS DE VISITAÇÃO	24
2.5	EFICIÊNCIA DA POLINIZAÇÃO	25
3	RESULTADO	26
3.1	BIOLOGIA FLORAL	26
3.2	VISITANTES FLORAIS E FREQUÊNCIAS DE VISITAÇÃO	33
3.3	EFICIÊNCIA DA POLINIZAÇÃO	44
4	DISCUSSÃO	45
4.1	VISITANTES FLORAIS	45
4.2	BIOLOGIA FLORAL	52
4.3	ASSOCIAÇÃO ENTRE COMPONENTES REPRODUTIVOS	55
5	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58

APÊNDICES	69
APÊNDICE A – Flor de <i>T.casaretti</i> (A); Flor pistilada de <i>T. Claussenii</i> (B) e flores de <i>T. pallida</i> visitadas por thrips (C).....	69
APÊNDICE B – Modelo de experimento para eficiência em polinização por thrips. Indivíduo de <i>T. pallida</i> presente no campus da Universidade Estadual de Londrina, com frutos em desenvolvimento.....	70
APÊNDICE C – Thrips observado em microscópio estereoscópio identificado como sendo do gênero <i>Frankliniella</i> sp.1, responsável pela polinização eficaz de <i>Trichilia casaretti</i> , <i>Trichilia claussenii</i> e <i>Trichilia pallida</i>	71
APÊNDICE D – Flores de <i>T. casaretti</i> . Notar na figura à direita a característica de flor velha polinizada.....	72
APÊNDICE E – Sumarização das principais características para esta pesquisa de <i>Trichilia casaretti</i> , <i>Trichilia claussenii</i> e <i>Trichilia pallida</i> do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR.....	72

1 INTRODUÇÃO

A família Meliaceae pertence à ordem Sapindales, possui distribuição pantropical e conta com cerca de 50 gêneros e 600 espécies (Souza & Lorenzi, 2012). Do ponto de vista filogenético, a família é monofilética (Gadek et al., 1996; Muellner et al., 2003). Em relação ao hábito das suas espécies, constitui-se, em sua maioria, de árvores, medindo em média de 20 metros a 30 metros de altura, e arvoretas, medindo em média de 3 metros a 10 metros de altura (Pastore, 2003).

Diversas espécies da família têm importância silvicultural, com um importante comércio de madeira de boa qualidade de espécies como *Switenia macrophyla* King. (mogno), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro branco) e *Cabralea canjerana* subsp. *canjerana* (Vell.) Mart (Pennington et al., 1981; Souza & Lorenzi, 2012). Outras espécies possuem compostos químicos utilizados como inseticidas, como no caso de *Azadirachta indica* A. Juss., conhecida popularmente como “Nim”, e algumas espécies de *Trichilia* (Cunha, 2004; Conceschi et al., 2011).

O gênero *Trichilia* (*Tricha* = triplo; em referência aos três lóculos do ovário e três valvas do fruto) foi descrito por Browne em 1756 (Patrício & Cervi, 2005). Filogeneticamente, o grupo é considerado como monofilético (Clarkson et al., 2016), sendo o maior gênero da família Meliaceae, ocorrendo 56 espécies no Brasil (Pennington, 2016).

Todas são arbóreas, exceto *Trichilia elegans* A. Juss que é arbustiva, com flores arranjadas em inflorescência do tipo panícula (Pennington et al., 1981; Morellato, 2004). As flores de *Trichilia* são pequenas, de coloração creme ou esverdeada, geralmente, com um disco nectarífero na base do pistilo. Apresentam um pistilo rudimentar nas flores estaminadas e as anteras das flores pistiladas são estéreis (Morellato, 2004).

As plantas são organismos sésseis e por isso dependem de agentes externos para o processo de junção dos gametas, evento fundamental para que o processo de fertilização e reprodução sexuada se realizem (Judd et al., 2009; Oliveira & Maruyama 2013). Segundo Olerton et al., (2011) estima-se que 87,5% das angiospermas são polinizadas por animais, principalmente insetos (Kearns et al., 1998), embora a polinização pelo vento predomine em algumas famílias de grande diversidade e importância ecológica (Judd et al., 2009), como por exemplo as famílias Juglandaceae, Betulaceae e Poaceae (Culley et al., 2002).

A partir de observações cuidadosas da morfologia floral, é possível inferir o seu provável vetor de pólen (Judd et al., 2009). A morfologia floral, incluindo as recompensas florais (néctar, pólen e óleo) associada a suposta atração e utilização de um grupo específico de animais, como os polinizadores, define uma síndrome de polinização (Faegri & Pijl, 1979; Fenster et al., 2004). Essa relação inseto-planta pode desencadear uma especiação (Faegri & Pijl, 1979), como a interação entre chave-fechadura, refletindo uma presença muito forte do paradigma da coevolução (Oliveira & Maruyama, 2013).

Entretanto, alguns estudos questionam se as síndromes de polinização refletem também em sistemas efetivos de polinização (Obermuller et al., 2008; Ollerton, 2009), com espécies vegetais sendo visitadas e polinizadas somente por um subconjunto de espécies de toda comunidade de polinizadores, o que acarreta em maior eficiência reprodutiva para a planta (Johnson & Steiner, 2000; Pauw, 2006).

As pesquisas de Obermuller et al. (2008) e Ollerton (2009) buscaram testar a hipótese da síndrome de polinização (Faegri & Pijl, 1979): se plantas polinizadas por animais encaixavam-se nas tradicionais síndromes de polinização ou se estas previam os polinizadores mais frequentes das flores. As pesquisas concluem que a hipótese da síndrome de polinização não descreve com sucesso a diversidade de fenótipos florais ou capacidade de prever os polinizadores da maioria das espécies de plantas (Ollerton, 2009), devido à evidência de ampla generalização dos sistemas de polinização, pois flores generalistas não são adaptadas fortemente a polinizadores específicos (Obermuller et al., 2008; Ollerton, 2009).

Pesquisas indicam que sistemas de polinização e ¹sistemas sexuais são bastante diversos em florestas tropicais. A ideia básica é a de que florestas nesses ambientes bem conservados tendem a ter espécies de plantas com características reprodutivas mais especializadas e que dependem amplamente de polinizadores e dispersores animais (Bawa et al., 1985a; Bawa et al., 1985b; Deus et al., 2014).

Em fragmentos de floresta estacional semidecidual do Triângulo Mineiro (MG– Brasil), encontra-se ampla diversidade de espécies de plantas com variação de sistemas de polinização, sistemas sexuais e dispersão de sementes.

1-Remetem a variação na expressão sexual nas plantas (Oliveira & Maruyama, 2013).

Para a família Fabaceae, por exemplo, nota-se uma grande diversidade de sistemas sexuais e sistemas de polinização, como as espécies *Inga laurina* (Sw.) Willd, *Inga sessilis* (Vell.) Mart. possuindo ambas sistemas sexuais ²hermafroditas, porém polinizadas por mariposas e morcegos, respectivamente. Assim como *Inga marginata* Willd. e *Inga vera* Willd. sendo ³monoicas e polinizadas por pequenos insetos, como pequenas abelhas, moscas ou vespas (Deus et al., 2014).

Trichilia apresenta a maior diversidade de sistemas sexuais entre todos os gêneros da família Meliaceae (Pennington et al., 1981). Estudos, principalmente de Schmitt (2013) para espécies de *Trichilia* localizadas em uma floresta estacional semidecidual do norte do Paraná, comprovou a grande variação no sistema sexual dentro do próprio gênero.

Infere-se que em *Trichilia casaretti* C.DC., as flores são bissexuadas e o sistema sexual é hermafrodita. Em *Trichilia pallens* C. DC., foi constatada a presença de indivíduos com flores pistiladas, indivíduos com flores estaminadas e indivíduos com a maioria das suas flores estaminadas, mas que produzem algumas flores bissexuadas que podem formar frutos, caracterizando, como sistema sexual, a ⁴subdioicia (Schmitt, 2013).

Para *Trichilia pallida* Sw. o sistema sexual é monoico (Johnen, 2013), e ⁵dioico para *Trichilia clausenii* C. DC. (Dias, 2019). Vale ressaltar que a maioria das angiospermas é hermafrodita (Obermuller et al., 2008) evidenciando, portanto a grande variedade de sistemas sexuais dentro da família Meliaceae.

Porém, não há conhecimento sobre os visitantes florais e possíveis polinizadores para as *Trichilia* pesquisadas por Dias (2019); Shmitt (2013) e Johnen (2013). Há apenas um estudo de observação de visitantes florais para *T. clausenii*, *Trichilia hirta* L. e *T. pallida*, que, segundo Morellato (1996), são polinizadas principalmente por moscas da família Syrphidae, sendo que abelhas e vespas poderiam atuar como polinizadores ocasionais. Vale ressaltar que, segundo Morellato (2004), *T. clausenii*, *T. hirta* e *T. pallida* são espécies dioicas. Enquanto que não há estudos de visitantes florais para *T. casaretti*.

2- Indivíduo apresenta flores bissexuadas (Richards, 1997).

3- O indivíduo apresenta flores unissexuadas (pistilada ou estaminada), mas distribuídas na mesma planta (Richards, 1997).

4- As plantas são principalmente masculinas, ou principalmente femininas, mas em um ou ambos os sexos ocorrem formação de flores hermafroditas ou flores do outro sexo (Richards, 1997).

5- Os indivíduos apresentam sexos separados (Richards, 1997).

De acordo com Barret & Hough (2013), uma variedade de sistemas de polinização e sistemas sexuais podem coexistir em locais com condições ecológicas similares. Características do ⁶sistema reprodutivo das plantas podem ser governadas por diferentes características da biologia e ecologia do grupo, sendo comum em muitos grupos taxonômicos a presença de considerável variação inter e intraespecífica relacionada ao sistema sexual (Barret, 1999).

Com isso, este estudo tem como objetivos, realizar um levantamento dos visitantes florais a partir de observações diretas e analisar o comportamento dos potenciais polinizadores de *T. casaretti* (hermafrodita), *T. clausenii* (dioica) e *T. pallida* (monoica), e responder as seguintes questões: 1) Quais os principais polinizadores de *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida*? 2) A similaridade morfológica das flores entre *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida* permite indicar uma síndrome de polinização e um sistema de polinização definido? 3) A variação de sistemas sexuais entre *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida* promove uma diversidade de polinizadores?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo:

Este estudo foi realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy-PEMG (coordenadas da sede: 23°27'S e 51°15'W), localizado no município de Londrina no norte do Paraná (Figura 1). Os experimentos de campo foram realizados entre 2017 e 2019.

É uma reserva de 690 hectares de Floresta Estacional Semidecidual, sendo cortada pelo Trópico de Capricórnio, localizando-a no limite sul da zona tropical. A parte norte do PEMG apresenta latossolo roxo eutrófico, profundo, bem drenado, enquanto que na parte sul ocorre o latossolo roxo hidromorfizado na base. O parque apresenta altitude variando de 600 m na face norte (“espigão”) a 500 m na face sul (fundo do vale). Além disso, o parque é circundado por terras cultivadas, pastos, áreas florestadas e reflorestadas e é delimitado ao sul pelo ribeirão dos Apertados, único curso de água permanente (Bianchini et al., 2003; Bianchini et al.,

⁶- São as formas em que as plantas controlam o processo reprodutivo, o que inclui os sistemas sexuais e de incompatibilidade e o fluxo de pólen (Oliveira & Maruyama, 2013).

2006).

A floresta é caracterizada por árvores de até 40 metros de altura, como *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. (peroba-rosa), *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (pau-marfim), *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (jequitibá mirim), as quais formam um dossel superior descontínuo que, combinado com a presença de espécies semidecíduas e decíduas, permite que uma grande quantidade de luz solar penetre, permitindo o desenvolvimento de um estrato arbustivo mais vigoroso (Silva & Soares-Silva, 2000).

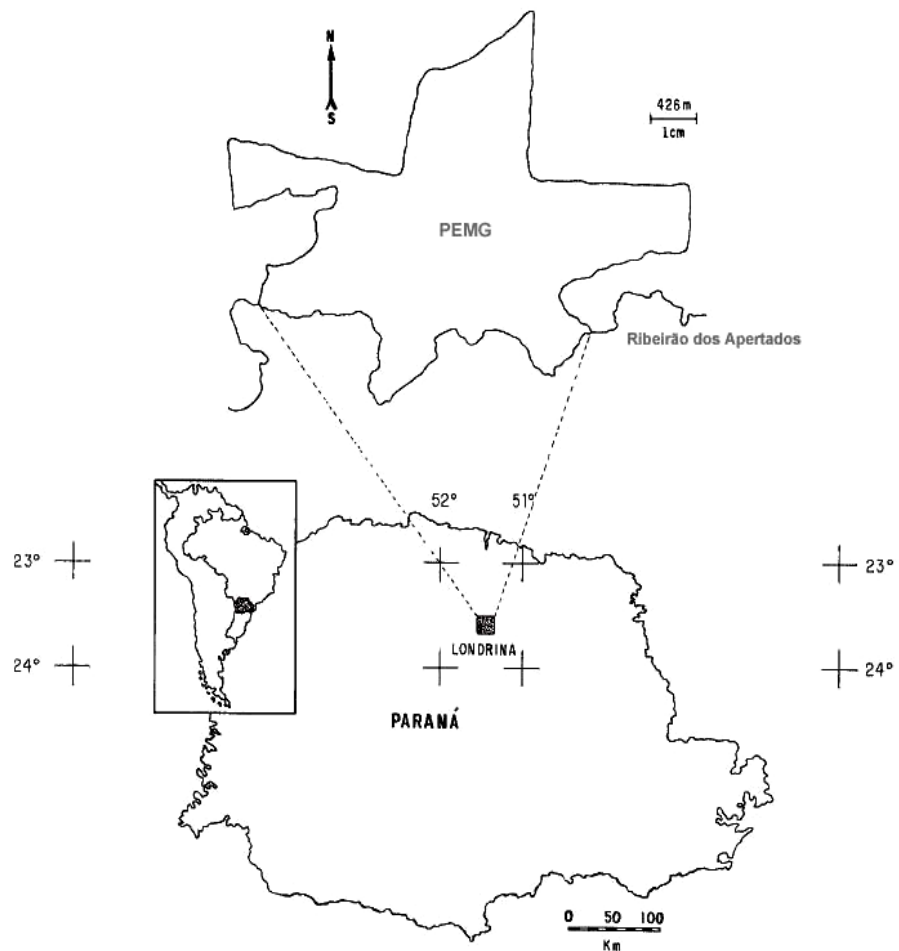


Figura 1. Localização do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil (adaptado de Silva & Soares-Silva, 2000).

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo Cfa - clima subtropical úmido. (Bianchini et al., 2003). A precipitação média anual da região é de 1.613 mm, sendo o verão, a estação com maior pluviosidade, quando comparado ao inverno. A temperatura média anual é de 20,9 °C. O mês de janeiro é o mais quente do ano, com média de 23,9 °C, o mais frio é o mês de junho,

apresentando média de 16,8 °C (Bianchini et al., 2006).

Espécies estudadas:

***Trichilia casaretti* C. DC.**

Possui hábito arbóreo e atinge até dez metros de altura (Pennington et al., 1981), sendo considerada uma espécie clímax encontrada no sub-bosque da área de estudo (Silva & Soares-Silva, 2000). A principal característica de *T. casaretti* é apresentar fruto do tipo cápsula elipsoide (Figura 2), característica muito importante para distingui-la de *T. pallens.*, a qual apresenta fruto do tipo cápsula ovoide (Patrício & Cervi, 2005).

O período de floração ocorre no fim da transição da estação seca e permanece durante o início da estação úmida, durando aproximadamente três meses, com um padrão anual de ocorrência. A produção de botões florais inicia-se entre os meses de setembro e outubro. O pico de antese ocorre nos meses de novembro e dezembro (Shmitt, 2013).

É uma espécie hermafrodita, ou seja, os indivíduos apresentam flores bissexuadas. Além disso, é uma espécie capaz de realizar autopolinização espontânea, portanto, pode polinizar-se com o próprio pólen da flor (Shmitt, 2013).

Sua distribuição ocorre na Mata Atlântica, do sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul (Pennington, 2016). No Paraná pode ser encontrada em Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, entre 50-600m de altitude (Patrício & Cervi, 2005).



Figura 2. Estrutura foliar e frutos do tipo cápsula elipsoide de *T. casaretti* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil.

Fonte: O autor (2018)

***Trichilia clausenii* C.DC.**

T. clausenii é uma espécie arbórea que pode atingir até 13 metros de altura, considerada como espécie de clímax, ocupando o sub-bosque do PEMG (Soares-Silva, 1990). Sua principal característica é apresentar folhas com três folíolos (Figura 3), sem tufo de tricomas nas axilas das veias secundárias (Patrício & Cervi, 2005; Pennington, 2016).

A produção de botões florais inicia-se na última semana de agosto até o fim da estação seca, com antese ocorrendo de setembro a outubro. A produção de frutos foi observada no início do mês de outubro, e a dispersão de sementes entre janeiro a maio (Schmitt, 2013).

É uma espécie dioica, ou seja, apresenta indivíduos com os sexos separados. Os indivíduos produtores de grãos de pólen (estaminados) apresentam, na mesma flor, um pistilo não funcional (pistilódio), enquanto que os indivíduos capazes de formarem frutos (pistilados), têm estames que não produzem pólen, denominados de estaminódios.

Sua distribuição ocorre nos estados do sul do Brasil, do centro-oeste, além do sudeste, exceto, Espírito Santo (Stefano et al., 2015). Pode ser encontrada também no Paraguai, norte da Argentina, nas encostas baixas da Bolívia e ao leste do Peru (Pennington, 2016). No estado do Paraná, ocorre na

Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual e Estepe Gramíneo-Lenhosa (Patrício & Cervi, 2005).



Figura 3. Estrutura foliar e frutos de *T. clausenii* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil.

Fonte: O autor (2018)

***Trichilia pallida* Sw.**

São árvores de até 25 metros de altura (Pennington et al., 1981) consideradas também como clímax ocupando estrato do sub-bosque do PEMG (Silva & Soares-Silva, 2000). Um importante caráter morfológico que a distingue de outras *Trichilia* é o formato elíptico e grande de suas folhas (Figura 4), com comprimento médio de 13,3 cm e largura média de 5,2 cm (Pennington, 2016).

A produção de botões florais inicia-se em janeiro e dura em média quatro meses. A floração ocorre na maior parte durante a estação úmida, entre os meses de janeiro a abril (Shmitt, 2013).

Seu sistema sexual é monoico, ou seja, os indivíduos apresentam flores unissexuadas (pistiladas ou estaminadas) distribuídas na mesma planta. Suas flores pistiladas apresentam estaminódios e as flores estaminadas apresentam pistilódios. Além disso, a espécie não apresenta apomixia e autofecundação espontânea (Johnen, 2013).

Possui uma ampla distribuição, ocorrendo praticamente em toda a América Latina, desde o México ao norte da Argentina. No Brasil ocorre nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica (Pennington, 2016). Já no Paraná, ocorre em Floresta Estacional Semidecidual (Patrício & Cervi, 2005).



Figura 4. Estrutura foliar de *T. pallida* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil.

Fonte: O autor (2018)

Procedimentos Metodológicos em Biologia floral

Todos os procedimentos para estudos referentes à biologia floral foram baseados no protocolo proposto por Dafni et al., (2005), aplicados às espécies *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida*, sendo descritos abaixo. Todas as análises e medidas de comprimento, largura ou diâmetro dos verticilos florais (estames, pistilo, pétalas) foram feitas utilizando microscópio estereoscópio Carl Zeiss Discovery V8 ®. Os materiais testemunhos foram depositados no herbário da Universidade Estadual de Londrina (FUEL).

A) Morfologia e sexualidade floral

Cinco flores de diversas partes da copa da árvore de cinco diferentes indivíduos foram coletadas e acondicionadas em vidros com álcool 70% em campo, sendo levadas ao laboratório, sendo registrado o número de peças para

cada verticilo floral, o seu tamanho e sexualidade da flor. Além disso, o nectário foi identificado utilizando-se coloração com vermelho-neutro.

B) Antese e longevidade

Foi determinado o período da abertura das flores (antese) e a longevidade da flor, mediante observações diretas em campo. Para determinar o horário de antese foram marcados e numeradas 20 flores em pré-antese (botão floral grande, as pétalas são visíveis, mas não estão expandidas), em intervalos de duas horas, sendo registrada o horário de abertura das flores. A determinação da longevidade das flores foi feita a partir de flores em pré-antese que foram numeradas e ensacadas (n=20), sendo que a cada 24 h, a partir da antese, foram anotadas mudanças na coloração e ordem de murcha dos verticilos florais (androceu, gineceu, pétalas e sépalas), assim como a ordem de queda destes.

C) Região de Osmóforos

A presença de osmóforos (tecido floral glandular produtor de substâncias voláteis odoríferas) na flor foi determinada pela aplicação do corante vermelho neutro, onde flores (n=30) de um dia foram submersas em um frasco de vidro contendo 50ml do corante por duas horas, ainda no campo, e depois analisadas no laboratório, no microscópio estereoscópio.

D) Receptividade do estigma

A receptividade do estigma foi aferida durante a pré-antese (n=10) e a antese (n=10), em campo, com auxílio de uma pipeta de Pasteur, pingando-se gotas de peróxido de hidrogênio a 3% sobre o estigma. Prontamente, utilizando uma lupa de mão, com lente de 20 vezes de aumento, observou-se ou não a formação de bolhas. A formação de bolhas na região do estigma o caracteriza como receptivo.

Visitantes florais

Foi empregada e adaptada a metodologia de Borges et al., (2009) para observações de visitantes florais, durante todo o período de antese ao longo da floração de *T. casaretti*, *T. clausseii* e *T. pallida*. Em relação ao esforço amostral, foram feitas aproximadamente 95h de observações para *T. casaretti*; 50h para *T. clausseii*; e 90h para *T. pallida*. Para fazer as observações, foram montadas

estruturas metálicas (andaimos) com um metro de altura e 1,5 metro de comprimento cada. Os andaimos foram instalados de forma que atingissem a altura necessária para realização da pesquisa adjacente à copa da árvore.

As observações contemplaram todos os períodos do dia, inclusive foram feitas observações noturnas, principalmente durante o pico de florada das espécies, sendo cerca de 10h para *T. casaretti* e *T. pallida*, e cerca de 5h para *T. clausenii*. Foi considerada como observação noturna as horas feitas após as 19h00.

O comportamento de visita foi analisado através de observações diretas, e uso de câmera filmadora, sendo os animais classificados como:

- (1) polinizadores eficazes, quando coletarem o recurso floral primário (néctar) sempre contatando com as partes florais reprodutivas,
- (2) polinizadores ocasionais, quando os animais apenas coletaram néctar ou pólen durante raras visitas (de um a cinco observações totais durante todo o período de observação) ou quando os visitantes não se comunicaram consistentemente com as partes florais reprodutivas, ou
- (3) ladrões de néctar ou pólen (Inouye, 1980), quando os animais se aproveitarem de recursos florais, mas sem entrar em contato com as partes florais reprodutivas.

Os espécimes dos insetos visitantes foram coletados com auxílio de sugador entomológico, rede entomológica ou frascos com tampas, e posteriormente acondicionados individualmente em cada frasco, sendo então levados para o laboratório. Os visitantes florais coletados foram identificados a partir de especialistas, ou chaves de identificação como as presentes em Triplehorn & Johnson (2011), e para as abelhas, em Silveira (2002).

O comprimento dos insetos foi aferido utilizando-se um paquímetro digital de fibra de carbono Disma®, sendo que os thrips, por causa do seu tamanho diminuto, foram medidos no microscópio estereoscópio. Os insetos identificados serão depositados na coleção entomológica do Museu de Zoologia do Departamento de Biologia Animal e Vegetal da Universidade Estadual de Londrina.

Frequência de visitação

A frequência de visita em flores de *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida* para cada espécie de visitante floral foi registrada em campo, sendo que a frequência dos visitantes florais foi calculada para dois indivíduos durante o início,

pico e fim de floração. Foi considerado em início de floração o indivíduo que apresentava mais de 75% de botões florais, até 25% de flores abertas e nenhum fruto formado ou em desenvolvimento. Indivíduos em pico de floração apresentavam até 25% de botões florais, de 50% a 75% de flores abertas e até 25% de frutos em desenvolvimento. O fim de floração foi caracterizado por indivíduos que possuíam menos de 25% de flores abertas, pouco ou nenhum botão floral e mais de 75% de frutos formados ou em desenvolvimento (Nadia, 2007).

Foi adaptada a metodologia de Leite (2002), atribuindo classes de frequência de acordo com o tempo de duração de visitas. Foram considerados muito frequentes, as espécies de insetos que visitavam as flores em intervalos de 0 a 15 minutos; frequentes (1 a 2 horas); e raros (mais que 2 horas).

Eficiência da polinização

Foi adaptada a metodologia de Sakai (2001), a qual é descrita abaixo, para se aferir a eficiência na visitação de thrips na formação de frutos em flores de *T. casaretti*, *T. clausseii* e *T. pallida*.

Eficiência da polinização em *T. clausseii*

Para avaliar a eficiência dos visitantes florais da ordem Thysanoptera (thrips) na polinização de *T. clausseii* foram ensacadas 100 botões ao acaso de cinco indivíduos pistilados com saquinho do tipo organza, permanecendo ensacados até a formação de fruto ou senescência da flor. Esses saquinhos apresentavam espaço suficiente entre suas malhas para a passagem dos thrips, e dessa forma entrar em contato com as partes reprodutivas das flores.

Verificou-se ainda, a frutificação em flores expostas à visitação (polinização aberta), marcando-se 100 flores pistiladas de cinco indivíduos que permaneceram sem proteção. Após o período de visitação, o estabelecimento dos frutos nos tratamentos foram avaliados.

Eficiência da polinização em *T. casaretti*

Foram avaliados quantitativamente os mecanismos de reprodução em *T. casaretti* na formação de frutos. Para determinar a eficiência da autopolinização espontânea, 50 botões de três indivíduos foram encasados, ao acaso, com saquinhos de papel kraft que permaneceram ensacados até a formação

dos frutos ou senescência das flores. A formação de frutos pela visitação dos insetos da ordem Thysanoptera também foi avaliada na polinização de *T. casaretti*, sendo ensacados 50 botões ao acaso de três indivíduos com saquinho do tipo organza.

Verificou-se também a eficiência da polinização aberta, marcando-se 50 flores ao acaso de três indivíduos.

Eficiência da polinização em *T. pallida*

Para avaliar a eficiência dos visitantes florais da ordem Thysanoptera (thrips) na polinização de *T. pallida* foram ensacadas 100 botões ao acaso de cinco indivíduos com saquinho do tipo organza, permanecendo ensacados até a formação de fruto ou senescência da flor. Esses saquinhos apresentavam espaço suficiente entre suas malhas para a passagem dos thrips, e dessa forma entrar em contato com as partes reprodutivas das flores.

Verificou-se ainda, a frutificação em flores expostas à visitação (polinização aberta), marcando-se 100 flores pistiladas de cinco indivíduos que permaneceram sem proteção. Após o período de visitação, o estabelecimento dos frutos nos tratamentos foram avaliados.

RESULTADOS

Biologia floral

Trichilia casaretti

Todas as flores de *T. casaretti* apresentam cinco pétalas, cinco sépalas, dez estames e um pistilo. Morfologicamente as flores são bissexuadas em todos indivíduos. Além disso, todas as flores produzem néctar, sendo que o nectário é formado na base do ovário e do androceu, e as dimensões de cada peça floral encontram-se discriminadas na Tabela 1.

As flores de *T. casaretti* começaram a abrir no início do dia, por volta das 6h, sendo que a maioria já estava aberta até as 9h. Poucas flores tiveram antese tardia em relação a maioria, sendo que não foram observadas flores abrindo após as 9h.

Incluindo as flores com antese a parti das 6h, a extensão das pétalas até a antese completa pode demorar até 4h, podendo completar sua antese total no início da tarde. Já a liberação de grãos de pólen das anteras foi observada

assim que as últimas pétalas abriam. Não foram observadas flores com início de antese no fim da manhã, no período vespertino ou noturno.

A longevidade das flores de *T. casaretti* apresentou média e desvio padrão igual a $4,25 \pm 1,51$ dias. Em todas as flores numeradas foram observadas as mesmas mudanças na coloração e ordem de murcha dos verticilos florais, presumivelmente, nas flores que tornaram-se frutos, a queda dos verticilos florais foi posterior as flores não polinizadas. A classificação de flores de um dia foi feita a partir de sua antese total.

No primeiro dia, as pétalas e os filetes dos estames apresentavam uma coloração branca a um branco levemente esverdeado. O filete do pistilo era levemente verde, enquanto que o estigma apresentava uma cor verde clara a amarelo. As sépalas apresentavam coloração verde, e as anteras, no momento da antese, apresentaram uma coloração verde clara, modificando-se, em até 2h, para uma tonalidade amarela a alaranjada, coincidindo com o amadurecimento das anteras.

Após 24h, as pétalas começaram a perder o brilho, e pequenos pontos castanhos surgiam na ponta das pétalas. Os estames apresentaram coloração marrom, e murchos. O pistilo também apresentou coloração marrom, porém de menor intensidade do que os estames.

No terceiro dia, a ponta das pétalas começava a recurva-se em direção as estruturas reprodutivas. Estames e pistilo apresentavam uma coloração mais forte e opaca do que no dia anterior, sendo que algumas anteras caíram, e as que sobraram, dobraram-se em direção ao estigma.

Já no quarto dia, as pétalas perderam significativamente o tamanho em área e ficaram enegrecidas, encobrendo por completo as estruturas reprodutivas da flor. No quinto dia, as pétalas se aglutinaram em forma do pistilo, não sendo mais visto estames e sépalas. No sexto dia, houve o rompimento da parte superior do estilete, caindo o estigma e iniciando-se a formação do fruto. Sinteticamente, a ordem de murcha dos verticilos florais de *T. casaretti* se deu da seguinte forma: Androceu, cálice, corola e gineceu, sendo que a queda deu-se início com as pétalas, sépalas e estames e, por fim, o pistilo.

A presença de osmóforos foi semelhante para todas as flores de *T. casaretti*. Aparecendo na margem das sépalas e pétalas, com maior concentração

na ponta destas últimas. O estigma e as anteras foram as regiões que se apresentaram mais coradas pelo vermelho neutro, com leve coramento na região superior do estilete.

A receptividade do estigma ocorreu de forma semelhante para todas as flores, sendo receptível na fase de antese. Bolhas se formaram na região lateral do estigma, indicando à região de receptividade.

Tabela 1- Média e desvio padrão das medidas realizadas para as estruturas florais de cinco indivíduos de *T. casaretti* do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR. Para cada estrutura considera-se (n=25) e a unidade de medida em milímetros (mm).

Estrutura floral	Média e desvio padrão
Comprimento do estame	2,44 ± 0,23
Comprimento da antera	0,86 ± 0,07
Comprimento da abertura da antera	0,58 ± 0,05
Comprimento do filete	1,78 ± 0,23
Comprimento do pistilo	2,28 ± 0,16
Diâmetro do estigma	0,59 ± 0,06
Comprimento do estilete	0,35 ± 0,16
Comprimento da pétala	3,22 ± 0,41
Largura máxima da pétala	1,63 ± 0,14

Trichilia clausenii

As flores de *T. clausenii* apresentam cinco pétalas, cinco sépalas, dez estames e um pistilo. Os indivíduos pistilados possuem, em suas flores, estames sem capacidade de formar grãos de pólen (estaminódios) e os indivíduos estaminados possuem um pistilo sem capacidade de fecundação (pistilódio), portanto as flores são unissexuadas. Além disso, todas as flores produzem néctar, sendo que o nectário é formado na base do ovário e do androceu, e as dimensões de cada peça floral encontram-se discriminadas na Tabela 2.

A antese de *T. clausenii* iniciou-se por volta das 7h00, sendo que, na maioria das flores, ocorreu entre 9h00 e 11h00. Algumas flores foram observadas

abrindo-a no início da tarde, entretanto, após as 15h, não foram observadas flores se abrindo, inclusive, no período noturno. A extensão das pétalas até a antese completa demorou entre duas horas a quatro horas. Nas flores estaminadas, não houve exposição dos grãos de pólen logo após a antese total, levando até duas horas para liberá-los. A maioria das flores apresentou deiscência de suas anteras no final manhã.

A longevidade das flores de *T. clausenii* apresentou média e desvio padrão igual a $5,15 \pm 1,46$ dias para flores pistiladas e $3,1 \pm 1,29$ dias para flores estaminadas. Em todas as flores avaliadas foram observadas as mesmas mudanças na coloração e ordem de murcha dos verticilos florais. Porém, em muitas das flores estaminadas não constatou-se uma sequência de murcha das estruturas florais, pois as flores caducaram ainda com todos os verticilos florais.

No primeiro dia, as pétalas e os filetes dos estames apresentaram uma coloração levemente esverdeada. O filete do pistilo apresentou cor verde, e o estigma mostrou coloração levemente verde a amarela, com o anel estigmático com amarelo mais forte. As sépalas apresentavam uma coloração verde e os estaminódios dos indivíduos pistilados sendo verde-claro, e os estames dos indivíduos estaminados apresentavam suas anteras amareladas, que se modificaria em um amarelo mais forte, coincidindo com o amadurecimento das anteras. Já os filetes são verde-claros, assim como as pétalas.

Após o primeiro dia, as flores começaram a perder o brilho de seus verticilos. Já no segundo dia, observou-se o enegrecimento da ponta das pétalas e, principalmente, de seus estames, iniciando por suas pontas. O estigma começou a tornar-se mais opaco e escuro.

No terceiro e quarto dias, alguns estames caíram, enquanto outros se tornaram marrom-avermelhados. A ponta das pétalas curvou-se para fora e o escurecimento das pétalas irradiou-se em direção ao centro da flor.

A partir do quinto dia, os estames remanescentes apresentaram coloração castanho escuro, o ápice do estigma e seu anel apresentaram coloração dourada e marrom-claro, respectivamente. As pétalas ainda apresentaram-se estendidas, exceto por suas pontas. Como um todo, apresentou coloração marrom e queda de uma ou duas pétalas.

No sexto dia, a maioria das flores não apresentaram mais estames e uma ou duas pétalas persistiam. O estigma e seu anel apresentaram-se

avermelhado e negro respectivamente. A região superior do estilete começou a escurecer, caducando subseqüentemente, junto com o estigma, dando início a formação do fruto. Sinteticamente, a ordem de murcha dos verticilos florais de *T. clausseii* se deu da seguinte forma: Androceu, corola, gineceu e a queda se deu início com os estames e depois as pétalas.

A presença de osmóforos foi semelhante para todas as flores. Aparecendo na margem das sépalas e pétalas, e em maior concentração na ponta destas últimas. A parte superior do estilete e o anel estigmático também foram corados e demais partes das flores também apresentaram pequenas pontuações. Houve diferença para os estames, os que possuíam grãos de pólen foram corados e os sem grãos de pólen (estaminódios) não foram corados.

A receptividade do estigma não foi conclusiva em campo, seja em flores pistiladas ou estaminadas em estágio de pré-antese ou antese. Nesse caso flores em pré-antese e antese foram levadas ao laboratório e os pistilos foram isolados e submersos em água oxigenada e visualizados em microscópio estereoscópio. Observou-se a receptividade do estigma em todas as flores em antese, porém, com maior intensidade de produção de bolhas em flores pistiladas, principalmente na região lateral do estigma.

Tabela 2-Média e desvio padrão das medidas realizadas para as estruturas florais de cinco indivíduos pistilados e cinco indivíduos estaminados de *T. clausseii* do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR. Para cada estrutura considera-se (n=25) e a unidade de medida em milímetros (mm).

Estrutura floral	Média e desvio padrão
Comprimento do estame (pistilada)	2,59 ± 0,19
Comprimento do estame (estaminada)	2,66 ± 0,20
Comprimento da antera (pistilada)	1,12 ± 0,10
Comprimento da antera (estaminada)	1,12 ± 0,04
Comprimento da abertura da antera	0,58 ± 0,11
Comprimento do filete (pistilada)	1,47 ± 0,17
Comprimento do filete (estaminada)	1,34 ± 0,13
Comprimento do pistilo (pistilada)	2,33 ± 0,26
Comprimento do pistilo (estaminada)	2,28 ± 0,29
Diâmetro do estigma (pistilada)	0,70 ± 0,02
Diâmetro do estigma (estaminada)	0,74 ± 0,05

Comprimento do estilete (pistilada)	0,41 ± 0,04
Comprimento do estilete (estaminada)	0,61 ± 0,13
Comprimento da pétala (pistilada)	3,31 ± 0,45
Comprimento da pétala (estaminada)	3,45 ± 0,21
Largura máxima da pétala (pistilada)	1,63 ± 0,21
Largura máxima da pétala (estaminada)	1,77 ± 0,15

Trichilia pallida

As flores de *T. pallida* apresentam quatro pétalas, quatro sépalas, oito estames e um pistilo. Os indivíduos apresentam flores unissexuadas (estaminadas ou pistiladas) distribuídas na mesma planta, portanto a espécie é monoica. As flores estaminadas apresentam pistilos rudimentares (pistilódios) e as flores pistiladas apresentam estaminódios. Além disso, todas as flores produzem néctar, sendo que o nectário é formado na base do ovário e do androceu, e a dimensão de cada peça floral encontram-se discriminadas na Tabela 3.

A antese de *T. pallida* iniciou-se por volta das 9h00, sendo que a maioria das flores abriram entre 11h00 e 13h00. Algumas flores tiveram sua antese no período da tarde, sendo registradas flores abrindo após as 15 h, porém, não foram observadas flores abrindo após as 16h30, inclusive no período noturno.

A extensão das pétalas até a abertura completa da flor demorou cerca de duas horas, na maioria dos casos. Nas flores estaminadas houve exposição dos grãos de pólen com início da abertura floral.

A longevidade das flores de *T. pallida* apresentou média e desvio padrão igual a $4,15 \pm 1,03$ dias para flores pistiladas e $2,1 \pm 0,78$ dias para flores estaminadas. Em todas as flores avaliadas foram observadas as mesmas mudanças na coloração e ordem de murcha dos verticilos florais. Porém, com muitas das flores estaminadas não constatou-se sequência de murcha das estruturas florais, pois as flores caducaram ainda com todos os verticilos. Nas flores pistiladas que formaram frutos, a queda dos verticilos florais foi posterior às flores não polinizadas. A classificação de flores de um dia foi feita a partir de sua antese total.

No primeiro dia, as sépalas e as pétalas apresentaram respectivamente uma coloração levemente esverdeada e verde-amarelado. O filete dos estames apresentaram a mesma cor das pétalas, com anteras levemente

amareladas. O pistilo mostrou coloração amarela sendo que seu estigma apresenta uma coloração mais forte.

Após o primeiro dia, as flores começaram a perder o brilho de seus verticilos, sendo que, no fim do dia, a cor destes era uma cor amarela mais forte do que momentos depois de abrir a flor. Já no segundo dia foi observado o escurecimento, ressecamento das pétalas e dos estames, iniciando por suas pontas. As pétalas diminuíram em tamanho e começou a recurvar-se em direção aos estames e o pistilo.

No terceiro e quarto dia, a maioria dos estames caiu, enquanto os outros se tornaram-se levemente avermelhados. De forma geral, a maioria das pétalas persistiu, recurvando-se totalmente e, em alguns casos, encobrindo totalmente o pistilo, o qual tornava-se também levemente avermelhado.

Nenhuma flor estaminada durou mais que três dias, sendo que a maioria caía sem qualquer mudança significativa de sua morfologia. Já as flores pistiladas foram mais persistentes, sendo observadas, após o quinto dia, algumas pétalas remanescentes e o desenvolvimento do ovário em fruto.

A presença de osmóforos foi semelhante para todas as flores. Aparecendo na margem das sépalas e pétalas e em maior concentração na ponta destas últimas. Nas flores pistiladas, o estigma foi corado, assim como a região próxima ao ovário que é revestida por tricomas. Nos estames, houve coramento do filete para todas as flores, e houve diferença quanto ao coramento das anteras, sendo que os que possuíam grãos de pólen foram corados e os sem grãos de pólen (estaminódios) não foram corados.

Enquanto a receptividade do estigma, todas as flores em pré-antese e antese apresentaram o estigma receptivo, independente de serem flores pistiladas ou estaminadas.

Tabela 3-Média e desvio padrão das medidas realizadas para as estruturas florais de cinco indivíduos de *T. pallida* do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina- PR. Para cada estrutura considera-se (n=25) e a unidade de medida em milímetros (mm).

Estrutura floral	Média e desvio padrão
Comprimento do estame (pistilada)	2,96 ± 0,49
Comprimento do estame (estaminada)	3,78 ± 0,22
Comprimento da antera (pistilada)	0,79 ± 0,12

Comprimento da antera (estaminada)	0,94 ± 0,12
Comprimento da abertura da antera	0,55 ± 0,10
Comprimento do filete (pistilada)	2,26 ± 0,24
Comprimento do filete (estaminada)	2,83 ± 0,20
Comprimento do pistilo (pistilada)	2,60 ± 0,36
Comprimento do pistilo (estaminada)	1,94 ± 0,38
Diâmetro do estigma (pistilada)	0,53 ± 0,09
Diâmetro do estigma (estaminada)	0,49 ± 0,06
Comprimento do estilete (pistilada)	0,33 ± 0,08
Comprimento do estilete (estaminada)	0,55 ± 0,11
Comprimento da pétala (pistilada)	4,96 ± 0,55
Comprimento da pétala (estaminada)	6,63 ± 1,18
Largura máxima da pétala (pistilada)	2,08 ± 0,08
Largura máxima da pétala (estaminada)	2,70 ± 0,36

Visitantes florais e frequência de visitação em *Trichilia casaretti*

As flores de *T. casaretti* foram visitadas por cinco espécies de moscas, cinco espécies de micromariposas, três espécies de abelhas, duas de besouros e uma espécie de borboleta, mosquito, thrips e vespa. Quanto a classificação dos visitantes florais, uma espécie foi categorizada como polinizador eficaz, cinco espécies como polinizadores ocasionais e 13 espécies como ladrões de néctar ou pólen (Tabela 4). O período de maior visitação e com maior diversidade de espécies foi durante as manhãs, não havendo registros de novas visitas no fim da tarde e durante o período noturno.

Apesar de haver certa diversidade de espécies que visitou as flores de *T. casaretti*, vale salientar que foi uma espécie de planta pouco visitada por seus visitantes florais. Mesmo durante o pico da florada, sem adversidades climáticas como chuva ou frio, e com pólen e néctar disponíveis, havia dias e/ou períodos do dia, em que os indivíduos de *T. casaretti* não recebiam quaisquer visitas. A ausência de visitas em muitas horas do dia foi característica presente durante toda sua florada.

A única espécie classificada como polinizador eficaz de *T. casaretti*

provavelmente é uma espécie nova de thrips do gênero *Frankliniella* (Thripidae) (Apêndice A). Quanto ao seu comportamento de visita foram observados se movimentando sobre as pétalas, sobre as anteras e pistilo, permanecendo principalmente no interior das flores em contato com a região nectarífera. Formas jovens (ninfas) também eram vistas nas flores, logo as flores funcionavam como locais de reprodução, tendo em vista que, as flores ofereciam recursos para o desenvolvimento da prole, como néctar e pólen, além de proteção. Portanto, os thrips foram considerados polinizadores efetivos em *T. casaretti*.

Já em relação a sua frequência, foram registradas visitas durante todas as fases da florada de *T. casaretti*, sendo mais frequentes no início da florada e, em alguns momentos, apenas frequentes durante o pico e fim da florada.

Em relação a espécies classificadas como polinizadoras ocasionais, a que mais frequentou as flores foi uma espécie de mosca da subfamília Eristalinae sp1 (Syrphidae). Os indivíduos dessa espécie de mosca pousavam sobre as pétalas e introduziam a probóscide na flor para coleta de néctar. Ao mesmo tempo, contactava a probóscide, o primeiro par de pernas e a parte ventral de seu corpo com as anteras, sendo observado grãos de pólen aderidos em sua cabeça, aparelho bucal, tórax, abdome, primeiro e segundo par de pernas. Assim que terminava de visitar uma flor, o inseto caminhava até a flor mais próxima ou voava para a próxima inflorescência.

As visitas da Eristalinae sp1 tinham em média cinco segundos em cada flor, ocorrendo no período matutino, principalmente entre as 9h e 11h. Apesar das visitas ocorrerem predominantemente durante as manhãs, foram considerados apenas insetos frequentes. Ainda que no melhor dos casos durante o pico de floração, as visitas ocorriam a cada 30 minutos. Após as 14h não eram mais observados espécimes de Eristalinae sp1 visitando as flores, e suas visitas ocorreram no pico e fim da florada de *T. casaretti*.

Embora Eristalinae sp1, a qual contactava consistentemente com as anteras, não se observou um contato claro com o estigma, portanto foram considerados como polinizadores ocasionais. Corrobora-se o fato de serem classificados como polinizadores ocasionais não formar mais frutos em relação aos thrips (Tabela 7).

Outras espécies de Syrphidae também foram classificadas como polinizadoras ocasionais, sendo duas espécies de moscas: *Ornidia obesa* (Fabricius,

1775) e *Copestylum* sp.1. Elas foram observadas menos que cinco vezes durante toda a florada visitando as flores ao coletar néctar, e portanto foram consideradas como polinizadores ocasionais. O comportamento de visita dessas moscas foi semelhante, elas pousavam sobre as pétalas e introduziam a probóscide em busca de néctar, e ao mesmo tempo, a parte ventral de seus corpos contatavam com as anteras, sendo possível observar grãos de pólen em seus corpos em microscópio estereoscópio, principalmente na região anterior ao tórax e abdome.

Coleópteros (besouros) também foram registrados visitando as flores de *T. casaretti*, sendo duas espécies, uma da família Curculionidae e uma espécie da família Nitidulidae, os quais foram observados três vezes cada um nas flores de *T. casaretti* mastigando grãos de pólen durante o pico da floração. Foi possível também observar os espécimes contatando a parte inferior dos seus corpos (tórax e abdome), assim como o primeiro e segundo par de pernas no estigma da flor, ao mesmo tempo que o inseto retirava os grãos de pólen das anteras.

Análises de espécimes coletados em campo e observados em microscópio estereoscópio indicaram a presença de grãos de pólen aderidos principalmente no aparelho bucal, tórax, abdome e primeiro e segundo par de pernas. Pelo fato de coletarem apenas pólen durante raras visitas, as duas espécies de besouro foram classificadas como polinizadores ocasionais.

Outros grupos de insetos como abelhas, micromariposas, moscas e uma espécie de borboleta e vespa não entraram em contato consistentemente com as partes florais reprodutivas, e foram considerados como ladrões de néctar ou pólen.

O inseto mais frequente e que esteve presente em toda a floração de *T. casaretti*, foi a micromariposa Morfoespécie 2. Foi possível registrar diversos espécimes visitando concomitantemente flores de *T. casaretti*, principalmente no período matutino, porém, com registros de visitantes durante todo o dia, sendo que uma visita poderia durar até 15 minutos, e nunca menos que um minuto em uma flor. A micromariposa introduzia sua espirotromba entre as pétalas e o androceu em busca de néctar, e não contatava as partes reprodutivas da flor, portanto, foi considerado um ladrão de néctar.

Tabela 4- Visitantes florais de *Trichilia casaretti* com o respectivo comprimento do corpo, recurso coletado, comportamento e frequência da visitação e estágio de floração no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR (N.I= Não identificado; I= Início; P= Pico; F= Final; MF= Muito Frequente; Fq = Frequente; R= Raro).

Visitantes florais	Comprimento do corpo (mm)	Recurso coletado	Comportamento da visitação	Frequência de visitação	Estádio de floração
Abelhas					
Hymenoptera- Halictidae					
<i>Morfoespécie 1</i>	4.8	Pólen	Ladrão pólen	R	P
<i>Morfoespécie 2</i>	7.3	Pólen	Ladrão pólen	R	P/F
<i>Morfoespécie 3</i>	8.0	Pólen	Ladrão pólen	R	P
Besouros					
Coleoptera- Curculionidae					
<i>Morfoespécie 1</i>	2.3	Pólen	Polinizador ocasional	R	P
Coleoptera – Nitidulidae					
<i>Morfoespécie 1</i>	N.I	Pólen	Polinizador ocasional	R	P
Borboletas/ Mariposas					
<i>Morfoespécie 1</i>	10.2	Néctar	Ladrão néctar		
<i>Morfoespécie 2</i>	4.5	Néctar	Ladrão néctar	MF	I/P/F
<i>Morfoespécie 3</i>	4.9	Néctar	Ladrão néctar	R	P
<i>Morfoespécie 4</i>	6.6	Néctar	Ladrão néctar	R	P
<i>Morfoespécie 5</i>	4.2	Néctar	Ladrão néctar	R	P
Nymphalidae					
<i>Dircenna dero</i> (Hübner, 1823)	N.I	Néctar	Ladrão néctar	R	P
Moscas					
Diptera- Curtonotidae					

<i>Morfoespécie 1</i>	3.2	Néctar	Ladrão néctar	R	P
Diptera – Syrphidae					
<i>Eristalinae sp.1</i>	7.5	Néctar	Polinizador ocasional	Fq	P/F
<i>Copestylum sp.1</i> (Macquart, 1846)	8.5	Néctar	Polinizador ocasional	R	P
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	11	Néctar	Polinizador ocasional	R	I
Diptera Tephritidae					
<i>Morfoespécie 1</i>	3.5	Néctar	Ladrão néctar	R	P
Mosquito					
<i>Aedes sp. 1</i>	3.3	Néctar	Ladrão néctar	R	P/F
Thrips - Thripidae					
<i>Frankliniella sp.1</i>	1,1	Polén/Néctar	Polinizador eficaz	Fq	I/P/F
Vespa					
Hymenoptera					
<i>Morfoespécie 1</i>	1.1	Néctar	Ladrão néctar	R	P

Visitantes florais e frequência de visitação em *Trichilia clausenii*

As flores de *T. clausenii* foram visitadas por três espécies de moscas, uma de abelha e uma espécie de thrips (tabela 5). Quanto a classificação dos visitantes florais, apenas uma espécie foi classificada com polinizador eficaz, três espécies como polinizadores ocasionais e uma espécie como ladrão de néctar ou pólen. O período de maior visitação foi durante o fim da manhã e início da tarde, não havendo registros de novas visitas no fim da tarde e período noturno.

O único grupo classificado como polinizador eficaz de *T. clausenii* provavelmente, é uma espécie nova de thrips do gênero *Frankliniella* (Thripidae) (Apêndice A). Thrips foi o grupo de insetos mais frequente nas flores de *T. clausenii*, e ocorrendo em toda a florada, tanto nos indivíduos estaminados, como também em indivíduos pistilados. Os thrips puderam ser vistos percorrendo toda a

área do perianto (conjunto de sépalas e pétalas), as partes reprodutivas das flores e também indo em direção ao nectário. Foram encontradas desde ninfas até adultos coabitando a mesma flor, o que indica que as flores eram locais de reprodução da espécie. O período de maior atividade dos thrips, ou seja, os quais foram vistos percorrendo as estruturas florais e visitando flores próximas foi durante o período matutino e começo da tarde.

Três espécies de moscas também visitaram flores de *T. clausenii* sendo uma espécie para família Curtonotidae, Calliphoridae e Tachinidae, respectivamente. As visitas ocorreram principalmente no início da florada, sendo também observados durante o pico, principalmente no período matutino, mas de forma geral, apresentaram visitas raras durante a florada.

Ao visitar as flores de *T. clausenii*, as moscas sempre coletavam néctar, porém, não contataram consistentemente com as partes reprodutivas florais. Além disso, por apresentarem baixa frequência de visitas foram consideradas como polinizadores ocasionais.

Uma espécie de abelha, *Plebeia droryana* (Friese, 1900) foi observada e coletada visitando durante o pico da florada, porém, de forma rara, uma planta pistilada de *T. clausenii* em busca de néctar. Não foi observado essa espécie de abelha contatando com as partes reprodutivas das flores, e portanto, foi considerada um ladrão de néctar.

Tabela 5- Visitantes florais de *Trichilia clausenii* com o respectivo comprimento do corpo, recurso coletado, comportamento e frequência da visitação e estágio de floração no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina- PR (N.I= Não identificado; I= Início; P= Pico; F= Final; MF= Muito Frequente; Fq = Frequente; R= Raro).

Visitantes florais	Comprimento do corpo (mm)	Recurso coletado	Comportamento da visitação	Frequência de visitação	Estádio de floração
Abelha					
Hymenoptera- Apidae					
<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	3,4	Néctar	Ladrão néctar	R	P
Moscas					
Curtonotidae					
<i>Morfoespécie 1</i>	3.9	Néctar	Polinizador ocasional	R	I/P/F
Calliphoridae					
<i>Morfoespécie 1</i>	7.6	Néctar	Polinizador ocasional	R	I/P
Tachinidae					
<i>Morfoespécie 1</i>	4.0	Néctar	Polinizador ocasional	R	I/P
Thrips-					
Thripidae					
<i>Frankliniella</i> sp.1	1,3	Pólen e néctar	Polinizador eficaz	MF	I/P/F

Visitantes florais e frequência de visitação em *Trichilia pallida*

Flores de *T. pallida* foram visitadas por sete espécies de abelhas, três espécies de vespas, duas espécies de borboletas, duas de mariposas, duas de moscas e duas espécies de percevejos, além de uma espécie de thrips. Quanto a classificação dos visitantes florais, cinco espécies foram classificadas como polinizadores eficazes, uma espécie como polinizador ocasional e nove espécies

como ladrões de néctar ou pólen (tabela 6). O pico de visitação, de forma geral, foi durante o período matutino até umas 15h, decaindo até o começo da noite. Houve raros registros de visitação de pequenas mariposas no período noturno.

Duas das espécies classificadas como polinizadores eficazes de *T. pallida* foram abelhas da família Apidae. Essas abelhas são *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) as quais têm comportamentos de visitação nas flores de forma semelhante: aproximam-se da inflorescência com a frente de seus corpos introduzindo a cabeça na flor até entrar em contato com o disco nectário, sempre contatando com as partes reprodutivas das flores com a região ventral de seus corpos e, portanto, foram consideradas polinizadores efetivos. Após a visitação a uma flor, essas abelhas voavam ou caminhavam para as flores mais próximas, visitando-as, e em seguida voavam para a inflorescência mais próxima, repetindo o mesmo comportamento.

Cada visitação durava em média três segundos tanto para *A. mellifera* como para *T. spinipes*, sendo observadas visitando as flores entre das 9h e 19h, sendo o pico de visitação entre 11h e 15h. Além disso, foram as espécies de abelhas que mais visitaram flores de *T. pallida*, ocorrendo durante todo o período de floração.

Vale ressaltar comportamento agressivo de *A. mellifera* registrados contra *T. spinipes* e uma espécie de mosca *O. obesa* (Syrphidae) quando essas visitavam as flores. *A. mellifera* voava até inflorescência na qual encontrava-se os visitantes e usando a parte lateral de seu corpo, ainda em voo, utilizava o terceiro par de pernas posteriores para deslocar o inseto da inflorescência. Após deslocar os visitantes a *A. mellifera* utilizava os recursos florais daquela inflorescência.

O. obesa também foi considerada um polinizador eficaz. A mosca visitava as flores em busca de néctar sempre contatando a cabeça, o primeiro par de pernas e a parte anterior do ventre do corpo com as partes reprodutivas das flores. Assim que terminava de visitar uma flor, o inseto caminhava até a flor mais próxima, e depois de visitar toda a inflorescência, caminhava ou voava para outra inflorescência.

Cada visitação teve em média dez segundos, podendo a mosca perdurar até 30 segundos em uma única visita. As visitas ocorriam pouco antes das 9h, antes de chegarem os primeiros indivíduos de *A. mellifera* e *T. spinipes*, com pico de visitação entre 9h30 e 12h, ocorrendo durante todo o período de floração,

porém com maior abundância entre janeiro e fevereiro, que é o início e pico da floração de *T. pallida*.

Os thrips visitantes pertencem provavelmente a uma nova espécie do gênero *Frankliniella* (Thripidae) (Apêndice A). Esses apresentaram comportamento de polinizador eficaz, frequentaram as flores, chegando a serem observados até nove adultos em uma única flor, os quais percorriam todo o perianto e as partes reprodutivas da flor, além de visitar flores próximas. Formas jovens também eram vistas nas flores, logo as flores funcionavam como locais de reprodução, tendo em vista que, as flores ofereciam néctar e pólen para a prole.

Foi possível ver em microscópio estereoscópio indivíduos adultos carregando grãos de pólen pelo seu corpo. As principais regiões que concentraram grãos de pólen foram próxima a antena, asas, e parte ventral (tórax e abdome). Porém, como indicam os resultados da eficiência de polinização (tabela 9), os thrips não tiveram capacidade de prover a formação de frutos de *T. pallida* no PEMG.

Porém, um espécime de *T. pallida*, localizado no campus da Universidade Estadual de Londrina, apresentou formação de botões florais em abril de 2019 e também passou pela metodologia adaptada de Borges et al., (2009). Ao selecionar 17 botões florais e utilizar o método de eficiência de polinização (Sakai, 2001), os thrips foram o único grupo de visitantes florais, e portanto, considerados polinizadores eficazes, com 70% de frutificação (Apêndice B). Espécimes foram coletados, sendo uma espécie do gênero *Frankliniella* sp. 1 como polinizador. Assim como nos espécimes de thrips coletados no PEMG, os thrips coletados do indivíduo presente no campus UEL também apresentavam grãos de pólen próximo a antena, asas e parte ventral de seus corpos.

Uma espécie de vespa da família Pompilidae foi muito frequente no começo da florada, sendo observado mais de um indivíduo visitando as inflorescências, assim como também foi observado visitando mais de um indivíduo de *T. pallida*. As visitas duravam até três segundos, sempre em busca de néctar, repetindo o mesmo comportamento nas flores mais próximas. Porém, a partir do início do pico da florada, não foram registradas visitas da vespa Morfotipo 1.

Não foi possível coletar um espécime de Morfotipo 1, portanto, não é possível afirmar se grãos de pólen aderiram em seu corpo. Apesar disso, deve-se categorizá-lo em polinizador ocasional ou polinizador eficaz, pois seu principal recurso coletado foi o néctar, e para acessá-lo, devido ao seu porte corporal, toca

minimamente nas partes reprodutivas da flor. Soma-se também o fato de repetir esse comportamento de visita para diversas flores, o que permite corroborar a categorização em polinizador ocasional ou eficaz para a vespa Morfotipo 1.

Outras espécies de insetos visitaram flores de *T. pallida*, porém, sem contatar de maneira consistente com as partes reprodutivas das flores quando buscavam recursos florais, como algumas abelhas da família Apidae e Halictidae, sendo então classificadas como ladrões de néctar ou pólen. Juntam-se a eles uma espécie de vespa da família Mutillidae e uma Scoliidae, duas espécies de percevejos da família Coreidae e Reduviidae e uma borboleta Nymphalidae foram categorizados como ladrões de néctar, pois ao consumir esses recursos florais, não tiveram contato com as partes reprodutivas da flor.

Tabela 6- Visitantes florais de *Trichilia pallida* com o respectivo comprimento do corpo, recurso coletado, comportamento e frequência da visitação e estágio de floração no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR (N.I= Não identificado; I= Início; P= Pico; F= Final; MF= Muito Frequente; Fq = Frequente; R= Raro).

Visitantes florais	Comprimento do corpo (mm)	Recurso coletado	Comportamento da visitação	Frequência de visitação	Estádio de floração
Abelhas					
Hymenoptera- Apidae					
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	10,7	Néctar	Polinizador eficaz	MF	I/P/F
<i>Trigona hyalinata</i> Lepeletier, 1836	5,7	Néctar	Ladrão de néctar	F	P/F
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	5,6	Néctar	Polinizador eficaz	MF	I/P/F
<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	3,6	N.I	Ladrão néctar	R	P/F
<i>Paratrigona</i> sp. (Schwarz, 1938)	3,8	N.I	N.I	R	F
Hymenoptera- Halictidae					
<i>Morfoespécie 1</i>	5.0	Pólen	Ladrão pólen	Fq	I/P/F
<i>Morfoespécie 2</i>	6.5	Pólen	Ladrão pólen	Fq	I/P/F
Borboleta					
<i>Nothome erota</i>	N.I	Néctar	Ladrão néctar	R	I/P

(Cramer, 1780)

Mariposas

<i>Morfoespécie 1</i>	2.9	Néctar	Ladrão néctar	R	P
<i>Morfoespécie 2</i>	1.4	Néctar	Ladrão néctar	R	P

Moscas

Syrphidae

<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	11.5	Néctar	Polinizador eficaz	MF	I/P
---	------	--------	--------------------	----	-----

Sciaridae

<i>Morfoespécie 1</i>	5.7	Néctar	Ladrão néctar	R	I/P/F
-----------------------	-----	--------	---------------	---	-------

Percevejos

Hemiptera –

Coreidae

<i>Morfoespécie 1</i>	8.0	Néctar	Ladrão néctar	R	P
-----------------------	-----	--------	---------------	---	---

Hemiptera –

Reduviidae

<i>Morfoespécie 1</i>	N.I	Néctar	Ladrão néctar	R	P
-----------------------	-----	--------	---------------	---	---

Thrips

Thripidae

<i>Frankliniella</i> sp.1	1,2	Néctar e pólen	Polinizador eficaz	MF	I/P/F
---------------------------	-----	----------------	--------------------	----	-------

Vespas

Hymenoptera

Mutillidae

<i>Morfoespécie 1</i>	N.I	Néctar	Ladrão néctar	R	I/P
-----------------------	-----	--------	---------------	---	-----

Pompilidae

<i>Morfoespécie 1</i>	N.I	Néctar	Polinizador ocasional	Fq	I/P
-----------------------	-----	--------	-----------------------	----	-----

Scoliidae

<i>Morfoespécie 1</i>	N.I	Néctar	Ladrão néctar	R	I/P
-----------------------	-----	--------	---------------	---	-----

Eficiência da polinização

Eficiência da polinização em *T. casaretti*

A produção de frutos por ação dos thrips e pela polinização aberta foi semelhante, com 13 e 12 frutos, respectivamente. A autopolinização espontânea produziu apenas cinco frutos (Tabela 7).

Tabela 7- Produção de frutos de *Trichilia casaretti* de flores provenientes de polinização aberta, flores visitadas por insetos thrips (Thysanoptera) e flores autopolinizadas espontaneamente no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR.

Tratamento	Frutificou	Não frutificou	Total	Frutificação (%)
Thrips	13	37	50	26
Polinização aberta	12	38	50	24
Autopolinização espontânea	5	45	50	10
Total	30	120	150	20

Eficiência da polinização em *T. clausenii*

Para a polinização aberta obteve-se 27 frutos formados, enquanto que para flores visitadas por thrips foram 22 frutos formados (Tabela 8).

Tabela 8- Produção de frutos de *Trichilia clausenii* de flores provenientes de polinização aberta e flores visitadas por insetos thrips (Thysanoptera) no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR.

Tratamento	Frutificou	Não frutificou	Total	Frutificação (%)
Polinização aberta	27	73	100	27
Thrips	22	78	100	22
Total	49	151	200	32

Eficiência da polinização em *T. pallida*

Não ocorreu formação de frutos nos experimentos de polinização aberta e nas flores visitadas por thrips (Tabela 9).

Tabela 9- Produção de frutos de *Trichilia pallida* de flores provenientes de polinização aberta e número de frutos formados pela visitação de thrips no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-PR.

Tratamento	Frutificou	Não frutificou	Total	Frutificação (%)
Polinização aberta	0	100	100	0
Thrips	0	100	100	0
Total	0	200	200	0

DISCUSSÃO

VISITANTES FLORAIS

Estudos sobre polinização do gênero *Trichilia* são escassos na literatura. O único trabalho encontrado sobre visitantes florais para esse grupo encontra-se em uma tese apresentada por Morellato (1996) para as espécies de *T. clausenii*, *T. hirta* e *T. pallida* localizadas em uma floresta estacional semidecidual do estado de São Paulo, Brasil. A autora discorre que os primeiros visitantes florais para essas três espécies aparecem por volta das 8h00 e, geralmente, foram indivíduos de *A. mellifera*. Posteriormente, foram observadas outras espécies de abelhas como as do gênero *Trigona* (Apidae) e espécies da família Halictidae. A partir das 9h00 com visitas de vespas, principalmente da família Pompilidae, Vespidae e Eumenidae e das primeiras moscas Syrphidae e algumas Calliphoridae.

Por fim, Morellato (1996) afirma que os principais polinizadores de *T. clausenii*, *T. hirta* e *T. pallida* foram espécies de mosca da família Syrphidae, e que abelhas e vespas podem, eventualmente, polinizar, mas são menos eficientes que as moscas, pois são menos frequentes. Borboletas e mariposas também podem ser polinizadores ocasionais de flores de *T. pallida*, pois é uma espécie que possui flores

maiores que *T. clausenii* e *T. hirta* e, portanto são visitadas com maior frequência.

Alguns pontos devem ser argumentados sobre o trabalho de Morellato (1996), como a supressão da informação do esforço amostral (horas observadas) realizado durante a florada para cada espécie de *Trichilia*. Somado a isso, não há informações sobre o comportamento de visita dos insetos, e um critério fundamentado para apontar o que seria frequência de visita, assim como classificar um visitante floral em polinizador eficiente ou em um polinizador não eficiente (ocasional).

O estudo de Morellato (1996) aponta que o principal polinizador de *T. clausenii* e *T. pallida* são moscas da família Syrphidae, por serem esses os visitantes mais frequentes. Porém, para este presente trabalho foram encontradas diferenças sobre os principais polinizadores, assim como os visitantes mais frequentes em relação ao estudo de Morellato (1996).

O principal polinizador e o visitante mais frequente para *T. clausenii* foram os thrips. Assim como para *T. casaretti*, em que os resultados (Tabela 7) apontam os thrips como principal grupo polinizador. Já para *T. pallida* os visitantes mais frequentes são as abelhas *A. mellifera* e *T. spinipes* (Apidae), as quais foram classificadas como polinizadores eficazes. Em seguida, uma única espécie de mosca *O. obesa* e os thrips também como um grupo de insetos bem frequentes e com capacidade polinizadora eficaz. Para as três espécies de *Trichilia* estudadas no PEMG o thrips visitante provavelmente é uma nova espécie do gênero *Frankliniella* (Thripidae).

Os polinizadores ocasionais também são diferentes para as espécies de *Trichilia* aqui estudadas. Para *T. clausenii* o grupo classificado como polinizador ocasional, por apresentar raras visitas e nem sempre contatar com as partes reprodutivas das flores foram as moscas, sendo uma espécie da família Curtonotidae, Calliphoridae e Tachinidae. Moscas da família Syrphidae foram os polinizadores ocasionais de *T. casaretti*, assim como uma espécie de besouro da família Curculionidae e Nitidulidae, e abelhas da família Halictidae e Apidae tem capacidade de polinizar ocasionalmente flores de *T. pallida*, além um morfotipo de vespa da família Pompilidae.

Abelhas

As flores de *T. pallida* são as únicas aqui estudadas a permitir a

chegada de visitantes florais como de abelhas de médio porte como *A. mellifera* e *T. spinipes*. Além de receberem visitas de vespas, principalmente da família Pompilidae.

Os espécimes de *A. mellifera* e *T. spinipes* pelo seu comportamento diante as flores aos indivíduos de *T. pallida* apresentaram alta frequência e fidelidade. Como frequência, entende-se o número de visitas em flores em um período de tempo e a fidelidade reflete um visitante floral que é constante em flores de diferentes indivíduos da mesma espécie de planta (Alves et al., 2016). Pois essas duas espécies de abelhas que visitavam diversas flores, durante todo o dia, até mesmo compartilhando a mesma inflorescência, repetindo esse padrão em outros indivíduos de *T. pallida*.

Essas duas espécies de abelhas foram as que mais persistiram em visitar as flores de *T. pallida*, sendo observadas desde o início até o fim da florada. Ao observar diversos indivíduos de *A. mellifera* e *T. spinipes* visitando diversas flores e até ambas visitando as mesmas flores, o que pode indicar que uma espécie sinaliza para a outra a disponibilidade de recursos florais (Tepedino & Parker, 1981). Além disso, esse comportamento pode também induzir a outros visitantes, inclusive os polinizadores a visitarem mais flores em busca de néctar para suprirem as suas necessidades energéticas (Viana & Kleinert, 2005).

Apesar de *A. mellifera* ser considerada um polinizador eficaz para *T. pallida* devido ao seu comportamento de visita, é provável que suas visitas produzam uma grande quantidade de frutos por autopolinização do mesmo indivíduo, ou seja, a polinização ocorre entre a antera e o estigma de flores diferentes da mesma planta (geitonogamia). Já que essa espécie de abelha exótica visita muitas flores do mesmo indivíduo, tendo assim a sua eficácia como um polinizador cruzado, reduzida. Esse tipo de comportamento de *A. mellifera* foi registrado para outras espécies como *Paubrasilia echinata* Lam. (pau-brasil) em que suas flores são visitadas por diversas espécies de abelhas, sendo a mais frequente a *A. mellifera* (Borges et al., 2009).

Ser o visitante mais frequente, não necessariamente corresponde ser o polinizador mais eficaz. Já que a alta frequência de visitas de *A. mellifera* em flores de *T. pallida* reduz a disponibilidade de recursos florais (néctar e pólen), que poderiam estar livres para as espécies visitantes nativas. Além disso, reduzem a possibilidade de visita de outras abelhas ou outros insetos, uma vez que as flores

visitadas por *A. mellifera* estão ocupadas. Porém, mais estudos são necessários para aferir o quão eficaz é o papel da *A. mellifera* para a produção de frutos em *T. pallida*

Outro comportamento observado em *A. mellifera* foram às investidas em *T. spinipes* e a *O. obesa* quando essas visitavam as flores de *T. pallida*. O comportamento agressivo de *A. mellifera* frente as espécies de *T. spinipes* e *O. obesa* sugere uma competição pelos recursos ofertados pelas flores de *T. pallida*.

Silva & Pinheiro (2007) observaram que as visitas de *A. mellifera* às flores de *Eugenia uniflora* L., *Eugenia neonitida* Sobral, *Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC. e *Eugenia rotundifolia* Cambess, é pouco comum à presença de outras espécies de visitantes florais. Ainda de acordo com esses autores, conclui-se que esta abelha, em função de seu comportamento agressivo, pode limitar o comportamento forrageiro de espécies nativas, o que também já foi registrado por Taylor & Whelan (1988) e Paton (1993) para outras espécies vegetais.

A abelha *T. spinipes*, conhecida como irapuá ou abelha-cachorro apresentou alta frequência e fidelidade como *A. mellifera* nas flores de *T. pallida*. Sempre contatando seu corpo com as partes reprodutivas das flores quando se buscava néctar o que demonstra ser uma espécie polinizadora de *T. pallida*.

A *T. spinipes* também possui características de importante polinizador para diversas culturas agrícolas, na qual se encontra entre os polinizadores eficazes para a *Fragaria ananassa* Duchesne (Malagodi-Braga & Kleinert, 2007), a *Sechium edule* (Jacq.) Swartz) (Malerbo-Souza et al., 2002), o *Citrus sinensis* L. Osbeck (Malerbo-Souza et al., 2003), a *Cucurbita moschata* D. (Mélo, 2010), culturas conhecidas popularmente, respectivamente, como morango, chuchu, laranja e abóbora.

Moscas

O. obesa (Syrphidae) foi a única espécie de mosca compartilhada entre duas espécies de *Trichilia*. Ela uma espécie muito frequente nas flores de *T. pallida*, principalmente no começo das manhãs, e diminui seu forrageio nas flores com aumento da intensidade de visitação de *A. mellifera*, como observado por Silva & Pinheiro (2007) em espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). Assim como ocorreu em *T. spinipes*, também foram observados comportamentos agressivos por parte da *A.*

mellifera, enquanto a *O. obesa* coletava néctar, o que diminui sua capacidade de forrageio enquanto visita as flores, e dessa forma reduz sua habilidade como polinizador.

As visitas de *O. obesa* em flores de *T. casaretti* sempre foram isoladas, ou seja, sempre ocorria com apenas um espécime visitando a planta, podendo ou não visitar uma flor próxima. Diferentemente do que ocorria para *T. pallida*, em que visitantes florais competiam pelos recursos florais, não havia competição pelos recursos ofertados de *T. casaretti* aos seus visitantes, porém, as visitas eram significativamente tão raras que o mais comum era não haver visitas da *O. obesa* na maioria dos dias. Isso sugere uma maior atratividade das flores de *T. pallida* para visita de *O. obesa*, a qual ofertava maiores quantidades de néctar e um perfume adocicado, atraindo maior número de visitas da mosca, como observado para outras espécies de plantas (Maués & Couturier, 2002; Vásquez & Webber, 2010).

O comportamento de visitação de *O. obesa* em flores de *T. casaretti* e *T. pallida* é semelhante a outras espécies de plantas, como *Casearia grandiflora* Cambess e *Casearia javitensis* Kunth (Flacourtiaceae), conhecidas popularmente, respectivamente como capança e guaçatonga. A mosca introduzia a probóscide em busca de néctar, e com as pernas dianteiras e a probóscide contatava-se ao pólen das anteras, repetindo esse comportamento em diversas flores e por isso, o principal polinizador destas duas espécies de plantas (Vasquez & Webber, 2010). Porém, para as *Trichilia* visitadas pela *O. obesa*, não se observou coleta de pólen com suas pernas, sendo que o néctar foi o único recurso coletado nas flores.

O. obesa também é polinizadora de outras espécies de plantas como *Croton floribundus* Spreng., conhecida como capixingui, e *Croton priscus* Croizat, ambas família Euphorbiaceae (Passos, 1995), *Acnistus arborescens* (L.) Schltld. (Solanaceae), conhecida como marianeira (Verçoza et al., 2012) e *Macadamia integrifolia* (Proteaceae) Maiden & Betche (Tavares et al., 2015), entre outras.

Outras espécies de Syrphidae tiveram importância como polinizadores para *T. casaretti*, sendo, portanto a família de mosca mais diversa e frequente nas flores de *Trichilia*. As espécies de Syrphidae que visitaram as flores das espécies de *T. casaretti* pertencem à subfamília Eristalinae como a *O. obesa*, (já citada para *T. pallida* e *T. casaretti*), além de uma espécie morfotipada em

Eristalinae sp 1 e uma do gênero *Copestylum* sp.1 visitaram as flores de *T. casaretti*. Essas duas últimas espécies de mosca citadas apresentaram maior frequência de visitação em *T. casaretti* do que a *O. obesa*.

A subfamília Eristalinae é considerada um grupo de visitantes florais generalistas (Lucas et al., 2018), possuindo até mesmo atividade forrageadora com outros grupos de insetos, como as abelhas (Morales & Köhler, 2006; Vásquez & Webber, 2010; Suárez, 2017). Além disso, possui importância polinizadora para espécies de plantas (Klecka et al., 2018). Já para o gênero *Copestylum* há registro de atuar como polinizador para *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae), conhecida como ucuuba (Jardim & Mota, 2007).

Em *T. clausenii*, ainda que raras, foram observadas visitas de espécies de mosca da família Calliphoridae, Curtonotidae e Tachinidae. Pelo fato de não comunicarem consistentemente com as partes florais reprodutivas femininas, e visitarem de forma rara as flores foram consideradas polinizadores ocasionais, ainda que observados grãos de pólen em seus corpos.

As famílias citadas acima apresentam espécies que desempenham papéis benéficos para a agricultura, pois são efetivos polinizadores de árvores frutíferas, como *Mangifera indica* L., polinizada por moscas Calliphoridae (Bhatia et al., 1995), e *Gonolobus parviflorus* Decne. (Apocynaceae) polinizada por Tachinidae (Nihei & Schwarz, 2011). Há registros de raras visitas de espécies da família Curtonotidae para algumas espécies de plantas (Guillermo & Yaguana, 2018), porém, sem capacidade polinizadora.

Thrips

As observações naturalísticas indicam que os thrips do gênero *Frankliniella* sp.1 (Thysanoptera) são os principais insetos responsáveis pela reprodução das espécies de *Trichilia* aqui estudadas (Apêndice C). Para *T. casaretti* e *T. clausenii* os thrips são os principais polinizadores, principalmente para *T. clausenii* tendo o thrips basicamente como o único vetor de transporte de grãos de pólen de uma planta para outra.

O comportamento dos thrips foi semelhante nas flores das espécies de *Trichilia* estudadas. Foram observados os insetos percorrendo toda a área das pétalas, em contato com as anteras e pistilo, e também em volta do disco nectário.

Adultos e ninfas eram vistas coabitando a mesma flor, o que sugere que as flores eram locais de reprodução de thrips.

As observações em microscópio estereoscópio confirmaram a presença de grãos de pólen em alguns thrips adultos, inclusive, foi encontrado pólen em alguns deles em indivíduos pistilados de *T. clausseii* e flores pistiladas de *T. pallida*. Nesses thrips mencionados foi possível observar aglomerações de grãos de pólen em determinadas regiões: antenas, tórax, asas e abdome, o que demonstra uma capacidade de transporte de grãos de pólen entre diferentes indivíduos e flores.

Para *T. clausseii* os testes foram positivos para polinização de *Frankliniella* sp.1, e a observação de indivíduos foi registrada dentro da malha transparente em que se encontravam as flores. Ainda que a polinização aberta tenha produzido cinco frutos a mais, isto era esperado, pois, a malha fina, acaba sendo uma barreira física, impedindo, mesmo que minimamente os thrips de acessarem os recursos florais. Além disso, o baixo registro de outros visitantes florais corrobora a pouca diferença de frutificação em relação à polinização aberta.

Vale ressaltar que *T. clausseii* não possui mecanismos de autofecundação, os quais já foram testados por Morellato (2004) em uma floresta estacional semidecidual de São Paulo e por Dias (2019) para o PEMG. Portanto, *T. clausseii* é uma espécie que depende exclusivamente de polinizadores para produção de frutos.

Para *T. casaretti*, o número de frutos formados a partir do teste de eficiência de polinização para os thrips e o teste de polinização aberta são muito semelhantes. Apesar de *T. casaretti* não depender exclusivamente de polinizadores para se reproduzir, os thrips contribuem potencializando em um maior número de frutos formados. Além disso, parecem ser mais efetivos do que as visitas das espécies de moscas, quando flores foram deixadas livres para qualquer visita.

Já para *T. pallida*, os resultados não foram conclusivos para uma polinização na área de estudo, porém, como já indicado, eles atuaram polinizando um espécime no campus da Universidade Estadual de Londrina. Sendo assim, novos estudos e observações devem ser conduzidos para confirmar a eficiência polinizadora dos thrips no PEMG.

As observações diretas na área de estudo indicam uma flutuação populacional de thrips durante a florada de *T. pallida*. No início e pico da florada a diversidade de visitantes florais é maior e mais abundante. Acrescenta-se a isso, o

fato de que os visitantes possuem um maior tamanho corporal que os thrips, o que permite inferir que quando visitantes maiores frequentam as flores, os thrips têm sua capacidade como visitante floral reduzida, como também foi observada para *Arctostaphylos pungens* Kunth (Ericaceae) (Eliyahu1 et al., 2015).

Assim como *T. clausenii*, a *T. pallida* também não possui mecanismos de autofecundação, os quais já foram amplamente testados por Morellato, (2004) em uma floresta estacional semidecidual de São Paulo, e Johnen (2013) e Schmitt (2013) para o PEMG. Portanto, *T. pallida* é uma espécie que depende exclusivamente de polinizadores para produção de frutos.

Frankliniella Karny 1910 é o terceiro gênero mais rico em espécies de insetos da ordem Thysanoptera com 236 espécies descritas (Mound, 2019), sendo que no Brasil ocorrem cerca de 40 espécies (Cavalleri & Mound, 2012). Além disso, algumas espécies do gênero *Frankliniella* são importantes polinizadores de algumas espécies de plantas como *Parkia multijuga* Benth., Fabaceae, conhecida como faveira-benguê (Chaves, 2015) e *Ocotea porosa* (Ness & Mart.) Barroso (Lauraceae), conhecida popularmente como Imbuia (Silva, 2009).

Os thrips já foram categorizados como visitantes florais com capacidade de polinização ineficiente, associando a isso o seu pequeno tamanho, terem pouca capacidade de voo e não possuir regiões especializadas para carregar pólen (Thien et al., 2000; Conara et al., 2005). Porém, mais atenção foi dada esse grupo de insetos, incluindo sua morfologia, onde muitas espécies possuem asas franjadas adaptadas ao voo, ainda que auxiliada pelo vento, permitindo uma dispersão bem difundida ao transportar os grãos de pólen (Eliyahu1 et al., 2015).

Os thrips visitam muitas espécies de plantas e assim atuam como polinizadores como em *Castilla elastica* Sessé (Sakai, 2001) e *Antiaropsis decipiens* K.Schum (Zerega et al., 2004), ambas da família Moraceae, *Macaranga tanarius* (L.) Müll.Arg., família Euphorbiaceae (Ishida et al., 2009), entre outras espécies vegetais.

BIOLOGIA FLORAL

Uma característica presente em diversas espécies de *Trichilia* é a semelhança morfológica de suas flores (Pennington et al., 1981; Souza et al., 2001; Morellato, 2004). Além disso, dentro de uma própria espécie pode haver semelhança entre flores pistiladas e flores estaminadas, como observado por exemplo, para *T.*

pallens (Shmith, 2013), *T. clausseii*, (Dias, 2019), e *C. canjarana* subsp *canjarana* (Shmitt, 2013), visto que estas espécies as flores apresentam pistilos morfológicamente desenvolvidos em flores estaminadas e pistiladas. Isso dificulta o reconhecimento de órgãos viáveis, sendo facilmente consideradas às flores unissexuadas como sendo bissexuadas, comprometendo uma correta identificação da sexualidade da flor e do indivíduo.

Características florais como corola actinomorfa, coloração verde pálida a amarela das pétalas, antese diurna e oferta de pólen e néctar, permitem considerar *T. casaretti*, *T. clausseii* e *T. pallida* como espécies entomófilas (Faegri & Pijl, 1979).

Espécies com flores maiores permitem receber uma maior diversidade de visitantes florais, pois essas acabam produzindo mais néctar (Fischer & Leal, 2006; Longo & Fischer, 2006; Bueno, 2012). Somado a isso, parece existir uma relação positiva entre o número de flores e inflorescências e a diversidade de visitantes flores. Visto que um grande número de inflorescências confere a planta um arranjo que a torna maior e mais vistosa, atraindo mais a atenção de visitantes (Antonini et al., 2005; Somavilla & Köhler, 2012), o que provavelmente explica a maior diversidade e abundância de visitantes florais observados durante a florada de *T. pallida* em relação a *T. casaretti* e *T. clausseii*.

As três espécies de *Trichilia* apresentaram suas flores disponíveis por vários dias. Em ambientes com poucos polinizadores ou em condições ambientais desfavoráveis, flores de vida mais longa aumentam as chances de fecundação, pois aumenta a probabilidade de uma maior quantidade e qualidade de deposição de pólen no estigma da flor (Blionis & Vokou, 2001; Giblin, 2005; Arroyo et al., 2013).

Em plantas monoicas e dioicas, de modo geral, as flores pistiladas duram mais que as flores estaminadas (Primack, 1985). As duas apresentam papéis diferentes no processo reprodutivo: as flores pistiladas devem permanecer receptivas até que o pólen compatível atinja o estigma, processo que pode levar vários dias, enquanto que as flores estaminadas podem ter longevidade curta, pois sua utilidade acaba quando o pólen é disperso, o que pode ocorrer inclusive no mesmo dia da abertura da flor (Primack, 1985). Dados sobre a longevidade de espécies de Meliaceae são escassos na literatura, sendo apenas encontrados em Johnen (2013) para *T. pallida*, corroborando os resultados para uma longevidade

maior em flores pistiladas.

A característica de retenção dos verticilos florais, ainda que de flores velhas polinizadas e sem recompensa, como é evidente principalmente nas flores de *T. casaretti* (Apêndice D), é uma estratégia que permite a atração de polinizadores para a planta (Teixedo, 2018). De acordo com este autor, que estudou a retenção de flores velhas, em uma espécie hermafrodita tal como *T. casaretti*, a presença de flores velhas polinizadas permite um aumento da visitação de polinizadores e subsequentemente intensificando a transferência de pólen em flores jovens, e reprodutivamente ativas.

A reação de vermelho neutro delimitou claramente a evidência dos osmóforos e demonstrou que, entre as três espécies de *Trichilia* não há diferença nas regiões de emissão de compostos voláteis. Entretanto, as flores estaminadas de *T. claussenii* e de *T. pallida* foram coradas intensamente, diferente das nas pistiladas, que não foram coradas. Este fato pode ser uma consequência da entrada do corante nas anteras deiscentes ou pode significar uma diferença significativa na emissão de compostos e, consequentemente na estratégia de atração de visitantes florais, como observado por Johnen (2013) para *T. pallida*.

Embora a utilidade do termo “síndrome de polinização” seja questionada, pois nem toda característica floral apresentada remete a um grupo polinizador, pode ainda servir como ponto de partida para analisar as associações entre polinizador e planta (Terry, 2002). De acordo com Kirk (1997) apud Varatharajan et al. (2016) descreveu a “thripofilia” como a síndrome de polinização de flores a serem polinizadas por thrips.

As flores polinizadas por thrips, em geral, são flores pequenas a médias, de coloração branca a amarelada, docemente perfumadas, com ou sem néctar. Além disso, a flor apresenta uma estrutura compacta, como estames lateralmente fundidos, formando uma estrutura urceolada ou uma corola urceolada (mais larga na base e estreitando-se para cima, em forma de jarra) (Basu et al., 2013; Varatharajan et al., 2016).

Em *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (Meliaceae), uma espécie de mogno nativa do caribe, o thrips *Priesneriola* sp. da família Thripidae, visitam as flores estaminadas para se alimentar de grãos de pólen e néctar, e também visitam flores pistiladas em busca de néctar, além de ovipositar. Os ovos colocados nas flores do primeiro dia chocam durante a noite e as ninfas juvenis ocorrem apenas

nas flores do segundo dia. A estrutura urceolada do androceu atrai o inseto para a oviposição, fornece abrigo para as ninfas crescerem, mas também alimento, pois o néctar é secretado na base do androceu (Basu et al., 2013).

Sakai (2001) também observou estrutura floral semelhante para *C. elástica*, indicando-a em fornecer condições de procriação e proteção ao polinizador. O mesmo acontece com as flores de *Trichilia*, pois é uma característica do gênero apresentar os filetes, na maioria dos casos, fundidos ou parcialmente fundidos (Pennington, 2016).

Estrutura urceolada também pode ser descrita no fusionamento dos estames das flores de *Cabralea canjarana* subsp. *canjarana*. Ao observar visitantes florais diurnos para *C.* subsp. *canjarana* em um fragmento de mata urbana de Londrina (obs.pessoal) há uma grande visitação de thrips, porém, não há nenhuma menção de visita para o estudo de polinização realizado para a planta (Franceschinelli et al., 2015). Essa arquitetura floral, de fusionar alguns elementos florais, pode sugerir um melhor nicho para os thrips se reproduzirem e se desenvolver como acontece para *T. casaretti*, *T. clausse* e *T. pallida*.

ASSOCIAÇÃO ENTRE COMPONENTES REPRODUTIVOS

Os sistemas sexuais de plantas possuem uma grande diversidade e significância em plantas com flores (Barret, 2002). A condição hermafrodita é predominante com cerca de 90% das angiospermas (Renner & Ricklefs, 1995), sendo este tipo sexual muito importante em ambientes com pouca disponibilidade de polinizadores (Duan et al., 2007).

Espécies hermafroditas podem alcançar o sucesso reprodutivo por meio da autopolinização, contudo esse mecanismo pode levar à população a depressão endogâmica, acarretando em perda de vigor na descendência (Barret, 1998). Em áreas em que os polinizadores são menos frequentes, as espécies hermafroditas podem apresentar mecanismos para reduzir a autopolinização, e assim promover uma melhor estratégia para dispersar o pólen. Apresentar flores especializadas e vistosas tende a ser mais atraente, além de uma exibição floral maior, que provavelmente atrairá mais visitantes e aumentará a probabilidade de polinização (Arroyo, 2006; Peng, 2014).

Espécies dioicas representam aproximadamente 6% do total das angiospermas (Renner & Ricklefs, 1995; Renner, 2014). Provavelmente, a dioicia

surgiu a partir do aperfeiçoamento da alocação de recursos, de uma especialização sexual, ou seja, uma seleção diferencial entre plantas masculinas e femininas (Freeman et al., 1997).

Diversos atributos têm sido correlacionados com a dioicéia, como a anemofilia, flores discretas, de tamanho pequeno, de coloração pálida, refletindo pouca atratividade a polinizadores (Bawa, 1980; Renner & Ricklefs, 1995)

Certos tipos de sistemas de polinização também estão associados a certos sistemas sexuais de plantas, como observado para florestas tropicais (Bawa & Opler, 1975; Bawa, 1980; Bawa et al., 1985b), em que a dioicéia está associada à polinização por pequenos insetos: 66% das espécies dioicas são polinizadas por diversos pequenos insetos e pequenas abelhas. E a maioria das espécies polinizadas pelo vento são dioicas. Entre as espécies monoicas, 75% são polinizadas por diversos insetos pequenos ou abelhas pequenas. As flores mais especializadas são as hermafroditas pois apresentam cores vivas e são mais elaboradas, recebendo visitas, por exemplo, de abelhas de médio e grande porte, e beija-flores.

Em uma floresta tropical da Costa Rica foram feitas associações entre sistemas sexuais e sistemas de polinização entre árvores e herbáceas. As espécies hermafroditas são as que possuem suas flores mais especializadas, e desta forma, estão associadas com diferentes grupos de polinizadores (Kress & Beach, 1994).

A maioria das espécies de plantas que compõem o estrato superior e estrato inferior são polinizadas por pequenas e grandes abelhas (67% e 93% das espécies, respectivamente). Beija-flores (100% das espécies), borboletas (100% das espécies) e morcegos (80% das espécies) polinizam flores bissexuadas (Kress & Beach, 1994).

Ainda, de acordo com levantamento feito por Kress & Beach (1994) 62% (21 espécies) de espécies de plantas polinizadas por besouros são monoicas (maioria das famílias Araceae, Arecaceae e Cyclanthaceae), mas 38% (13 espécies) das plantas polinizadas por besouros têm flores hermafroditas. As plantas dioicas são comumente polinizadas por diversos insetos pequenos, algumas por mariposas e outras espécies são polinizadas pelo vento, como também possuem sistemas de polinização generalistas, com cerca de 46% (21 espécies). Em contraste, apenas 3% das espécies hermafroditas possuem polinizadores generalistas.

Segundo Pennington (1981), o gênero *Trichilia* é o que apresenta maior diversidade de sistemas sexuais para a família Meliaceae. O que de fato pode ser observado, como por exemplo, o hermafroditismo para *T. casaretti*, dioicia em *T. clausseii*, e monoicia para *T. pallida*, corroborando, portanto, essa grande diversidade de tipos sexuais.

Partindo da premissa de estudos anteriores já citados acima, em que a sexualidade da planta reflete em uma arquitetura floral, e em muitos casos especializada a certos grupos de polinizadores, para as espécies de *Trichilia* estudadas: *T. casaretti*, *T. clausseii* e *T. pallida*, não existem evidências que seus sistemas sexuais promovam uma diversidade de visitantes, e apresentem sistemas de polinização distintos. Apesar da sexualidade da planta ofertar de diferentes formas os recursos florais aos seus visitantes, o principal polinizador efetivo foram os thrips, independente do sistema sexual da planta.

Ainda que sejam necessários mais estudos, parece haver indícios de um sistema de polinização especializado, ou seja, aquele em que uma espécie de planta é polinizada por um grupo específico de polinizadores. Para *T. casaretti*, *T. clausseii* e *T. pallida*, este sistema de polinização é mediado por thrips, o qual afeta diretamente com êxito o sucesso reprodutivo das *Trichilia* estudadas.

CONCLUSÃO

As observações diretas e análises de comportamento dos visitantes florais permitem concluir que o principal polinizador para *T. clausseii* e *T. casaretti* são os thrips, possivelmente uma nova espécie do gênero *Frankliniella*, que é o terceiro maior gênero da ordem Thysanoptera. Ainda que não formasse frutos na área de estudo, ficou evidente a ação polinizadora também de thrips em um indivíduo presente no campus UEL. Portanto, este trabalho sugere mais estudos em campo para de fato comprovar sua atuação polinizadora. As abelhas *A. mellifera* e *T. spinipes*, assim como a mosca *O. obesa* foram categorizadas como polinizadores eficazes de *T. pallida*.

A síndrome de polinização thripofilia, como é definida a síndrome polinizada por thrips, descreve as flores apresentando cores entre branco a amarelo, e estruturas florais compactadas. Isso permite que os thrips se abriguem e possam

se reproduzir no interior dessas estruturas. Ainda que necessite de mais estudos, há indícios de um sistema de polinização definido, devido as estruturas florais e o êxito reprodutivo das *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida* quando visitadas por thrips.

Enquanto em muitas florestas tropicais os sistemas sexuais apresentam certas especializações a grupos de polinizadores, não há indícios de que a variação de sistemas sexuais entre *T. casaretti*, *T. clausenii* e *T. pallida*, promove uma diversidade de polinizadores. E que o sucesso reprodutivo dessas espécies é atribuído basicamente a um grupo de visitantes, os thrips.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. I. et al. 2016. Quando um visitante floral é um polinizador? When a floral visitor is a pollinator? **Rodriguésia** 67(2): 295-307.

ANTONINI, Y. et al. 2005. Richness and behavior of insect visitors of *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), at a ferruginous field, Ouro Preto, MG, Brazil. **Neotropical Entomology** 34(4):555-564.

ARROYO, M. T. K. et al. 2006. Erratic pollination, high selfing levels and their correlates and consequences in an altitudinally widespread above-tree-line species in the high Andes of Chile. **Acta Oecologia** 30: 248–257.

ARROYO, M. T. K. et al. 2013. Temperature-driven flower longevity in a high-alpine species of *Oxalis* influences reproductive assurance. **New Phytologist** 200: 1260–1268.

BARRETT, S. C. H. 1998. The evolution of mating strategies in flowering plants. **Trends in Plant Science** 3: 335–341.

BARRETT S. C. H. et al. 1999. Gender modification and resource allocation in subdioecious *Wurmbea dioica* (Colchicaceae). **Journal of Ecology** 87:123-137.

BARRETT, S. C. H. 2002. The evolution of plant sexual diversity. **Nature Reviews**

Genetics 3: 274–284.

BARRETT S. C. H & HOUGH, J. 2013. Sexual dimorphism in flowering plants. **Journal of Experimental Botany** 64:67-82.

BASU, et al. 2013. Pollination of the Mahogany trees (*Swietenia mahagoni*) by an ovipositing thysanopteran insect (*Priesneriola*). **Bionotes** 15(3).

BAWA, K. S. & OPLER, P. A. 1975. Dioecism in tropical forest trees. *Evolution* 29: 167-179.

BAWA, K. S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 11: 15-39.

BAWA, K S. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany** 72(3):331-345.

BAWA, K. S. et al. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination Systems. **American Journal of Botany** 72(3): 346-356.

BHATIA, R. et al. 1995. Relative abundance of insect visitors on flowers of major subtropical fruits in Himachal Pradesh and their effect on fruit set. **Indian Journal of Agricultural Sciences** 65: 907-912.

BIANCHINI, E. et al. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 17:405-419.

BIANCHINI, E. et al. 2006. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 29(4): 595-602.

BLIONIS, G. J. & VOKOU, D. 2001. Pollination ecology of *Campanula* species on Mt Olympos, Greece. **Ecography** 24: 287–297.

BORGES, L. A. et al. 2009. Phenology, pollination, and breeding system of the threatened tree *Caesalpinia echinata* Lam. (Fabaceae), and a review of studies on

the reproductive biology in the genus. **Flora** 204: 111-130.

BUENO, R. O. 2012. **Fatores que influenciam interações entre beija-flores e plantas em Mata Atlântica: disponibilidade de recursos e ajustes morfológicos**. Tese (Ecologia em Conservação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

CAVALLERI, A. & MOUND, L. A. 2012. Toward the identification of *Frankliniella* species in Brazil (Thysanoptera, Thripidae). **Zootaxa** 3270: 1–30.

CHAVES, S. R. 2015. **Biologia floral e polinização de *Parkia ulei* (Harms) Kuhlms e *Parkia multijuga* Benth. (Fabaceae-Mimosoideae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.

CLARKSON, J. J. 2016. Phylogenetic relationships in *Trichilia* (Meliaceae) based on ribosomal ITS sequences. **Phytotaxa** 259(1):006-017.

CONARA, et al. 2005. Floral features and reproductive ecology in *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl. **Plant Systematics and Evolution** 250: 157-172.

CONCESCHI, M. R. et al. 2011. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica* e de *Trichilia pallida* sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho. **BioAssay** 6:1-6

CULLEY, T. M. et al. 2002. The evolution of wind pollination in angiosperms. **Trends in Ecology & Evolution** 17: 361-369.

CUNHA, U. S. 2004. **Busca de substâncias de *Trichilia pallida* e *Trichilia pallens* (MELIACEAE) com atividade sobre a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (MEYRICK) (LEP.:GELECHIIDAE)**. 126 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brasil.

DAFNI, A. 2005. **Practical pollination biology**. Cambridge, Enviroquest, Ltd.

DEUS, F. F. et al. 2014. Diversity of reproductive ecological groups in semideciduous seasonal forests. **Bioscience journal** 30: 1885-1902.

DIAS, T. H. C. 2019. **Sistema reprodutivo de *Trichilia clausenii* C.DC. localizada no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina - PR.** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

DUAN, Y. W. et al. 2007. Pollination biology of *Anisodus tanguticus* (Solanaceae). **Biodiversity Science** 15: 584–444.

ELIYAHU, D. et al. 2015. Minute pollinators: The role of thrips (Thysanoptera) as pollinators of pointleaf manzanita, *Arctostaphylos pungens* (Ericaceae). **Journal of Pollination Ecology** 16: 64–71.

FAEGRI, K. & PIJL, L. 1979. **The principles of pollination ecology.** 3.edn. Oxford, Pergamon Press.

FENSTER, C. B. et al. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** 35:375-403.

FISCHER, E. & LEAL, I. R. 2006. Effect of nectar secretion rate on pollination success of *Passiflora coccinea* (Passifloraceae) in the Central Amazon. **Brazilian Journal of Biology** 66: 747–754.

FRANCESCHINELLI, E. V. et al. 2015. Functional dioecy and moth pollination in *Cabralea canjerana* subsp. *canjerana* (Meliaceae). **Darwiniana** 3(1): 96-107.

FREEMAN, D. C. et al. 1997. Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy. **The Botanical Review** 63(1): 65-92.

GADEK, P. A. 1996. Sapindales: molecular delimitation and infraordinal groups. **American Journal of Botany** 86(6): 802-811.

GIBLIN, D. E. 2005. Variation in floral longevity between populations of *Campanula rotundifolia* (Campanulaceae) in response to fitness accrual rate manipulation. **American Journal of Botany** 92: 1714–1722.

GUILLERMO, N. A. L. & YAGUANA, K. V. P. 2018. **Diversidad de insectos polinizadores y su respuesta a recursos florales, temperatura, humedad, precipitación y viento en un matorral andino del Ecuador.** Monografía (Biología com menção em ecologia e gestão. Universidad del Azuay Facultad de Ciência y

Tecnología, Cuenca, Ecuador.

INOUE, D. W. 1980. The terminology of floral larceny. **Ecology** 61:1251-1253.

ISHIDA, C. et al. 2009. A new pollination system: brood-site pollination by flower bugs in *Macaranga* (Euphorbiaceae). **Annals of Botany** 103: 39–44.

JARDIM, M. A. G. & MOTA, C. G. 2007. Biologia floral de *Virola surinamensis* (ROL.) WARB. (Myristicaceae). **Revista Árvore** 31(6): 1155 – 1162.

JOHNEN, L. 2013. **Biologia Reprodutiva de *Trichilia pallida* Sw; no Parque Estadual Mata dos Godoy**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil.

JOHNSON, S. D. & STEINER, K.E. 2000. Generalization versus specialization in plant pollination systems. **Trends in Ecology and Evolution** 15:140-143.

JUDD, W. S. et al. 2009. **Sistemática Vegetal – Um enfoque filogenético**. 3ª ed. Porto Alegre, Artmed.

KEARNS, C. A. et. al. 1998. Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** 29:83–112.

KIRK, W. D. J. 1997. Feeding. In: L. EWIS, T.(ed). **Thrips as Crops Pests** CAB International, Oxon, UK. Pp. 65-118.

KLECKA, J. et al. 2018. Flower visitation by hoverflies (Diptera: Syrphidae) in a temperate plant-pollinator network. **PeerJ Preprints** 6:e26516v2 <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.26516v2>.

KRESS, W. J. & BEACH, J. H. 1994. Flowering plant reproductive. In: Hartshorn, G. S. et al.(ed). **La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain**. University of Chicago Press: Pp. 493.

LEITE, A. V. L. 2002. **Biologia floral e sistema reprodutivo de duas espécies de Marantaceae no Nordeste do Brasil: *Ischnosiphon gracilis* (Rudge) Koern. e *Stromanthe porteana* A. Gris**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) -

Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

LONGO, J. M. & FISCHER, E. 2006. Efeito da taxa de secreção de néctar sobre a polinização e a produção de sementes em flores de *Passiflora speciosa* Gardn. (Passifloraceae) no Pantanal. **Revista Brasileira de Botânica** 29: 481–488.

LUCAS, A. et al. 2018. Floral resource partitioning by individuals within generalised hoverfly pollination networks revealed by DNA metabarcoding. **Scientific reports** 8:5133.

MALAGODI-BRAGA, K. S. & KLEINERT, A. M. P. 2007. Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria ananassa* duchesne) influencia a formação dos frutos? **Bioscience Journal** 23: 76-81.

MALERBO-SOUZA, D. T. et al. 2002. Insetos associados às flores do chuchu (*Sechium edule* J. - Cucurbitaceae). In: Congresso Brasileiro de Apicultura XIV, 2002, Campo Grande, MS. Qualidade nutritiva dos produtos de abelha: **anais**. Campo Grande, MS: CBA, 2002. p. 17.

MALERBO-SOUZA, D. T. et al. 2003. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** 40: 237-242.

MAUÉS, M. M. & COUTURIER, G. 2002. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Botany** 25(4): 441-448.

MÉLO, D. B. M. 2010. **Polinização da abóbora (*Curcubita moschata* D.) pela abelha Arapuá (*Trigona spinipes*): requerimentos da cultura e eficiência do polinizador**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MORALES, M. N. & KOHLER, A. 2006. Espécies de Syrphidae (Diptera) visitantes das flores de *Eryngium horridum* (Apiaceae) no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. **Iheringia Série Zoologia** 96(1):41-45.

MORELLATO, L. P. C. 1996. **Fenologia, razão sexual e distribuição espacial em**

espécies dióicas de *Trichilia* (Meliaceae). (Tese Botânica - Taxonomia Vegetal). Instituto de Biologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-São Paulo.

MORELLATO, L. P. C. 2004. Phenology, sex ratio, and spatial distribution among dioecious species of *Trichilia* (Meliaceae). **Plant Biology** 6:491- 497.

MOUND, L. A. 2019. Thysanoptera (Thrips) of the World – a checklist. <<http://www.ento.csiro.au/thysanoptera/worldthrips.html>> Acesso em Maio de 2019.

MUELLNER, A. N. 2003. Molecular Phylogenetics of Meliaceae based on nuclear and plastid DNA sequences. **American Journal of Botany** 90: 417-480.

NADIA, T. L. et al. 2007. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Brazilian Journal of Botany** 30(1):89-100.

NIHEI, S. S. & SCHWARZ, E. A. 2011. On the first tachinid fly (Diptera, Tachinidae) carrying Asclepiadoideae pollinaria in the Neotropical Region. **Revista Brasileira de Entomologia** 55(3): 441–444.

OBERMULLER, E. A. 2008. O contraste entre síndromes de polinização e sistemas efetivos de polinização e suas perspectivas para ecossistemas associados à Mata Atlântica. **Natureza online** 1:42-47

OLIVEIRA, P. E & MARUYAMA, P. K. 2013. Sistemas reprodutivos. In: Rech AR, Agostini, K. Oliveira, P. E. Machado, I. C (eds.) **Biologia da polinização**. Ceres Belchior, Rio de Janeiro. P. 71-92.

OLLERTON, J. et al. 2009. A global test of the pollination syndrome hypothesis. **Annals of Botany** 103:1471-1480.

OLLERTON, J. et al. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? **Nordic Society Oikos** 120:321-326.

PASSOS, L. C. 1995. **Fenologia, polinização e reprodução de duas espécies de *Croton* (Euphorbiaceae) em mata semidecídua.** Dissertação (Mestrado em

Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PASTORE, J. A. 2002. Meliaceae In: Wanderley, M. G. L. Shepherd, G. J. Melhem, T. S. Giuliatti, A. M. Kirizama, M. (eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Instituto de Botânica, São Paulo, 2003. vol. 3, Pp. 225-240.

PATON, D. C. 1993. Honeybees in the australian environment. Does *Apis mellifera* disrupt or benefit the native biota? **Bioscience** 43(2): 95-103.

PATRÍCIO, P. C. & CERVI, A. C. 2005. O gênero *Trichilia* P Browne (Meliaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Biol. Par** 34: 27-71.

PAUW, A. 2006. Floral Syndromes Accurately Predict Pollination By A Specialized Oil-Collecting Bee (*Rediviva peringueyi*, Melittidae) In a Guild of South African Orchids (Coryciinae). **American Journal of Botany** 93(6): 917–926.

PENG, D. L. 2014. Plant sexual systems correlated with morphological traits: Reflecting reproductive strategies of alpine plants. **Journal of Systematics and Evolution** 52 (3): 368–377.

PENNINGTON, T. D. et al. 1981. **Meliaceae**. Flora Tropical Monograph, New York: Bronx.

PENNINGTON, T. D. 2016. Systematic treatment of American *Trichilia* (Meliaceae). **Phytotaxa** 259: 118-162.

PRIMACK, R. B. 1985. Longevity of individual flowers. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 16: 15 – 37.

RENNER, S. S. & RICKLEFS, R. E. 1995. Dioecy and its correlates in the flowering plants. **American Journal of Botany** 82: 596–606.

RENNER, S. S. 2014. The relative and absolute frequencies of angiosperm sexual systems: Dioecy, monoecy, gynodioecy, and an updated online database. **American Journal of Botany** 100(10): 1588–1596.

- RICHARDS, A. J. 1997. **Plant breeding systems**. Chapman & Hall London. 546p.
- SAKAI, S. 2001. Thrips pollination of androdioecious *Castilla elastica* (Moraceae) in a seasonal tropical forest. **American Journal of Botany** 88(9): 1527-1534.
- SCHMITT, J. A. 2013. **Fenologia e sistemas reprodutivos de espécies da família Meliaceae em uma floresta estacional semidecidual do sul do Brasil**. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Botânica) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. Brasil.
- SERRA, B. D. V & CAMPOS, L. A. 2010. Polinização Entomófila de Abobrinha, *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). **Neotropical Entomology** 39(2):153-159
- SILVA, F. C & SOARES-SILVA, L. H. 2000. Arboreal Flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** 57(1): 107- 120.
- SILVA, A. L. G. & PINHEIRO, M. C. B. 2007. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica** 21(1): 235-247.
- SILVA, A. D. 2009. **Ecologia reprodutiva e polinização por tripes (Thysanoptera) em *Ocotea porosa* (Lauraceae), uma espécie ameaçada de extinção**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SILVEIRA, F. A. et al. 2002. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**: Belo Horizonte. 253 p.
- SOMAVILLA, A. & KOHLER, A. 2012. Preferência floral de vespas (Hymenoptera, Vespidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **EntomologBrasilis** 5(1): 21 – 28.
- SOUZA, L. A. et. al. 2001. Morphology and Anatomy of the Flowers of *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. and *T. pallida* Sw.(Meliaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 44 (4): 383-393.
- SOUZA, V. C & LORENZI, H. 2012. **Botânica Sistemática - Guia ilustrado para a identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**,

baseado em **APG II**. 3ed. Nova Odessa, Plantarum.

STEFANO M. V. et al. 2015. Meliaceae. In Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10017>>. Acessado em: Janeiro de 2019.

SUÁREZ, N. F. 2017. **Polinização, biologia floral e caracterização fenológica em aceroleiras em clima tropical chuvoso**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal de São João del Rei, Campus Sete Lagoas, Minas Gerais.

TAVARES, J. M. et al. 2015. Contribution of insect pollination to *Macadamia integrifolia* production in Hawaii. **Proceedings of the Hawaiian entomological society** 47: 35-49.

TAYLOR, G. & WHELAN, R. J. 1988. Can honeybees pollinate *Grevillea*? **Australian Zoologist** 24(4): 193-196.

TEIXEDO, A. L. et al. 2018. One for all and all for one: retention of colour-unchanged old flowers increases pollinator attraction in a hermaphroditic plant. **Plant Biology** 21 (1): 167-175.

TEPEDINO, V. J. & PARKER, F. D. 1981. The effect of flower occupancy on the foraging of flower-visiting insects. **Psych** 88: 321–329.

TERRY, I. 2002. Thrips: the primeval pollinators? Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7th internacional symposium on Thysanoptera. <http://www.ces.csiro.au/thysanoptera/Symposium/Section6/23-Terry.pdf> (acesso em Maio de 2019).

THIEN, L. B. et al. 2000. New perspectives on the pollination biology of basal angiosperms. **International Journal of Plant Sciences** 161, 225-235.

TRIPLEHORN, C. A. & JONNISON, N. F. 2011. **Estudo dos insetos**. Tradução 7 edição, All Tasks. Editora Cengage Learning. São Paulo.

VARATHARAJAN, et al. 2016. Pollination potential of Thrips (Insecta: Thysanoptera) – an overview. **Zoos' Print Journal** 31(4) 6:12.

VÁSQUEZ, S. P. F. & WEBBER, A. C. 2010. Biologia floral e polinização de *Casearia grandiflora*, *Casearia javitensis* e *Lindackeria paludosa* (Flacourtiaceae) na região de Manaus, AM. **Brazilian Journal of Botany** 33(1):131-141.

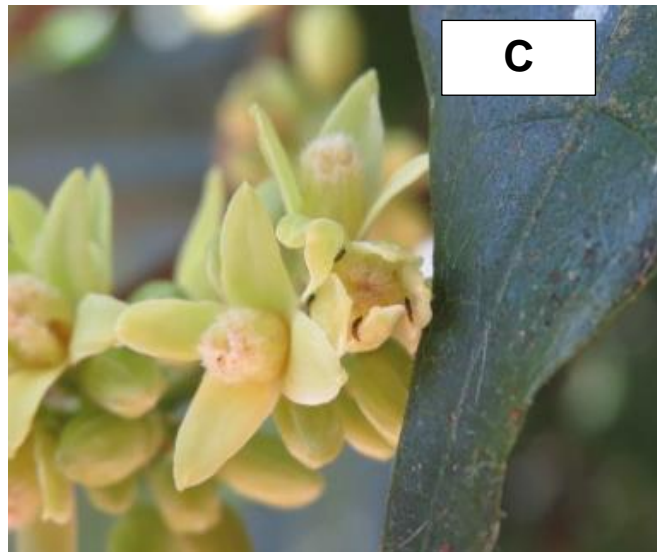
VERÇOZA, F. C. et al. 2012. Ecologia da polinização e potenciais dispersores da “marianeira” - *Acnistus arborescens* (L.) Schltdl. (Solanaceae) em área de Floresta Atlântica do Rio de Janeiro. **Natureza online** 10 (2): 59-64.

VIANA, B. F. & KLEINERT, A. M. P. 2005. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of Northeastern Brazil. **Biota Neotropica** 5: 1–17.

ZEREGA, N. J. C. et al. 2004. Pollination in the New Guinea endemic *Antiaropsis decipiens* (Moraceae) is mediated by a new species of thrips, thrips *Antiaropsidis* sp. nov. (Thysanoptera: Thripidae). **International Journal of Plant Sciences** 165(6): 1017-1026.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Flor de *T. casaretti* (A); Flor pistilada de *T. clausenii* (B) e flores de *T. pallida* visitadas por thrips C



APÊNDICE B - Modelo de experimento para eficiência em polinização por thrips. Indivíduo de *T. pallida* presente no campus da Universidade Estadual de Londrina, com frutos em desenvolvimento.



APÊNDICE C – Thrips observado em microscópio estereoscópio identificado como sendo do gênero *Frankliniella* sp.1, responsável pela polinização eficaz de *Trichilia casaretti*, *Trichilia claussemi* e *Trichilia pallida*.



APÊNDICE D – Flores de *T. casaretti*. Notar na figura à direita a característica de flor velha polinizada.



APÊNDICE E- Sumarização das principais características para esta pesquisa de *Trichilia casaretti*, *Trichilia clausenii* e *Trichilia pallida* do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina – Pr.

Espécie	Floração	Sistema sexual	Comprimento pétala (mm)	Odor	Pico de visitação	Polinizadores eficazes
<i>T. casaretti</i>	Nov-Dez	Hermafrodita	3,22	Forte e desagradável	Matutino	Thrips
<i>T. clausenii</i>	Set-Out	Dioico	♀ 1,63 e ♂ 1,77	Ausente	Matutino-Vespertino	Thrips
<i>T. pallida</i>	Jan-Março	Monoico	♀ 4,96 e ♂ 6,63	Adocicado	Matutino-Vespertino	Thrips, abelhas e moscas

Fonte: O autor