



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JAMILE AUGUSTA SCHMITT

**FENOLOGIA E SISTEMAS REPRODUTIVOS DE ESPÉCIES
DE MELIACEAE EM FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL**

Londrina
2013

JAMILE AUGUSTA SCHMITT

**FENOLOGIA E SISTEMAS REPRODUTIVOS DE ESPÉCIES
DE MELIACEAE EM FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Ciências Biológicas da
Universidade Estadual de Londrina, como
requisitos à obtenção do título de Mestre em
Ciências Biológicas.

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

Londrina
2013

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

S355f Schmitt, Jamile Augusta.
Fenologia e sistemas reprodutivos de espécies de Meliaceae em floresta estacional semidecidual do sul do Brasil / Jamile Augusta Schmitt. - Londrina, 2013.
135 f. : il.

Orientador: Silvana Buzato.
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2013.
Inclui bibliografia.

1. espécies arbóreas - Tese. 2. fenofases - Tese. 3. polinização controlada - Tese. 4. subdioica - Tese. I. Buzato, Silvana. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 58

JAMILE AUGUSTA SCHMITT

**FENOLOGIA E SISTEMAS REPRODUTIVOS DE ESPÉCIES
DE MELIACEAE EM FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Ciências Biológicas da Universidade
Estadual de Londrina, como requisitos à obtenção do
título de Mestre em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof^o. Dr^o. José Eduardo Lahoz da Silva
Ribeiro
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^o. Dr^o. Silvana Buzato
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^o. Dr^o. Edmilson Bianchini
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 11 de outubro de 2013

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, me deu a vida e a natureza para eu estudar.

Aos meus pais, Lourdes e Edilson, por estarem sempre ao meu lado, me dando força, apoio, me interrogando, e por irem comigo à campo. Obrigada principalmente ao meu pai, que nunca disse não ao me ajudar, pela sua insistência e seu apoio quando eu desanimava, por me fazer companhia tantas e tantas vezes e por ver mais cobras do que eu no Godoy.

Aos meus irmãos, Wagner e Helder por sempre ser companheiros, pela ajuda em campo e em casa.

Ao meu querido Arthur, pelas incansáveis ajuda em campo, pelas conversas, pelo apoio e incentivo, pelas boas risadas em minha companhia, obrigada mesmo pela ajuda, ela foi essencial para a finalização desse trabalho. Obrigada pelo carinho!

Ao meu querido orientador José Eduardo, pela confiança, apoio e incentivo e principalmente pela amizade.

Ao Edson e Cido pela amizade e principalmente pela ajuda em campo com o carregamento e transporte dos andaimes.

Aos “carregadores de andaimes” do laboratório de biosistemática vegetal: Zé Marcelo, Lucas, Raquel, Rafael – Cowboy, Marcos Yamada, Hugo, Marcus Navarro, Henrique, Luiz, sem vocês eu não teria conseguido.

As minhas amigas Deisy, Carla e Bia pela compreensão da minha ausência e pela fiel amizade.

A Bianca, pelos conselhos, compreensão e ensinamentos, que foram essenciais para a execução desse trabalho.

A Monica pela disponibilização da sua casa para guardar os andaimes, pela sua amizade, companhia, por estar sempre feliz e alegre.

A Universidade Estadual de Londrina, pela estrutura e disponibilização de transporte.

Ao programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas.

Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) pela permissão à pesquisa no Parque Estadual Mata dos Godoy.

Aos funcionários do Parque Estadual Mata dos Godoy, Nice, Daiane, Marcos, Zé da Mata, Clóvis, pela amizade, ajuda e companhia durante todos esses anos.

Ao Instituto Agrônomico do Paraná (IAPAR), pela cessão dos dados climáticos.

À Professora Prof^a. Dra. Silvana Buzato por participar da banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Edmilson Bianchini pelos conselhos, e por participar como membro da banca examinadora.

Ao professor Dr. José Antonio Pimenta e Halley pelas sugestões dadas como membro da banca de qualificação.

A todos os amigos da turma de 2011 do Mestrado em Ciências Biológicas, ou Turma do Petterson, pela amizade e parceria.

Muito Obrigada!

RESUMO

SCHMITT, Jamile Augusta. **Fenologia e sistemas reprodutivos de espécies de Meliaceae em floresta estacional semidecidual do sul do Brasil**. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Botânica) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2013.

A floresta estacional semidecidual encontra-se bastante ameaçada, devido aos processos de ocupação antrópica que dizimou a maior parte da cobertura vegetal. No estado do Paraná, esse tipo de floresta se restringe a menos de 3% do território. Para a preservação desses ambientes, observações fenológicas e o conhecimento dos sistemas reprodutivos das espécies arbóreas podem ser úteis para definição de estratégias que visem o manejo florestal e a sustentabilidade ecológica. A família Meliaceae é amplamente distribuída em florestas estacionais semidecíduais, e nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo descrever os padrões fenológicos de dez espécies dessa família, verificar se esses eventos são sazonais, relacionar as fenofases com fatores abióticos como temperatura, fotoperíodo e precipitação e, caracterizar os sistemas reprodutivos de quatro espécies. As observações fenológicas e os experimentos para determinar os sistemas reprodutivos foram realizados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), localizado no limite sul da zona tropical (23° 27' S e 51° 15' O). Foram realizados alguns experimentos para caracterização do sistema reprodutivo também em um pequeno fragmento florestal, localizado à 15Km do PEMG (23°22. S e 51°10' W). Ambas as áreas são cobertas com floresta estacional semidecidual, cujo clima é subtropical úmido, e não apresenta uma longa estação seca, embora possam ser definidas duas estações, uma úmida e quente de outubro a março e outra mais seca e fria de abril a setembro. As observações fenológicas foram realizadas em dez espécies em um período de quatro anos e seis meses não consecutivos. As observações foram mensais nos três primeiros anos e quinzenais no restante do estudo. Foram registradas as fenofases de abscisão foliar, brotamento, botões florais, antese, frutos imaturos e maduros, para cada espécie e calculados a proporção de indivíduos e o percentual de intensidade de Fournier em cada fenofase. Para testar a ocorrência de sazonalidade nas fenofases foi utilizada a estatística circular, e para avaliar as relações entre os fatores abióticos considerados e as fenofases foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s). Para caracterização dos sistemas reprodutivos, foram realizados experimentos de polinização controlada nas espécies *Trichilia pallida* Sw., *Trichilia pallens* C. DC., *Trichilia casaretti* C. DC., e em *Cabralea canjerana* subsp. *Canjerana* (Vell.) Mart, além de observações fenológicas e acompanhamento de cada indivíduo utilizado nos experimentos antes e após a realização dos mesmos. A abscisão

foliar e o brotamento na maioria dos indivíduos das espécies de Meliaceae foram sazonais e ocorreram na transição da estação seca para a úmida. Nessas fenofases houve maior quantidade de correlações com a temperatura e fotoperíodo. As fenofases de floração foram as mais sazonais de todo o estudo, sendo que a maioria das espécies floresceram na transição da estação seca para a úmida. Nessas espécies, houve maior quantidade de correlações com a precipitação de meses anteriores às observações fenológicas. As espécies que floresceram na estação úmida estiveram relacionadas ao aumento do fotoperíodo e da temperatura. O desenvolvimento dos frutos durou vários meses em todas as espécies, portanto não é muito sazonal e apresentou poucas correlações com os fatores abióticos. A dispersão dos frutos de Meliaceae ocorreu durante todo o ano, e apresentou padrão sazonal e poucas correlações com os fatores abióticos. A análise dos resultados dos experimentos de polinização controlada, e o acompanhamento dos indivíduos testados em campo indicaram que as espécies *C. canjerana* ssp. *canjerana* e *T. pallens* são subdioicas, enquanto *T. casaretti* é hermafrodita e *T. pallida* pode ser monóica ou ginomonóica. Através dos resultados deste estudo, percebe-se que as fenofases vegetativas e reprodutivas apresentam no geral padrão sazonal de ocorrência, como observado em outras florestas semidecíduas brasileiras. As fenofases vegetativas são mais sensíveis à mudanças nos fatores abióticos. As fenofases reprodutivas podem estar mais relacionadas à outros fatores, como por exemplo, fatores bióticos, devido às poucas correlações encontradas entre essas fenofases e os fatores abióticos. As fenofases reprodutivas ocorreram na mesma época do ano. Essa característica pode ser devido à dependência dessas fenofases aos vetores bióticos como polinizadores e dispersores de sementes, mantendo sua ocorrência sempre na mesma época como forma de garantir a presença dos vetores bióticos e o sucesso da polinização e dispersão. A correta caracterização dos sistemas reprodutivos foi possível devido a realização dos testes de polinização controlada juntamente com as observações fenológicas e o acompanhamento dos indivíduos experimentalmente testados antes e depois da floração.

Palavras-chave: comprimento do dia; espécies arbóreas; fenofases; polinização controlada; sazonalidade; subdioicia.

ABSTRACT

SCHMITT, Jamile Augusta. **Phenology and reproductive systems of Meliaceae in semi deciduous forest in southern Brazil**. 2013.135f. (Mestrado em Ciências Biológicas – Botânica) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2013.

The semideciduous forest is very threatened due to the processes of human occupation that wiped out most of the vegetation cover. In the state of Paraná, this forest type is restricted to less than 3% of the territory. To preserve these environments, phenological observations and knowledge of the reproductive systems of tree species may be useful for developing strategies aimed at forest management and ecological sustainability. The Meliaceae family is widely distributed in semi deciduous forests, and in this surrounding context, the present study aimed to describe the phenology of ten species of this family, check whether these events are seasonal phenophases correlate with environmental factors such as temperature, photoperiod and rainfall and characterize the reproductive systems of four species. Phenological observations and experiments to determine the reproductive systems were performed in Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), located on the southern edge of the tropical zone (23° 27'S and 51° 15'O). Some experiments were performed to characterize the reproductive system also in a small forest fragment, located 15Km from PEMG (23° 22'S and 51° 10'W). Both areas are covered with semideciduous forest, whose climate is humid subtropical, and does not present a long dry season, although they can be defined by two seasons, one wet and warm from October to March and a colder and drier from April to September . Phenological observations were carried out in ten species in a period of four years and six months not consecutive. The observations were monthly for the first three years and every two weeks in the rest of the study. Phenophases were recorded for leaf abscission, bud flower, anthesis, immature and mature fruits for each species and calculated the proportion of individuals and percentage of intensity Fournier in each phenophase. To test the occurrence of seasonality in phenophases was used circular statistics, and to evaluate the relationships between abiotic variables considered and phenophases used the Spearman correlation coefficient (r_s). To characterize the reproductive systems, experiments were carried out with controlled pollination in three species of *Trichilia* and *Cabralea canjerana* ssp. *Canjerana* (Vell.) Mart, and phenological observations and monitoring before and after each individual were used in the controlled pollination experiments. The bud flower and leaf abscission in most individuals of the species of Meliaceae were seasonal and occurred in the transition from dry to wet season. These phenophases was greater in amount of correlations with temperature and photoperiod. The stages of flowering were the most seasonal

of the entire study, whereas most species flourished in the transition from dry to wet. In these species, there was a higher correlation with the amount of precipitation months prior to phenological observations. The species that flourished in the wet season were related to increased photoperiod and temperature. The fruit lasted several months in all species, so there is very seasonal and little correlation with abiotic variables. Dispersal of fruits occurred throughout the year and showed little seasonal pattern and correlations with abiotic variables. Results of controlled pollination experiments, and monitoring of individuals tested in the field indicated that *C. canjerana* ssp. *canjerana* and *T. pallens* are subdioecious, while *T. casaretti* is hermaphroditic and *T. pallida* may be monoecious or ginomonoecy. The results of this study suggest that the vegetative and reproductive phenophases have overall seasonal pattern, as observed in other Brazilian semideciduous forests. The vegetative phenophases are more sensitive to changes in abiotic factors, observable changes in the behavior of these two phenophases in response to variation of abiotic factors. The reproductive phenophases may be more related to other factors, such as biotic factors, because of poor correlations between these factors and abiotic phenophases. The reproductive phenophases showed the same behavior regardless of the phenological changes in abiotic factors, occurring at the same time of the year. Such characteristic may be due to the dependence of the phenophases biotic vectors as pollinators and seed dispersers, always keeping its occurrence at the same time in order to ensure the presence of vectors and the success of biotic pollination and dispersal. The correct characterization of the reproductive systems was possible because the testing of controlled pollination along with the phenological observations and monitoring of individuals experimentally tested before and after flowering.

Keywords: day length; tree species; phenological phases; controlled pollination; seasonality; subdioecious.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	10
2	METODOLOGIA GERAL	17
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	17
	REFERÊNCIAS	23
3	ARTIGOS	29
3.1	ARTIGO A - FENOLOGIA DE DEZ ESPÉCIES ÁRBOREAS DE MELIACEAE EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL	29
3.2	ARTIGO B - FENOLOGIA E SISTEMAS REPRODUTIVOS DE QUATRO ESPÉCIES DA FAMÍLIA MELIACEAE EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL.....	68
	APÊNDICES	101
	APÊNDICE A - DOCUMENTOS SUPLEMENTARES ARTIGO 1: FIGURAS E TABELAS	102
	APÊNDICE B - DOCUMENTOS SUPLEMENTARES ARTIGO 2: FIGURAS E TABELAS	121

1 INTRODUÇÃO GERAL

A fenologia é o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos, das causas de sua ocorrência em relação aos fatores bióticos e abióticos e das relações entre esses eventos de uma mesma ou de diferentes espécies (Lieth, 1974).

A observação fenológica obtida de forma sistemática fornece subsídio para o entendimento sobre o estabelecimento de espécies, regeneração e crescimento das plantas, o período de reprodução e a disponibilidade de recursos alimentares (flores, frutos e sementes) dentro das comunidades (Morellato; Leitão-Filho, 1992), que podem estar associados a mudanças na qualidade e a abundância de recursos, como luz e água (Morellato; Leitão-Filho, 1990). Além disso, esses estudos possibilitam compreender as interações entre vegetal e animal, e a evolução da história de vida dos animais, como polinizadores e dispersores de sementes que dependem das plantas para alimentação (Morellato, 1991; Morellato; Leitão-Filho, 1992, 1996; Talora; Morellato, 2000; Van Schaik; Terborg; Wright, 1993).

Do ponto de vista ambiental, o conhecimento fenológico é fundamental para qualquer plano de manejo florestal, seja com objetivos econômicos ou de conservação, sendo importante para a compreensão da dinâmica das comunidades florestais, além de servir como indicador das respostas da vegetação às condições climáticas e edáficas (Fournier, 1974).

A maioria dos estudos fenológicos descrevem os padrões das fenofases de várias espécies pertencentes a uma ou diferentes formas de vida, de um tipo de vegetação ou de região geográfica definida (Morellato, 2003) e muitos enfocam as épocas de ocorrência ou sazonalidade das fenofases e a influência de fatores abióticos ou de processo bióticos sobre a fenologia das plantas. Segundo Van Schaik, Terborg e Wright (1993), a época de ocorrência de um evento fenológico estaria mais associado aos fatores climáticos, enquanto a amplitude ou intensidade de resposta estaria mais relacionada aos fatores bióticos (Van Schaik; Terborg; Wright, 1993). Além dos fatores climáticos e bióticos, ritmos endógenos podem sincronizar ou iniciar a atividade das plantas (Wright, 1991).

Em relação aos locais onde os estudos fenológicos têm sido realizados, verifica-se que alguns tipos de vegetações têm recebido mais atenção dos pesquisadores no Brasil, como florestas de terra firme ou florestas de terras baixas na Amazônia, florestas estacionais semidecíduais no bioma mata atlântica e em várias regiões de cerrado (Morellato, 2003).

O bioma mata atlântica é considerado uma das áreas mais ricas em biodiversidade e uma das mais ameaçadas no mundo, sendo formadas por um mosaico de vegetações (Fundação SOS Mata Atlântica, 2013), entre elas as florestas estacionais semidecíduais, que

ocupam grande parte do Estado do Paraná (46% do território), ocorrendo principalmente na região norte, noroeste e oeste (IPARDES, 2010). No entanto, o processo de ocupação antrópica dizimou a maior parte da cobertura vegetal do Paraná, restando apenas 11,8% da sua área original e de maneira fragmentada, sendo que nas áreas com floresta estacional semidecidual seus remanescentes são restritos a 2,3% do território, e sua maior reserva está localizada no Parque Nacional do Iguaçu (IPARDES, 2010; Fundação SOS Mata Atlântica, 2013). No Norte do Estado, a situação é ainda mais crítica, restando menos de 1% da cobertura vegetal nativa, que são dispersas em pequenas áreas de remanescentes (IPARDES, 2010; Moscheta *et al.*, 2002; Mourão *et al.*, 2002; Silveira, 2006, Souza *et al.*, 2001).

A floresta estacional semidecidual é um tipo de vegetação representada por plantas com formas de vidas distintas, constituídos por elementos arbóreos, que podem ser perenifólios ou decíduos, além de elementos arbustivos, lianas e epífitas (Veloso; Rangel-Filho; Lima, 1991). A sua área de ocorrência está relacionada a dois climas: um úmido e outro árido. Na zona tropical a região é marcada por seca no inverno e acentuadas chuvas no verão, e na zona subtropical o período seco é menor, porém o inverno é bastante frio o que determina o repouso fisiológico e queda parcial das folhas (IBGE, 2012).

Estas características climáticas são indicadas como fatores determinantes de uma forte estacionalidade das fenofases vegetativas e reprodutivas.

Morellato *et al.* (1989), Morellato e Leitão-Filho (1990, 1992, 1996) e Van Schaik, Terborg e Wright (1993) sugerem que vegetações com climas mais sazonais como florestas decíduas e semidecíduas apresentam maior periodicidade na produção de flores, folhas e frutos, sendo a alternância de estações seca e úmida apontada como o principal fator envolvido no desencadeamento das fenofases.

Vários estudos têm demonstrado que fatores abióticos e bióticos afetam os eventos fenológicos em florestas estacionais semidecíduais, podendo ser citados os trabalhos de Morellato *et al.* (1989), Morellato (1991, 1995) e Morellato e Leitão-Filho (1990, 1992, 1996) na região sudeste, e Mikich e Silva (2001) na região sul. Estes estudos são todos em nível de comunidade e através dos seus resultados percebe-se que os padrões fenológicos sazonais acompanham a estacionalidade climática.

A maioria das pesquisas fenológicas são em nível de comunidade vegetal e com o propósito muitas vezes de estudar a produção vegetal de recursos para consumidores primários, tais como frutos, sementes, flores e folhas, que sofrem variações temporais em praticamente todas as florestas tropicais, principalmente em ambientes sazonais (Bencke, 2005; Mikich; Silva, 2001; Morellato, 1991; Morellato *et al.* 2000; Morellato *et al.*, 1989; Novaes, 2007;

Perina, 2011; Rubim; Nascimento; Morellato, 2010; Sakai, 2001; Van Schaik; Terborg; Wright, 1993; Wright; Calderon, 1995).

Em nível populacional, especialmente em florestas semidecíduas do Sul do Brasil, têm-se poucos estudos (Bianchini; Pimenta; Santos, 2006, Dias; Oliveira-Filho, 1996; Emmerick, 2007; Pedroni; Sanches; Santos, 2002; Pereira; Rodrigues; Menezes Junior, 2007), sendo um aspecto importante a se considerar para estudos de conservação, pois a comparação da fenologia de diferentes espécies de uma família, ocorrendo no mesmo hábitat podem auxiliar na compreensão dos fatores reguladores das fenofases na família (Kochmer; Handel, 1986; Martin-Gajardo; Morellato, 2003; Sakai, 2001; Sun *et al.*, 1996).

Associado as pesquisas fenológicas o conhecimento dos processos reprodutivos de espécies arbóreas tropicais podem fornecer informações importantes para auxiliar na tomada de decisões em planos de manejos florestais, a fim de garantir a reprodução e manutenção da diversidade genética nas áreas manejadas e assegurar a sustentabilidade ecológica (Maués; Couturier, 2002; Maués, 2006). Além disso, o conhecimento do modo de reprodução em espécies vegetais pode ser uma importante ferramenta sobre os padrões de cruzamentos e a dinâmica dos processos evolutivos (Oliveira; Carvalho; Rosado, 2002).

Em áreas muito fragmentadas, como no Paraná, o processo de desflorestamento pode afetar o sucesso reprodutivo das espécies vegetais através da redução do número efetivo da população arbórea, diminuindo o número de indivíduos reprodutivos e conseqüentemente o número de doadores de pólen, podendo ser acompanhado por um decréscimo na população de polinizadores e na formação de frutos (Aizen; Feisinger, 1994, Cascante *et al.*, 2002; Quesada; Stoner, 2003). Sendo assim, a caracterização do sistema reprodutivo, fornece informações importantes para definição de estratégias que visem o manejo florestal e a conservação de espécies vegetais (Oliveira; Carvalho; Rosado, 2002).

A família Meliaceae possui cerca de 50 gêneros e 600 espécies (Souza; Lorenzi, 2012) distribuídas predominantemente nos trópicos de todo o mundo, sendo que nos neotrópicos há cerca de oito gêneros e 120 espécies de Meliaceae, apresentando importantes membros dentro da floresta tropical úmida (Pennington; Styles; Taylor, 1981). Devido a riqueza de espécies, essa família apresenta uma gama de estruturas de flor, frutos e sementes maiores do que qualquer outro grupo comparável (Pennington; Styles, 1975).

A família é importante também, pelo valor econômico dado ao seu potencial madeireiro, como o mogno (*Swietenia* sp.), cedro (*Cedrela* sp.) (Morellato, 1996; Morellato, 2004; Valmorbida, 2007) além de algumas espécies possuírem compostos ativos utilizados como inseticidas na agricultura, como o nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e algumas espécies

de *Trichilia* (Bogorni; Vendramim, 2005; Conceschi *et al.*, 2011; Cunha, 2004; Valmorbidia, 2007).

Nas regiões sul e sudeste brasileira, Meliaceae está entre as famílias mais abundantes, sendo componentes muito importantes no sub-bosque e dossel das florestas estacionais semidecíduais destas áreas (Barroso, 1992; Dias; Vieira; Paiva, 2002; Leite; Rodrigues, 2008; Soares-Silva; Soares-Silva *et al.*, 1992; Mikich; Silva, 2001).

O Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), local onde este estudo foi realizado, está localizado na região norte do estado do Paraná e é uma das maiores Unidades de Conservação do Estado (680 ha), sendo o principal remanescente florestal da região. É formado por floresta estacional semidecidual, apresentando histórico de conservação conhecido e vegetação em bom estado de conservação (Silveira, 2006).

Estudos fitossociológico realizados no norte do PEMG apontaram que Meliaceae é a família mais abundante possuindo maior número de indivíduos e consequentemente maior densidade, além de ser uma das famílias com o maior número de espécies (Soares-Silva; Barroso, 1992). Essa família também se destaca quanto ao número de espécies em outras áreas do parque, como próximos ao curso d'água (Soares; Kita; Silva, 1998), em uma topossequência (Silveira, 1993) e em áreas alagáveis (Bianchini *et al.*, 2003).

As espécies, *Cedrela fissilis* (Vell.), *Guarea kunthiana* A. Juss., *Guarea macrophylla* (Vell.), *Trichilia catigua* A. Juss, *Trichilia elegans* A. Juss, *Trichilia pallida* Sw., *Trichilia pallens* C. DC., *Trichilia casaretti* C. DC., *Trichilia claussenii* C. DC. e *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. são encontradas no PEMG, sendo as duas últimas as mais abundantes na região norte do parque (Soares-Silva; Barroso, 1992).

Pouco se conhece sobre o sistema reprodutivo dessas espécies. A maioria dos dados sobre a biologia reprodutiva e modo de reprodução foi obtido a partir de descrições morfo-anatômicas (Moscheta *et al.*, 2002; Patricio; Cervi, 2005; Pennington; Styles; Taylor, 1981, Souza *et al.*, 2001) provenientes na maioria das vezes de material botânico herborizado, os quais não são muitos conclusivos, devido a dificuldade no reconhecimento de órgãos sexuais viáveis e consequentemente a correta identificação do sistema reprodutivo.

A principal característica da família Meliaceae é a fusão parcial ou total dos filetes para formar o tubo estaminal (Pennington; Styles; Taylor, 1981). Muitas Meliaceae têm flores unissexuadas, mas sempre com a presença de estruturas do sexo oposto (Morellato, 1996), e esta tem sido uma das principais dificuldades para a correta identificação da sexualidade da flor e do sistema reprodutivo da espécie.

Em muitas taxa de Meliaceae, o pistilódio é bem desenvolvido morfologicamente, gerando dificuldade na interpretação da sexualidade floral, onde flores funcionalmente unissexuadas são interpretadas como flores bissexuadas, quando essa interpretação é baseada somente nos aspectos morfológicos da flor.

A dificuldade no reconhecimento do órgão funcional pode ser percebida em várias espécies de Meliaceae (Braggins; Large; Mabberley, 1999; Carmo, 2005; Moscheta *et al.*, 2002; Pennington; Styles; Taylor, 1981; Souza *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2002; Valmorbidia, 2007). Outra dificuldade é o porte arbóreo, com espécies de 10 a 30 metros de altura, que não facilita o acesso às flores e a realização de testes de polinização controlada.

Pennington, Styles e Taylor (1981) realizaram uma importante revisão taxonômica dessa família para as espécies encontradas nos neotrópicos. Dentre outras informações, descreveram o sistema reprodutivo, e verificaram a ocorrência de espécies monóicas, dióicas ou polígamas colocando em algumas espécies, literalmente, pontos de interrogação ao se referir ao sistema reprodutivo. Os autores enfatizam também que é necessário para a distinção e reconhecimento do sistema reprodutivo de muitas espécies de Meliaceae estudos conduzidos com populações em campo.

Meliaceae é subdivida em duas subfamílias, a Swietenioideae, as quais são formadas pelos gêneros neotropicais *Cedrela* P. Browne, *Swietenia* Jacquin, *Schmardaea* H. Karsten e *Carapa* Aublet, e Melioideae formada pelos gêneros restantes. Pennington, Styles e Taylor (1981) afirmaram que todas as espécies da subfamília Swietenioideae são monóicas, ao passo que espécies da subfamília Melioideae (as quais pertencem algumas espécies deste estudo) possuem o sistema reprodutivo diversificado.

Pennington e Styles (1975) reconheceram ainda que existem poucos casos confirmados de indivíduos hermafroditas na família, havendo predominância do sistema reprodutivo dióico nas espécies de Meliaceae. No entanto, o número de espécies consideradas exclusivamente dióicas foram posteriormente reconhecidas como monóicas ou polígamas (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

Alguns estudos tentaram fornecer dados sobre a biologia reprodutiva de algumas espécies de Meliaceae através de descrições morfo- anatômicas (Moscheta *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2002) e testes de polinização controlada (Carmo, 2005; Fuzeto; Barbosa; Lomônaco, 2001; Morellato, 1996, 2004). No entanto, ainda existe muita discordância em relação ao sistema reprodutivo de muitas espécies.

O gênero *Trichilia* P. Browne, por exemplo, é o que apresenta maior diversidade de estruturas e sistemas reprodutivos na família (Pennington; Styles; Taylor, 1981). De acordo

com esses autores, *Trichilia americana* (Sessé & Moc.), encontrada em florestas secas, podem apresentar flores unissexuadas ou bissexuadas na mesma planta, não definindo um sistema reprodutivo. Em *Trichilia micrantha* Benth., a flor pode ser unissexuada ou bissexuada e o sistema reprodutivo pode ser monóico ou dióico. Já a espécie *Trichilia septentrionalis* C.DC. é monóica e encontrada exclusivamente em florestas úmidas.

Trichilia claussenii C.DC., *Trichilia pallida* Sw., *Trichilia catigua* A. Juss e *Trichilia elegans* A. Juss, ocorrentes em uma floresta estacional semidecidual no Estado de São Paulo, segundo Morellato (2004), são espécies estritamente dióicas. No entanto, Souza *et al.*, (2001), em uma floresta estacional semidecidual do norte do Paraná, não encontraram na população de *T. catigua*, *T. elegans* e *T. pallida* indivíduos estritamente dióicos, referindo-se ao sistema reprodutivo dessas espécies como monóico em maior ou menor grau.

Em alguns estudos têm sido registrado a ocorrência de formação de frutos em indivíduos com fenótipos tipicamente masculinos, como em *T. catigua* (Moscheta, 1995), *Cabralea canjerana* spp. *polytricha* (A. Juss.) T. D. Penn. (Fuzeto; Barbosa; Lomônaco, 2001) e *Dysoxylum spectabile* (Forst. F.) Hook.f. (Braggins; Large; Mabberley, 1999; Gardner, 2009). Nestes trabalhos os autores consideraram que as espécies são respectivamente: polígama dióica; dióica; e dióica com indivíduos raramente hermafroditas e justificam que a formação de frutos pode ser devido à formação de algumas flores bissexuadas nos indivíduos masculinos (Moscheta, 1995; Braggins; Large; Mabberley, 1999), ou que o processo de evolução para total dioiccia ainda não foi concluído (Fuzeto; Barbosa; Lomônaco, 2001).

Para as espécies dos gêneros *Cedrela*, *Swietenia* e *Schmardaea*, Pennington, Styles e Taylor (1981) descreveram seu sistema sexual como monóicos e em espécies de *Guarea* F. Allam. ex L., os estudos com material herborizado têm indicado que as espécies são dióicas, como encontrado em *G. carinta* Ducke.

Em outras espécies, como *Guarea silvatica* C.DC., não foi detectada diferenças morfológicas florais ou nas inflorescências, embora em populações naturais alguns indivíduos apresentem flores funcionalmente pistiladas, que produzem frutos todos os anos, enquanto outros formem flores, funcionalmente, estaminadas (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

Com o crescente interesse nos estudos sobre biologia reprodutiva, evolução e dimorfismo sexual nas plantas, há grande diversidade de expressões ao se referir ao sistema reprodutivo das espécies (Sakai; Weller, 1999). Nesse sentido, esse estudo seguiu a terminologia proposta por Sakai e Weller (1999) que descreve detalhadamente conceitos e definições sobre a nomenclatura utilizada nestes tipos de pesquisas.

Pouco se sabe sobre o sistema reprodutivo das Meliaceae, o que é a chave principal para o entendimento do seu sucesso reprodutivo e sobrevivência na floresta. Dados reprodutivos associados à observações fenológicas, podem ser utilizados na implantação de projetos de reflorestamentos, a fim de reduzir os custos de implantação e visar o sucesso do replantio, pois fornecem dados sobre a época favorável à coleta de sementes, ao plantio de mudas e a quantidade necessária de indivíduos para garantir a polinização.

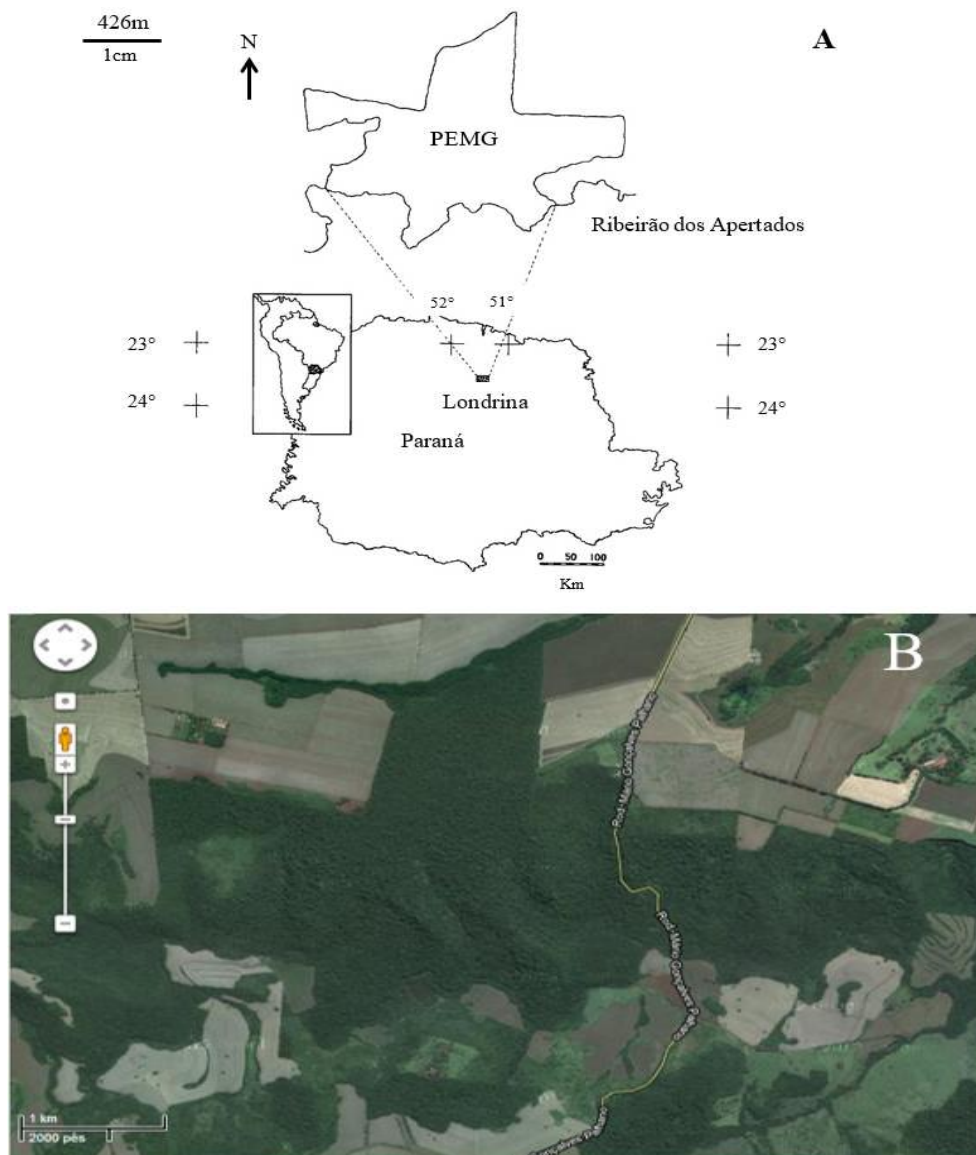
Considerando ainda que existem evidências de que os padrões reprodutivos não são adaptativos e são conservados entre taxa intimamente relacionados (Kochmer; Handel, 1986), espera-se também que este trabalho possa auxiliar em futuras pesquisas sobre abordagens filogenéticas permitindo reconhecer e entender a diversidade dos sistemas reprodutivos, de forma que se evidencie a importância do parentesco entre as espécies na expressão de seus padrões reprodutivos.

2 METODOLOGIA GERAL

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), localizado no município de Londrina, Paraná, sul do Brasil ($23^{\circ} 27'S$ e $51^{\circ} 15'W$, centro de visitantes) (Fig. 1), e altitude variando de aproximadamente 500 a 600 m acima do nível do mar (Bianchini *et al.*, 2003). O PEMG é cortado pelo Trópico de Capricórnio, estando no limite sul da zona tropical (Bianchini; Pimenta; Santos, 2001).

Figura 1- A) - Localização do Parque Estadual Mata dos Godoy ($23^{\circ} 27'S$ e $51^{\circ} 15'W$), cidade de Londrina, Estado do Paraná, Brasil B) Imagem de satélite da área do Parque Estadual Mata dos Godoy.



Fonte: A) Adaptado de Silva e Soares-Silva (2000); B) Google Maps (2012).

O PEMG possui 680 ha de floresta estacional semidecidual legalmente protegidos, com boas condições de preservação e histórico de conservação conhecido, sendo circundadas por terras cultivadas, pastagens, áreas florestadas e reflorestadas (Bianchini *et al.*, 2003; Bianchini; Pimenta; Santos, 2006; Soares-Silva; Barroso, 1992). O relevo do PEMG situa-se sobre planície suave na porção norte e colinas paralelas com declive moderado na porção sul, onde é delimitado pelo Ribeirão dos Apertados, único curso de água permanente do PEMG (Soares-Silva; Barroso, 1992).

A fisionomia da vegetação é decorrente da heterogeneidade da paisagem (Silveira, 2006), sendo possível identificar diferenças na vegetação do PEMG devido a áreas como topo de encosta, encosta e planície alagável. Sendo o sub-bosque e o dossel destas áreas, os estratos mais conhecidos (Silveira, 2006).

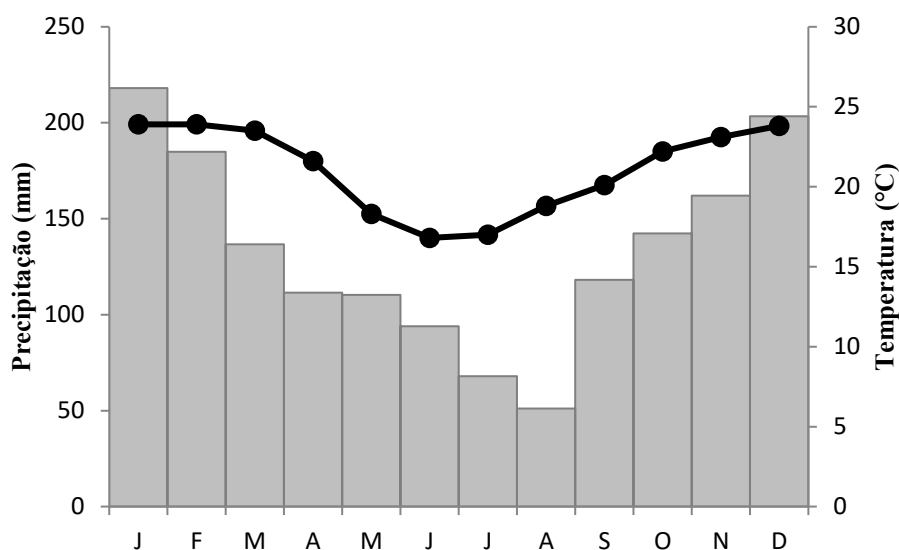
As famílias mais representativas em levantamento fitossociológico do estrato arbóreo realizado na área do PEMG foram: Myrtaceae, Meliaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae e Fabaceae (Soares-Silva; Barroso, 1992).

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen (1948) é do tipo Cfa – clima subtropical úmido, caracterizado com verão quente e sem estação seca definida, com temperatura média no mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C (IAPAR, 2013).

A média histórica do clima, de um período de 36 anos (1976 a 2012) para a região de Londrina, mostra precipitação total anual média de 1.604 mm e temperatura média de 21,2°C, sendo janeiro e fevereiro os meses mais quentes do ano com temperatura média de 23,9°C e junho o mês mais frio do ano com temperatura média de 16,8°C (IAPAR, 2013).

O período com maior precipitação ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro com médias mensais em torno de 200 mm, já os meses mais secos ocorrem em julho e agosto, meses nos quais a precipitação total mensal, em média, fica abaixo dos 70 mm (Fig. 2).

Figura 2- Médias mensais de precipitação (barras) e temperatura (---) para a região de Londrina, Paraná, Brasil, calculadas com base no registro histórico de janeiro de 1976 a dezembro de 2012



Fonte: IAPAR (2013).

Mesmo não havendo sazonalidade climática pronunciada na região é possível distinguir uma estação mais quente e úmida de outubro a março e outra estação mais fria e menos chuvosa de abril a setembro, denominada neste estudo de estação seca (Fig. 2). Essa terminologia seguiu definição proposta por Van Schaik, Terborg e Wright (1993), sendo locais sazonalmente secos aqueles que apresentam pelo menos dois meses secos por ano, e locais não sazonais aqueles que não possuem ou apresentam apenas um mês seco por ano. Entende-se como mês seco aquele com precipitação média menor que 60 mm (Walter *apud* Van Schaik; Terborg; Wright, 1993) Durante o período de estudo foi observado grande variação na precipitação (Fig. 3). No primeiro e no segundo ano de estudo (out/2007- set/2008 e out/2008 - set/2009), a precipitação total anual foi de 1.599 mm e 1.796 mm, respectivamente, valores semelhantes à média histórica, no entanto chuvas atípicas e muito superiores a média ocorreram na estação seca, como no mês de agosto/ 2008 e julho/ 2009 (Fig. 3).

No terceiro ano de estudo (out/2009 - set/2010) a precipitação total anual foi de 2.129 mm, muito superior à média histórica e com maior distribuição de chuvas durante a estação úmida. Neste ano a estação seca foi mais semelhante à média histórica que nos anos anteriores.

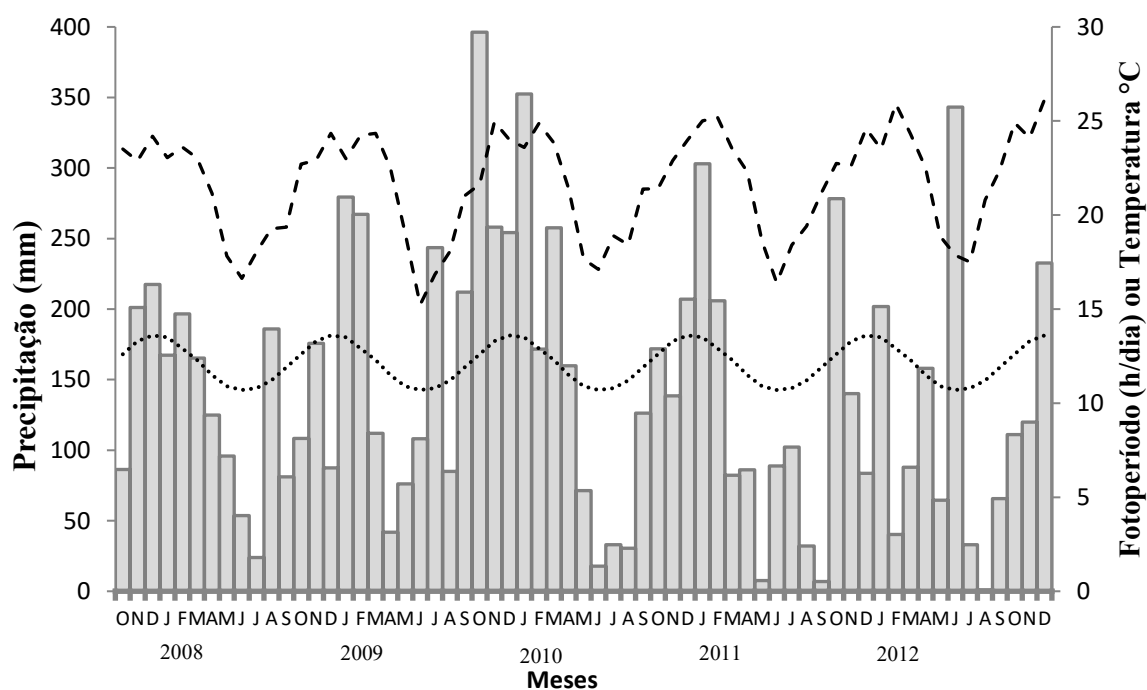
O quarto ano de estudo (jul/2011 - jun/2012) apresentou uma estação seca mais acentuada, com precipitação total anual de 1.159 mm, mais seco do que a média histórica e com precipitação abaixo da média nos meses de dez/2011 e fev/2012 (Fig. 3), meses considerados

como estação úmida. No entanto, no mês de jun/2012, a precipitação total mensal foi atípica e muito superior à média (343 mm) (Fig. 3).

De jul/2012 a dez/2012 novamente ocorreu uma estação seca mais severa, com precipitação para este período muito inferior à média, (34 mm de precipitação somando-se os meses de julho e agosto) (Fig. 3). Não houve grandes variações na temperatura média mensal quando se compara o mesmo mês entre os anos de estudo (Fig. 3), e médias anuais para os quatro anos de estudo foram de 21°C, 21.2°C, 21.4°C e 22,4, respectivamente, sendo o período de jul/2011 – jun/2012 o ano mais seco e quente do período de estudo.

Os dados climáticos de temperatura e precipitação foram obtidos junto a Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná- IAPAR (23°22. S e 51°10. W), distante cerca de 15 km da área de estudo, a 585m de altitude. O fotoperíodo médio mensal foi calculado de acordo com o modelo proposto por Forsythe, Rykiel Junior e Stahl (1995), apresentando valor máximo de 13,6 h no mês de dezembro e valor mínimo no mês de junho com 10,7 h (Fig. 3).

Figura 3 - Precipitação total mensal (barras) e médias mensais de temperatura do ar (--) e fotoperíodo [...] para a região de Londrina, Paraná, Brasil, no período de outubro 2007 a dezembro de 2012



Fonte: IAPAR (2013).

Espécies Estudadas

Cabrlea canjerana (Vell.) Mart. ssp. *canjerana* é uma espécie arbórea, secundária inicial (DIAS *et al.*, 1998) que pode atingir até 40 m de altura, mas frequentemente florescem com pouco menos de 10 m. É conhecida popularmente como canjarana e ocorre desde a Costa Rica até o nordeste da Argentina (Pennington; Styles; Taylor, 1981). Na área de estudo, esta espécie ocupa o dossel (Silva; Soares-Silva, 2000).

Cedrela fissilis (Vell.) é uma planta de porte arbóreo que pode atingir de 10 a 25m de altura (Carvalho, 2003). Popularmente conhecida como cedro, é uma espécie secundária tardia, ocupa o dossel da floresta (Silva; Soares-Silva, 2000) e possui ampla distribuição, desde a Argentina ao Panamá e Costa Rica (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

Guarea macrophylla (Vell.) é uma planta arbórea de até 20 m de altura (Pennington; Styles; Taylor, 1981). Na área de estudo se apresentam como pequenas árvores que não ultrapassam 6 m de altura. Conhecida popularmente como marinheiro do brejo (Ramos *et al.*, 2008) ou pau d'arco (Souza *et al.*, 2002), ocupa o sub-bosque da área de estudo e é considerada como uma espécie clímax (Silva; Soares-Silva, 2000). No Brasil possui ampla distribuição, desde o Rio Grande do Sul até o Rio de Janeiro e Minas Gerais, estendendo-se para o norte do Mato Grosso, no Distrito Federal e Amazonas, ocorrendo também no Peru (Stefano; Calazans; Sakuragui, 2013).

Guarea kunthiana A. Juss. possui hábito arbóreo, pode atingir até 30 m de altura, e é conhecida popularmente como peloteira (Pennington; Styles; Taylor, 1981) ou marinheiro (Ramos *et al.*, 2008). É considerada uma espécie clímax e ocupa o sub-bosque da área de estudo (Silva; Soares-Silva, 2000). A distribuição de *Guarea kunthiana* é bem ampla, ocorrendo desde a Costa Rica e Panamá, por toda na floresta tropical do sul da América incluindo a floresta Atlântica do Paraná, ocorrendo também no Paraguai e Bolívia (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

Trichilia casaretti C.DC. possui hábito arbóreo e atinge até 10 m de altura (Pennington; Styles; Taylor, 1981) e é conhecida popularmente como baga de morcego (Ramos *et al.*, 2008), sendo considerada uma espécie clímax encontrada no sub-bosque da área de estudo (Silva; Soares-Silva, 2000). No Brasil a espécie ocorre na floresta atlântica do sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

Trichilia catigua A. Juss. é uma pequena árvore, menor que 10 m de altura (Pennington; Styles; Taylor, 1981). Na área de estudo os indivíduos desta espécie não

ultrapassam 5 m de altura, ocorrendo no sub-bosque da floresta. Conhecida popularmente como catiguá (Pennington; Styles; Taylor, 1981; Ramos *et al.*, 2008). Pode ser encontrada no sudeste do Brasil (Paraná e Santa Catarina), nordeste da Argentina e Paraguai, estendendo ao oeste da Bolívia (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

Trichilia clausenii C.DC. é uma espécie arbórea, que pode atingir até 13 m de altura (Soares-Silva; Barroso, 1992), ocupa o sub-bosque da floresta e é considerada como clímax na área de estudo (Silva; Soares-Silva, 2000). Conhecida popularmente como catiguá de três folhas ou catiguá vermelho (Ramos *et al.*, 2008), esta espécie ocorre no sul do Brasil, no Paraguai, norte da Argentina e estende-se até as encostas baixas da Bolívia (Pennington; Styles; Taylor, 1981). Esta espécie é a mais abundante e bem distribuída porção norte do PEMG (Soares-Silva; Barroso, 1992), onde foram realizadas as observações fenológicas.

Trichilia elegans A. Juss. é uma espécie arbórea que não atinge 10 m de altura (Pennington; Styles; Taylor, 1981). Na área de estudo, os indivíduos amostrados foram inferiores a 5 m de altura e são popularmente conhecidos como catiguazinho ou pau de ervilha (Ramos *et al.*, 2008). Também é uma espécie clímax que ocorre no sub-bosque do PEMG (Silva; Soares-Silva, 2000). A espécie ocorre principalmente no sul do Brasil, Paraguai e norte da Argentina (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

Trichilia pallens C.DC. é uma espécie clímax encontradas no sub-bosque do PEMG (Silva; Soares-Silva, 2000). De acordo com Pennington, Styles e Taylor (1981), esta espécie não ultrapassa 5 m de altura, embora na área de estudo foram observados indivíduos de até 7 m. Conhecida popularmente também como baga de morcego, esta espécie ocorre nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e no norte do Rio Grande do Sul (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

Trichilia pallida Sw. são árvores de até 25 m de altura (Pennington; Styles; Taylor, 1981) consideradas também como clímax e ocupa o estrato do sub-bosque da área de estudo (Silva; Soares-Silva, 2000). Conhecida popularmente como catiguá (Lorenzi, 2002) possui uma ampla distribuição estendendo do México, na Costa Rica, Panamá, Colômbia até o norte da Argentina e no Paraguai (Pennington; Styles; Taylor, 1981).

REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A.; FEISINGER, P. Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. **Ecology**, New York, v. 75, p. 330-351, 1994.
- BENCKE, C. S. C. **Estudo da fenologia de espécies arbóreas em uma floresta semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS**. 2005. 65 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F. A. M. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, p. 595-602. 2006.
- BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F. A. M. Spatial and temporal variation in the canopy cover in a tropical semi-deciduous forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, p. 269-276, 2001.
- BIANCHINI, E.; POPOLO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 17, p. 405-419, 2003.
- BOGORNI, P.C.; VENDRAMIM, J. D. Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 311-317, 2005.
- BRAGGINS, J. E.; LARGE, M. F.; MABBERLEY, D. J. Sexual arrangements in kohekohe (*Dysoxylum spectabile*, Meliaceae). **Telopea**, Wales, v. 8, p. 315-324, 1999.
- CARMO, R. M. **Biologia reprodutiva de *Cabrlea canjerana* spp. *canjerana* (Meliaceae) e a influência do tamanho do fragmento florestal no sucesso reprodutivo e diversidade genética**. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- CARVALHO, P. E. R. Cedro. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação e Tecnológica, 2003. p. 383-393.
- CASCANTE, A.; QUESADA, M.; LOBO, J. J.; FUCHS, E. A. Effects of dry forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. **Conservation Biology**, Boston, v. 16, n. 1, p. 137-147, 2002.
- CONCESCHI, M. R.; ASANTE, T. F.; MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D.; SOSSAI, V. L. M.; PIZZETA, L. C.; CORBANI, R. Z. Efeito de extratos aquoso de *Azadirachta indica* e de *Trichilia pallida* sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho. **BioAssay**, Maceió, v. 6, n. 1, p. 1-6, 2011.
- CUNHA, U. S. **Busca de substâncias de *Trichilia pallida* e *Trichilia pallens* (MELIACEAE) com atividade sobre a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (MEYRICK) (LEP.: GELECHIIDAE)**. 2004. 126 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua em Lavras, MG. **Cerne**, Lavras, v. 2, p. 66-88, 1996.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A.; LOBO, P. C. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 183-195, 1998.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; PAIVA, R. C. Florística e fitossociologia das espécies arbóreas das florestas da bacia do rio Tibagi. In MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATA, O. A.; PIMENTA, J. A. (org.). **A bacia do Rio Tibagi**. Londrina: Edição dos Editores, 2002. p. 109-124.

EMMERICK, J. M. **Fenologia de *Ficus glabra* Vell. e *Ficus insipida* Wild. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina- PR**. 2007. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

FORSYTHE, W. C.; RYKIEL JUNIOR, E. J.; STAHL, R. S.; WU, Hsin-I; SCHOOLFIELD, R. M. A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 80, n. 1, p. 87-95, 1995.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, Costa Rica, v. 24, n. 4, p. 422-424, 1974.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2011-2012**. São Paulo: Fundação SOS, 2013. 61p.

FUZETO, A. P.; BARBOSA, A. A. A.; LOMÔNACO, C. *Cabrlea canjerana* spp. *polytricha* (A. Juss.) T. D. Penn. (MELIACEAE), uma espécie dióica. **Acta Botanica Brasílica**, Brasília, v. 15, n. 2, p.167-175, 2001.

GARDNER, R. O. Sexuality of *Dysoxylum spectabile* (Meliaceae). **New Zealand Natural**, New Zealand, v. 34, p. 63-68, 2009.

IAPAR - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. **Médias históricas em estações do IAPAR**. Londrina: IAPAR, 2013. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm. Acesso em: 8 ago. 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 274 p.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Dinâmica ambiental do Estado do Paraná**. Curitiba: IPARDES, 2010. 38p. (Nota técnica IparDES n. 13).

KOCHMER, J. P.; HANDEL, S. N. Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. **Ecological Monographs**, Washington, v. 56, n. 4, p. 303-325, 1986.

LEITE, E. C.; RODRIGUES, R. R. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no Sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 583-595, 2008.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. *In*: LIETH, H. (ed.). **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer Verlag, 1974. p. 3-19.

LORENZI, H. **Árvores** brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v. 2, 373 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil. 2. ed. São Paulo: Nova Odessa. 2002. 373 p.

MARTIN-GAJARDO, I. S.; MORELLATO, L. P. C. Inter and intraspecific variation on reproductive phenology of the Brazilian Atlantic forest Rubiaceae: ecology and phylogenetic constraints. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 51, n. 3, p.691-698, Sept. 2003.

MAUÉS, M. M. **Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e a sua importância para o manejo e conservação florestal**: Floresta Nacional do Tapajós (Belterra – PA). 2006. 218f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MAUÉS, M. M.; COUTURIER, G. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu- camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.)Mc Vaugh, Myrtaceae) no Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 441-448, 2002.

MIKICH, S. B.; SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocórias de remanescentes de floresta estacional semidecidual no Centro – Oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v. 15, n. 1, p. 163-173, 2001.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. *In*: LEITÃO-FILHO, H. F.; MORELLATO, L. P. C. (org.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas: UNICAMP, 1995. p. 187-192.

MORELLATO, L. P. C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1991. 203 f. Tese (Doutorado Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

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

MORELLATO, L. P. C. South America. *In*: SCHUWARTZ, M. D. (ed.). **Phenology**: an integrative environmental science. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 75-92.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo v.50, p.163-173, 1990.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão de sementes na Serra do Japi. *In*: MORELLATO, L. P. C. (ed.). **História natural da Serra do Japi**: ecologia e preservação de uma área florestal do sudeste do Brasil. Campinas: Editora Unicamp: Fapesp, 1992. p. 112-140.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian Forest. **Biotropica**, St Louis, v. 28, n. 2, p. 180-191, 1996.

- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japí. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.
- MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, São Paulo, v. 32, p. 811-823, 2000.
- MORELLATO, P. L. C. **Fenologia, razão sexual e distribuição espacial em espécies dióicas de *Trichilia* (Meliaceae)**. 1996. 67 f. Tese (Doutorado em Botânica-Taxonomia Vegetal) – Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1996.
- MOSCHETA, I. S. **Morfologia e desenvolvimento dos frutos, sementes e plântulas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss. e *Trichilia catigua* A. Juss. (Meliaceae – Melioideae)**. 1995. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.
- MOSCHETA, Ismar Sebastiao; SOUZA, Luiz A. de; MOURAO, Kathia Socorro Mathias; ROSA, Sonia Maciel da; MOSCHETA, I. S. Morfo-anatomia e aspectos da biologia floral de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (Meliaceae). **Acta Científica Venezuelana**, Caracas, v. 53, p. 239-244, 2002.
- MOURÃO, K. S. M.; PINTO, D. D.; SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S. Morfo-anatomia da plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw. (Meliaceae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 601-610, 2002.
- NOVAES, T. G. **Fenologia reprodutiva de espécies da região de Londrina, PR**. 2007. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.
- OLIVEIRA, A. F.; CARVALHO, D.; ROSADO, S. C. S. Taxa de cruzamento e sistema reprodutivo de uma população natural de *Copaifera langsdorffii* Desf. Na região de Lavras (MG) por meio de isoenzimas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 331-338, 2002.
- PATRICIO, P. C.; CERVI, A. C. O gênero *Trichilia* P. Browne (Meliaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 34, n. 1-4, p. 27-71, 2005.
- PEDRONI, F.; SANCHES, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.- Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 183-194. 2002.
- PENNINGTON, T. D.; STYLES, B. T. A generic monograph of the Meliaceae. **Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, Leiden, v. 22, n. 3, p. 419–540, 1975.
- PENNINGTON, T. D.; STYLES, B. T.; TAYLOR, D. A. H. Meliaceae. In: ZANONI, Thomas (ed.). **Lista de monografias da flora neotropica**. New York: Instituto de Botânica Sistemática, 1981. v. 28.

- PEREIRA, R. A. S.; RODRIGUES, E.; MENEZES JUNIOR, A. O. Phenological patterns of *Ficus citrifolia* (Moraceae) in a seasonal humid-subtropical region in Southern Brasil. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 188, p. 265-275.2007.
- PERINA, B. B. **Fenologia de espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecidual do Sul do Brasil**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- QUESADA, M.; STONER, K. E. Effects of habitat disruption on the activity of nectarivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a dry tropical forest; implications for reproductive success of the Neotropical tree *Ceiba grandiflora*. **Oecologia**, Berlin, v. 135, p. 400-406, 2003.
- RAMOS, V. S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F.; RODRIGUES, R. R. **Árvores da floresta estacional semidecidual: guia de identificação de espécies**. São Paulo: Biotá: Fapesp, 2008. 313 p.
- RUBIM, P.; NASCIMENTO, H. E. M.; MORELLATO, L. P. C. variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta aemidecídua no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 24, p. 756-764, 2010.
- SAKAI, A. K.; WELLER, S. G. Gender and sexual dimorphism in flowering plants: a review of terminology, biogeographic patterns, ecological correlates and phylogenetic approaches. In: GEBER, M. A.; DAWSON, T. E. DELPH, L. F. (ed.). **Gender and dimorphism in flowering plants**. Berlin: Springer, 1999. p. 1-36.
- SAKAI, S. Phenological diversity in tropical forests. **Population Ecology**, Tokyo, v. 43, p. 77-86, 2001.
- SILVA, F. C.; SOARES-SILVA, L. H. Arboreal flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR. Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Cambridge, v. 57, n. 1, p. 107-120, 2000.
- SILVEIRA, M. A vegetação do Parque Estadual Mata dos Godoy. In: TOREZAN, J. M. (org.). **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy**. Londrina: Itedes, 2006. p.19-27.
- SILVEIRA, M. **Estudo da vegetação em uma topossequência no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina – PR**. 1993. 100f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993
- SOARES-SILVA, L. H.; BARROSO, G. M. Fitossociologia de estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-Pr, Brasil. In: CONGRESSO SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 8., 1992, São Paulo. **Anais [...]**. Campinas: SBSP, 1992. p. 101-112.
- SOARES-SILVA, L. H.; BIANCHINI, E.; FONSECA, E. P.; DIAS, M. C.; MEDRI, M. E.; ZANGARO FILHO, W. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice, município de Ibiporã, PR. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 199-206, 1992.

- SOARES-SILVA, L. H.; KITA, K. K.; SILVA, F. C. Fitossociologia de um trecho de floresta de galeria no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 3, p. 46-62, 1998
- SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; ROSA, S. M. da. Morfo-anatomia da flor de *Guarea kunthiana* A. Juss. e de *Guarea macrophylla* Vahl. (Meliaceae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 591-600, 2002
- SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; SILVÉRIO, A. A. 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**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 383-394, 2001.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para a identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2012.
- STEFANO, M. V.; CALAZANS, L. S. B.; SAKURAGUI, C. M. Meliaceae in. *In*: REFLORA. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Refflora, 2013. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB19742>. Acesso em: 1 ago. 2013.
- SUN, C.; KAPLIN, B. A.; KRISTENSEN, K. A.; MUNYALIGOGA, V.; MVUKIYUMWAMI, J.; KAJONDO, K. K.; MOERMOND, T. C. Tree phenology in a tropical montane forest in Rwanda. **Biotropica**, Hoboken, v. 28, p. 668-681, 1996.
- TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.
- VALMORBIDA, J. **Propagação da espécie *Trichilia catigua* A. Juss. (catiguá)**. 2007. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2007.
- VAN SCHAIK, C. P.; TERBORG, J. W.; WRIGHT, J. S. The phenology of tropical forest: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 24, p. 353-377, 1993.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124p.
- WRIGHT, S. J. Seasonal drought and the phenology of understory shrubs in a tropical moist forest. **Ecology**, New York, v. 72, p. 1643-1657, 1991.
- WRIGHT, S. J.; CALDERON, O. Phylogenetic patterns among tropical flowering phenologies. **Journal of Ecology**, London, v. 83, p. 937-948, 1995

3 ARTIGOS

3.1 ARTIGO A

FENOLOGIA DE DEZ ESPÉCIES ÁRBOREAS DE MELIACEAE EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL¹

Jamile Augusta Schmitt²¹ José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro³²

RESUMO

(Fenologia de dez espécies arbóreas de Meliaceae em floresta estacional semidecidual no Sul do Brasil). Espécies arbóreas de florestas tropicais localizadas em menores latitudes e com estacionalidade climática tendem a ajustar a fenologia de abscisão foliar, brotamento, botões florais, antese e frutificação à sazonalidade climática. Neste estudo, a fenologia vegetativa e reprodutiva de dez espécies da família Meliaceae de uma floresta estacional semidecidual foram acompanhadas por mais de quatro anos e analisadas suas relações com fatores abióticos (temperatura, precipitação e fotoperíodo). O estudo foi realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) (23° 27'S e 51° 15'O), cujo clima é subtropical úmido, sem uma longa estação seca, embora possam ser definidas duas estações, uma úmida e quente de outubro a março e outra mais fria e seca de abril a setembro. As observações foram mensais nos três primeiros anos e quinzenais no restante do estudo. Para cada espécie, em cada fenofase foram calculados a proporção de indivíduos e o percentual de intensidade de Fournier em cada fenofase. Para testar a ocorrência de sazonalidade nas fenofases utilizou-se a estatística circular, e para avaliar as relações entre os fatores abióticos considerados e as fenofases utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman (rs). A abscisão foliar e brotamento foram sazonais na maioria das espécies, ocorrendo principalmente na transição da estação seca para a úmida, com a maioria das correlações com a temperatura e o fotoperíodo. As fenofases de floração foram as mais sazonais de todo o estudo, sendo que nas espécies que floresceram na transição da estação seca para úmida houve maior correlação com a precipitação de meses anteriores às observações, e espécies que floresceram na estação úmida estiveram relacionadas ao aumento da temperatura e fotoperíodo. Os frutos imaturos permaneceram na planta por vários meses, portanto não é muito sazonal e apresentou poucas correlações com os fatores abióticos. A dispersão dos frutos ocorreu durante todo o ano, e apresentou padrão sazonal e poucas correlações com os fatores abióticos. Os resultados sugerem que as fenofases vegetativas e reprodutivas apresentam em geral padrões sazonais, como observado em outras florestas semidecíduas brasileiras, sendo que as fenofases vegetativas são mais sensíveis às mudanças nos fatores climáticos, sobretudo a temperatura e o fotoperíodo, enquanto a sazonalidade das fenofases reprodutivas pode estar mais associadas a outros fatores, como os bióticos, do que com fatores abióticos.

Palavras-chave: brotamento, comprimento do dia, espécies arbóreas, floração, sazonalidade.

¹ Artigo nas normas da Revista Acta Botanica Brasílica

² Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Pós-graduação em Ciências Biológicas, Caixa Postal 6001 – CEP 86051-990- Londrina- PR

³ Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas – Caixa Postal 10.011, CEP 86057-970- Londrina – PR –

Autor para correspondência: jamileaschmitt@gmail.com

ABSTRACT

(Phenology of ten tree species of Meliaceae in semideciduous forest in Southern in Brazil). Tree species of rainforest located in lower latitudes and it with climatic seasonality tend to adjust the phenology of flushing, leaf-fall, flower buds, anthesis, immature and ripe fruits with climatic seasonality. In this study the vegetative and reproductive phenology of ten species of Meliaceae belonging to a semideciduous forest, were followed for more than four years and analyzed their relations with abiotic factors (temperature, precipitation, and photoperiod). This study were performed in Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) (23° 27'S e 51° 15'O), whose climate is humid subtropical, without a long dry season, although they can be defined by two season, one wet and warm from October to March and a colder and drier from April to September. The observations were monthly for the first three years and every two weeks in the rest of the study. For each species, for each phenophase were calculated the proportion of individuals and percentage of intensity Fournier in each phenophase. To test the occurrence of seasonality in phenophases was used circular statistics, and to evaluate the relationships between abiotic variables considered and phenophases used the Spearman correlation coefficient (r_s). The flushing and leaf-fall were seasonal in most species, it mostly occurred in the transition from dry to wet season, with most correlations with temperature and photoperiod. Phenophases of flowering were the most seasonal. In species that bloom in the transition from season dry to wet, there was higher correlation with precipitation months prior to the observations, and species that bloom in season wet was related to increased temperature and photoperiod. Imature fruits remain on the plant for several months, so there is very seasonal and it showed poor correlation with abiotic factors. Fruit dispersion occurs throughout the year it showed seasonal pattern and little correlations with abiotic factors. The results suggest that the vegetative and reproductive phenophases generally display seasonal patterns as observed in other Brazilian semideciduous forests, whereas vegetative phenophases are more sensitive to changes in climatic factors, especially temperature and photoperiod, while the seasonality of reproductive phenophases may be associated with other factors, such as biotic than abiotic factors.

Key words: budding, day length, flowering, seasonal, tree species.

Introdução

Poucos estudos têm abordado a diversidade fenológica entre as espécies, sendo a maioria dos estudos em nível de comunidade vegetal e com o propósito, muitas vezes, de estudar a produção vegetal de recursos disponíveis para consumidores primários, tais como frutos, sementes, flores e folhas, que sofrem variações temporais em praticamente todas as florestas tropicais, principalmente

e em ambientes sazonais (Morellato *et al.* 1989; Morellato 1991; van Schaik *et al.* 1993; Wright & Calderon 1995; Sakai 2000; 2001; Mikich & Silva 2001; Bencke 2005; Novaes 2007, Rubim 2010; Perina 2011).

Em nível populacional, especialmente em florestas semidecíduas têm-se poucos estudos (Dias & Oliveira-Filho 1996; Pedroni *et al.* 2002; Bianchini *et al.* 2006; Emmerick 2007; Pereira *et al.* 2007) sendo necessários estudos nesse nível para se entender os padrões

fenológicos, pois em análises de comunidade as variações fenológicas entre as espécies não são claras (Sun *et al.* 1996; Adler & Kielpinski 2000; Singh & Kushwaha 2006). Além disso, a comparação da fenologia de diferentes espécies de uma família, ocorrendo no mesmo hábitat podem auxiliar na compreensão dos fatores reguladores das fenofases (Kochmer & Handel 1986; Sun *et al.* 1996; Sakai 2001; Martin-Gajardo & Morellato 2003).

Meliaceae é muito representativa em florestas estacionais semidecíduais, com grande número de espécies e indivíduos (Pennington *et al.* 1981; Dias *et al.* 2002). No estado do Paraná, esse tipo de floresta ocupava 46% do Estado, restando atualmente 2,3% da sua área total, que estão concentrados principalmente no Parque Nacional do Iguaçu (Ipardes 2010; Fundação SOS Mata Atlântica 2013).

Na região Norte do Estado a situação é ainda mais crítica, restando menos de 1% da cobertura vegetal nativa que estão dispersas em pequenos fragmentos de remanescentes florestais (Souza *et al.* 2001; Moscheta *et al.* 2002; Silveira 2006; Ipardes 2010). Um destes remanescentes florestais, localizado no norte do Estado foi transformado em Unidade de Conservação, o Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), local onde este estudo foi realizado.

Na área de estudo, PEMG, Meliaceae é a família que possui o maior número de indivíduos e conseqüentemente maior densidade, além de ser uma das famílias com o maior número de espécies (Soares-Silva & Barroso 1992). Apesar da sua importância no PEMG, e em outras regiões do sul e sudeste brasileiro (Soares-Silva *et al.* 1992; Soares-Silva & Barroso 1992; Mikich & Silva 2001; Dias *et al.* 2002; Leite & Rodrigues 2008), há poucos estudos sobre o ritmo de reprodução e crescimento de suas espécies. A maioria das informações provém, predominantemente, de estudos em nível de comunidade que incluem algumas espécies (Ferraz *et al.* 1999; Talora & Morellato 2000; Mikich & Silva 2001; Bencke & Morellato 2002 b; Mantovai *et al.* 2003; Bencke 2005; Rubim 2006).

Neste contexto, este estudo tem por objetivo descrever os padrões fenológicos vegetativos e reprodutivos de espécies de Meliaceae em estacional semidecidual, localizada no limite sul da zona tropical e responder as seguintes questões: Os eventos fenológicos são sazonais para as espécies estudadas? Em qual época do ano as fenofases ocorrem e a que fatores climáticos estão relacionados? Os padrões fenológicos se repetem entre os anos de estudo ou acompanham as variações interanuais do clima?

Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), localizado no município de Londrina, Paraná, sul do Brasil (23° 27'S e 51° 15'W, centro de visitantes) (Fig. 1), a uma altitude de aproximadamente 500 a 600 m do nível do mar (Bianchini *et al.* 2003). O PEMG é cortado pelo Trópico de Capricórnio, estando no limite sul da zona tropical (Bianchini *et al.* 2001).

O PEMG possui 680 ha de floresta estacional semidecidual legalmente protegidos, com boas condições de preservação (Bianchini *et al.* 2003; Bianchini *et al.* 2006). Na parte norte, região onde este estudo foi realizado, ocorre Latossolo Vermelho Eutroférico profundo e bem drenado, considerado de alta fertilidade (Bianchini *et al.* 2006; Vicente 2006).

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen (1948) é do tipo Cfa – clima subtropical úmido, caracterizado com verão quente e sem estação seca definida, com temperatura média no mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C (Iapar 2013).

Espécies Estudadas

Espécies da família Meliaceae foram escolhidas para o acompanhamento fenológico de seus estágios vegetativos e reprodutivos, devido à grande importância que esta família tem na área de estudo, e em outras florestas estacionais semidecíduais (Soares – Silva & Barroso 1992). No PEMG ocorrem dez espécies de Meliaceae: *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart. ssp. *canjerana*, *Cedrela fissilis* (Vell.), *Guarea macrophylla* (Vell.), *Guarea kunthiana* A. Juss., *Trichilia casaretti* C.DC., *Trichilia catigua* A. Juss., *Trichilia claussenii* C.DC., *Trichilia elegans* A. Juss., *Trichilia pallens* C.DC., *Trichilia pallida* Sw.

Coleta de Dados

Foram utilizados dados fenológicos de um estudo da comunidade arbórea desenvolvido por Perina (2011) no período de outubro de 2007 a setembro de 2010, e dado continuidade as observações de julho de 2011 a dezembro de 2012 no presente estudo, totalizando quatro anos e seis meses não consecutivos de observações.

Alguns indivíduos já estavam previamente marcados e identificados ao longo de duas trilhas localizadas na porção norte do parque por Perina (2011). Estes indivíduos foram

selecionados na ordem de aparecimento nas trilhas, que totalizam cerca de 3 km. Na tabela 1 é indicado o número de indivíduos amostrados nos dois períodos.

Os critérios de inclusão adotados para a amostragem foram perímetro do tronco à altura do peito (PAP) ≥ 5 cm e a boa visibilidade da copa para a observação de seus estágios reprodutivos e vegetativos. Os indivíduos foram marcados com fita e plaquetas de alumínio numeradas, a fim de facilitar a identificação e localização dos mesmos.

As observações foram realizadas com o auxílio de binóculos, com frequência mensal no período de outubro/2007 a setembro/2010 e quinzenal no período de julho/2011 a dezembro/2012. Nos meses de maio, novembro e dezembro de 2012, as observações foram mensais devido a ocorrência de chuvas na semana de observação que não permitiu boa visibilidade das fenofases nas plantas estudadas.

As fenofases analisadas seguiram os mesmos critérios adotados por Perina (2011) ou seja: a) brotamento (aparecimento de gemas foliares, folhas com coloração mais clara, rosada e até avermelhada e início de expansão do limbo); b) abscisão foliar, (observação de mudança na coloração da folha, quantidade de folhas no chão embaixo do indivíduo e espaços vazios na copa dos mesmos); c) florescimento, dividida em botões florais e antese; d) frutificação, dividida em frutos imaturos (com a presença de resquícios florais ainda no fruto em desenvolvimento até atingir maior tamanho com mudança de coloração do pericarpo) e maduros (frutos deiscentes com semente exposta, pronto para dispersão). Frutos, flores e sementes caídos no chão e eventualmente encontrados sob a copa das árvores também foram utilizadas como indicativos de ocorrência das fenofases.

Cada fenofase foi registrada qualitativamente (presença e ausência), e para quantificação foi adotada a metodologia proposta por Fournier (1974), a qual avalia individualmente as fenofases utilizando uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4), com intervalo de 25% de amplitude entre elas e que representam a porcentagem da fenofase encontrada no indivíduo, onde 0 = ausência de fenofase; 1 = presença de fenofase com magnitude de 1% a 25%; 2 = presença de fenofase com magnitude de 26% a 50%; 3 = presença de fenofase com magnitude de 51% a 75% e; 4 = presença de fenofase com magnitude de 76% a 100%.

Quando verificou-se que os indivíduos eram jovens e não reprodutivos (sem a fenofase de floração), estes foram retirados das análises das fenofases reprodutivas (floração e frutificação) e só foram analisados quanto ao seu comportamento fenológico vegetativo (brotamento e abscisão foliar). Nas espécies que foram possíveis identificar o sistema reprodutivo, e constatado que a população era dimórfica (dioícia ou subdioícia) foram retirados

os indivíduos masculinos das análises fenológicas de frutificação. Em ambos os casos, a exclusão dos indivíduos jovens e masculinos, respectivamente foi necessária para não causar alterações nos dados reais de intensidade de Fournier. Quando não foi possível determinar o sistema reprodutivo da espécie em campo, consideraram-se todos os indivíduos em todas as análises fenológicas.

Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada individualmente para cada espécie, e apresentados em fenogramas, o índice de atividade e o percentual de intensidade de Fournier, como descrito por Bencke & Morellato (2002b).

O índice de atividade, com caráter qualitativo, expressa a presença ou ausência da atividade fenológica no indivíduo, não indicando quantidade ou intensidade em nível de população. Contudo, apresenta caráter quantitativo, quando expressa a porcentagem de indivíduos da população que apresenta determinado evento fenológico (Bencke & Morellato 2002b).

O percentual de intensidade de Fournier (Fournier 1974) permite estimar a porcentagem de intensidade da fenofase em cada indivíduo. Os valores gerados indicam o quanto a população está expressando uma fenofase do que potencialmente poderia expressar. Para o cálculo de intensidade de Fournier, somam-se os valores de intensidade obtidos em cada mês para todos os indivíduos de cada espécie e divide-se pelo valor máximo possível do que um indivíduo poderia apresentar de determinada fenofase (número de indivíduos multiplicado por quatro). A proporção obtida é multiplicada por 100, para transforma-lo em um valor percentual (Bencke & Morellato 2002b).

É importante ressaltar que ao longo do texto, a atividade referida como pico de atividade corresponde ao momento em que o máximo de indivíduos da amostra apresenta a fenofase, não necessariamente com a intensidade máxima. O pico de intensidade corresponde ao período em que os níveis de intensidade são mais elevados, mas a fenofase não necessariamente ocorre em todos os indivíduos (Bencke & Morellato 2002b).

Para testar a ocorrência de sazonalidade nas fenofases, foi utilizada a estatística circular (Zar 1999) conforme proposto por Morellato *et al.* (2000) e o teste de Rayleigh (z) que verifica a significância do ângulo médio (Zar 1999).

Os meses foram convertidos em ângulos com intervalos de 30° para as observações mensais de out/2007 a set/2010, sendo janeiro = 15° , fevereiro = 45° até dezembro = 345° .

Quando as observações foram quinzenais (jul/2011 a jun/2012), os meses foram convertidos em ângulos com intervalos de 15° , sendo 15° = primeira quinzena de janeiro e 30° = segunda quinzena de janeiro, sucessivamente, até dezembro, onde 345° e 360° correspondem a primeira e segunda quinzena respectivamente. Os dados circulares só podem ser analisados em intervalos de um ano, portanto não foram utilizados os dados de jul/2012 a dez/2012 na análise de estatística circular.

A análise de estatística circular foi executada no programa ORIANA 2.0 (Kovach 1994): o ângulo médio – época do ano, em que as datas das fenofases ocorrem para a maioria dos indivíduos ou espécie (Morellato *et al.* 2000, 2010); desvio angular – permite visualizar o quanto as fenofases desviam do seu ângulo médio; e o comprimento do vetor r – mede a concentração ao redor do ângulo médio, sendo um indicador do grau de sazonalidade (Morellato *et al.* 2000, 2010).

O teste de Rayleigh (z) foi utilizado para testar a significância do ângulo médio na distribuição circular. As hipóteses testadas foram: H_0 = as datas dos eventos fenológicos são distribuídas uniformemente ao redor do ano, ou seja, não há sazonalidade; H_1 = as datas não são distribuídas uniformemente ao redor do ano, existindo um ângulo médio ou data média significativos, sendo possível verificar a sazonalidade no evento fenológico.

A sazonalidade é representada pelo vetor r , que pode ser considerado uma medida do grau de intensidade de sazonalidade, sendo que este vetor não possui unidade e pode variar de 0 a 1; quanto mais próximo de 0, significa que os eventos fenológicos são distribuídos uniformemente durante o ano e quando próximo a 1, indica a intensidade da concentração de indivíduos ou espécies em cada evento fenológico em uma época ou data do ano (Morellato *et al.* 2000, 2010).

O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) (Zar 1999), (recomendado para dados que não apresentam distribuição normal) foi utilizado para verificar as relações entre o número de indivíduos nas fenofases vegetativas (brotamento e abscisão foliar) e reprodutivas (botões, antese e frutos maduros) com o fotoperíodo médio mensal, a temperatura média mensal e precipitação total mensal. Os três fatores quando consideradas em conjunto, são chamadas no texto de fatores abióticos.

As correlações foram feitas para todos os anos juntos, considerando os 56 meses ($N=56$), chamadas correlações com o período de estudo. Para esta análise foram utilizados dados climáticos do mês que foi realizado as observações e dados de presença ou ausência da fenofase (índice de atividade), contudo foram utilizados dados de observações mensais,

inclusive nos dados coletados em 2011 e 2012, cuja primeira observação de cada mês foi descartada para torná-los mensais.

Ainda, para cada população foram realizadas correlações entre as seis fenofases e os fatores abióticos de um, dois e três meses anteriores às observações (N= 56).

Resultados

Foram amostrados 271 indivíduos de 10 espécies de Meliaceae. As épocas de ocorrência e duração de cada fenofase para cada espécie podem ser visualizadas na Tabela 2.

Abscisão Foliar e Brotamento

A abscisão foliar ocorreu na maioria dos indivíduos das espécies de Meliaceae durante os meses secos, entre junho a agosto (Fig. 4), enquanto o brotamento ocorreu em todos os indivíduos das espécies estudadas, simultaneamente ou logo em seguida ao pico de abscisão foliar, com picos de atividade e intensidade ocorrendo em todos os anos principalmente nos meses de agosto a novembro, período este marcado pelo fim da estação seca e início da úmida (Fig. 5).

Em algumas espécies de *Trichilia* (*T. casaretti*, *T. catigua* e *T. pallida*) e na espécie *G. macrophylla* foram observados picos menores da fenofase de brotamento também ocorrendo em cada ano durante a estação úmida (Fig. 5).

Em *C. canjerana*, a abscisão foliar e o brotamento foram registrados em vários meses de cada ano de estudo (Figs. 4A e 5A). Contudo, o pico de atividade e intensidade das duas fenofases ocorreram simultaneamente durante a estação seca de cada ano.

A abscisão foliar nos indivíduos de *C. canjerana* foi sazonal nos três últimos anos de observações, com data média de ocorrência entre os meses de julho a setembro. No segundo ano (out/2008 a set/2009), a sazonalidade foi mais expressiva ($r = 0,94$) (Tabela 3).

Na fenofase de brotamento, o ângulo médio foi significativo em todos os anos, com comprimento do vetor r variando de 0,2 a 0,8 e data média de ocorrência entre os meses de agosto a outubro (Tabela 4).

Em *C. fissilis* a abscisão foliar ocorreu todos os anos concentrada na estação seca, apresentando pico de atividade e intensidade entre os meses de junho e julho (Fig. 4B). O brotamento nos indivíduos dessa espécie iniciou-se logo em seguida e em alguns anos

simultaneamente ao pico de abscisão foliar, ocorrendo entre os meses de julho e agosto de cada ano (Fig. 5B).

Nos meses de maior ocorrência de abscisão foliar o pico de atividade chega a 100% dos indivíduos que apresentam mais de 70% de intensidade de Fournier. Este elevado valor nos índices de atividade e intensidade é devido ao padrão decíduo de *C. fissilis*. Consequentemente o brotamento possui altos valores nos índices de atividade e no percentual de intensidade de Fournier que ocorrem ainda no período de seca (julho e agosto), tendo sua copa totalmente trocada antes da estação úmida (Fig. 5B).

Em todos os anos, o ângulo médio da fenofase de abscisão foliar e brotamento foram significativos, com data média de ocorrência nos meses de abril e junho para a fenofase de abscisão foliar (Tabela 3), e de julho, agosto e setembro para a fenofase de brotamento (Tabela 4). Verificou-se ainda um ritmo altamente sazonal em ambas as fenofases, evidenciado pelos elevados valores de r (Tabelas 3 e 4).

Os indivíduos das espécies de *Guarea* apresentaram abscisão foliar irregular, conforme indica o índice de atividade. Nas figuras 4e 4D, é possível observar uma variação considerável no número de indivíduos perdendo folhas tanto na estação seca quanto na úmida e com baixa intensidade de Fournier (Fig. 4C e 4D). No entanto, a abscisão foliar foi sazonal nos últimos três anos para as duas espécies de *Guarea* com data média de ocorrência variável (julho, agosto e dezembro) (Tabela 4).

O brotamento nas espécies de *Guarea* ocorrem de forma mais expressiva na transição da estação seca para a úmida, com maior índice de atividade e intensidade ocorrendo nos meses de setembro e outubro (Fig. 5C e 5 D).

Os testes de sazonalidade para a fenofase de brotamento foram significativos nos três primeiros anos em *G. macrophylla*, com data média de ocorrência nos meses de outubro e novembro (Tabela 4). Em *G. kunthiana* o ângulo médio da fenofase de brotamento foi significativo em todos os anos, com ritmo altamente sazonal nos três primeiros anos de observação ($r > 0.7$) e data média de ocorrência da fenofase entre os meses de setembro e outubro (Tabela 4).

As espécies do gênero *Trichilia* também são perenifólias, o que é evidenciado pela reduzida intensidade no percentual de intensidade de Fournier da fenofase de abscisão foliar em todos os anos de estudo em todas as espécies desse gênero (Fig. 4 E à 4 J).

A abscisão foliar em *T. casaretti* e *T. pallida* foi observada ocorrendo em vários meses do período de estudo. Contudo o pico de atividade ocorreu principalmente na estação seca e na transição da estação seca para úmida (Fig. 4 E e 4 J).

Em *T. casaretti*, o teste de sazonalidade foi significativo apenas no segundo e terceiro ano, com data média de ocorrência de abscisão foliar no mês de agosto e comprimento do vetor r variando de 0.6 a 0.7 (Tabela 3). Em *T. pallida* a abscisão foi sazonal nos três primeiros anos de observação, com data média de ocorrência nos meses de junho, agosto e setembro (Tabela 3).

Em *T. catigua*, *T. clausenii* e *T. elegans* a abscisão foliar não ocorreu com regularidade todos os anos, sendo quase imperceptível essa fenofase, e quando ocorre é praticamente simultânea nas três espécies, e com maior atividade durante a estação seca (Fig. 4 F, G e H).

Através do teste de Rayleigh verificou-se que em *T. catigua* e *T. elegans* o ângulo médio foi significativo no segundo e terceiro anos de observações, com ritmo altamente sazonal ($r > 0.8$) e data média de ocorrência no mês de julho e agosto para *T. catigua* e junho e agosto para *T. elegans* (Tabela 3).

Em *T. clausenii* a abscisão foliar foi sazonal nos três últimos anos com data média de ocorrência em diferentes meses de cada ano (maio, julho e agosto) (Tabela 3).

A abscisão foliar em *T. pallens* apresentou comportamento fenológico semelhante à *T. catigua*, *T. clausenii* e *T. elegans* nos três primeiros anos de observação, com ocorrência de abscisão foliar na estação seca, e com pico de atividade e intensidade nos meses de julho e agosto (Fig. 3 I). No entanto, no período de agosto de 2011 a setembro de 2012 essa fenofase foi observada de forma contínua, com picos de atividade e intensidade em diferentes meses do ano (Fig. 3 I). Verificou-se que os ângulos médios foram significativos, com data média de ocorrência no mês de agosto e janeiro (Tabela 3).

O brotamento foi quase contínuo em *T. casaretti*, *T. catigua*, *T. pallens* e *T. pallida* apresentando picos de atividade e intensidade em vários meses durante o período de estudo (Fig. 5 E, F, I e J), porém nota-se que sempre após o período de seca, em média nos meses de agosto a outubro, há uma elevação no índice de atividade e intensidade (Fig. 5 E, F, I e J).

Nessas espécies os testes de sazonalidade foram significativos na maioria dos anos, com padrão de brotamento, no geral, fracamente sazonal e com variáveis datas médias de ocorrência e comprimentos do vetor r (Tabela 4).

Nas espécies *T. clausenii* e *T. elegans* o brotamento ocorreu na mesma época do ano em todo o período de estudo, na transição da estação seca para a úmida, com picos de atividade e intensidade ocorrendo entre os meses de agosto e setembro (Fig. 5 G e H). Foi observado ocorrências de produção foliar de durações menores e esporádicas durante a estação úmida (Fig. 5 G e H).

Os testes de sazonalidade foram significativos em todos os anos nas duas espécies, com padrão altamente sazonal na maioria dos anos, e com data média de ocorrência no mês de agosto e setembro em *T. clausenii* e em setembro em *T. elegans* (Tabela 4).

No ano de 2010, foi verificado em todas as espécies estudadas, um maior número de indivíduos (índice de atividade) perdendo folhas no mês de agosto e setembro, entretanto não foi verificado aumento da intensidade de Fournier que se manteve em um ritmo semelhante aos outros anos em todas as espécies (Figura 4).

Para a abscisão foliar, na maioria das espécies foram encontradas correlações negativas com a temperatura e fotoperíodo tanto no período de estudo quanto em meses anteriores as observações fenológicas (Tabela 5).

Já o brotamento pode estar mais relacionado à diminuição da temperatura e do fotoperíodo em meses anteriores a ocorrência da fenofase, devido às correlações negativas que grande parte das espécies apresentou com estes fatores abióticos em meses anteriores aos registros fenológicos (Tabela 6).

Em algumas espécies, porém, as correlações foram negativas com todos os fatores abióticos, tanto no período de estudo quanto em meses anteriores à ocorrência da fenofase (*T. clausenii*, *T. elegans* e *T. pallens*) (ver Tabela 6). Estes resultados indicam que o decréscimo nos três fatores abióticos em conjunto pode aumentar a produção de novas folhas nessas espécies.

Floração

O período reprodutivo dos indivíduos das espécies de Meliaceae inicia-se após a estação seca, com a maioria das espécies florescendo entre os meses de agosto a outubro e um menor número de espécies produzindo flores até o final da estação úmida (Figs. 6 e 7), sendo que a produção de botões florais ocorrem um mês após, ou simultaneamente ao brotamento em cada espécie (Figs 5, 6 e 7).

Foi observado que a produção de botões florais e a antese ocorreram em mais de uma espécie no mesmo período ou mês de cada ano, porém com pequenas diferenças na data de início ou no tempo de duração dessas fenofases. Isto permite que o pico de atividade e de intensidade ocorram com diferenças temporais em torno de um mês entre cada espécie, podendo até ser observada mais de uma espécie em botões ou antese, porém uma no final da floração e a outra no início da floração (Figs. 6 e 7).

Nas espécies *C. canjerana*, *C. fissilis*, *T. clausenii* e *T. elegans*, a floração iniciou-se no fim da estação seca de cada ano. O pico de atividade e intensidade de botões florais foi entre os meses de agosto e setembro (Fig. 6 A, B, G e H), e de antese entre os meses de setembro e outubro (Fig. 7 A, B, G e H). Nessas espécies, a floração é anual.

C. canjerana, *T. clausenii* e *T. elegans* apresentaram padrão altamente sazonal em todos os anos para as duas fenofases, com comprimento do vetor r superior a 0,8. A data média de ocorrência de botões florais e de antese quanto antese foi entre os meses de agosto a outubro (Tabelas 7 e 8).

Em *C. fissilis*, os testes de sazonalidade foram significativos nos três últimos anos para a fenofase de botões florais (Tabela 7), e no segundo e quarto ano de estudo na fenofase de antese (Tabela 8). Em ambas as fenofases o padrão foi altamente sazonal (valores de r superior a 0,9) e data média de ocorrência de botões florais entre os meses de agosto e setembro, e de antese nos meses de setembro e outubro (Tabela 8 e 10).

Nas espécies *G. macrophylla*, *G. kunthiana* e *T. pallens*, a floração foi sensivelmente diferentes das espécies acima, ocorrendo na transição da estação seca para a úmida. O pico de atividade e intensidade de botões florais nessas espécies ocorreram entre os meses de setembro e outubro de cada ano (Fig. 6 C, D, e I) e de antese entre os meses de outubro e novembro (Fig. 7 C, D, I).

A floração em *T. pallens* foi anual (Figs. 6 I e 7 I), já as espécies de *Guarea* possuem floração sub anual, sendo que, quando foram registrados dois picos de reprodução no mesmo ano nas espécies desse gênero, notou-se que a primeira florada que ocorreu na transição da estação seca para a úmida foi mais intensa que a segunda (ver Fig. 6 C e 6 D e Fig. 7 C e 7 D). A segunda florada ocorreu sem regularidade, sendo observada em variados meses do ano, e foi menos intensa provavelmente devido ao desenvolvimento dos frutos da primeira floração, com isso, foi observada a presença de botões florais e antese juntamente com frutos em desenvolvimento da florada anterior (ver Fig. 6 C e 6 D, Fig. 7 C e 7 D e Fig. 8 C e 8 D).

Através do teste de Rayleigh verificou-se que nessas três espécies a fenofase de botões florais apresentou ângulo médio significativo em todos os anos de estudo, possuindo padrão altamente sazonal na maioria dos anos e com data média de ocorrência nos meses de setembro e outubro (Tabela 8).

Na fenofase de antese os testes de sazonalidade foram significativos em todos os anos em *G. kunthiana* e *T. pallens*, e nos três primeiros anos em *G. macrophylla* (Tabela 10) com data média de ocorrência nos meses de outubro e novembro, e padrão altamente sazonal na maioria dos anos (Tabela 10).

A floração nas espécies *T. casaretti*, *T. pallida* e *T. catigua* ocorreram no início e durante a estação úmida (Fig. 6 E, F e J e Fig. 7 E, F e J), sendo que o pico de atividade e intensidade de botões florais e antese nessas espécies foram bem variáveis. A produção de botões florais e respectiva antese em *T. casaretti* são anuais (Figs. 6 E e 7 E), sendo que o pico de atividade e intensidade da fenofase de botões florais ocorreu especialmente no mês de novembro cada ano de estudo (Fig. 6 E) e de antese no mês de dezembro de cada ano (Fig. 7 E). Na espécie *T. pallida* a floração foi sub anual (Figs. 6 J e 7 J), com pico de atividade e de intensidade da fenofase de botões florais, ocorrendo em cada ano, em variados meses no período de janeiro a março (Fig. 6 J), enquanto o pico de atividade e intensidade da fenofase de antese, ocorreu em variados meses, do período de janeiro a abril (Fig. 7 J).

A floração em *T. catigua* é sub anual e pouco expressiva, apresentando poucas inflorescências, às vezes uma em toda a planta, caracterizando os baixos valores no percentual de Fournier na fenofase de botões e antese (Figs. 6F e 7F). Devido ao tamanho reduzido das flores e pouca quantidade é difícil perceber indivíduos em floração, sendo que em alguns momentos foi registrada a antese das flores, mas não foi notada a formação anterior de botões florais. Nessa espécie o pico de atividade e intensidade de botões florais e antese ocorreram em vários meses de cada ano de estudo, não apresentando um padrão regular de floração (Figs. 6 F e 7 F).

Em *T. casaretti* e *T. pallida*, nas fenofases de botões florais e antese o ângulo médio foi significativo em todos os anos, com padrão altamente sazonal para as duas fenofases ($r > 0.8$). A data média de ocorrência de botões florais para *T. casaretti* foi entre os meses de outubro e novembro, e de antese nos meses de novembro e dezembro. Em *T. pallida* a data média de ocorrência das fenofases de botões florais e antese foi em variados meses do ano, porém especialmente nos meses de março e abril (Tabela 8 e 10).

Nas fenofases de botões florais e antese verificou-se que nas espécies *C. canjerana*, *C. fissilis*, *G. kunthiana*, *G. macrophylla*, *T. clausenii*, *T. elegans* e *T. pallens*, que se reproduzem no final da estação seca e na transição dessa úmida, houve maior quantidade de correlações negativas com os três fatores abióticos em conjunto, e com a combinação dos fatores de temperatura e fotoperíodo, principalmente em meses anteriores a ocorrência da fenofase (Tabela 7 e 9). Estes resultados indicam que os decréscimos nos fatores abióticos em meses anteriores às observações podem aumentar a quantidade de indivíduos dessas espécies se reproduzindo no período de transição entre as estações do ano.

Em *T. casaretti*, *T. pallida* e *T. catigua* que florescem na estação úmida, as correlações das fenofases de botões florais e antese com os fatores abióticos foram em sua

maioria positivas, e novamente com os três fatores abióticos em conjunto, ou com a combinação dos fatores de temperatura e fotoperíodo. Essas correlações são principalmente em meses anteriores às observações fenológicas e indicam que o aumento dos fatores abióticos aumentam a produção de botões florais e antese nessas espécies.

Frutificação

O desenvolvimento dos frutos na maioria das espécies da família Meliaceae durou vários meses, apresentando picos de atividade e intensidade contínuos devido ao tempo de permanência dos frutos imaturos nas plantas (Fig. 8).

A presença de frutos maduros ocorreu muitas vezes na próxima estação de floração a qual foram formados (Fig. 9). Contudo, foram encontrados frutos maduros das espécies dessa família durante todo o ano, com espécies dispersando frutos tanto na estação seca como na úmida, sendo uma importante família na produção de recursos alimentares no PEMG (Fig. 9).

Em *C. canjerana* os frutos levaram mais de um ano para ocorrer sua deiscência, sendo comum encontrar indivíduos em plena floração e apresentando frutos da floração anterior. Com isso, foi encontrado na planta frutos de vários tamanhos de desenvolvimento, formando um padrão contínuo de frutificação e dispersão de sementes (Figs. 8 A e 9 A).

Através do teste de Rayleigh verificou-se que o ângulo médio da fenofase de frutos imaturos nessa espécie foi significativo na maioria dos anos, com comprimento do vetor r bem variável, apresentando no geral uma baixa sazonalidade e com data média de ocorrência no mês de dezembro e fevereiro (Tabela 12). Na fenofase de frutos maduros, o ângulo médio foi significativo nos três primeiros anos e apresentou ritmo de dispersão dos frutos altamente sazonal ($r > 0.8$), com data média de ocorrência no mês de agosto e novembro (Tabela 14).

Os frutos de *C. fissilis* levam em média dez meses para ocorrer sua deiscência, dispersando suas sementes na estação seca seguinte a floração (Figs. 8 B e 9 B). O pico de atividade e intensidade dessa fenofase ocorreram em todos os anos na estação úmida e permaneceram até o início da estação seca (em média, de outubro a junho) (Fig. 8B). Os frutos maduros de *C. fissilis* começaram ser dispersos no período de redução na pluviosidade e temperatura na área estudada, sendo que o pico de atividade ocorreu entre os meses de junho e agosto (Fig. 9B). Esta fenofase ocorreu concomitantemente com a abscisão foliar, o que facilita a dispersão dos diásporos, já que estes são dispersos pelo vento e ficam mais expostos na ausência de folhas na planta (Fig. 4B).

No segundo ano de estudo (out/08 a set/09) não foi registrado a formação de fruto e consequente dispersão dos diásporos em *C. fissilis*, mesmo com a ocorrência de floração neste ano (Figs. 7 B, 8 B e 9 B). Este fato repetiu-se novamente no último registro de reprodução da espécie em agosto e setembro de 2012 (Figs. 8B e 9 B). Apesar do padrão de floração ser anual, não necessariamente ocorre a produção de frutos com a mesma frequência.

Na fenofase de frutos imaturos em *C. fissilis*, o ângulo médio foi significativo apenas no último ano, apresentando uma sazonalidade pouco pronunciada (valor de $r > 0.5$) e data média de ocorrência no mês de março (Tabela 12). Na fenofase de frutos maduros, o ângulo médio foi significativo em todos os anos que ocorreram a fenofase, apresentando um ritmo de dispersão dos frutos altamente sazonal (valor de r superior a 0.8), e data média de ocorrência nos meses de junho e julho (Tabela 14).

As variáveis vegetativas e reprodutivas de botões florais, antese e dispersão dos frutos em *C. fissilis* apresentaram em todos os anos um padrão altamente sazonal, isto devido à ocorrência sequencial de cada uma destas fenofases durante o período de estação seca, permanecendo o restante do ano sem muitas alterações nas atividades fenológicas (Figs. 4 B, 5 B, 6 B, 7 B, e 9 B).

Os frutos de *G. macrophylla* e *G. kunthiana* possuem período de desenvolvimento, em média, de nove a dez meses respectivamente, que se iniciam no mês de dezembro, com pico de atividade e intensidade a partir desse mês, permanecendo até o início da dispersão dos frutos que ocorre à partir do mês de agosto do próximo ano (Figs. 8 C e 8 D).

A produção de frutos em *G. macrophylla* não foi muito alta, evidenciado pelos baixos valores de intensidade de Fournier da fenofase de frutos imaturos (Fig. 8C). Isso pode ter sido consequência da floração que também não foi muito expressiva (Figs. 6C e 7C). Porém observa-se que em todas as fenofases reprodutivas (botões florais, antese, frutos imaturos e maduros), o número de indivíduos apresentando estas fenofases foi alto (índice de atividade), o que pode compensar a baixa produtividade.

A dispersão dos diásporos em *G. macrophylla* ocorreu no fim da estação seca, a partir do mês de julho permaneceu em média por mais dois ou três meses, com pico de atividade e intensidade entre os meses de agosto e setembro (Fig. 9C). O ângulo médio foi significativo para a fenofase de frutos imaturos e maduros em todos os anos de estudo (Tabela 12 e 14). Contudo, a fenofase de frutos imaturos o padrão foi levemente sazonal, com comprimento do vetor r variando de 0,2 a 0,3, e data média de ocorrência no mês de abril e maio (Tabela 12). Enquanto a fenofase de frutos maduros foi altamente sazonal ($r > 0,8$), e com data média de ocorrência nos meses de agosto e setembro (Tabela 14).

A produção de frutos imaturos em *G. kunthiana* ocorreu em maior quantidade e número de indivíduos que a espécie *G. macrophylla*, evidenciado pelos elevados valores do índice de atividade e intensidade desta fenofase (Fig. 8 D). Em *G. kunthiana* o ângulo médio para a fenofase de frutos imaturos foi significativo na maioria dos anos, com ritmo levemente sazonal ($r = 0,2$), e com data média de ocorrência no mês de abril e setembro (Tabela 12). A dispersão dos frutos dessa espécie iniciou-se entre os meses de agosto e outubro, sendo que o pico de atividade e intensidade ocorreu em todos os anos no mês de outubro. Essa fenofase dura em média de três meses, porém devido à intensa produção de frutos no ano de 2011, o período de dispersão dos frutos se prolongou para mais de cinco meses nesse ano (Fig. 9D).

O ângulo médio da fenofase de frutos maduros de *G. kunthiana* foi significativo em todos os anos de estudo, com ritmo altamente sazonal ($r > 0,7$), e data média de ocorrência entre os meses de setembro a novembro (Tabela 14).

As espécies de *Trichilia*, com exceção de *T. catigua*, foram regulares na produção de frutos, ocorrendo na mesma época em cada ano de observação. Contudo é importante ressaltar que cada espécie possui um período específico de início e duração do desenvolvimento dos frutos, sendo que todas estas espécies desenvolveram seus frutos durante a estação úmida (Fig. 8) e dispersa suas sementes tanto na estação menos úmida e fria, nos meses de março a junho, quanto na transição da estação seca até a úmida, sendo uma importante fonte de recursos (Fig. 9).

Em *T. casaretti* a produção dos frutos imaturos iniciou-se a partir do mês de dezembro e a maturação demorou em média de sete a oito meses para ocorrer (Fig. 8 E). Nessa espécie, o índice de atividade e intensidade foi alto já no primeiro mês após a antese em todos os anos, e percebe-se ainda que a alta produção de frutos é intercalada por anos de baixa produção (Fig. 8 E). A dispersão dos frutos de *T. casaretti* iniciou-se na maioria dos anos no mês de junho e permaneceu durante toda estação seca e fria, durando em média de três a quatro meses (Fig. 9). O pico de atividade e intensidade de frutos maduros ocorreu entre os meses de julho e agosto dos anos de estudo (Fig. 9 E).

Na espécie *T. casaretti*, em ambas as fenofases de frutificação o ângulo médio foi significativo em todos os anos (Tabela 12 e 14), com ritmo levemente sazonal para a fenofase de frutos imaturos (r variando de 0,1 a 0,6) e com data média de ocorrência de março a junho (Tabela 12). A fenofase de frutos maduros foi altamente sazonal na maioria dos anos ($r > 0,8$) e a data média de ocorrência foi entre os meses de julho a setembro.

A produção de frutos em *T. catigua* não ocorreu com regularidade e após toda floração (Fig. 8F). Além disso, devido à dificuldade de observação das estruturas reprodutivas,

foi verificado que em junho de 2008 houve a formação de frutos, porém, a floração da qual originou esses frutos não foi registrada (Figs. 7 F e 8 F).

A dispersão dos frutos maduros de *T. catigua* é quase rara na área de estudo, evidenciado pela esporádica ocorrência da fenofase e pelos baixos índices de atividade e intensidade de Fournier. O pico de atividade e intensidade dos frutos maduros dessa espécie foi em meados de outubro e novembro, cujos valores não ultrapassaram 16% e 8%, respectivamente (Fig. 9 F). O ângulo médio foi significativo apenas para a fenofase de frutos maduros, com um ritmo moderadamente sazonal ($r = 0,6$) e com data média de ocorrência no mês de novembro (Tabela 14).

A produção de frutos em *T. clausenii* teve início em média no mês de outubro demorou em média de cinco a sete meses se desenvolver. A dispersão dos frutos ocorreu entre os meses de janeiro a maio, com pico de atividade principalmente no mês de março (Fig. 9 G). Em *T. clausenii* o ângulo médio foi significativo para ambas as fenofases de frutificação nos três últimos anos de observações (Tabela 12 e 14). Sendo que a fenofase de frutos imaturos teve ritmo moderado a altamente sazonal, com comprimento do vetor r variando de 0,5 a 0,8 e data média de ocorrência no mês de dezembro e fevereiro. A fenofase de frutos maduros foi altamente sazonal ($r > 0,7$) com data média de ocorrência no mês de março e abril (Tabela 14).

Em *T. elegans* a produção de frutos iniciou-se em média no mês de novembro e permaneceu na planta de seis a oito meses até o início da dispersão (Fig. 8). A dispersão dos frutos ocorreu no início da estação seca, a partir do mês de abril, e apresentou duração de três a cinco meses, com pico de atividade e intensidade no mês de março e julho (Fig. 9 H). O ângulo médio foi significativo na fenofase de frutos imaturos em todos os anos de estudo, com vetor r variando de 0,3 a 0,7 e data média de ocorrência nos meses de janeiro a março (Tabela 12). Enquanto, na fenofase de frutos maduros, o ângulo médio foi significativo na maioria dos anos, com ritmo altamente sazonal ($r > 0,8$) e data média de ocorrência no mês de maio e junho (Tabela 14).

O início da produção de frutos em *T. pallens* foi registrado nos meses de outubro ou novembro. Essa espécie apresentou maior tempo de desenvolvimento dos frutos em comparação às outras espécies de *Trichilia* variando de 10 a 11 meses (Fig. 8 I). Devido ao longo tempo de desenvolvimento, o pico no índice de atividade e intensidade se manteve por vários meses, (o aumento no índice de atividade e intensidade no mês de junho de 2012 é devido ao aumento do n amostral realizado a partir deste mês e não a produção de novos frutos nesta época) (Fig. 8 I). Nessa espécie foi registrado o início da dispersão dos frutos a partir do mês

de julho e agosto, podendo durar de um a quatro meses o período de dispersão, sendo que o pico de atividade e intensidade foi entre os meses de agosto e setembro (Fig. 9 I).

Em *T. pallens*, na fenofase de frutos imaturos, os testes de sazonalidade foram significativos no primeiro e quarto ano, apresentando um ritmo sazonal baixo ($r = 0,3$) e data média de ocorrência no mês de março e junho (Tabela 12). Na fenofase de frutos maduros, o teste de Rayleigh foi significativo na maioria dos anos, com ritmo moderado a altamente sazonal (r variando de 0,4 a 0,9) e data média de ocorrência no mês de setembro e abril (Tabela 14).

A frutificação em *T. pallida* iniciou-se em diferentes meses em cada ano de observação (mai/2008, fev/2009, abr/2010, fev/2012). Nessa espécie, nos anos em que a floração foi sub anual, observou-se a presença de frutos imaturos nos indivíduos por um maior tempo, devido à presença de frutos em várias fases de desenvolvimento provenientes da primeira e segunda floração (Figs. 7 J e 8 J). A dispersão dos frutos ocorreu principalmente na transição da estação seca para a úmida, com pico de atividade e intensidade entre os meses de agosto a novembro.

Através do teste de Rayleigh, verificou-se que o ângulo médio da fenofase de frutos imaturos foi significativo em todos os anos, apresentando um padrão de moderado a altamente sazonal (r variando de 0,4 a 0,7) e com data média ocorrendo em diferentes meses do ano (Tabela 12). Enquanto a fenofase de frutos maduros, o ângulo médio foi significativo nos três primeiros anos, apresentando ritmo altamente sazonal ($r > 0,7$), com data média de ocorrência em diferentes meses de cada ano (dezembro, agosto e outubro) (Tabela 14).

Houve poucas correlações entre as fenofases de frutificação e os fatores abióticos considerados nesse estudo (Tabelas 11 e 13). Na fenofase de frutos imaturos, a maioria das correlações com os fatores abióticos foram positivas. Essas correlações positivas são tanto do período de estudo, quanto em meses anteriores as observações fenológicas, indicando que o aumento em conjunto, ou de apenas um ou combinação de dois dos fatores de temperatura, fotoperíodo ou precipitação, podem favorecer o desenvolvimento de frutos nos indivíduos das espécies de Meliaceae (Tabela 11).

Na fenofase de frutos maduros, a maioria das correlações foram negativas tanto com os três fatores abióticos ou aleatoriamente com um ou dois fatores, indicando que quanto menor a temperatura, fotoperíodo ou precipitação, maior a quantidade de indivíduos com frutos maduros (Tabela 13).

Discussão

Abscisão foliar

A abscisão foliar ocorreu na maioria dos indivíduos das espécies de Meliaceae durante os meses menos úmidos e frios, entre junho a agosto. No entanto, na maioria das espécies houve mais correlações negativas e com maior frequência entre a abscisão foliar e a temperatura média e fotoperíodo do que com a precipitação, tanto no período de estudo como em meses anteriores a ocorrência da fenofase. Isso sugere que os estímulos à abscisão foliar iniciaram em meses anteriores a ocorrência da fenofase e também no mês de observação do evento fenológico através da diminuição da temperatura e do fotoperíodo que sinalizaram a proximidade do período de seca, período este que ocorreu principalmente em junho a agosto, e obtendo como resposta a queda das folhas como forma de evitar o estresse hídrico.

Vários autores encontraram respostas semelhantes, com decréscimo da temperatura e fotoperíodo induzindo a abscisão foliar em diversos tipos de vegetação, como observado por Morellato *et al.* (1989), Rubim *et al.* 2010 e Perina (2011) em florestas estacionais semidecíduais; Morellato *et al.* (2000) em floresta pluvial atlântica; Andreacci (2012) em floresta ombrófila densa e mista; Bulhão & Figueiredo (2002) no cerrado do Maranhão; Marques *et al.* (2004) em uma floresta de araucária no sul do Brasil e Borchert *et al.* (2002) em uma floresta neotropical na Costa Rica.

O fato de a precipitação não ser o principal indutor da abscisão foliar pode ser ressaltado pelas poucas correlações significativas com este fator abiótico, sendo estes resultados contrários à maioria dos estudos fenológicos em florestas tropicais, que associam a sazonalidade da ocorrência de abscisão foliar a variações sazonais na precipitação, com a fenofase ocorrendo nos meses menos úmidos do ano, como ocorrem em algumas florestas semidecíduas (Morellato *et al.* 1989; Morellato 1991; Santos & Takaki 2005; Bianchini *et al.* 2006), em floresta ombrófila densa (Ferraz *et al.* 1999) e em outras regiões do mundo (Borchert 1980; Reich & Borchert 1982; Reich & Borchert 1984; Borchert 2000).

A questão de a precipitação não ser o fator indutor principal foi registrado por Bulhão & Figueiredo (2002) em leguminosas arbóreas no nordeste do Maranhão. Os autores observaram que a dormência e a abscisão das folhas ocorreram sob dias progressivamente mais curtos, com menor irradiância e temperaturas mais baixas, condições estas que ocorrem ainda na estação chuvosa no Maranhão.

Wright & Cornejo (1990) e Borchert *et al.* (2002) testaram a hipótese de que o estresse hídrico é a causa, ou o sinal próximo, da abscisão foliar em espécies arbóreas em uma floresta tropical do Panamá e de uma floresta semidecídua da Costa Rica, respectivamente, através do aumento do suprimento de água para as plantas por meio de irrigação no período de seca. Ambos os autores constataram que o status hídrico da planta não explica sozinho a causa da abscisão foliar nas florestas estudadas, o que também pode ser válido para as espécies deste estudo.

Na região da área de estudo, no período de um ano, o fotoperíodo varia em torno de duas a três horas, e embora ele seja sazonal, não muda de ano para o outro. Aliado ao fotoperíodo, a pouca variação na temperatura de um ano para o outro provavelmente tornam esses fatores sinais ambientais que servem como gatilhos em disparar as fenofases, do que a mudança na precipitação, que apresenta bastante variação na sua distribuição e quantidade entre os anos.

Borchert *et al.* (2002) afirmam que o período seco nem sempre é a causa da abscisão, sendo que as folhas podem cair sem ocorrer o estresse hídrico. Propriedades outras que o estresse hídrico seriam a idade foliar avançada e possivelmente ritmos endógenos (Borchert 1978).

Em algumas espécies de *Trichilia* e em *C. canjerana* foram encontradas correlações negativas entre a fenofase de abscisão foliar e todos os fatores abióticos. Nessas espécies o decréscimo nos fatores de temperatura, fotoperíodo e precipitação podem ter agido em conjunto na indução da abscisão foliar.

Em *T. elegans*, *T. pallida* e *T. casaretti* os estímulos iniciaram-se em meses anteriores à ocorrência da fenofase, sugerindo que nem todas as espécies respondem igual aos estímulos ambientais e nestas três espécies de *Trichilia*, a resposta fenológica de abscisão foliar é decorrente de estímulos em conjunto de todos os fatores abióticos de meses anteriores e no momento do evento fenológico, assim como encontrado por Perina (2011) em um estudo fenológico de comunidade na mesma área de estudo.

Outros autores também associaram o decréscimo dos três fatores abióticos no período de estudo e em meses anteriores à abscisão foliar em outras florestas e regiões do Brasil. Morellato *et al.* (1989) sugeriu que o fotoperíodo curto e baixas temperaturas, associados à seca, induziriam a perda de folhas em dois tipos de floresta semidecíduas na Serra do Japi, na região sudeste do Brasil. Talora & Morellato (2000) observaram aumento na abscisão foliar em espécies de planície litorânea no período de menor umidade, fotoperíodo e temperatura. Rubim *et al.* (2010) e Bianchini *et al.* (2006) encontraram correlações negativas com os três fatores

ambientais (fotoperíodo, temperatura e precipitação) no período de estudo em floresta estacional semidecidual.

Marques *et al.* (2004) no estudo fenológico de comunidade vegetal a qual inclui quatro tipos de formas de vida (lianas, árvores, arbustos e epífitas) em uma floresta de araucária no Sul do Brasil, associou a abscisão foliar a mudanças na temperatura e comprimento do dia de três a cinco meses anteriores a abscisão foliar. Santos & Takaki (2005) com a espécie *C. fissilis*, obtiveram correlação positiva com a temperatura média, precipitação e umidade relativa em dois e três meses anteriores ao evento fenológico, assim como neste estudo, onde a abscisão foliar da espécie *C. fissilis* foi a única a apresentar correlação positiva com os fatores abióticos considerados em três meses anteriores a ocorrência da fenofase.

No caso do PEMG, é importante salientar que o período de déficit hídrico é curto e não é tão pronunciado, coincidindo com os meses de menor temperatura e comprimento do dia, tornando-se difícil a distinção dos efeitos de cada fator sobre a fenofase, uma vez que estes componentes do clima são correlacionados entre si (van Schaik 1993, Perina 2011).

Verificou-se também através do teste de Rayleigh que a abscisão foliar em todas as espécies foi sazonal na maioria dos anos, principalmente no segundo e terceiro ano de observação.

No segundo ano de observação foi registrada a temperatura média mais baixa em todo o período de estudo no mês de junho (15°C), mês que possui também o menor fotoperíodo do ano (10,7h). Esses dois fatores em conjunto podem ter sido responsáveis pelo sincronismo da abscisão foliar no próprio mês de junho e nos meses subsequentes em todas as espécies, ressaltando a importância dessas duas fenofases em conjunto na indução da abscisão foliar (Tabela 4).

No terceiro ano de observação verificou-se que entre os meses de junho a agosto de 2010, choveu menos que 33 milímetros em cada mês, o que de acordo com Walter (1983) *apud* van Shaik *et al.* (1993) foi um ano sazonalmente seco. Apesar da precipitação não ser o fator mais importante na indução da fenofase, nesse caso, onde houve um período de mais de três meses com precipitação abaixo da média histórica, a falta de chuvas pode ter causado o sincronismo da abscisão foliar em todas as espécies de Meliaceae e aumento significativo tanto no índice de atividade como na intensidade de Fournier da fenofase de abscisão foliar.

O comportamento fenológico de abscisão foliar nas espécies de Meliaceae se repetiu entre os anos de estudos, ocorrendo na mesma época em cada ano. No entanto, quando observado alguma alteração climática como no segundo e terceiro ano de estudo, percebeu-se

que houve alteração, e nesse caso, aumento na intensidade e no número de indivíduos com a fenofase de abscisão foliar em resposta a diminuição dos fatores abióticos.

C. fissilis foi a única espécie estudada que apresentou padrão de queda e brotamento de folhas decíduo, este comportamento é característico de regiões com um período de estação seca bem definida (Andreacci 2012), contudo a sazonalidade da abscisão foliar em *C. fissilis* pode ser influenciada por outros fatores, já que não há um potencial estresse hídrico na área de estudo e não apresentou correlações com este fator. Andreacci (2012) sugere que a abscisão foliar e o brotamento dessa espécie são determinados geneticamente e devem ser controlados por diferentes sinais ambientais. Em suas observações, o fotoperíodo e a temperatura influenciaram diretamente a fenologia dos indivíduos, assim como nesse estudo, e ainda indicou o fotoperíodo como responsável pelo brotamento e desfolha sincrônica e a temperatura agindo no adiantamento da senescência foliar.

Morellato (1991) também afirma que a espécie *C. fissilis* possui a longevidade foliar determinada geneticamente, perdendo suas folhas em um determinado período do ano, independente se os anos foram mais secos ou mais úmido e independente também do tipo de florestas que ocorrem.

Populações sujeitas às mesmas condições climáticas mantêm, em geral, o mesmo comportamento fenológico (Bencke & Morellato 2002b), sendo que espécies de Meliaceae do PEMG estão sob as mesmas condições climáticas, porém apresentaram diferenças interespecíficas nos padrões de abscisão foliar, com espécies decíduas e semidecíduas e sempre verdes ocorrendo na mesma família, assim como encontrado por Morellato (1991).

Rivera *et al.* (2002) também encontrou uma ampla variedade de padrões de abscisão foliar em florestas semidecíduas do hemisfério norte e sul. De acordo com Borchert (1980) e Reich & Borchert (1984) a resposta das espécies ao estresse hídrico está relacionado a diferenças na capacidade de captação de água e controle da perda da água, desta maneira espécies perenifólia, semidecíduas e decíduas podem ocorrer no mesmo local.

Outro aspecto é que a maioria das espécies de Meliaceae ocorrem no sub-bosque da área de estudo e esse grupo ecológico apresenta abscisão foliar de maneira gradual, sem um pico anual, tanto em florestas úmidas (Frankie *et al.* 1974; Opler *et al.* 1980; Koptur *et al.* 1988), como em florestas estacionais semidecíduais (Daubenmire 1972; Monasterio & Sarmiento 1976).

A idade foliar avançada é outro fator, que juntamente com a redução do fotoperíodo e temperatura podem ter levado a indução da abscisão foliar. De acordo com Borchert *et*

al.(2002), existe dependência da idade foliar nas respostas à seca, e que a complexa interação entre idade da folha e o estresse hídrico são os principais determinantes da abscisão foliar.

Brotamento

O brotamento na maioria dos indivíduos das espécies da família Meliaceae apresentou padrão sazonal de ocorrência durante os anos de observação. Essa fenofase foi registrada simultaneamente ou logo em seguida ao pico de abscisão foliar, com início da produção de folhas ainda na estação seca e fria, como em *C. fissilis*, mas com a maioria das espécies produzindo novas folhas na transição da estação seca para a úmida, entre os meses de agosto e setembro e permanecendo até o início da estação úmida.

A ocorrência do brotamento antes da estação úmida foi encontrada também em algumas florestas semidecíduas no sul e sudeste do Brasil (Morellato *et al.* 1989; Morellato 1991; Morellato 1996; Ferraz *et al.* 1999; Santos & Takaki 2005; Perina 2011).

De acordo com Bulhão e Figueiredo (2002) a retomada do crescimento ainda na estação seca nas espécies perenifólias, decíduas e semidecíduas indica que a restrição de água durante a estação não é tão severa. Rivera *et al.* (2002) sugerem que em florestas tropicais o estabelecimento de novas folhas antes da estação favorável ao crescimento (estação úmida) é provável para otimizar o ganho fotossintético após as primeiras chuvas.

Na maioria das espécies foram encontradas correlações negativas entre o brotamento e os fatores climáticos, principalmente em meses anteriores ao evento fenológico. Esses resultados diferem dos trabalhos de fenologia em florestas semidecíduas, no qual são encontradas correlações positivas entre o brotamento e os fatores abióticos, especialmente, com a temperatura e o fotoperíodo (Morellato *et al.* 1989, Morellato, 1991, Rivera *et al.* 2002).

Correlações positivas foram encontradas apenas com a temperatura média e o fotoperíodo em *T. pallida*, e com o fotoperíodo em *T. casaretti*, nas outras espécies foram encontradas apenas correlações negativas principalmente com o fotoperíodo e temperatura.

Bencke (2005) acompanhou a fenologia de espécies arbóreas em uma floresta semidecídua no Rio Grande do Sul, e encontrou correlações negativas do brotamento com a temperatura média em dois e três meses anteriores a fenofase, como neste estudo, o que leva a crer que o brotamento nas espécies de Meliaceae na área de estudo, recebem os estímulos a produção de novas folhas bem antes das suas respectivas respostas, e estão associadas mais a variações na temperatura e fotoperíodo do que a precipitação.

A falta de correlação com a precipitação, principalmente no período de estudo, (com exceção de *T. clausenii*, que apresentou correlação negativa com esta variável), parece confirmar a ideia que a disponibilidade hídrica é menos importante como fator indutor dessa fenofase, embora o aumento da precipitação a partir de setembro seja importante para as plantas que já estão com folhas novas, pois permite continuar se mantendo bem hidratadas e produzindo folhas ao longo de toda estação úmida (Perina 2011).

Com a produção de folhas quase contínua, sugere-se que os fatores climáticos não possuem muita influência no brotamento de novas folhas nas espécies dessa família, especialmente porque o brotamento se repetiu em todos os anos praticamente na mesma época independente se os anos foram mais secos ou mais úmidos. Além disso, houve poucas correlações com esta fenofase e os fatores abióticos considerados neste estudo, principalmente no mês que foram realizadas as observações, podendo ser outros fatores os principais estímulos ao brotamento.

Borchert (1991) sugere que em populações de florestas tropicais com vários períodos de crescimento no mesmo ano, a retomada do crescimento pode não ser determinada só apenas por fatores ambientais, mais deve ser regulada por mudanças fisiológicas da planta e por interações de uma variedade de fatores endógenos e ambientais.

Outro fator que pode ter contribuído com a indução do brotamento em algumas espécies deste estudo, seria a própria abscisão foliar. De acordo com Morellato (1991), a abscisão foliar poderia estimular o brotamento nas espécies onde uma fenofase é imediatamente seguida de outra, como ocorreu em *C. canjerana*, *C. fissilis* e *T. pallida*. Nessas espécies o brotamento ocorreu quando já haviam perdido total ou parcialmente suas folhas.

A redução da transpiração ocasionada pela queda das folhas pode ser um fator indutor ao brotamento em algumas espécies, pois a redução da perda de água e a utilização da água residual podem permitir a reidratação dos ramos sem folhas e a retomada do crescimento mesmo em períodos secos, fato que permite uma relativa independência da precipitação neste período (Reich & Borchert 1984; Borchert 2000).

No geral, a concentração do brotamento nas espécies de Meliaceae pode ser também uma estratégia de evitar herbivoria, já que a concentração da atividade de produção de novas folhas ocorreu também em outras famílias na área de estudo (Perina 2011) e as folhas produzidas durante brotamentos mais concentrados sofrem uma menor taxa de predação, devido a abundância de recursos que permite saciar rapidamente os herbívoros, podendo ser esta uma pressão seletiva para a concentração do brotamento (Aide 1992; van Shaik *et al.* 1993).

Floração

A floração nos indivíduos das espécies de Meliaceae ocorreu um mês após ou simultaneamente ao pico de brotamento em todas as espécies. De acordo com Borchert (1983) o período reprodutivo está amplamente associado ao ciclo vegetativo da planta, o que pode ser confirmado em vários estudos fenológicos, principalmente em florestas semidecíduas, onde o período reprodutivo ocorreu após a mudança foliar (Morellato *et al.* 1989; Morellato 1996; Morellato *et al.* 2000; Mikich & Silva 2001; Pedroni *et al.* 2002; Santos & Takaki 2005; Bianchini *et al.* 2006; Rubim *et al.* 2010; Perina 2011).

A ocorrência simultânea da fenofase de crescimento e de reprodução pode ser uma forma de economizar energia para a planta (Borchert 1983), onde o florescimento e o brotamento podem se sobrepor em algumas espécies, dado que o mesmo meristema que forma as gemas foliares também produzem os botões florais ou inflorescências. Essas duas fenofases, ao ocorrer no mesmo ramo novo, como foram observadas na maioria das espécies de Meliaceae, sugerem que a proximidade temporal entre a floração e o brotamento seria uma forma eficiente em investir recursos, pois, é mais vantajoso energeticamente transferir diretamente para um órgão em desenvolvimento do que estoca-lo posterior translocação (van Schaik *et al.* 1993).

As fenofases referentes à floração foram as mais sazonais das espécies estudadas, devido à concentração da atividade de botões florais e antese em um curto período de tempo, apresentando elevados valores nos testes de sazonalidade (Teste de Rayleigh). O período reprodutivo ocorreu praticamente na mesma época entre os anos de observação, com início na maioria das espécies entre os meses de agosto e outubro, período correspondente à transição da estação seca para a úmida, e com um menor número de espécies produzindo flores durante a estação úmida. O início do período reprodutivo na transição da estação seca para úmida parece ser importante para essas espécies. De acordo com Borchert (1991) o desenvolvimento e abertura das flores envolve expansão celular e é, então, sensível ao estresse hídrico.

As correlações encontradas entre as fenofases de floração e os fatores abióticos sugerem que a indução ao florescimento nas espécies estudadas ocorrem de duas maneiras: a maioria das espécies se reproduziram após o período de seca. Nessas espécies o estresse de água pode ser estímulo para a indução da produção de botões florais. E as espécies que floresceram no começo da estação úmida, sendo que o aumento do fotoperíodo e da temperatura, que ocorrem nos meses de maior pluviosidade podem ter induzido o florescimento nessas espécies.

Nas espécies *C. canjerana*, *C. fissilis*, *G. macrophylla*, *G. kunthiana*, *T. clausenii*, *T. elegans* e *T. pallens* que florescem na transição da estação seca para a úmida, a maioria das correlações das fenofases de botões florais e antese foram negativas com os fatores abióticos considerados neste estudo, principalmente em meses anteriores ao evento fenológico, indicando que quanto menor a precipitação, fotoperíodo e temperatura, maior a quantidade de indivíduos com a fenofase reprodutiva.

Borchert (1983) sugere que o estresse de água contribua para o estabelecimento de condições internas que conduzem ao florescimento. No PEMG o período de menor pluviosidade é também de menor fotoperíodo e temperatura, e o decréscimo nestes fatores em conjunto podem ter estimulado a indução da floração antes mesmo do período mais úmido.

Ao contrário das espécies citadas acima, em *T. casaretti*, *T. pallida* e *T. catigua* que florescem na estação úmida, o aumento do fotoperíodo e da temperatura podem ter induzido a floração nestas três espécies, já que a maioria das correlações encontradas para a fenofase de botões florais e antese foram positivas para temperatura média e fotoperíodo tanto no período de estudo como em meses anteriores a ocorrência da fenofase.

Na área de estudo, o período de maior pluviosidade é também os meses de maior temperatura e comprimento do dia, sendo que estes dois últimos fatores foram os que mais se correlacionaram com as fenofases de floração nas espécies *T. casaretti*, *T. pallida* e *T. catigua*, estando de acordo com a maioria dos estudos fenológicos em florestas semidecíduas, os quais, associam o aumento do fotoperíodo e da temperatura a indução da floração (Morellato *et al.*, 1989; Morellato 1991; Talora & Morellato 2000; Bianchini *et al.*, 2006; Rubim *et al.*, 2010, Perina 2011). Embora o aumento da precipitação seja importante também nos meses anteriores para a produção de botões florais na espécie *T. pallida*.

Ressaltando a proposta de van Schaik *et al.* (1993), sobre a eficiência energética em transferir recursos para crescimento e reprodução, verificou-se que o brotamento nas espécies *T. casaretti*, *T. pallida* e *T. catigua* acompanham o período reprodutivo, ocorrendo praticamente na mesma época. Ainda é importante ressaltar que a mudança do estado vegetativo para o reprodutivo é controlado mais por fatores internos do que mudanças climáticas (Borchert 1983; Borchert *et al.* 2004).

Apesar de todas as espécies apresentarem similar padrão sazonal de floração, ocorrendo depois do período menos úmido, os estímulos indutores à floração podem não estar associado apenas aos fatores climáticos, pois as correlações significativas entre a temperatura média, precipitação e fotoperíodo e as fenofases de botões florais e antese não foram

semelhantes entre as espécies e entre os períodos analisados (mês de ocorrência e meses anteriores ao evento fenológico).

Outros estímulos podem estar envolvidos com a indução da floração, permitindo que o período reprodutivo ocorra quase na mesma época para todas as espécies da família Meliaceae. Além disso, a antese que é a fenofase mais importante da floração, os fatores abióticos parecem não influenciar muito a sua ocorrência, devido a poucas correlações significativas encontradas com esta fenofase, principalmente no mês de observação, onde apenas *G. kunthiana* apresentou correlações positivas com todas elas.

Borchert (1983) sugere que os estímulos à indução da floração e da abertura floral, (fenofases de botões florais e antese, respectivamente), são induzidos por diferentes estímulos, sendo que a produção de botões florais é controlada principalmente por fatores endógenos e afetados por fatores ambientais apenas indiretamente através da sazonalidade do desenvolvimento vegetativo nas plantas, enquanto a antese ocorre devido à liberação de algum fator endógeno inibitório ao desenvolvimento dos botões, ou mesmo as condições ambientais que favorecem a abertura das flores, não sendo descartados outros fatores.

Os fatores bióticos podem ter sido os principais estímulos as fenofases de floração e responsáveis também pela alta sazonalidade apresentada pelas fenofases de botões florais e antese nas espécies de Meliaceae. De acordo com van Schaik *et al.* (1993) os fatores bióticos podem levar a fenologias agregadas, como nas fenofases de floração, onde as plantas podem determinar o tempo de suas atividades reprodutivas em relação à variação na disponibilidade sazonal de agentes bióticos, como polinizadores ou dispersores.

van Schaik *et al.* (1993) afirmam que da mesma forma que as fenofases de floração são sazonais, a abundância de polinizadores também podem variar sazonalmente. Estes autores sugerem ainda que o número de insetos polinizadores é mais elevado durante a estação seca, favorecendo a floração neste momento.

Neste estudo não foram levantados dados sobre os polinizadores efetivos em cada espécie, no entanto, considerando que sejam os mesmos polinizadores devido às semelhanças morfológica nas flores entre as espécies, observou-se que existem pequenas diferenças no início ou no tempo de duração das fenofases de botões florais e antese, que faz com que evite a sobreposição no pico de floração entre as espécies, sendo até observada mais de uma espécie se reproduzindo, porém quanto uma acaba o período reprodutivo, outra se inicia, não havendo sobreposição nos picos de atividade e intensidade (Fig. 7). De acordo com van Schaik *et al.* (1993), o fato da floração estar agregada no tempo em cada população, pode ser resultado

da seleção para atrair os polinizadores, e assim, evoluir comportamentos que minimizam a sobreposição fenológica com outras plantas que dependem dos mesmos animais vetores.

As únicas espécies que apresentam semelhanças no comportamento fenológico reprodutivo, possuem diferenças morfológicas na flor, tanto em relação ao tamanho dos verticilos florais como no hábito das plantas. Em *T. elegans* e *T. pallens*, a abertura floral ocorreu entre os meses de outubro e novembro, contudo além do hábito ser diferente, a primeira arvoreta e a segunda arbórea, há pequenos deslocamentos no início ou término da fenofase e nos índices de atividade e intensidade.

Em *C. canjerana* e *T. clausenii* também apresentaram o início ou pico de floração no mesmo mês, contudo a diferença no tamanho das flores e do hábito entre estas duas espécies parecem não permitir que ocorra competição por polinizadores entre elas. No entanto, há necessidade de pesquisas para conhecer a ecologia da polinização das espécies de Meliaceae na região estudada.

Frutificação

O desenvolvimento dos frutos nos indivíduos das espécies de Meliaceae durou vários meses, variando de cinco meses como em *T. clausenii*, ou mais de um ano em *C. canjerana*. A fenofase de frutos imaturos foi observada ao longo de todos os anos, abrangendo todas as estações. No geral, foram encontradas poucas correlações significativas dessa fenofase e os fatores abióticos considerados neste estudo, possivelmente devido ao tempo de permanência do fruto na planta que passa por variações climáticas tanto da estação úmida como da seca.

Quando significativas, as correlações com a fenofase de frutos imaturos foram em sua maioria positivas e com todos os fatores abióticos, indicando que o aumento nestes três fatores podem favorecer a formação e o desenvolvimento dos frutos, além disso, a fenofase de frutos imaturos não apresentou sazonalidade pronunciada, justamente devido à permanência dos frutos imaturos na planta por vários meses.

Todas as espécies, com exceção de *C. fissilis* apresentam síndrome de dispersão zoocórica (Perina 2011), com frutos carnosos sendo dispersos durante todo o ano. É comum em outras florestas a dispersão de frutos zoocóricos ao longo do ano, como em florestas semidecíduas (Morellato *et al.* 1989; Morellato 1991; Bencke 2005; Perina 2011), em floresta

atlântica (Talora & Morellato 2000; Morellato *et al.* 2000; Martin – Gajardo & Morellato 2003) e em floresta de araucária no Sul do Brasil (Marques *et al.* 2004).

C. fissilis foi a única espécie estudada com síndrome de dispersão anemocórica. A fenofase de frutos maduros nesta espécie apresentou um padrão altamente sazonal, ocorrendo a dispersão na próxima estação seca a qual foram formados.

A dispersão em *C. fissilis* foi facilitada pela posição no dossel, por ser uma espécie emergente, favorece a dispersão pela maior exposição das sementes ao vento, além disso, a baixa umidade relativa durante a estação seca seria favorável ao processo de dessecação e maturação dos diásporos em espécies com este padrão anemocórico (Janzen 1967; Morellato 1991; van Schaik *et al.* 1993).

As correlações encontradas para a fenofase de frutos maduros em *C. fissilis* foram negativas com os fatores abióticos de temperatura e fotoperíodo, sendo que a redução nestes dois fatores em florestas estacionais semidecíduais sinaliza a aproximação da estação menos úmida (Morellato 1989; Perina 2011), que são as condições necessárias para a dessecação dos frutos e dispersão das sementes. van Schaik *et al.* (1993) sugerem que espécies anemocóricas dispersas pelo vento deverão ocorrer durante partes do ano marcadas com mais ventos, coincidindo especialmente com o período de abscisão foliar, como é característico do Cedro.

Em *C. fissilis* foi observado ainda, que mesmo havendo floração anualmente, não há formação de frutos com a mesma frequência, assim como encontrado por Santos & Takaki (2005) para a mesma espécie em uma floresta semidecídua no estado de São Paulo.

Em *G. kunthiana*, *G. macrophylla*, *T. catigua*, *T. pallens* e *T. pallida* o pico de atividade e intensidade de frutos maduros ocorreu principalmente na transição da estação seca para a úmida entre os meses de setembro a outubro, contudo podem iniciar a dispersão de sementes em menores intensidades e números de indivíduos meses anteriores ou posteriores a este período.

C. canjerana foi a espécie que possuiu maior tempo de maturação dos frutos, em consequência disso, não apresenta um padrão regular de dispersão, sendo possível encontrar na planta, frutos em diferentes estágios de desenvolvimento devido a sobreposição da florada com frutos da florada anterior. Este padrão de frutificação proporciona um longo período de dispersão dos frutos, que se inicia no final da estação seca e permanece até a estação úmida, ou ocorreu em menores intensidades durante todo ano.

van Schaik *et al.* (1993) sugere que a época de frutificação é ajustada para proceder ao momento ideal para germinação, isto acarretaria que mais plantas deveriam ajustar o tempo de frutificação para coincidir com o início da estação chuvosa em florestas com algum período

de seca. Isso ocorreu em *G. kunthiana*, *G. macrophylla*, *T. catigua*, *T. pallens*, *T. pallida* e *C. canjerana* neste estudo. Mikich & Silva (2001) em uma floresta semidecíduas no oeste do Paraná, também observou que o pico de frutificação das espécies zoocórica ocorreu no início da época relativamente mais fria e menos chuvosa, com a dispersão ocorrendo especialmente na estação seca. Talora & Morellato (2000) sugerem que em locais onde o clima não é tão limitante, talvez a seleção atue no sentido de diminuir a predação de sementes, favorecendo que as espécies frutifiquem antes da estação úmida que é o momento de menor atividade de patógenos e predadores.

Nas espécies *T. elegans* e *T. casaretti* a dispersão dos frutos ocorreu na transição da estação úmida para a seca e durante a estação seca, respectivamente. Nessas espécies foram encontradas correlações negativas com todos os fatores abióticos tanto no período de estudo como em meses anteriores, indicando que quanto menor a temperatura, fotoperíodo e precipitação maior a quantidade de frutos maduros.

Em *T. elegans* e *T. casaretti* as condições abióticas parecem não ser impedimentos à dispersão dos frutos e podem até ser o gatilho que provoca a dispersão das sementes nessas duas espécies, além disso, o período menos úmido na área de estudo é tão curto que talvez não seja impedimento para que estas espécies dispersem suas sementes nesta época do ano.

Na revisão de van Schaik *et al.* (1993), os autores não encontraram diferenças claras no ritmo de frutificação de espécies dispersas pelo vento e outras plantas arbóreas com dispersão zoocórica.

Foi observado também que *T. catigua* dispersou frutos apenas uma vez durante todo o período de estudo, embora tenha produzido frutos imaturos em outros anos. A baixa disponibilidade de frutos maduros em *T. catigua*, pode ser devido ao comportamento fenológico e período reprodutivo que a espécie apresenta. Essa espécie produz reduzida quantidade de flores que não é agregada em uma época do ano, o que pode dificultar a atração por polinizadores e conseqüentemente à baixa produção de frutos de forma irregular. Valmorbidia (2007) também relata que a produção de sementes de *T. catigua* é irregular, ou seja, em um ano produz e no seguinte é diminuída ou ausente.

A fenofase de frutos maduros parece não ser tão dependentes das condições climáticas as quais são dispersas, devido a distribuição desta fenofase durante a estação úmida e seca, e as poucas correlações encontradas com a maioria das espécies. No entanto, apresentou no geral, padrão sazonal de dispersão dos frutos. A sazonalidade de cada espécie, forma no conjunto, um padrão contínuo de frutificação, permitindo a manutenção de recursos para a fauna dispersora de sementes.

Ferraz *et al.* (1999) também sugere que a frutificação está relacionada a outros fatores e não apenas aos fatores climáticos em um fragmento florestal na região de São Paulo. Gressler (2005) refere-se que as poucas correlações com os fatores climáticos e a distribuição de anual de frutos indica uma fraca influência do clima nas fenofases de frutificação em um remanescente de floresta atlântica no sul do estado de São Paulo.

A permanência dos frutos imaturos por vários meses até o início da maturação seria uma forma estratégica de promover à dispersão perto da estação favorável à germinação do ano seguinte, ou seja, no período mais úmido do próximo ano. Mesmo com uma ampla distribuição ao longo de cada ano, a maioria das espécies tanto zoocóricas como anemocóricas dispersam seu fruto próximo ao início da estação úmida, o que pode garantir que a germinação e o estabelecimento das plântulas ocorram antes da próxima estação seca favorecendo a sobrevivência das plantas.

É importante lembrar que na área de estudo, o período menos úmido, que seria desfavorável a germinação é tão curto, que talvez não seja impedimento para as plantas dispersarem diásporos nos meses com temperaturas mais baixas e com menor umidade. Estes fatores climáticos, não seriam empecilhos para o sucesso no estabelecimento destas espécies, garantindo que a família Meliaceae continue sendo bem representativa na área de estudo. Contudo, ainda há carência de informações fenológicas sobre a germinação das sementes de espécies de Meliaceae.

Foram observadas nesse estudo poucas diferenças quanto às observações mensais e quinzenais. Apesar das observações quinzenais oferecerem maior detalhamento dos eventos em todas as fenofases, as observações mensais são suficientes para registrar a ocorrência do evento, já que nessa família as fenofases duraram pelo menos um mês cada uma.

Levando em conta as médias históricas de precipitação e temperatura, a área de estudo apresenta apenas um mês com baixa pluviosidade, o que não é suficiente para caracterizar a região como sazonalmente seca. Contudo no período de quatro anos e seis meses de observações apenas na maioria dos anos o período de menor pluviosidade foi de dois meses, sendo considerado por van Schaik *et al.* (1993), como um local com baixa sazonalidade climática, sendo que as plantas estudadas podem estar respondendo fonologicamente a estas variações ano a ano, diferindo do restante da comunidade, que de acordo com Perina (2011), respondem melhor as condições climáticas referentes ao clima médio.

Conclusão

Todos os eventos fenológicos dos indivíduos das espécies da família Meliaceae na floresta estacional semidecidual do PEMG foram sazonais e previsíveis, ocorrendo praticamente na mesma época em cada ano de observação, ressaltando a influência dessa família na definição dos padrões sazonais da comunidade.

As fenofases vegetativas ocorreram durante a estação menos úmida e fria, e na transição para a estação úmida e quente, seguida pelas fenofases de floração. Os frutos imaturos permaneceram na planta por vários meses, sendo dispersos no final da estação seca do próximo ano ao qual foram formados.

Dentre os fatores abióticos considerados, verificou-se que as fenofases vegetativas são mais sensíveis às mudanças dos fatores abióticos, sendo observadas alterações no comportamento fenológico de abscisão foliar e brotamento em resposta às variações nesses fatores, principalmente na temperatura e fotoperíodo.

As fenofases reprodutivas ocorreram na mesma época em cada ano de estudo, no entanto, apresentaram poucas correlações com os fatores abióticos, sendo que cada espécie se correlacionou de diferentes maneiras com estes fatores, indicando que nem todas as espécies respondem igual aos estímulos abióticos e que outros fatores podem estar associados aos eventos sazonais reprodutivos nessas espécies. Outros estímulos poderiam ser os fatores bióticos, em que as plantas poderiam determinar o tempo de suas atividades em relação à variação na disponibilidade sazonal de agentes bióticos, como polinizadores e dispersores de sementes. Essa relação com os fatores bióticos faz com que a atividade fenológica seja temporalmente agregada, justificando a alta sazonalidade apresentada principalmente pelas fenofases de floração e de frutos maduros apresentadas neste estudo.

Referências

- Adler, G. H. & Kielpinski, K. A. 2000. Reproductive phenology of a tropical canopy tree, *Spondias mombin*. **Biotropica** **32**: 686-692.
- Aide, T.M. 1992. Dry season leaf production: a escape from herbivory. **Biotropica** **24**: 532-537.
- Andreacci, F. 2012. **Atividade cambial, fenologia vegetativa e ritmo de crescimento de *Cedrela fissilis* Vell. Em áreas de floresta ombrófila mista e densa do Estado do Paraná: aspecto dendrocronológicos e dendroecológicos**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Bencke, C. S. C. 2005. **Estudo da fenologia de espécies arbóreas em uma floresta semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS**. Tese de Doutorado em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Bencke, C. S. C. & Morellato, L. P. C. 2002a. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **25**(2): 237-248.
- Bencke, C.S.C.& Morellato, L.P.C. 2002b. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica** **25**(2): 237-248.
- Bianchini, E.; Pimenta, J.A. & Santos, F.A.M. 2001. Spatial and temporal variation in the canopy cover in a tropical semi-deciduous forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **44**: 269-276.
- Bianchini, E.; Popolo, R.S.; Dias, M.C. & Pimenta, J.A. 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.; Pimenta, J.A. & Santos, F.A.M. 2006. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **29**(4): 595-602.
- Borchert, R. 1978. Feedback control and age-related changes of shoot growth in seasonal and nonseasonal climates. Pp. 445-464. In: Tomlinson, P.B.; Zimmermann, M.H. (Eds.). **Tropical Trees as Living Systems**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Borchert, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O.F. Cook. **Ecology** **61**(5): 1065-1074.
- Borchert, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. **Biotropica** **15**: 81-89.
- Borchert, R. 1991. Growth periodicity and dormancy. Pp. 221-245. In: Raghvendra, A.S. (Ed.). **Physiology of trees**, John Wiley & Sons, New York.

- Borchert, R. 2000. Organismic and environmental controls of bud growth in tropical trees. Pp 87-107. In: By J.D. Viemont and J. Crabbe (Eds.). **Dormancy in plants: from whole plant behavior to cellular control**. Wallingford, UK, CAB Internacional.
- Borchert, R.; Rivera, G. & Hagnauer, W. 2002. Modification of vegetative phenology in a tropical semideciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica** **34**: 381-393.
- Borchert, R.; Meyer, S.A.; Felger, R.S. & Porter-Bolland, L. 2004. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rica and Mexican tropical dry forests. **Global Ecology and Biogeography** **13**: 409-425.
- Bulhão, C.F. & Figueiredo P.S. 2002. Fenologia das leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica** **25**(3):361-369.
- Carvalho, P.E.R. 2003. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Pp. 383-393. Embrapa Informação e Tecnológica Brasília, DF.
- Daubenmire, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. **Journal of Ecology** **60**: 147-170.
- Dias, M.C., Vieira, A.O.S., Nakagima, J.N., Pimenta, J.A. & Lobo, P.C. 1998. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Botânica** **21**:183-195.
- Dias, M.C.; Vieira, A.O.S. & Paiva, R.C. 2002. Florística e fitossociologia das espécies arbóreas das florestas da bacia do rio Tibagi. Pp. 109-124. In: Medri, M.E.; Bianchini, E.; Shibata, O.A., Pimenta, J. A. (Org.). **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina: M.E. Medri.
- Dias, H.C.T. & Oliveira-Filho, A.T. 1996. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua em Lavras, MG. **Cerne** **2**: 66-88.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Pp. 412. Rio de Janeiro, Embrapa solos.
- Emmerick, J. M. 2007. **Fenologia de *Ficus glabra* Vell. e *Ficus insipida* Wild. no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina- PR**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Ferraz, D.K.; Artes, R.; Mantovani, W & Magalhães, L.M. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia** **59** (2): 305-317.
- Forsythe W.C.; Rykiel E.J.; Stahl, R.S.; W.U. H. & Schoolfield R.M. 1995. A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year. **Ecological Modelling** **80**: 87-95.
- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba** **24**(4):422-424.
- Fournier, L.A. & Charpantier, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba** **25**: 45-48.

Frankie, G.W.; Baker, H.G. & Opler, P.A. 1974. Comparative phonological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. **Journal of Ecology** **62**: 881-913.

Fundação SOS Mata Atlântica, INPE. 2013. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2011-2012**. Pp. 61. São Paulo: Fundação SOS.

Gressler, E. 2005. **Floração e frutificação de Myrtaceae de Floresta Atlântica: limitações ecológicas e filogenéticas**. Dissertação de Mestrado, UNESP, Rio Claro.

Holbrook, N.M., Whitbeck, J.L & Mooney, H.A. 1995. Drought responses of neotropical dry forest trees. Pp. 243-270. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A.; Medina, E. (Eds.). **Seasonality dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. 2002. **Plano de Manejo do Parque Estadual Mata dos Godoy**. Disponível em:

<http://www.uc.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=27>, (acesso em 01/09/2009).

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. 2013. **Médias históricas em estações do IAPAR**. http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. 2010. **Dinâmica ambiental do Estado do Paraná**. Pp. 38. Nota técnica IPARDES nº13, Curitiba.

Janzen, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution** **21**: 237-260.

Kochmer, J. P. & Handel, S. N. 1986. Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. **Ecological Monographs** **56**(4): 303-325.

Koptur, S.; Haber, W.A.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1988. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forests of Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology** **4**: 347-359.

Köppen, W. 1948. **Climatologia: con un studio de los climas de la tierra**. Pp. 479. México: Fondo de Cultura Económica.

Kovach, W. L. 1994. **Oriana for Windows, version 1.06**. Wales, Kovach Computing Service.

Leite, E.C. & Rodrigues, R.R. 2008. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no Sudeste do Brasil. **Revista Árvore** **32**(3): 583-595.

Lieth, H. 1974. Purpose of a phenology book. Pp. 3-19. In: Lieth, H. (Ed.). **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer Verlag.

Lorenzi, H. 2002. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. Pp. 373. 2ª Ed. São Paulo: Nova Odessa.

Mantovani, M.; Ruschel, A.R.; Reis, M.S.; Puchalski, A. & Nodari, R.O. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. **Revista Árvore** **27**(4): 451-458.

- Marques, M.C.M., Roper, J.J. & Salvalaggio, A.P.B. 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology** **173**: 203 -213.
- Martin-Gajardo, I.S.; Morellato, L.P.C. 2003. Fenologia de espécies Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **26**(3): 299-309.
- Mikich, S.B. & Silva, S.M. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocórias de remanescentes de floresta estacional Semidecidual no Centro-Oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** **15**(1): 89-113.
- Monasterio, M. & Sarmiento, G. 1976. Phenological strategies species of seasonal savana and semideciduos forest in the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography** **3**: 325-355.
- Moscheta, I.S.; Souza, L.A.; Mourão, K.S.M. & Rosa, S.M. 2002. Morfo-anatomia e aspectos da biologia floral de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (Meliaceae), **Acta Científica Venezolana** **53**: 239-244.
- Morellato, L.P.C. 1991. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Morellato, L.P.C. 1996. **Fenologia, razão sexual e distribuição espacial em espécies dioicas de *Trichilia* (Meliaceae)**. Tese para concurso de professor UNESP, campus universitário de Rio Claro.
- Morellato, L.P.C. 2004. Phenology, sex ratio, and spatial distribution among dioecious species of *Trichilia* (Meliaceae). **Plant Biology** **6**: 491-497.
- Morellato, L.P.C.; Rodrigues, R.R.; Leitão – Filho, H.F. & Joly, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japí, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **12**: 85-98.
- Morellato, L.P.C.; Leitão-Filho, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão de sementes na Serra do Japi. Pp. 112-140. In: Morellato, L.P.C. (Ed.). **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal do sudeste do Brasil**. Campinas: Editora Unicamp/Fapesp.
- Morellato, L.P.C.; Talora, D.C.; Takahasi, A.; Bencke, C.C.; Romera, E.C. & Zipparro, V.B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica** **32**(4b): 811-823.
- Morellato L.P.C.; Alberti L.F. & Hudson I.L. 2010. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: Hudson, I.L. & Keatley, M. (Eds). Pp. 357-371. **Phenological research: methods for environmental and climate change analysis**. Netherlands: Springer.
- Novaes, T.G. 2007. **Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas da região de Londrina, PR. 55f**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

- Opler, P.A.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** **68**: 189-209.
- Pedroni, F.; Sanches, M. & Santos, F.A.M. 2002. Fenologia de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.- Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 183-194.
- Pennington, T. D.; Styles, B.T. & Taylor, D.A.H. 1981. Meliaceae. **Flora Tropical Monograph** **28**: 472p. New York: Bronx.
- Pereira, R.A.S.; Rodrigues, E. & Menezes Junior, A.O. 2007. Phenological patterns of *Ficus citrifolia* (Moraceae) in a seasonal humid-subtropical region in Southern Brasil. **Plant Ecology** **188**: 265-275.
- Perina, B.B. 2011. **Fenologia de espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecidual do Sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Ramos, V.S.; Durigan, G.; Franco, G.A.D.C.; Siqueira, M.F. & Rodrigues, R.R. 2008. **Árvores da floresta estacional semidecidual: guia de identificação de espécies**. Pp. 313. São Paulo: Biota/Fapesp.
- Rathcke, B. & Lacey, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** **16**: 179-214.
- Reich, P. B. & Borchert, R. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). **Ecology** **63**: 294-299.
- Reich, P. B. & Borchert, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology** **72**: 61-74.
- Reich, P.B. & Borchert, R. 1988. Changes with leaf age in stomatal function and water status of several tropical tree species. **Biotropica** **20**: 60-69.
- Rivera, G.; Elliott, S.; Caldas, L.S.; Nicolossi, G.; Coradin, V.T.R. & Borchert, R. 2002. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. **Trees** **16**: 445-456.
- Rubim, P. 2006. **Padrões fenológicos de espécies arbóreas em um fragmento de floresta semidecídua no estado de São Paulo: definição de padrões sazonais e comparação entre anos**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Rubim, P.; Nascimento, H.E.M. & Morellato, L.P.C. 2010. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **24**(3): 756-764.
- Sakai, S. 1999. Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. **American Journal of Botany** **86**(10): 1414-1436.

Sakai, S. 2000. Reproductive phenology of gingers in a lowland dipterocarp forest in Borneo. **Journal of Tropical Ecology** 16: 337-354.

Sakai, S. 2001. Phenological diversity in tropical forests. **Population Ecology** 43: 77-86.

Santos, D.L. & Takaki, M. 2005. Fenologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(3): 625-632.

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.

Silveira, M. 2006. A vegetação do Parque Estadual Mata dos Godoy. In: Torezan, J. M. (Org.). Pp. 19-27. **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy**. Londrina: Itedes.

Singh, K. P. & Kushwaha, C. P. 2006. Diversity of flowering and fruiting phenology of trees in a tropical deciduous forest in India. **Annals of Botany** 97: 265-276.

Soares-Silva, L.H. 1990. **Fitossociologia arbórea da porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Soares-Silva, L.H. & Barroso, G.M. 1992. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina – PR, Brasil. Pp. 101-112. In: **Anais do Congresso da Sociedade de Botânica de São Paulo**. Campinas: SBSP/UNICAMP/IAC, 1992. v. 8.

Soares-Silva, L.H.; Bianchini, E.; Fonseca, E.P.; Dias, M.C.; Medri, M.E. & Zangaro Filho, W. 1992. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice, município de Ibiporã, PR. **Revista do Instituto Florestal** 4:199-206.

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**. Pp. 469-470, 3^oed. Nova Odessa: Plantarum.

Souza, L.A.D.; Moscheta, I.S.; Mourão, K.S.M. & Sivério, A. 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): 383-394.

Souza, L.A.D.; Moscheta, I.S.; Mourão, K.S.M. & Rosa, S.M. 2002. Morfo-anatomia da flor de *Guarea Kunthiana* A. Juss. e de *Guarea macrophylla* Vahl. (Meliaceae). **Acta Scientiarum** 24(2): 591-600.

Stefano, M.V.; Calazans, L.S.B. & Sakuragui, C.M. 2013. **Meliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB19742> (acesso em 01/08/2013).

Sun, C.; Kaplin, B.A.; Kristensen, K.A.; Munyaligoga, V.; Mvukiyumwami, J.; Kajondo, K.K. & Moermond, T.C. 1996. Tree phenology in a tropical montane forest in Rwanda. **Biotropica** 28(4b): 668-681.

Talora, D.C. & Morellato, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 23 (1): 13-26.

Valmorbida J. 2007. **Propagação da espécie *Trichilia catigua* A. JUSS (Catiguá)**. Tese de doutorado UNESP, campus de Botucatu.

van Schaik, C.P.; Terborgh, J.W. & Wright, J.S. 1993. The phenology of tropical forest: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics** 24: 353-377.

Vicente, R.F. 2006. O Parque Estadual Mata dos Godoy. In: Torezan, J.M. (Org.).Pp. 13-18. **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy**. Londrina: Itedes.

Wright, S.J. & Cornejo, F.H. 1990. Seasonal drought and leaf fall in a tropical forest. **Ecology** 71(3): 1165-1175.

Wright, S.J. & Calderon, O. 1995. Phylogenetic patterns among tropical flowering phenologies. **Journal of Ecology** 83: 937-948.

Zar J.H. 1999. **Biostatistical Analysis**. Pp.931. 4° ed. New Jersey: Prentice-Hall.

3.2 ARTIGO B

FENOLOGIA E SISTEMAS REPRODUTIVOS DE QUATRO ESPÉCIES DA FAMÍLIA MELIACEAE EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL⁴**RESUMO**

Meliaceae é amplamente distribuída nos trópicos e abundantes em florestas estacionais semidecíduais. Em muitas taxa de Meliaceae, o verticilo reprodutivo não funcional é bem desenvolvido gerando confusão na determinação da sexualidade floral, de forma que flores funcionalmente unissexuadas são interpretadas como flores bissexuadas quando essa interpretação é baseada somente nos aspectos morfológicos florais. O objetivo desse trabalho foi caracterizar o sistema reprodutivo de três espécies de *Trichilia* e de *C. canjerana* spp. *canjerana*, e descrever qual época do ano as fenofases reprodutivas ocorrem. Para caracterização dos sistemas reprodutivos, foram realizados experimentos de polinização controlada, acompanhamento antes e depois dos indivíduos utilizados nestes experimentos e as observações fenológicas. O estudo foi realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) e em um fragmento florestal localizado a 15 Km do PEMG. Ambas as áreas são cobertas com floresta estacional semidecidual, cujo clima é subtropical úmido, e não apresenta uma longa estação seca. *C. canjerana* spp. *canjerana* e *Trichilia pallens* floresceram na transição da estação seca para a úmida, enquanto as espécies *Trichilia casaretti* e *Trichilia pallida* floresceram na estação úmida. Os resultados dos experimentos de polinização controlada, e o acompanhamento dos indivíduos testados em campo indicaram que *C. canjerana* e *T. pallens* são subdioicas, enquanto *T. casaretti* é hermafrodita e *T. pallida* pode ser monóica ou ginomonóica. A correta caracterização dos sistemas reprodutivos foi possível devido à realização dos testes de polinização controlada juntamente com as observações fenológicas e o acompanhamento dos indivíduos experimentalmente testados antes e depois da floração.

Palavras-chave: polinização controlada; subdioicia; frutificação.

⁴ Artigo nas normas da Revista Árvore

ABSTRACT

Meliaceae is widely distributed in the tropics and abundant in semideciduous forests. In many rate Meliaceae, the nonfunctional reproductive whorl is well developed generating confusion in determining sexuality floral so that flowers functionally unisexual flowers are interpreted as bisexual when that interpretation is based only on floral morphology. The aim of this study was to characterize the breeding system of three species of *Trichilia* and *Cabrlea canjerana* spp. *canjerana* and describe what time of year the reproductive phenophases occur. For characterization of reproductive systems, it was carried out experiments controlled pollination, monitoring before and after the individuals used in these experiments and phenological observations. The study was conducted in Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) and a forest fragment located 15 Km of PEMG. Both areas are covered with semideciduous forest, whose climate is humid subtropical, and does not present a long dry season. *C. canjerana* spp. *canjerana* and *Trichilia pallens* flowered in the transition from season dry to wet, while species *Trichilia casaretti* and *Trichilia pallida* flowered in the wet season. Results of controlled pollination experiments and monitoring of individuals tested in field indicated that *C. canjerana* e *T. pallens* are subdioecious, while *T. casaretti* is hermaphroditic and *T. pallida* may be monoecious or ginomonoecy. The correct characterization of the reproductive systems was possible because the testing of controlled pollination together with phenological observations and monitoring of individuals experimentally tested before and after flowering.

Key words: controlled pollination; subdioecious; fruiting.

1 INTRODUÇÃO

A família Meliaceae possui cerca de 50 gêneros e 600 espécies (Souza; Lorenzi, 2012) distribuídas predominantemente nos trópicos, apresentando espécies de grande valor econômico e ecológico dentro da floresta tropical úmida (Pennington *et al.*, 1981). Por sua riqueza de espécies, essa família apresenta uma gama de estruturas de flor, frutos e sementes, maiores do que qualquer outro grupo comparável (Pennington; Styles, 1975). A família é importante também pelo valor dado ao seu potencial madeireiro, como o mogno (*Swietenia sp.*) e o cedro (*Cedrela sp.*).

Pennington *et al.* (1981) realizaram uma importante revisão taxonômica dessa família para as espécies encontradas nos neotrópicos. Dentre outras informações, descreveram sobre o

sistema reprodutivo dos taxas, o qual verificam-se a ocorrência de espécies monóicas, dióicas ou polígamas, colocando em algumas espécies, pontos de interrogação ao se referir ao sistema reprodutivo, e enfatizam que é necessário, para a distinção e reconhecimento do sistema reprodutivo de muitas espécies de Meliaceae estudos conduzidos com populações em campo.

O gênero *Trichilia*, por exemplo, é considerado por Pennington *et al.* (1981) como o gênero que apresenta maior variação de sistemas reprodutivos na família. De acordo com estes autores, *Trichilia americana* (Sessé & Moc.) T.D., encontrada em florestas secas, apresenta às vezes flores unissexuadas ou bissexuadas na mesma planta, não definindo um sistema reprodutivo. Em *Trichilia micrantha* Benth., citam que a flor pode ser unissexuada ou bissexuada e o sistema reprodutivo pode ser monóico ou dióico, embora monoícia e dioícia sejam sistemas reprodutivos distintos. Já a espécie *Trichilia septentrionalis* C.DC. é monóica, e encontrada exclusivamente em florestas úmidas.

Morellato (2004) observou que as espécies *Trichilia claussemi* C.DC., *Trichilia pallida* Sw., *Trichilia catigua* A. Juss e *Trichilia elegans* A. Juss, ocorrentes em uma floresta estacional semidecidual no Estado de São Paulo são estritamente dióicas. No entanto, Souza *et al.* (2001), em uma floresta estacional semidecidual do norte do Paraná, não encontrou na população de *T. catigua*, *T. elegans* e *T. pallida* indivíduos estritamente dióicos, referindo-se ao sistema reprodutivo dessas espécies como monóico em maior ou menor grau.

Fuzeto *et al.* (2001), ao descrever o sistema sexual de *Cabrlea canjerana* spp. *polytricha* (A. Juss.) Pennington, revelaram se tratar de sistema reprodutivo dióico nos indivíduos estudados, contudo observaram que houve produção de frutos em plantas com fenótipo aparentemente masculino.

Muitas outras espécies de Meliaceae não possuem o sistema reprodutivo definido, havendo na família grande quantidade de espécies que possuem as flores unissexuadas, mas sempre a presença do sexo oposto (Morellato, 1996), e esta tem sido uma das principais dificuldades para a correta identificação da sexualidade da espécie.

Em muitas taxa de Meliaceae, o verticilo reprodutivo não funcional é bem desenvolvido gerando confusão na determinação da sexualidade floral, de forma que flores funcionalmente unissexuadas são interpretadas como flores bissexuadas quando essa interpretação é baseada somente nos aspectos morfológicos da flor. Essa dificuldade na identificação do verticilo reprodutivo funcional pode ser percebida em *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart. (Carmo, 2005; Moscheta *et al.*, 2002), *Guarea kunthiana* A. Juss. e *Guarea macrophylla* Vahl. (Souza *et al.*, 2001), em espécies de *Trichilia* (Souza *et al.*, 2002; Valmorbidia, 2007), em *Dysoxylum spectabile* (G.Forst.) Hook. f., (Braggins; Mabberley, 1999)

e em várias outras espécies (Pennington *et al.*, 1981). Outra dificuldade é o porte arbóreo das plantas, com espécies que variam de 10 a 30 metros de altura, o que dificulta o acesso às flores e a realização de testes de polinização controlada.

Como a maioria dos dados sobre o sistema reprodutivo são oriundos de materiais botânicos herborizados, nos quais apenas aspectos estruturais dos verticilos reprodutivos podem ser investigados, torna-se difícil o reconhecimento da funcionalidade desses verticilos, e conseqüentemente a correta caracterização do sistema reprodutivo, sendo necessário testar a funcionalidade das estruturas reprodutivas em campo para confirmação da sexualidade da flor e, conseqüentemente, do indivíduo e da população.

A família Meliaceae ocorre com muita frequência nas florestas estacionais semidecíduais (Dias *et al.*, 2002; Pennington *et al.*, 1981). No entanto, no Paraná, esta floresta que compreendia 46% do estado, conta atualmente com menos de 11,8% (IPARDES, 2010). Na região Norte do estado, a situação é ainda mais crítica, restando menos de 1% da cobertura vegetal nativa, dispersa em pequenas áreas de remanescentes florestais (Moscheta *et al.*, 2002; Silveira, 2006; Souza *et al.*, 2001; IPARDES, 2010).

Embora a recomposição dessas florestas seja necessária, pouco se conhece sobre o sistema reprodutivo das espécies que compõem esse tipo de vegetação. Um desses remanescentes florestais, localizado no norte do Estado, foi transformado em Unidade de Conservação, o Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), um dos locais onde este estudo foi realizado. No PEMG, Meliaceae é a família que possui o maior número de indivíduos e conseqüentemente maior densidade, além de ser uma das famílias com o maior número de espécies (Soares-Silva, 1990; Soares-Silva *et al.*, 1998).

Apesar da sua importância nesse tipo de floresta, há poucos estudos sobre o sistema reprodutivo das espécies de Meliaceae, sendo os dados da literatura confusos e não precisos, e normalmente baseados apenas em dados morfológicos.

Assim, este trabalho teve o objetivo de verificar e confirmar experimentalmente o sistema reprodutivo de espécies da família Meliaceae, por meio de análises morfológicas de material fresco, tratamentos de polinização controlada e acompanhamento fenológico reprodutivo de espécies do gênero *Trichilia* e em *Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart. spp. *canjerana*, e responder as seguintes questões: a) qual época do ano as fenofases reprodutivas ocorrem? b) qual o sistema reprodutivo apresentado por essas espécies?

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Este estudo foi conduzido no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) (23° 27'S e 51° 15'W, centro de visitantes), e em um pequeno fragmento florestal urbano ao lado do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR (23°22' S e 51°10' W), aqui chamado de fragmento florestal (FF), as duas áreas de estudo são cobertas por floresta estacional semidecidual.

A distância entre as áreas de estudo é cerca de 15 km e ambas localidades encontram-se no município de Londrina, Paraná, sul do Brasil. O PEMG está a uma altitude variando de aproximadamente 500 a 600 m do nível do mar (Bianchini *et al.*, 2003), e sua área é cortada pelo Trópico de Capricórnio estando, assim, no limite sul da zona tropical (Bianchini, 2001). O PEMG possui 680 ha de floresta legalmente protegidos com boas condições de preservação e histórico de conservação conhecido, sendo circundadas por terras cultivadas, pastagens, áreas florestadas e reflorestadas (Soares-Silva; Barroso, 1992; Bianchini *et al.*, 2003; Bianchini *et al.*, 2006). O relevo do PEMG é caracterizado por uma planície suave na porção norte e colinas paralelas com declive moderado na porção sul, onde é delimitado pelo Ribeirão dos Apertados, único curso de água permanente do parque (Soares-Silva, 1990; Soares-Silva; Barroso, 1992).

O fragmento florestal urbano (FF) possui aproximadamente 1 ha, e é circundado por áreas residenciais e uma rodovia que margeia a parte norte desse fragmento. Esse local foi escolhido pela facilidade de acesso e abundância de indivíduos de *C. canjerana*. O FF está a 585 m de altitude (dados da sede do IAPAR), e não possui histórico de preservação conhecidos, no entanto, percebe-se que a vegetação desta área possui diferentes graus de perturbação.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cfa – clima subtropical úmido caracterizado com verão quente e sem estação seca definida, com temperatura média no mês mais quente superior a 22°C e no mês mais frio inferior a 18°C (IAPAR, 2013). A média histórica do clima de um período de 36 anos (1976 a 2012) para a região de Londrina mostra precipitação total anual média de 1.604 mm e temperatura média de 21,2 °C, sendo janeiro e fevereiro os meses mais quentes do ano com temperatura média de 23,9°C e junho o mês mais frio do ano com temperatura média de 16,8°C (IAPAR, 2013). O período com maior precipitação ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro com médias mensais em torno de 200 mm, já os meses mais secos ocorrem em julho e agosto, nestes meses a precipitação média mensal, fica abaixo dos 70 mm. Os dados climáticos de temperatura e precipitação foram obtidos junto a Estação Meteorológica do Instituto Agronômico do Paraná-

IAPAR (23°22. S e 51°10. W), distante cerca de 15 km da área do PEMG e cerca de 200 metros do FF.

Mesmo não havendo uma sazonalidade climática muito pronunciada na região é possível distinguir uma estação mais quente e úmida de outubro a março e outra estação mais fria e menos chuvosa de abril a setembro, denominada neste estudo de estação seca.

2.2 Espécies Estudadas

As espécies estudadas foram: *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. spp. *canjerana*, *Trichilia pallens*. DC., *Trichilia casaretti* C.DC. e *Trichilia pallida* Sw.

C. canjerana spp. *canjerana* é uma espécie arbórea, secundária inicial (DIAS et al., 1998) que pode atingir até 40 metros de altura, mas frequentemente florescem com pouco menos de 10 metros. Ocorre na região neotropical desde a Costa Rica até o nordeste da Argentina (Pennington et al., 1981). Neste estudo quando citado apenas o nome *C. canjerana* se refere exclusivamente a *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. spp. *canjerana*.

No PEMG é uma das espécies mais amplamente distribuídas, estando entre as nove espécies mais abundantes (Silveira, 1993; Soares-Silva et al., 1998; Silva; Soares-Silva, 2000). Nesta área, *C. canjerana* spp. *canjerana* ocupa o dossel da floresta, desta forma, nessa espécie, os experimentos de polinização controlada foram desenvolvidos no FF devido a melhor acessibilidade a copa dos indivíduos, que não ultrapassaram 6 metros de altura. Nesse estudo quando citado o nome popular Cabralea, refere-se exclusivamente a *C. canjerana* spp. *canjerana*.

T. pallens é uma espécie clímax, arbórea, encontrada principalmente no sub-bosque do PEMG (Silva; Soares-Silva, 2000). De acordo com Pennington et al. (1981), essa espécie não ultrapassa 5 metros de altura, embora na área de estudo foram encontrados indivíduos de até 7 metros. É uma espécie amplamente distribuída no Brasil, sendo encontrada desde o Ceará até o estado de Santa Catarina (Stefano et al., 2013).

T. casaretti é uma espécie arbórea que pode atingir até 10 metros de altura (Pennington et al., 1981), contudo na área de estudo foram encontrado indivíduos reprodutivos com menos de 5 metros de altura. É considerada uma espécie clímax (Silva e Soares-Silva 2000) que está é amplamente distribuída na Mata atlântica, sendo frequentemente também associada as matas de galerias e encontrada desde o sul da Bahia até o estado de Santa Catarina (Pennington et al., 1981; Stefano et al., 2013).

T. pallida, é uma espécie arbórea que pode atingir até 25 metros de altura (Pennington *et al.*, 1981), também consideradas como clímax. Ocupa o estrato do sub-bosque da área de estudo (Silva; Soares-Silva, 2000) e possui uma ampla distribuição, ocorrendo desde o México, Costa Rica, Panamá e Colômbia até o norte da Argentina e no Paraguai (Pennington *et al.*, 1981). Em *T. pallida*, apenas foram levantados dados sobre o sistema reprodutivo, necessitando da confirmação do sistema reprodutivo.

2.3 Sistema Reprodutivo

2.3.1 Fenologia

Foram utilizados os dados fenológicos reprodutivos das espécies estudadas de um estudo fenológico da comunidade arbórea no PEMG desenvolvido por Perina (2011), que corresponde às observações fenológicas mensais no período de outubro/2007 a setembro/2010. Foi dada continuidade as observações a partir de julho de 2012 nas plantas previamente marcadas e identificadas por Perina (2011) e em outros indivíduos adicionados localizados no PEMG, sendo que as frequências de observações passaram a ser quinzenais até dezembro de 2012.

As fenofases reprodutivas observadas foram: floração (dividida em botões florais e antese) e frutificação (dividida em frutos imaturos e maduros). Através dos dados fenológicos obtidos foi calculado o percentual de intensidade de Fournier (Fournier, 1974) para cada fenofase, o que permite estimar a porcentagem de intensidade da fenofase em cada indivíduo através de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4), com intervalos de 25% de amplitude entre elas: 0 = ausência de fenofase; 1 = presença de fenofase com magnitude de 1% a 25%; 2 = presença de fenofase com magnitude de 26% a 50%; 3 = presença de fenofase com magnitude de 51% a 75%; 4 = presença de fenofase com magnitude de 76% a 100%.

Para o cálculo de intensidade de Fournier, somam-se os valores de intensidade obtidos em cada mês para todos os indivíduos de cada espécie e divide-se pelo valor máximo possível do que um indivíduo poderia apresentar de determinada fenofase (número de indivíduos multiplicado por quatro). A proporção obtida é multiplicada por 100, para transformá-la em um valor percentual (Bencke; Morellato, 2002).

Os valores gerados indicam o quanto a população está expressando uma fenofase em relação ao que potencialmente poderia expressar. Os dados foram apresentados em fenogramas

conforme proposto por Bencke e Morellato (2002), que permitem a visualização da intensidade de Fournier na população e a época do ano em que cada fenofase ocorre.

As fenofases reprodutivas foram associadas aos fatores climáticos (temperatura, fotoperíodo e precipitação), e nas espécies que tiveram o sistema reprodutivo definido, quando possível, foi apresentado um fenograma demonstrando a intensidade de Fournier de produção de frutos em diferentes formas sexuais.

2.3.2 Experimentos de Polinização Controlada

Para realização dos testes de polinização controlada, foram montadas estruturas metálicas (andaimes) de um metro cada uma. Essas estruturas foram montadas até atingir a altura de cada planta, no interior da floresta do PEMG e na borda do FF.

O sistema reprodutivo das espécies *C. canjerana*, *T. casaretti*, e *T. pallens* foi determinado através de análises morfológicas das flores e por testes de polinização controlada como proposto por Kearns e Inouye (1993), no período de floração que se estendeu de agosto a dezembro de 2011 e repetidos na floração de agosto a dezembro de 2012. Em *T. pallida*, os testes de polinização foram realizados na floração de janeiro a abril de 2012.

Para as análises morfológicas foram coletadas flores de diferentes regiões da copa de vários indivíduos, principalmente naqueles utilizados nos testes de polinização controlada. As flores foram analisadas em microscópio estereoscópio no mesmo dia da coleta (em média 20 flores) e o restante das flores foram fixados em álcool 70% para posterior análise se necessária. As análises morfológicas restringiram-se a constatar principalmente a presença de grãos de pólen nas anteras e a presença de óvulos.

Nos testes de polinização controlada foram utilizados botões florais em pré antese e em fase anterior a pré antese. Estes foram isolados em saco de papel semipermeável, para impedir a chegada de pólen, e essas flores foram submetidas aos seguintes tratamentos: a) **autopolinização espontânea**, as flores previamente ensacadas foram deixadas intactas, sem qualquer interferência; b) **autopolinização manual**, em que as flores previamente ensacadas, após a antese, foram polinizadas com pólen da própria flor c) **polinização cruzada**, os botões previamente emasculados e ensacados foram posteriormente fecundados com pólen proveniente de diferentes indivíduos; d) **agamospermia**, as flores em fase de botões foram emasculadas antes de serem ensacadas, deixando apenas o pistilo para a verificação da formação de fruto por apomixia. Lembrando-se que apomixia é sinônimo de agamospermia e é a formação de sementes sem fecundação.

Em todos os tratamentos, os sacos de papéis semipermeáveis foram removidos das flores após o período de antese para verificar a formação ou não de frutos. Além dos tratamentos citados acima, para avaliação da eficiência de polinização natural, foram marcadas flores e mantidas expostas sem nenhum tratamento, sendo verificado o número de frutos formados (controle). Foi acompanhado semanalmente o desenvolvimento dos frutos resultante dos testes de polinização controlada e controle nos dois primeiros meses após a floração. No teste de polinização cruzada, em cada espécie os cruzamentos foram realizados de forma que todas as plantas da mesma espécie trocassem pólen uma com as outras.

A receptividade do estigma foi verificada durante a pré antese e antese, através da retirada dos pistilos de flores (N= 10) de diferentes inflorescências de cada espécie. Os pistilos isolados foram submersos em solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 3% e monitorado quanto a intensidade de formação de bolhas (Dafni, 1994). Quando o estigma está receptivo há formação de muitas bolhas no local da receptividade, ao contrário, não há a formação de bolhas. Para essa observação, foi utilizado lupa de cabeça com três lentes de aumento.

3 RESULTADOS

3.1 *Cabralea canjerana* spp. *canjerana*

As observações fenológicas reprodutivas foram realizadas em 28 indivíduos de *C. canjerana*. A fenofase de floração (botões florais e antese) possui padrão anual de ocorrência e foi registrada na transição da estação seca para a úmida. A produção de botões florais inicia-se geralmente nos meses de agosto e setembro (Figura 1 A). O período de antese ocorre principalmente nos meses de setembro e outubro (Figura 1 A).

Os frutos imaturos permanecem vários meses na planta para seu completo desenvolvimento, durando mais de um ano para ocorrer a dispersão das sementes. Por isso, é comum a sobreposição de frutos em desenvolvimento com frutos provenientes da florada anterior, sendo encontrado na planta frutos em várias fases de desenvolvimento tornando a frutificação praticamente contínua (Figura 1 B). A dispersão dos frutos pode ocorrer durante todo o ano, devido às várias fases de desenvolvimento dos frutos. Contudo na transição da estação seca e durante a estação úmida, ocorrem com maior intensidade (Figura 1B).

Nesta espécie foram analisadas morfológicamente 177 flores de 38 indivíduos que apresentaram diferenças quanto à presença de grãos de pólen nas anteras.

Foram encontrados indivíduos que produziam somente flores cujas anteras encontravam-se deiscendo expondo grãos de pólen, e plantas que apresentavam somente flores sem grãos de pólen nas anteras (Figura 2). No entanto, ambos os indivíduos apresentaram pistilo bem desenvolvido, com a presença de óvulos, cuja funcionalidade foi impossível determinar somente por uma análise morfológica.

Os estigmas de todas as flores analisadas, independente da presença de grãos de pólen nas anteras, apresentam-se receptivos na fase de pré antese e antese. A receptividade ocorre em uma faixa lateral do estigma, formando um anel brilhante e úmido, onde os grãos de pólen ficam facilmente aderidos.

Curiosamente, em algumas espécies as anteras se apresentaram deiscendo na fase de pré antese e com grãos de pólen expostos, e para evitar a contaminação com pólen da própria flor no teste de polinização controlada, foi emasculado flores em estágios anteriores a pré antese (em botões mais novos) (Figura 3), e ensacados novamente. O cruzamento foi realizado apenas quando o estigma se tornou receptivo.

Os testes de polinização controlada foram realizados em sete indivíduos no FF (Tabela 1). Naqueles indivíduos utilizados para a determinação do sistema reprodutivo, verificou-se, através das análises morfológicas, que os indivíduos 3, 5, 6 e 7 possuíam apenas flores unissexuadas, ou seja, não produziam grãos de pólen e apenas o pistilo era funcional. Essas flores são denominadas flores pistiladas e o indivíduo no qual tais flores estão presentes de indivíduos femininos (Tabela 1). Os indivíduos 1, 2 e 4 apresentaram flores com grãos de pólen nas anteras, podendo presumir que são flores bissexuadas, já que o pistilo desta flor também é bem desenvolvido (Tabela 1).

Carmo (2005) encontrou aparente grão de pólen nas anteras de flores pistiladas dessa espécie, por isso, flores que na análise morfológica não apresentaram grãos de pólen, foram utilizadas também em algumas repetições como doadoras de possíveis grãos de pólen. Essas flores foram utilizadas no teste de polinização cruzada para verificar se a massa seca que havia dentro dessas anteras possuía alguma viabilidade, sendo referenciadas como flores sem grão de pólen (Tabela 1).

Nas flores sem grãos de pólen nas anteras, não foi observada a formação de frutos nos testes de polinização cruzada quando utilizadas estas flores como doadoras de pólen (Tabela 1), confirmando a inviabilidade da massa encontrada dentro das anteras destas flores.

Nos indivíduos 1, 2 e 4, que possuem flores com grãos de pólen nas anteras não foi observada a formação de frutos nos testes de autopolinização manual e espontânea (Tabela 1), inferindo-se que a planta poderia ter algum mecanismo de autoincompatibilidade. Contudo, no

teste de polinização cruzada e nos controles desses indivíduos também não houve a formação de frutos (Tabela 1), indicando que o pistilo nessas flores não é funcional, se tratando de pistilódios, e as flores nesse caso sendo estaminadas, servindo apenas como doadoras de pólen (Tabelas 1).

A formação de frutos foi observada no controle e no tratamento de polinização cruzada apenas nos indivíduos em que as flores não possuíam grãos de pólen nas anteras (indivíduos 3, 5, 6 e 7) (Tabela 1) confirmando a viabilidade do pistilo dessas flores, e que as flores presentes nesses indivíduos são unissexuadas e pistiladas.

A reprodução por apomixia nessa espécie pode ser descartada, devido a ausência de formação de frutos no teste de agamospermia em todos os indivíduos (Tabela 1).

Dos três indivíduos no FF com flores estaminadas e nos quais foram realizados os tratamentos de polinização controlada, e não houve a formação de frutos a partir das flores testadas, foi observado em dois desses indivíduos (indivíduo 1 e 4) a presença de um a três frutos imaturos se desenvolvendo e um fruto maduro, formados no ano anterior ao início desse estudo. Após a florada de 2011, esses mesmos indivíduos desenvolveram de quatro a onze frutos espalhados pela copa da planta. Nesse ano, os frutos foram ensacados e suas sementes coletadas e postas para germinar juntamente com sementes de indivíduos femininos que serviram como controle. As sementes de ambos os indivíduos germinaram e desenvolveram. No entanto, na floração de 2012, novamente esses mesmos indivíduos formaram mais de 30 frutos. Durante todo o período de estudo o indivíduo 2 nunca produziu frutos.

Dos 28 indivíduos observados fenologicamente no PEMG no período de 54 meses não consecutivos foi verificado que 18 indivíduos (64%) são femininos e formam muitos frutos anualmente. Nesses indivíduos a intensidade de Fournier na fenofase de frutos imaturos variou entre os anos de observação de 54% a 78%, considerando os meses de pico (Figura 4). Sete plantas (25%) são indivíduos masculinos que nunca formaram frutos no período de observação, consequentemente apresentaram intensidade de Fournier igual a zero (Figura 4), e três plantas (11%) são indivíduos doadores de grãos de pólen que formaram de três a cinco frutos anualmente, apresentando intensidade de Fournier para a fenofase de frutos imaturos variando de 25% a 37%. Esses indivíduos são aqui denominados de hermafroditas, seguindo a terminologia proposta por Sakai e Weller (1999) (Figura 4), de acordo com estes autores, o termo hermafrodita pode ser usado quando o indivíduo possui flores unissexuadas juntamente com algumas flores bissexuadas.

Portanto, com os resultados dos testes de polinização controlada e acompanhamento dos indivíduos experimentalmente testados em campo no FF, antes e depois da floração,

associados às observações fenológicas no PEMG, foi possível constatar na população de *C. canjerana* a presença de indivíduos com flores estaminadas que nunca formam frutos, indivíduos com flores pistiladas que formam muitos frutos anualmente, e indivíduos que possuem a maioria de suas flores estaminadas, podendo ocorrer em menores quantidades flores bissexuadas na mesma planta e que formam frutos.

3.2 *Trichilia pallens*

As observações fenológicas reprodutivas foram realizadas em 27 indivíduos de *T. pallens*. A produção de botões florais iniciou – se na transição da estação seca para a úmida em meados de agosto e setembro (Figura 5 A). O período de antese ocorreu principalmente no início da estação úmida, nos meses de outubro e novembro (Figura 5 A). Os frutos imaturos permanecem na planta por vários meses, demorando aproximadamente um ano para iniciar a dispersão das sementes e ocorreu em baixas intensidades em todo o período de observação (Figura 5 B). A dispersão das sementes ocorreu um mês antes e simultaneamente à floração, entre os meses de julho a novembro e também em baixas intensidades (Figura 5 B).

Foram analisadas morfológicamente 89 flores de seis indivíduos, as quais apresentaram diferenças quanto à presença de grãos de pólen nas anteras, sendo encontradas em indivíduos separados plantas que produziram apenas flores cujas anteras encontravam-se deiscentes e com a presença de grãos de pólen, e plantas que apresentaram somente flores com anteras não deiscentes e sem grãos de pólen em seu interior (Figura 6). Contudo, ambas as flores apresentaram o pistilo bem desenvolvido com a presença de óvulos.

Foi observado a receptividade do estigma em todas as flores analisadas, independentemente da presença de grãos de pólen nas anteras, em uma faixa lateral do estigma, formando um anel úmido e brilhante. A receptividade foi verificada na fase de botões em pré antese e permaneceu durante a antese.

As anteras se encontram deiscentes na fase de botões em pré antese nas flores que apresentaram grãos de pólen, e para evitar a contaminação com polén da própria flor no teste de polinização cruzada foram emasculadas as flores em fases anteriores à pré antese, (em botões mais novos) e ensacadas novamente (Figura 7). O cruzamento foi realizado apenas quando o pistilo se tornou receptivo.

Os testes de polinização cruzada foram realizados em seis indivíduos e através da análise morfológica nas plantas utilizadas para a determinação do sistema reprodutivo, constatou-se que os indivíduos 1, 2, 3 e 6 apresentaram flores com anteras deiscentes expondo

os grãos de pólen e os indivíduos 4 e 5 possuíam apenas flores com as anteras indeiscentes e sem grãos de pólen em seu interior (Tabela 2).

Foram utilizadas flores sem grãos de pólen nas anteras como possíveis doadoras de pólen no teste de polinização cruzada (sendo denominado este último tratamento de polinização cruzada sem pólen), a fim de verificar se existia algum material viável nas anteras destas flores. No entanto não foi observada a formação de frutos nesse tratamento, confirmando que o material encontrado nas anteras destas flores não possui viabilidade (Tabela 2).

Não houve a formação de frutos no teste de agamospermia, indicando que não ocorre reprodução por apomixia nesta espécie (Tabela 2).

Nos indivíduos em que as flores possuem pólen nas anteras (1, 2, 3 e 6) não houve o desenvolvimento de frutos nos testes de autopolinização espontânea e autopolinização manual (Tabela 2), inferindo-se que a planta poderia ter algum mecanismo de autoincompatibilidade. Contudo, no teste de polinização cruzada e nos controles destes indivíduos também não houve a formação de frutos (Tabela 2), indicando que o pistilo destas flores não é viável, ou seja, são flores funcionalmente estaminadas que servem apenas como doadora de pólen, caracterizando o indivíduo como masculino (Tabela 2).

A formação de frutos ocorreu no controle e nos tratamentos de polinização cruzada apenas nos indivíduos 4 e 5, cujas flores não possuíam grãos de pólen nas anteras (Tabela 2), confirmando a viabilidade do pistilo destas flores e a unissexualidade da flor, que é funcionalmente pistilada, confirmando que o indivíduo é feminino.

Dos quatro indivíduos masculinos nos quais foram realizados os testes de polinização controlada e não houve a formação de frutos a partir das flores testadas. Foi observado que em um indivíduo (indivíduo 6) houve o desenvolvimento de cinco frutos na floração do ano de 2012. Os experimentos de polinização controlada no indivíduo 6 foram realizados apenas na florada do ano de 2012, porém através dos registros fenológicos reprodutivos desse indivíduo, foi observado que no ano anterior (florada de 2011), este mesmo indivíduo produziu alguns frutos, sendo que estes mesmos não foram contabilizados, mas os dados fenológicos indicam que não foram muitos, devido ao percentual de intensidade de Fournier não ultrapassar 25%.

Dos 27 indivíduos de *T. pallens* observados fenologicamente no PEMG foram verificados que 18 (66.6%) são indivíduos femininos e formam frutos anualmente. Nesses indivíduos a porcentagem de intensidade de Fournier da fenofase de frutos imaturos variou de 13% a 30% nos meses de pico (Figura 8). Oito indivíduos (29.6 %) são indivíduos masculinos que não formaram frutos no período observado, consequentemente possui intensidade de Fournier igual à zero para a fenofase de frutificação (Figura 8), e em apenas um indivíduo

(3.7%) que possui a maioria de suas flores estaminadas, formou poucos frutos no ano de 2011, e cinco frutos no ano de 2012, entrando na categoria 1 da intensidade de Fournier, que equivale a frequência de 1% a 25% da planta com a devida fenofase. Por definição, os indivíduos com fenótipo masculino que formam frutos foram chamados de hermafroditas como já mencionado no caso de *C. canjerana* (Figura 8).

Com os resultados do teste de polinização cruzada, acompanhamento dos indivíduos após o período reprodutivo e os dados de fenologia, foi possível constatar na nos indivíduos de *T. pallens* a presença, de indivíduos com flores pistiladas que formam frutos anualmente, indivíduos com flores estaminadas que não formaram frutos no período de observação e indivíduos com a maioria das suas flores estaminadas, mas que produzem em menores quantidades flores bissexuadas que podem formar frutos.

3.3 *Trichilia casaretti*

Foi acompanhada a fenologia reprodutiva de 20 indivíduos de *T. casaretti*. O período de floração ocorreu no fim da transição da estação seca e permaneceu durante o iniciada estação úmida, durando aproximadamente três meses, com um padrão anual de ocorrência. A produção de botões florais iniciou-se entre os meses de setembro e outubro (Figura 9 A). O pico de antese ocorreu nos meses de novembro e dezembro (Figura 9 A).

O período de desenvolvimento dos frutos durou vários meses (Figura 9 B), sendo que a dispersão das sementes ocorreu na próxima estação seca na qual foram formados, entre os meses de julho e agosto (Figura 9 B).

As análises morfológicas foram realizadas em nove indivíduos de *T. casaretti*, dos quais foi coletado um total de 97 flores. O androceu dessas flores apresentou anteras deiscentes com a exposição dos grãos de pólen, e no gineceu constatou-se a presença de óvulos no pistilo. As anteras se tornam deiscentes e o estigma receptivo apenas na fase de antese. A receptividade ocorre lateralmente no estigma, formando um anel com aspecto brilhante e úmido. Através das análises morfológicas da flor, pode-se inferir que morfológicamente as flores de *T. casaretti* são bissexuadas e o sistema reprodutivo hermafrodita.

Os testes de polinização cruzada foram realizados em nove indivíduos, sendo obtidos os seguintes resultados: todos os indivíduos formaram frutos por autopolinização espontânea e por autopolinização manual, com 20,6% e 31,1 % dos frutos formados por esses tratamentos respectivamente (Tabela 3), indicando que *T. casaretti* é autocompatível. Todos os indivíduos

formaram frutos também no controle (26,7%) e no teste de polinização cruzada (18,9 %), e em nenhum dos indivíduos foi observada a formação de frutos por agamospermia (Tabela 3).

Com estes resultados pode-se afirmar que o gineceu e o androceu das flores de *T. casaretti* são funcionais, indicando a bissexualidade da flor. Além disso, também foi observado que todos os 20 indivíduos acompanhados fenologicamente produziram frutos no PEMG.

3.4 *Trichilia pallida*

A fenologia reprodutiva de *T. pallida* foi acompanhada em 26 indivíduos. A floração ocorreu na maior parte durante a estação úmida entre os meses de janeiro a abril. A produção de botões florais iniciou-se em janeiro e durou em média quatro meses (Figura 10 A). O período de antese é de fevereiro a abril, mas em alguns anos iniciou-se em janeiro (Figura 10 A).

É possível perceber que em alguns anos ocorreram dois picos de floração na espécie *T. pallida*, que são separados em torno de um mês sem a fenofase, ocasionando a sobreposição da fenofase de frutos imaturos (em desenvolvimento) da primeira florada, com a fenofase de botões e antese da segunda florada (Figuras 10 A e 10 B).

O desenvolvimento dos frutos foi variável, durando de quatro a mais de dez meses (Figura 10 B). A dispersão dos frutos ocorreu em média quatro meses depois da floração com pico de atividade principalmente na transição da estação seca para a úmida nos meses de setembro e outubro (Figura 10 B).

Foram analisadas morfológicamente 151 flores de oito indivíduos de *T. pallida*. As flores dessa espécie apresentaram diferenças morfológicas em relação ao tamanho do pistilo e à presença de grãos de pólen nas anteras. Foi possível identificar dois tipos de flores ocorrendo na mesma planta: flores de pistilo curto, as quais possuíam anteras com grãos de pólen, e flores com pistilo longo, as quais não possuíam grãos de pólen nas anteras. As duas formas apresentaram pistilos contendo óvulos. Contudo as flores que possuíam o pistilo longo e sem grãos de pólen nas anteras apresentaram o ovário maior que a flor de pistilo curto (Figura 11).

A deiscência das anteras e a receptividade do estigma ocorreram na fase de antese. A receptividade foi observada em todas as flores, independente do tamanho do pistilo na região lateral do estigma formando um anel com aspecto úmido e brilhante.

As flores com pistilo longo apareceram no meio para o final da floração, portanto, inicialmente acreditava-se que as flores de pistilo curto e com grãos de pólen nas anteras fossem flores bissexuadas e o sistema reprodutivo hermafrodito. O posterior aparecimento de flores de pistilo longo sem grãos de pólen nas anteras (morfológicamente pistiladas) na mesma planta

com flores de pistilo curto sugere que o sistema reprodutivo de *T. pallida* seja ginomonoiccia, que é quando flores pistiladas e bissexuadas são encontradas na mesma planta.

Os testes de polinização controlada foram aplicados aleatoriamente nas flores de quatro indivíduos, na floração do período de janeiro a abril de 2012. Independente do tamanho do pistilo, não foi observada a formação de frutos nos tratamentos de autopolinização manual e autopolinização espontânea (Tabela 4). Ainda, não foi observada a formação de frutos no teste de agamospermia indicando que não ocorre reprodução por apomixia (Tabela 4).

A formação de frutos foi registrada no controle e no tratamento de polinização cruzada nas quatro plantas (Tabela 4). Contudo, não foi registrado se o desenvolvimento dos frutos ocorreu em flores de pistilo curto ou flores de pistilo longo ou em ambas as flores. No entanto, através dos registros fenológicos reprodutivos verificou-se que todos os 26 indivíduos observados fenologicamente produziram frutos anualmente.

Com os resultados dos testes de polinização controlada, acompanhamento dos indivíduos após o período reprodutivo e os dados de fenologia, sugere –se que o sistema reprodutivo de *T. pallida* seja monóico ou ginomonóico, descartando-se outros modos de reprodução. Nessa espécie é necessário observar em estudos posteriores se há a formação de frutos nos dois tipos de pistilos ou em apenas um deles para a confirmação do sistema reprodutivo.

4 DISCUSSÃO

Dados sobre a biologia reprodutiva da maioria das espécies da família Meliaceae são extraídos de material herborizado que leva em conta apenas dados morfológicos das estruturas reprodutivas, não permitindo muitas vezes identificar a funcionalidade dos órgãos sexuais. Uma característica peculiar de algumas espécies de Meliaceae é a semelhança morfológica entre flores funcionalmente pistiladas e flores funcionalmente estaminadas, o que dificulta o reconhecimento de órgãos viáveis, sendo facilmente consideradas as flores unissexuadas como sendo flores bissexuadas. Essa semelhança tanto em campo, como em material herborizado dificulta o reconhecimento e a correta identificação da sexualidade da flor e do indivíduo, sendo a principal causa da discordância na literatura sobre o sistema reprodutivo de muitas espécies, inclusive nas espécies analisadas neste estudo (Tabela 5).

Pennignton *et al.* (1981) realizaram uma importante revisão taxonômica do grupo, e os próprios autores reconheceram que há escassez de informações sobre o sistema reprodutivo

de muitas espécies de Meliaceae, e afirmaram que apenas estudos de populações em campo podem esclarecer o sistema reprodutivo de muitas espécies.

Neste estudo, o sistema reprodutivo de *C. canjerana*, *T. pallens* e *T. casaretti* puderam ser confirmados em campo através dos testes de polinização controlada, e na espécie *T. pallida* foram levantadas informações sobre o sistema reprodutivo, porém, não foi identifica-lo.

Das quatro espécies analisadas, *C. canjerana* e *T. pallens* apresentaram semelhantes resultados quando analisadas morfológicamente, e iguais resultados nos testes de polinização controlada, indicando que os sistemas reprodutivos destas duas espécies é o mesmo. Além disso, foi verificado que *C. canjerana* e *T. pallens* se reproduzem na mesma época do ano, na transição da estação seca para a úmida com início a partir do mês de julho em *C. canjerana*, e no mês de agosto em *T. pallens*. Nessas duas espécies o período menos úmido pode ter sido o estímulo para a produção de botões florais, estando de acordo com Borchert (1983) que considera que o estresse de água contribui para o estabelecimento de condições internas que conduzem ao florescimento.

Em *C. canjerana* e *T. pallens* só foi possível identificar o sistema reprodutivo, devido aos métodos utilizados em conjunto de experimentos de polinização controlada, acompanhamento em campo dos indivíduos experimentalmente testados antes e depois da floração e as observações fenológicas reprodutivas. Apenas análises morfológicas não seriam suficientes para identificação do sistema reprodutivo, devido à semelhança entre flores funcionalmente estaminadas com flores bissexuadas.

Com os resultados dos experimentos de polinização controlada, verificou-se que o desenvolvimento de frutos ocorreu apenas nos experimentos de polinização cruzada e no controle, realizados nos indivíduos femininos de *C. canjerana* e *T. pallens*. Contudo, após o período reprodutivo verificou-se que nos indivíduos com fenótipos masculinos formaram alguns frutos, ressaltando a importância do acompanhamento dos indivíduos após a floração.

Com isso, foi possível constatar que na população de *C. canjerana* e *T. pallens* podem ser encontrados indivíduos com flores pistiladas que anualmente formam muitos frutos, indivíduos com flores estaminadas que nunca formam frutos e indivíduos em que a maioria das flores são estaminadas, mas podem ocorrer em menor quantidade flores bissexuadas na mesma planta, permitindo a formação de pequenas quantidades de frutos, caracterizando o sistema reprodutivo dessas espécies de acordo com a classificação proposta por Sakai e Weller (1999) como subdióico.

Na literatura os dados sobre a biologia reprodutiva de *C. canjerana* referem-se geralmente à anatomia e morfologia das flores (Moscheta *et al.*, 2002), a dispersão dos frutos

(Pizo, 1997) ou são relacionados a outra subespécie, *C. canjerana* spp. *polytricha* (Fuzeto *et al.*, 2001). Experimentos controlados sobre o sistema reprodutivo realizado em campo foi desenvolvido apenas no estudo de Carmo (2005).

Pennington *et al.* (1981) colocaram pontos de interrogações quando se referiram a sexualidade da flor e do indivíduo dessa espécie, indicando que suas flores são unissexuadas ou bissexuadas e a espécie pode ser monóica ou dióica. Fuzeto *et al.* (2001) realizaram experimentos de polinização controlada na espécie *C. canjerana* spp. *polytricha* e observou que morfológicamente os indivíduos apresentaram flores unissexuadas, sendo que a produção de frutos ocorreu apenas nos tratamentos de polinização cruzada nos indivíduos femininos, com uma única exceção dentre 900 tentativas, na qual dois frutos muito pequenos foram observados em uma forma apresentando flores estaminadas.

Moscheta *et al.* (2002) descreveram a anatomia, morfologia e alguns aspectos da biologia floral de *C. canjerana* identificando as flores como díclinas, mas enfatiza que as plantas parecem ser hermafroditas e que se comportam marcadamente como pistiladas ou como estaminadas. Os autores ressaltam ainda que as anteras das flores pistiladas possuem estruturas muito semelhantes às anteras das flores estaminadas, contudo não realizaram testes de polinização controlada para confirmar a diclinia das flores.

Um estudo mais detalhado sobre a biologia reprodutiva de *C. canjerana* é encontrado no estudo de Carmo (2005). Neste estudo, entre outras informações, como anatomia, morfologia, polinização e fenologia floral, foram realizados testes de polinização controlada para verificação do sistema reprodutivo. Contudo o número de flores utilizadas em cada tratamento nos testes de polinização foi muito pequeno para a correta caracterização do sistema reprodutivo (menos de 25 repetições em cada tratamento), comparados com intensa florada que ocorre nesta espécie.

Carmo (2005) considerou que as flores de *C. canjerana* são unissexuadas, e ainda afirma que as flores estaminadas e pistiladas são morfológicamente muito semelhantes, com o gineceu bem desenvolvido. Sobre a anatomia, salienta que o estigma e o estilete são idênticos nos dois tipos florais, além de não ter sido observada nenhuma deformidade no ovário e nos óvulos das flores estaminadas. A autora considerou ainda todas estas semelhanças raras para espécies dióicas, caracterizando então, o sistema reprodutivo como dioicia funcional ou críptica.

Em *T. pallens*, as informações sobre o sistema reprodutivo são provenientes apenas de dados de material botânico herborizado, constando na literatura a dioicia como sistema reprodutivo (Pennington *et al.*, 1981; Patrício; Cervi, 2005).

Sakai e Weller (1999) afirmam que em populações subdióicas, como foi encontrado neste estudo para as espécies *C. canjerana* e *T. pallens*, existem plantas com flores pistiladas, plantas com flores estaminadas e em uma ou em ambas as plantas podem ocorrer alguma flor perfeita, sendo mais comum ocorrer na planta estaminada. Ehlers e Bataillon (2006) também afirmam que quando a forma masculina produz fruto é devido à presença de algumas flores perfeitas junto com flores estaminadas, ou o indivíduo pode ser monóico. Entretanto das 32 espécies que apresentam o sistema reprodutivo subdióico analisadas pelos autores, 74% apresentaram flores perfeitas em indivíduos masculinos, presumindo que a instabilidade sexual é mais comum de ocorrer na forma masculina.

Outros autores também encontraram instabilidade sexual ocorrendo no indivíduo masculino (Arroyo; Raven, 1975; Barret *et al.*, 1999; Barret, 1992; Case; Barret, 2001; Case; Barret, 2004; Delph; Lloyd, 1991; Delph; Wolf, 2005; Ehlers; Bataillon, 2006; Lloyd; Bawa, 1984; Ramsey; Vaughton, 2001; Vaughton; Ramsey, 2011).

O termo hermafrodito, utilizado para nomear os indivíduos que possuíram flores unissexuadas e em menor quantidade algumas flores bissexuadas na mesma planta, seguiu terminologia e definição proposta por Sakai e Weller (1999). Outros autores preferem chamar estes indivíduos de machos instáveis ou machos inconstantes e aqueles indivíduos masculinos da mesma população que nunca formam frutos como machos puros (Barret, 1992; Delph; Wolf, 2005; Ehlers; Bataillon, 2006; Lloyd; Bawa, 1984).

No entanto, o uso do termo hermafrodita evita a contraditória ideia definida por Lloyd e Bawa (1984) de que indivíduos “masculinos” podem produzir significantes quantidades de sementes em populações dimórficas.

A ocorrência de frutos em indivíduos hermafroditos de populações subdióicas tem recebido várias interpretações, e várias pesquisas têm surgido na tentativa de explicar o que pode influenciar a ocorrência, manutenção e estabilidade deste sistema reprodutivo. Lloyd e Bawa (1984) consideram que a ocorrência de flores bissexuadas nos indivíduos masculinos é por acaso. Na revisão de populações subdióicas realizada por Ehlers e Bataillon (2006) foi verificada a influência da limitação polínica e da autopolinização na manutenção dos indivíduos hermafroditas em populações subdióica. Os autores verificaram que a frequência de indivíduos hermafroditas está associado com a polinização feita por animais (zoocórica) e concluíram que a limitação polínica e a autopolinização em conjunto poderiam em certas condições selecionar os indivíduos hermafroditas, o que acarretaria na extinção da população, já que estes indivíduos formam poucos frutos. Barret *et al.* (1999) e Delph e Lloyd (1991) sugerem o baixo custo na produção de sementes, associado a fatores ambientais que manteriam estáveis a subdioicia.

Na revisão de Delph e Wolf (2005) e nos estudos de Barret *et al.* (1999), Ramsey e Vaughton (2001), Delph e Lloyd (1991) e Vaughton e Ramsey (2011), foi avaliada a resposta das formas femininas, masculinas e hermafroditas, transplantadas em casa de vegetação, onde as condições do ambiente são controladas. Os autores verificaram que algumas formas masculinas que nunca produziram frutos em campo, os formam em melhores condições do ambiente e enfatizam que a produção de frutos e a instabilidade sexual dependem da disponibilidade de recursos, produzindo frutos em ambientes com temperaturas mais altas e em locais úmidos, demonstrando uma forte plasticidade sexual dos indivíduos. Entretanto, Ramsey e Vaughton (2001) verificaram que 29% dos indivíduos de *Wurmbea dioica* em casa de vegetação se mantiveram masculinos, não produzindo frutos em nenhum dos três anos observados, assim como em outros trabalhos com espécies subdióicas acondicionadas em casa de vegetação, em que uma quantidade de formas masculinas se mantiveram estáveis, e não formaram frutos (Barret *et al.*, 1999; Delph; Lloyd, 1991; Delph; Wolf, 2005; Vaughton; Ramsey, 2011).

Esta variação sugere que em alguns genótipos masculinos tenham fixado este caráter, não demonstrando instabilidade sexual (Ehlers; Bataillon, 2006). Já outros genótipos masculinos podem ainda produzir frutos, presumindo que em populações subdióicas a manutenção e estabilidade do sistema reprodutivo são influenciadas por fatores ambientais, mas principalmente por fatores genéticos que mantem a unissexualidade de formas masculinas e femininas em indivíduos separados na população.

Em *C. canjerana* e *T. pallens*, embora não tenham sido realizados experimentos em casa de vegetação, percebeu-se que no último ano de observação (2012), nos indivíduos do fragmento florestal, houve maior produção de frutos nos indivíduos hermafroditas comparados aos anos anteriores. Neste mesmo ano, foi verificado que em julho, mês que antecede a florada, e que corresponde a um dos meses menos úmido do ano (média histórica de 68 mm), ocorreu de maneira atípica precipitação total de 268 mm. A maior quantidade de chuvas um mês anterior pode ter contribuído para maior alocação de recursos femininos em indivíduos hermafroditas, formando maior quantidade de flores perfeitas e conseqüentemente maior quantidade de frutos neste ano.

No entanto, os indivíduos hermafroditas de *T. pallens* e de *C. canjerana* no PEMG não sofreram alterações na quantidade de frutos formados, mesmo com a ocorrência de precipitação atípica, possivelmente, devido ao PEMG ser uma área preservada e manter um microclima mais constante e favorável do que o fragmento florestal, que possui vários indícios de degradação

antrópica e sofre maiores variações ambientais devido ao tamanho reduzido do fragmento e a proximidade com a área urbana.

Outro fator ligado às condições ambientais e ao sistema reprodutivo é a distribuição geográfica dos indivíduos, que podem favorecer a mudança do sistema reprodutivo em algumas espécies subdióicas. A plasticidade reprodutiva é verificada em algumas situações, onde a distribuição espacial dos indivíduos atinge tanto áreas secas como áreas úmidas, sendo observado nos ambientes mais áridos a dioícia como sistema reprodutivo, e em ambientes mais úmidos a subdioícia.

Casos de plasticidade sexual de acordo com a distribuição espacial foi registrado em *Dysoxylum spectabile* (Braggins *et al.*, 1999; Garder, 2009), *Fuchsia lycioides* (Atsatt; Rundel, 1982), *Wurmbea dioica* (Barret, 1992; Case; Barret, 2004), *Ochradenus baccatus* (Wolfe; Shmida, 1997) e em várias outras espécies (ver Arroyo; Raven, 1975), realçando a grande influência das condições do ambiente na determinação do sistema reprodutivo.

A formação de frutos nos indivíduos hermafroditas de populações subdióicas, quando as condições ambientais são favoráveis parecem ser vantajoso, pois em ambientes desfavoráveis os indivíduos masculinos não alocariam recursos com a produção de sementes (Ehlers; Bataillon, 2006). Outros estudos também salientam que alterações no ambiente podem ou não causar mudanças no sistema reprodutivo (Arroyo; Raven, 1975; Bailey; Delph, 2007; Barret *et al.*, 1999; Barret, 1992; Case; Barret, 2001; Case; Barret, 2004; Delph, 2003; Delph; Lloyd, 1991; Delph; Wolf, 2005; Ehlers; Bataillon, 2006; Sakai; Weller, 1999; Vaughton; Ramsey, 2011).

A razão sexual encontrada para as formas femininas, masculinas e hermafroditas foi de 64%, 25% e 11%, respectivamente para a espécie *C. canjerana*, e de 66%, 29% e 3,7% respectivamente para a espécie *T. pallens*. Estes resultados se assemelham à razão sexual de outras populações de espécies subdióicas (Arroyo; Raven, 1975; Ramsey; Vaught, 2001).

De acordo com Ramsey e Vaught (2001), é comum os indivíduos hermafroditas compreenderem pouco menos de 10% da população, embora em condições favoráveis a frequência desses indivíduos podem chegar a 30% (Barret, 1992). Em razão ainda das condições ambientais, Ramsey e Vaughton (2001), Barret *et al.* (1999), Delph e Wolf (2005) ressaltam que a frequência de indivíduos hermafroditas em populações naturais e a produção de frutos podem variar em diferentes anos, dependendo das condições anteriores ao florescimento.

Barret *et al.* (1999) estudando a espécie subdióica *Wurmbea dioica*, encontraram um aumento de 20% de indivíduos hermafroditas em melhores condições ambientais em algumas

populações. Os autores ressaltam ainda a importância dos estudos em longo prazo para a avaliação da razão sexual em populações subdióicas.

A alta frequência de indivíduos femininos pode ser uma vantagem, já que plantas femininas formam mais frutos que hermafroditas (Delph, 2003; Taylor *et al.*, 1999; Ramsey; Vaughton, 2001). De acordo com Delph (2003), os indivíduos hermafroditas são mais susceptíveis às mudanças do ambiente do que os indivíduos femininos, causando assim, sob condições limitadas de recursos, a redução de investimentos na produção de sementes em comparação com os investimentos na produção de pólen nestes indivíduos. Enquanto isso, os indivíduos femininos podem alocar mais recursos para a produção das sementes, que são necessárias para o estabelecimento e propagação da população.

O sistema reprodutivo subdióico foi registrado na família Meliaceae em *Dysoxylum spectabile* (G.Forst.) Hook. f por Braggins *et al.* (1999) e Garder (2009). Esses autores verificaram que, na população de *D. spectabile* na Nova Zelândia, ocorreu dimorfismo do sistema reprodutivo, sendo encontradas nas áreas mais áridas populações dióicas e no sul da Nova Zelândia, onde as condições são mais favoráveis, populações subdióicas. Os autores relataram a existência de indivíduos masculinos que nunca formaram frutos, indivíduos femininos que variam anualmente na quantidade de frutos formados e indivíduos que possuem a maioria de suas flores estaminadas, mas que formaram poucos frutos devido à presença de algumas flores perfeitas na planta denominando-os de machos/hermafroditas.

Braggins *et al.* (1999) e Garder (2009), realçaram também que as flores funcionalmente unissexuadas podiam ser facilmente confundidas com flores bissexuadas, em decorrência da presença de um pistilo não funcional bem desenvolvido, gerando grande semelhança morfológica entre o gineceu de flores estaminadas e pistiladas. Algumas características evidenciadas pelos autores são comuns com *C. canjerana* e *T. pallens*, como por exemplo: receptividade do estigma em flores estaminadas e pistiladas, anteras deiscientes nas flores estaminadas em botões na fase de pré antese, e anteras com grãos de pólen nas flores estaminadas e com uma massa seca no interior das anteras de flores pistiladas.

Fuzeto *et al.* (2001), ao encontrarem frutos em fenótipos masculinos de *C. canjerana* spp. *polytricha*, não reconheceram que poderia ser indícios de subdioicia, confirmando a dioicia para essa subespécie. A subdioicia parece ser comum também no gênero *Trichilia*. Moscheta (1995) registrou a formação de frutos em indivíduos unissexuados tipicamente masculinos na espécie *T. catigua* A. Juss, e justificou que esses frutos ocorrem devido a flores unissexuadas femininas ou então flores andróginas no indivíduo masculino, caracterizando o sistema reprodutivo desta espécie como polígamo- dióico.

Levando-se ainda em conta o sistema reprodutivo subdioico, a maioria dos estudos defende que a subdioicia pode ter evoluído de um tipo de ginodioicia, podendo ser um estágio transitório para a dioicia (Alonso; Herrera, 2011; Arroyo; Raven, 1975; Bailey; Delph, 2007; Barret, 1992; Barret, 1998; Barret, 2002; Case; Barret, 2001; Case; Barret, 2004; Delph, 2003; Delph; Wolf, 2005; Ehlers; Bataillon, 2006; Ramsey; Vaughton, 2001; Sakai; Weller, 1999; Vaughton; Ramsey, 2011).

Sakai e Weller (1999) e Delph e Wolf (2005) sugerem que em populações ginodióicas, os indivíduos femininos irão alocar recursos apenas para função feminina, enquanto os indivíduos com flores hermafroditas irão alocar mais recursos na função masculina do que feminina porque, além de responsável pela produção de sementes, essas plantas terão que produzir pólen suficiente para produção de sementes nos indivíduos femininos.

A concentração de recursos para função masculina nos indivíduos hermafroditas resultaria na diminuição da alocação de recursos para a função feminina, acarretando na perda gradual dessa função e o surgimento de flores unissexuadas, porém sem a total extinção das flores bissexuadas em alguns indivíduos, sendo que em outros indivíduos da população, as flores bissexuadas podem ser totalmente substituídas pelas flores estaminadas. Portanto, a evolução para a dioicia dependeria das condições ambientais, onde locais pobres em recursos induziram a completa dioicia, e ambientes heterogêneos sem grandes modificações ambientais manteriam estáveis a subdioicia na população (Delph; Wolf, 2005; Ramsey; Vaughton, 2001).

Infelizmente, a ausência de dados sobre o sistema reprodutivo de grande parte das espécies de Meliaceae, principalmente das neotropicais, e de uma reconstrução filogenética bem resolvida e com boa amostragem de táxons da família impedem testar hipóteses sobre a evolução dos sistemas reprodutivos no grupo.

Enfim, através dos dados fenológicos de mais de três anos nas espécies *C. canjerana* e *T. pallens* foi possível verificar que os indivíduos masculinos nunca produziram frutos, os femininos produziram frutos durante todos os anos observados e em grande quantidade, e nos indivíduos hermafroditas houve variação na quantidade de frutos produzidos. Levando em consideração que a região norte do Paraná, onde está localizado o PEMG e o FF, as condições climáticas não apresentam períodos secos bem definidos e pronunciado, aliado com o tipo de solo (latossolo roxo eutrófico), que é considerado um dos mais férteis do estado (Vicente, 2006), parecem ser condicionantes favoráveis para a produção de frutos nos indivíduos hermafroditas de *Cabralea* e *T. pallens*.

Por fim, a presença de indivíduos femininos, masculinos e hermafroditas nas populações subdióicas dessas duas espécies, indicam que a expressão sexual é complexa e influenciada por fatores genéticos e ambientais.

Nas espécies *T. casaretti* e *T. pallida*, foi verificada que o período reprodutivo ocorreu no início e durante a estação úmida, entre os meses de outubro a dezembro em *T. casaretti* e entre janeiro a abril em *T. pallida*. Na área de estudo, o período de maior pluviosidade é também os meses de maior temperatura e comprimento do dia, o que podem ter sido os principais estímulos para a reprodução nessas espécies, estando de acordo com muitos trabalhos fenológicos em florestas semidecíduas, os quais associam o aumento do fotoperíodo e da temperatura a indução da floração (Bianchini *et al.*, 2006; Morellato, 1991; Morellato *et al.*, 1989; Rubim *et al.*, 2010; Talora; Morellato, 2000).

Nessa espécie, através dos resultados dos experimentos de polinização controlada e análises morfológicas das flores, foi possível caracterizar a bissexualidade das flores de *T. casaretti* e o hermafroditismo como sistema reprodutivo. Características como presença de gineceu e androceu bem desenvolvido nas flores, a produção de frutos nos testes de autopolinização espontânea e manual, polinização cruzada e no controle, além de todos os indivíduos observados fenologicamente produzirem frutos anualmente durante os cinquenta e seis meses de observação confirmam essa conclusão.

Na revisão taxonômica realizada por Pennington *et al.* (1981), não estão descritas as características das flores ou do sistema reprodutivo de *T. casaretti*, há somente a ilustração da flor, que não permite inferir qual a sua sexualidade.

Patrício e Cervi (2005) realizaram um levantamento taxonômico das espécies de *Trichilia* ocorrentes no Estado do Paraná. Por meio de coleções de exsiccatas e recursos bibliográficos, afirmam que *T. casaretti* possui flores unissexuadas e o sistema reprodutivo presente é a dioícia.

O hermafroditismo é o sistema reprodutivo mais abundante nas angiospermas, com aproximadamente 90% das plantas exibindo órgãos funcionais femininos e masculinos na mesma flor (flores bissexuadas) (Barret; Hough, 2013). Pennington *et al.* (1981) reconhecem poucos casos de espécies da família Meliaceae com flores bissexuadas. Nas espécies *T. americana* (Sessé & Moc.) T.D. Penn., *T. micranta* Benth., *Guarea pubescens* (Rich.)A. Juss. e *Guarea silvatica* C.DC. Pennington *et al.* (1981) citam que podem ocorrer flores bissexuadas, porém, as vezes podem ser encontradas flores unissexuadas, não especificando de forma concisa o sistema reprodutivo, referindo-se a estas espécies como monóicas, dióicas ou mesmo hermafroditas. Segundo Oliveira *et al.* (2005), o sistema sexual hermafrodita em

Meliaceae parece ocorrer em *Azadirachta indica* A. Juss., porém não realizaram testes de polinização controlada para confirmar o hermafroditismo nessa espécie.

As vantagens da autopolinização e consequente autocompatibilidade apresentada por *T. casaretti* permitem que a reprodução ocorra independentemente da quantidade de indivíduos da espécie, produzindo frutos mesmo com baixa frequência de polinizadores (Simpson, 2010), assegurando a reprodução em ambientes com populações pequenas (Lloyd, 1992), além de permitir a fixação de genes favoráveis na população (Barringer, 2007). Entretanto, a desvantagem da autopolinização é a redução na variabilidade da população, podendo acumular genes deletérios causando depressão endogâmica (Barringer, 2007; Lloyd, 1992; Simpson, 2010).

No entanto, a formação de frutos também por polinização cruzada, como ocorre em *T. casaretti*, permite o aumento da variabilidade genética, garantindo um alto nível de adaptabilidade da população as condições atuais do ambiente, que aliado à manutenção do elevado potencial evolutivo através da recombinação, capacita a espécie para a colonização de novas áreas (Mendes *et al.*, 2011; Simpson, 2010; Scariot *et al.*, 1991).

Essa espécie merece atenção especial quanto à nomenclatura, pois de acordo com The Plant List (2010), *T. casaretti* é sinônimo de *T. pallens*, sinonímia proposta baseada em similaridade dendrológica (Bernardi, 1985). Essa sinonimização não é seguida aqui pelo fato de que há várias características, principalmente associadas à biologia da planta em campo, que diferenciam os dois táxons, permitindo que sejam tratadas como entidades separadas.

Patrício e Cervi (2005) ressaltam que as duas espécies podem ser diferenciadas pelos frutos, sendo uma cápsula elipsóide presente em *T. casaretti* e uma cápsula ovóide, globosa ou trígona em *T. pallens*. Neste estudo, além das características morfológicas do fruto foi possível distinguir as duas espécies através da época da floração, cujos picos de floração não se sobrepõem, causando um possível isolamento reprodutivo temporal entre as duas espécies, e assim, não permitindo trocas genéticas entre elas. Este isolamento temporal na época de floração entre as duas espécies, permite nesse caso, aplicar o conceito biológico de espécie proposto por Mayr (1969), que afirma: “quando há o isolamento reprodutivo entre duas populações, estamos diante de duas espécies”.

Além disso, as diferenças entre as duas espécies foram confirmadas através das análises morfológicas das flores em campo e em laboratório, sendo registrada a presença de flores unissexuadas para *T.* e bissexuadas para *T. casaretti*.

Em *T. pallida* foi possível verificar através das análises morfológicas das flores, dimorfismo floral, pois em um mesmo indivíduo foram encontradas flores com pistilo curto, as

quais possuíam grãos de pólen nas anteras, e flores de pistilo longo sem grãos de pólen nas anteras, no entanto, ambas apresentaram óvulos. Esta observação só foi possível, devido ao acompanhamento dos indivíduos durante toda a floração, pois a maioria das flores de pistilo longo só surgiram na metade final da florada.

Através dos dados levantados sobre o sistema reprodutivo de *T. pallida*, pode-se afirmar que não ocorre nenhum mecanismo de autopolinização e reprodução por agamospermia nessa espécie, e ainda, descarta-se a dioicia como sistema reprodutivo como sugerido na literatura, devido à formação de frutos em todos os indivíduos observados fenologicamente e a presença de flores com e sem grãos de pólen nas anteras em uma mesma planta.

Sendo assim, pode-se sugerir que: as flores de pistilo curto e com grãos de pólen nas anteras sejam unissexuadas, servindo como doadoras de pólen (flores estaminadas), e as flores com pistilo longo sem grãos de pólen nas anteras sejam flores pistiladas. Porém é necessário testar as seguintes hipóteses para conclusão do sistema reprodutivo dessa espécie:

- Se flores de pistilo curto (com grãos de pólen nas anteras) formarem frutos por polinização cruzada, o pistilo dessa flor é viável, e ocorre na mesma planta com flores sem grãos de pólen nas anteras (pistilo longo), portanto, a espécie *T. pallida* pode possuir flores perfeitas e flores pistiladas em um mesmo indivíduo, caracterizando o sistema reprodutivo como ginomonóico;
- Se flores de pistilo curto não formarem frutos por polinização cruzada, o pistilo desta flor é inviável, portanto esse tipo floral é apenas doador de pólen, caracterizando-a como unissexuada, ou seja, flor estaminada, que ocorre juntamente com flores pistiladas (pistilo longo, sem grãos de pólen) no mesmo indivíduo, caracterizando o sistema reprodutivo como monóico, sendo necessário testar se há algum mecanismo que evita a geitogamia.

Na literatura, os dados sobre o sistema reprodutivo de *T. pallida*, são confusos, contudo, os autores reconheceram que há variações morfológicas nas flores dessa espécie. Pennignton *et al.* (1981) descreveram o sistema reprodutivo como dióico ou raramente monóico. Souza *et al.* (2001) realizaram análises morfológicas e anatômicas em *T. pallida* e verificaram que as flores são unissexuadas, sendo que as flores estaminadas (flores de pistilo curto) possuem pistilódios. Os autores verificaram também que o androceu apresenta a mesma morfologia nas flores estaminadas e pistiladas, sendo que nesta última não possui grãos de pólen em seu interior. No entanto, Souza *et al.* (2001) não encontraram indivíduos estritamente

dióicos na população estudada, considerando a espécie *T. pallida* como monóica em maior ou menor grau.

Morellato (2004) baseando-se em análises morfológicas e dados da literatura afirmou que as flores de *T. pallida* são unissexuadas, e realizou apenas experimentos para testar a reprodução por apomixia (agamospermia) nas flores consideradas pistiladas, observando que não ocorre a produção de frutos por esse sistema reprodutivo. Patrício e Cervi (2005) também consideram o sistema reprodutivo de *T. pallida* como dióica, baseado em análises morfológicas de material botânico herborizado e dados da literatura.

Com os resultados desse estudo, pode-se afirmar que a dioicia não é o sistema reprodutivo de *T. pallida*, como já mencionado, e os dados obtidos neste estudo indicam que essa espécie pode ser monóica ou ginomonóica, necessitando da confirmação de qual tipo de pistilo é funcional para confirmação do sistema reprodutivo.

Nas espécies *C. canjerana*, *T. pallens*, *T. casaretti* e *T. pallida*, pertencentes à uma única família, os sistemas reprodutivos encontrados diferiram entre os gêneros, como entre espécies do mesmo gênero, como nas *Trichilia*. De acordo com Barret (2013) uma variedade de sistemas de polinização e reprodutivo pode coexistir sobre locais com similares condições ecológicas, sendo que as características do sistema reprodutivo das plantas são governadas por diferentes características da biologia e ecologia do grupo, sendo comum em muitos grupos taxonômicos à presença de considerável variação inter e intraespecífica relacionada ao sistema reprodutivo (Barret, 1998).

5 CONCLUSÃO

As quatro espécies da família Meliaceae apresentaram grande variação no sistema reprodutivo, tanto interespecífica como entre os gêneros. Os sistemas reprodutivos das espécies aqui caracterizados, diferentes daqueles citados na literatura se devem, principalmente, à semelhança morfológica entre flores com pistilos funcionais e flores com pistilos sem função, tornando difícil distinguir flores funcionalmente estaminadas e pistiladas apenas através de análises morfológicas.

Com os dados obtidos nesse estudo, verificou-se que para a correta caracterização dos sistemas reprodutivos, é necessário além dos testes de polinização controlada, análises morfológicas das flores durante todo o período reprodutivo e o acompanhamento fenológico da produção de frutos antes e depois da florada, pois em espécies subdióicas como *T. pallens* e *C.*

canjerana, por exemplo, a presença de indivíduos hermafroditas só pôde ser observada pela formação de pequenas quantidades de frutos posterior a floração.

Os fatores ambientais parecem ser os principais estímulos para o desenvolvimento do órgão feminino nas flores de indivíduos hermafroditas, como ocorreu nas populações de *C. canjerana* e *T. pallens*, que aliado a componentes genéticos mantém estável a subdioecia em floresta estacional semidecidual, sendo necessário verificar se as mesmas espécies, ocorrendo em outras regiões e tipos vegetacionais, apresentam o mesmo sistema reprodutivo. Outro aspecto importante a se considerar é verificar se ocorre mudança no sistema reprodutivo em espécies da família Meliaceae em fragmentos florestais com diferentes graus de perturbação e compará-los com outras florestas com histórico de preservação conhecidos.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, C.; HERRERA, C. M. Back and forth hermaphroditism: phylogenetic context of reproductive system evolution in subdioecious *Daphne laureola*. **Evolution**, Bethesda, v. 65, n. 6, p. 1680-1692, 2011.
- ARROYO, M. T. K.; RAVEN, P. H. The evolution of subdioecy in morphologically gynodioecious species of *fuchsia* sect. *Encliandra* (Onagraceae). **Evolution**, Bethesda, v. 29, n. 3, p. 500-511, 1975.
- ATSATT, P. R.; RUNDEL, P. W. Pollinator maintenance vs. fruit production: partitioned reproductive effort in subdioecious *Fuchsia lycioides*. **Annals of the Missouri Botanic Garden**, St. Louis, v.69, p.199-208, 1982.
- BAILEY, M. F.; DELPH, L. F. A field guide to models of sex-ratio evolution in gynodioecious species. **Oikos**, Rio de Janeiro, v.116, p. 1609-1617, 2007
- BARRET, S. C. H. Gender variation and evolution of dioecy in *Wurmbea dioica* (Liliaceae). **Journal of Evolutionary Biology**, Wellington Square, v.5, p. 423-444, 1992.
- BARRET, S. C. H.; CASE, A. L.; PETERS, G. B. Gender modification and resource allocation in subdioecious *Wurmbea dioica* (Colchicaceae). **Journal of Ecology**, London, v. 87, p. 123-137, 1999.
- BARRET, S. C. H.; HOUGH, J. Sexual dimorphism in flowering plants. **Journal of Experimental Botany**, Wellington Square, v. 64, n.1, p. 67-82, 2013.
- BARRET, S. C.H. The evolution of plant sexual diversity. **Nature Reviews Genetic**, Bethesda, v. 3, p. 274-284, 2002.
- BARRINGER, B. C. Polyploidy and self- fertilization in flowering plants. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 94, n. 9, p. 1527-1533, 2007.

- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.
- BERNARDI, L. Contribución a la dendrologia paraguaya: segunda parte. **Boissiera**, Genebra, v. 37, p. 7-294, 1985.
- BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F. A. M. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, p. 595-602, 2006.
- BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F.A.M. Spatial and temporal variation in the canopy cover in a tropical semi-deciduous forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, p. 269-276, 2001.
- BIANCHINI, E.; POPOLO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil, **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 17, p. 405-419, 2003.
- BRAGGINS, J. E.; LARGE, M.F.; MABBERLEY, D.J. Sexual arrangements in kohekohe (*Dysoxylum spectabile*, Meliaceae). **Telopea**, Sydney, v. 8, p. 315-324, 1999.
- CARMO, R. M. **Biologia reprodutiva de *Cabralea canjerana* spp. *canjerana* (Meliaceae) e a influência do tamanho do fragmento florestal no sucesso reprodutivo e diversidade genética**. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- CASE, A. L.; BARRET, S. C. H. Ecological differentiation of combined and separates sexes of *Wurmbia dioica* (Colchicaceae) in sympathy. **Ecology**, New York, v. 82, p. 26001, 2616.
- CASE, A. L.; BARRET, S. C. H. Environmental stress and evolution of dioecy: *Wurmbia dióica* (Colchicaceae) in Western Australia. **Evolutionary Ecology**, Oxford, v. 18, p. 145-164, 2004.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: Oxford University Press.1991. 260p.
- DELPH, L. F. Sexual dimorphism in gender plasticity and its consequences for breeding system evolution. **Evolution & Development**, Nova York, v. 5, n.1, p. 34-39, 2003.
- DELPH, L. F.; LLOYD, D.G. Environmental and genetic control of gender in the dimorphic shrub *Hebe subalpine*. **Evolution**, Bethesda, v. 45, p. 1957-1964, 1991.
- DELPH, L. F.; Wolf, D. E. Evolutionary consequences of gender plasticity in genetically dimorphic breeding systems. **New Phytologist**, Lancaster, v. 166, p.119-128, 2005.
- DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N.; PIMENTA, J. A.; LOBO, P. C. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 183-195, 1998.

DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; PAIVA, R. C. Florística e fitossociologia das espécies arbóreas das florestas da bacia do rio Tibagi. *In*: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATA, O. A.; PIMENTA, J. A. (org.). **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina, 2002, p. 109-124.

EHLERS, B. K.; BATAILLON, T. 'Inconstant males' and the maintenance of labile sex expression in subdioecious plants. **New Phytologist**, Lancaster, v. 174, p. 194-211, 2007.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, Turrialba, v. 24, n. 4, p.4 22-424, 1974.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2011-2012**. São Paulo: Fundação SOS, 2013. 61p.

FUZETO, A. P.; BARBOSA, A. A. A.; LOMÔNACO, C. *Cabralea canjerana* spp. *polytricha* (ADRI.JUSS) PENN (MELIACEAE), uma espécie dióica. **Acta Botânica Brasilica**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 167-175, 2001.

GARDER, R.O. Sexuality of *Dysoxylum spectabile* (Meliaceae). **New Zealand Natural**, Christchurch, v. 34, p. 63-68, 2009.

IAPAR - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. **Médias históricas em estações do IAPAR**. Londrina: IAPAR, 2013. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm . Acesso em:8 ago. 2013.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Dinâmica ambiental do Estado do Paraná**. Curitiba: IPARDES, 2010. 38p. (Nota técnica IparDES nº 13).

KEARNS, C.A.; INOUE, D.W. **Techniques for pollination biologists**. Niwot: University Press of Colorado, 1993. 599p.

LLOYD, D. G. Self and cross-fertilization in plants. II. The selection of self-fertilization. **International Journal of Plant Sciences**, Nova York, v. 153, p. 370-380, 1992.

LLOYD, D. G.; BAWA, K. S. Modification of the gender of seed plants in varying conditions. **Evolutionary Biology**, Oxford, v. 17, p. 255-338, 1984.

MAYR, E. **Principles of systematic zoology**. New York: Mc Graw Hill Book Co, 1969. 428p.

MENDES, F. N.; REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Nordeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 103- 115, 2011.

MORELLATO, L. P. C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1991. 203f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

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

- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japí. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.
- MOSCHETA, I. S. **Morfologia e Desenvolvimento dos frutos, sementes e plântulas de *Cabralea canjerana*(vell.) Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss. e *Trichilia catigua* A. Juss. (Meliaceae – Melioideae)**. 1995. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas/ Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.
- MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; SOUZA, L. A.; ROSA, S. M. Morfo-anatomia e aspectos da biologia floral de *Cabralea canjerana* (vell.) Mart. (Meliaceae), **Acta Científica Venezolana**, Caracas, v. 53, p. 239-244, 2002.
- OLIVEIRA, I. P.; NEVES, B. P.; MOREIRA, F. P.; COSTA, K. A. P. **Manejo sustentável e nutrição mineral do nim indiano**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 16p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 110).
- PATRICIO, P. C.; CERVI, A. C. O gênero *Trichilia* P. Browne (Meliaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 34, n. 1-4, p. 27-71, 2005.
- PENNINGTON, T. D.; STYLES, B. T. A generic monograph of the Meliaceae. **Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants**, Leiden, v. 22, n. 3, p. 419–540, 1975.
- PENNINGTON, T. D.; STYLES, B. T.; TAYLOR, D. A. H. Meliaceae. *In*: ZANONI, Thomas (ed.). **Lista de monografias da flora neotropica**. New York: Instituto de Botânica Sistemática, 1981. v. 28.
- PERINA, B. B. **Fenologia de espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecidual do Sul do Brasil**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- PIZO, M. A. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 13, p. 559–578, 1997.
- RAMSEY, M.; VAUGHTON, G. Sex expression and sexual dimorphism in subdioecious *Wurmbia dióica* (Colchicaceae). **International Journal of Plant Sciences**, Washington, v. 162, p. 589-597, 2001.
- RUBIM, P.; NASCIMENTO, H. E. M.; MORELLATO, L. P. C. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 24, p. 756-764, 2010.
- SAKAI, A. K.; WELLER, S. G. Gender and sexual dimorphism in flowering plants: a review of terminology, biogeographic patterns, ecological correlates and phylogenetic approaches. *In*: GEBER, M. A.; DAWSON, T. E. DELPH, L. F. (ed.). **Gender and dimorphism in flowering plants**. Berlin: Springer, 1999, p.1-36.
- SCARIOT, A. O.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeate* in Central Brazil. **Biotropica**, Hoboken, v. 23, n. 1, p. 12-22, 1991.

SILVA, F. C.; SOARES-SILVA, L. H. Arboreal flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edimburgo, v. 57, n. 1, p. 107-120, 2000.

SILVEIRA, M. A vegetação do Parque Estadual Mata dos Godoy. *In*: TOREZAN, J. M. (org.). **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy**. Londrina: Itedes, 2006. p. 19-27.

SILVEIRA, M. **Estudo da vegetação em uma topossequência no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina – PR**. 1993. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

SIMPSON, M. G. **Plant systematics**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2010.

SOARES-SILVA, L. H. **Fitossociologia arbórea da porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná**. 1990. 196f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

SOARES-SILVA, L. H.; BARROSO, G. M. Fitossociologia de estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina-Pr, Brasil. *In*: CONGRESSO SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 8., 1992, São Paulo. **Anais [...]**. Campinas: SBSP, 1992. p. 101-112.

SOARES-SILVA, L. H.; KITA, K. K.; SILVA, F. C. Fitossociologia de um trecho de floresta de galeria no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, DF, v. 3, p. 46-62. 1998.

SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; ROSA, S. M. da.. Morfo-anatomia da flor de *Guarea kunthiana* A. Juss. e de *Guarea macrophylla* Vahl. (Meliaceae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 591-600, 2002

SOUZA, L. A.; MOSCHETA, I. S.; MOURÃO, K. S. M.; SILVÉRIO, A. A. 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**. Curitiba, v. 44, n. 4, p. 383-394, 2001.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para a identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2012.

STEFANO, M. V.; CALAZANS, L. S. B.; SAKURAGUI, C. M. Meliaceae *in*. *In*: REFLORA. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Refflora, 2013. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB19742>. Acesso em: 1 ago. 2013.

TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.1, p.13-26, 2000.

TAYLOR, D. R.; TRIMBLE, S.; MCCAULEY, D. E. Ecological genetics of gynodioecy in *Silene vulgaris*: relative fitness of female and hermaphrodites during the colonization process. **Evolution**, Bethesda, v.53, p.745-751, 1999.

THE PLANT LIST. **Version 1**. 2010. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso em: 29 maio 2013.

VALMORBIDA, J. **Propagação da espécie *Trichilia catigua* A. Juss. (catiguá)**. 2007. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2007.

VAUGHTON, G.; RAMSEY, M. Gender plasticity and sexual system stability in *Wurmbea*. **Annals of Botany**, Oxford, v.109, n.3 p.521–530, 2011. Disponível em: <http://www.aob.oxfordjournals.org> Acesso em: 07 de julho de 2013.

VICENTE, R. F. O Parque Estadual Mata dos Godoy. *In*: TOREZAN, J.M. (org.). **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy**. Londrina: Itedes, 2006. p. 13-18.

WOLFE, L. M.; SHMIDA, A. The ecology of sex expression in a gynodioecious Israeli desert shrub (*Ochradenus baccatus*). **Ecology**, New York, v.78, p. 101-110, 1997.

APÊNDICES

APÊNDICE A - DOCUMENTOS SUPLEMENTARES ARTIGO 1: FIGURAS E TABELAS

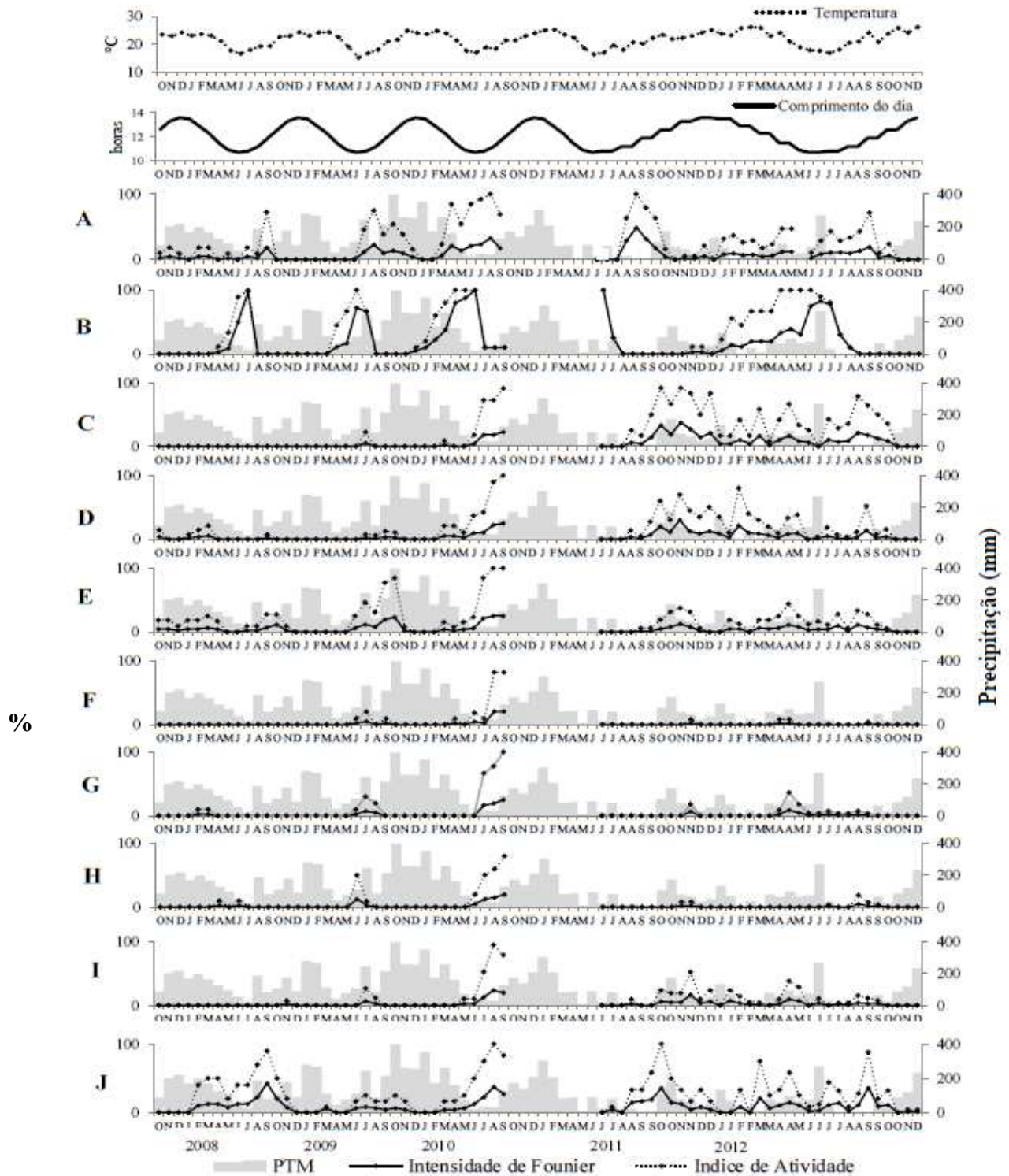


Figura 4 - Dados climáticos de temperatura média mensal e quinzenal, fotoperíodo médio mensal e precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o índice de atividade e a intensidade de Fournier para a fenofase de abscisão foliar em espécies de Meliaceae de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012). **A** - *Cabralea canjerana*, **B** - *Cedrela fissilis*, **C** - *Guarea macrophylla*, **D** - *Guarea kunthiana*, **E** - *Trichilia casaretti*, **F** - *Trichilia catigua*, **G** - *Trichilia clausenii*, **H** - *Trichilia elegans*, **I** - *Trichilia pallens*, **J** - *Trichilia pallida*.

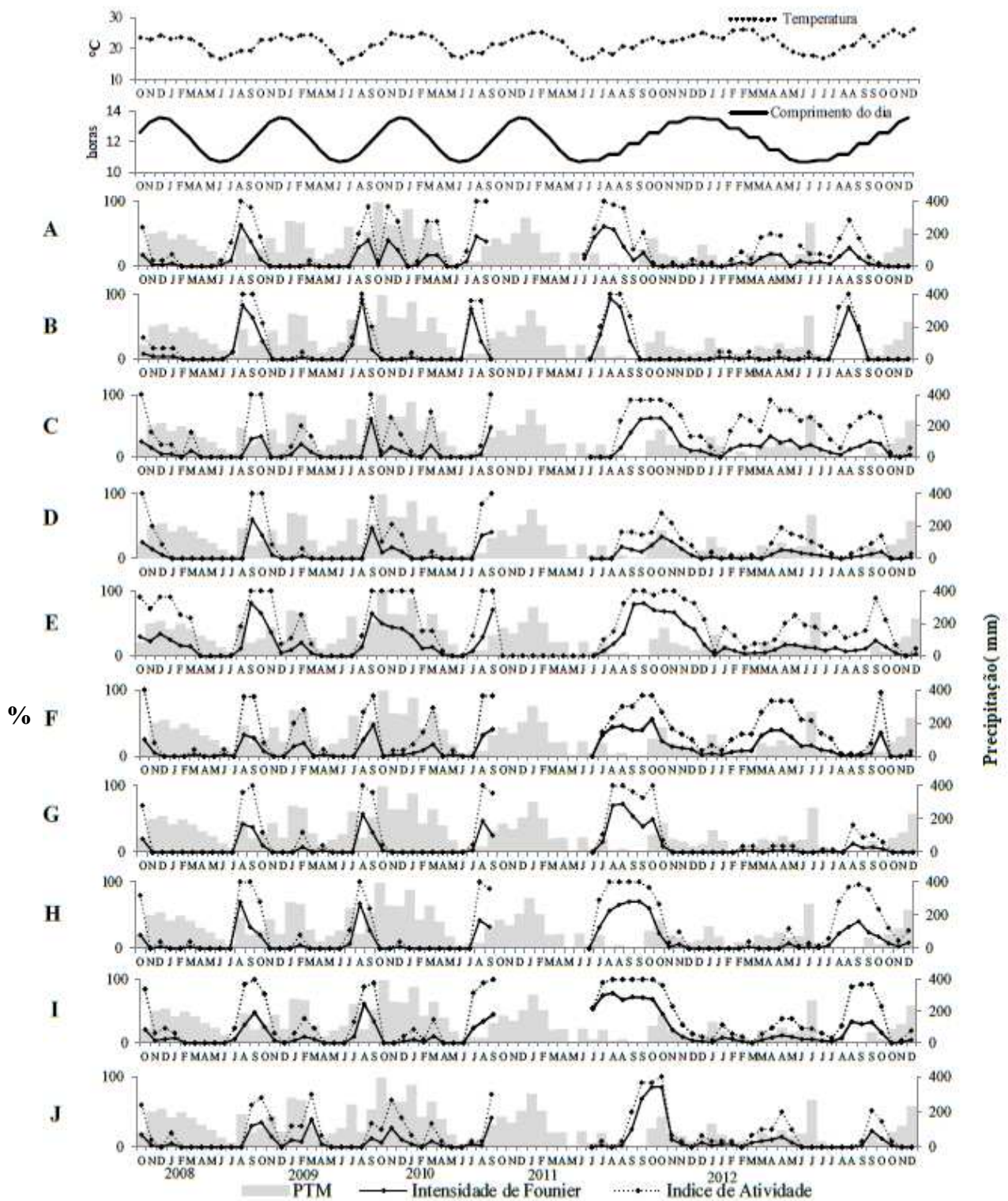


Figura. 5 - Dados climáticos de temperatura média mensal e quinzenal, fotoperíodo médio mensal e precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o índice de atividade e a intensidade de Fournier da fenofase de brotamento foliar em espécies de Meliaceae de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção de maio, novembro e dezembro de 2012). Espécies: **A** - *Cabralea canjerana*, **B** - *Cedrela fissilis*, **C** - *Guarea macrophylla*, **D** - *Guarea kunthiana*, **E** - *Trichilia casaretti*, **F** - *Trichilia catigua*, **G** - *Trichilia claussenii*, **H** - *Trichilia elegans*, **I** - *Trichilia pallens* e **J** - *Trichilia pallida*

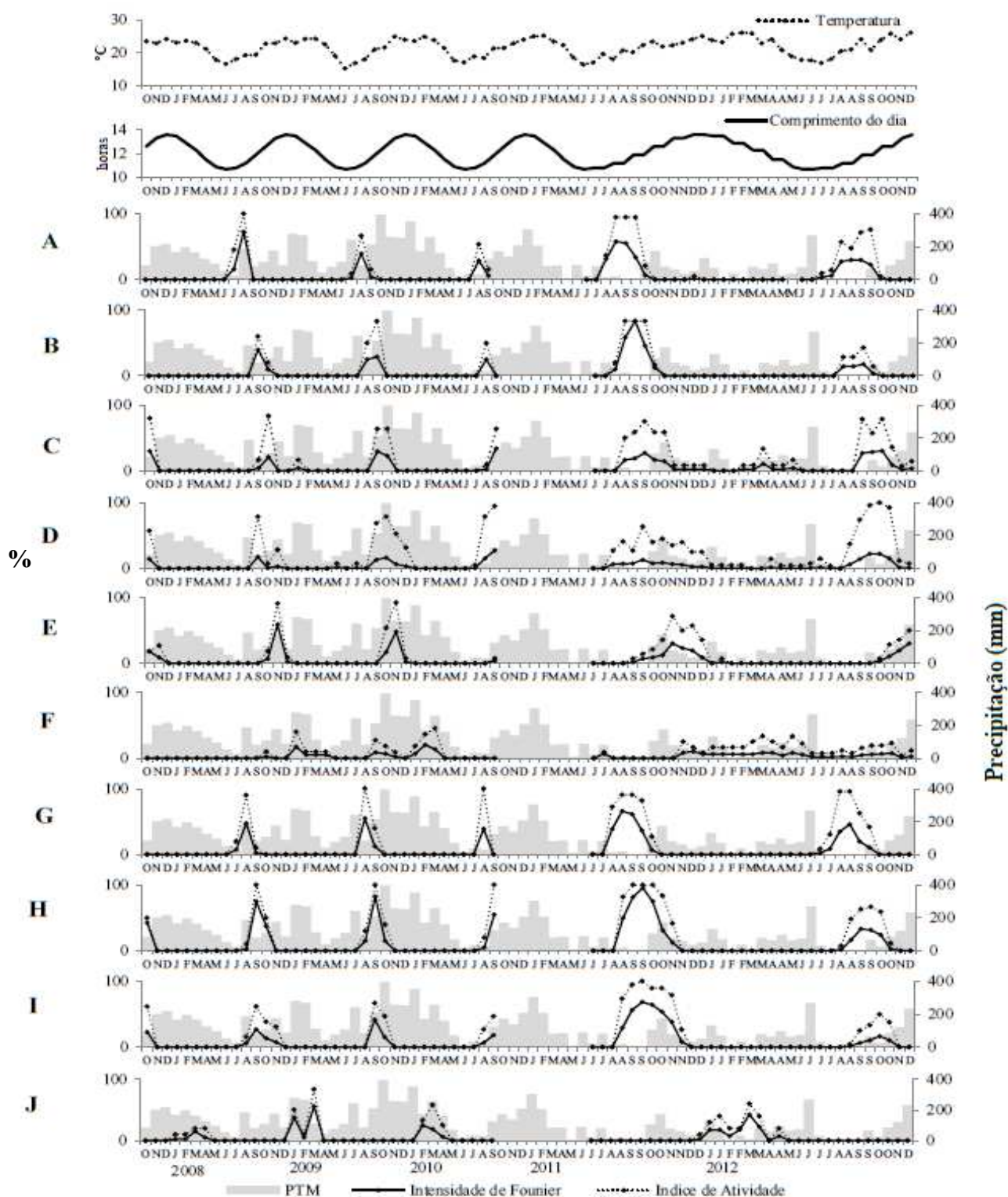


Figura 6 - Dados climáticos de temperatura média mensal e quinzenal, fotoperíodo médio mensal e precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o índice de atividade e a intensidade de Fournier da fenofase de botões florais em espécies de Meliaceae de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção de maio, novembro e dezembro de 2012). Espécies: **A** - *Cabralea canjerana*, **B** - *Cedrela fissilis*, **C** - *Guarea macrophylla*, **D** - *Guarea kunthiana*, **E** - *Trichilia casaretti*, **F** - *Trichilia catigua*, **G** - *Trichilia clausenii*, **H** - *Trichilia elegans*, **I** - *Trichilia pallens* e **J** - *Trichilia pallida*.

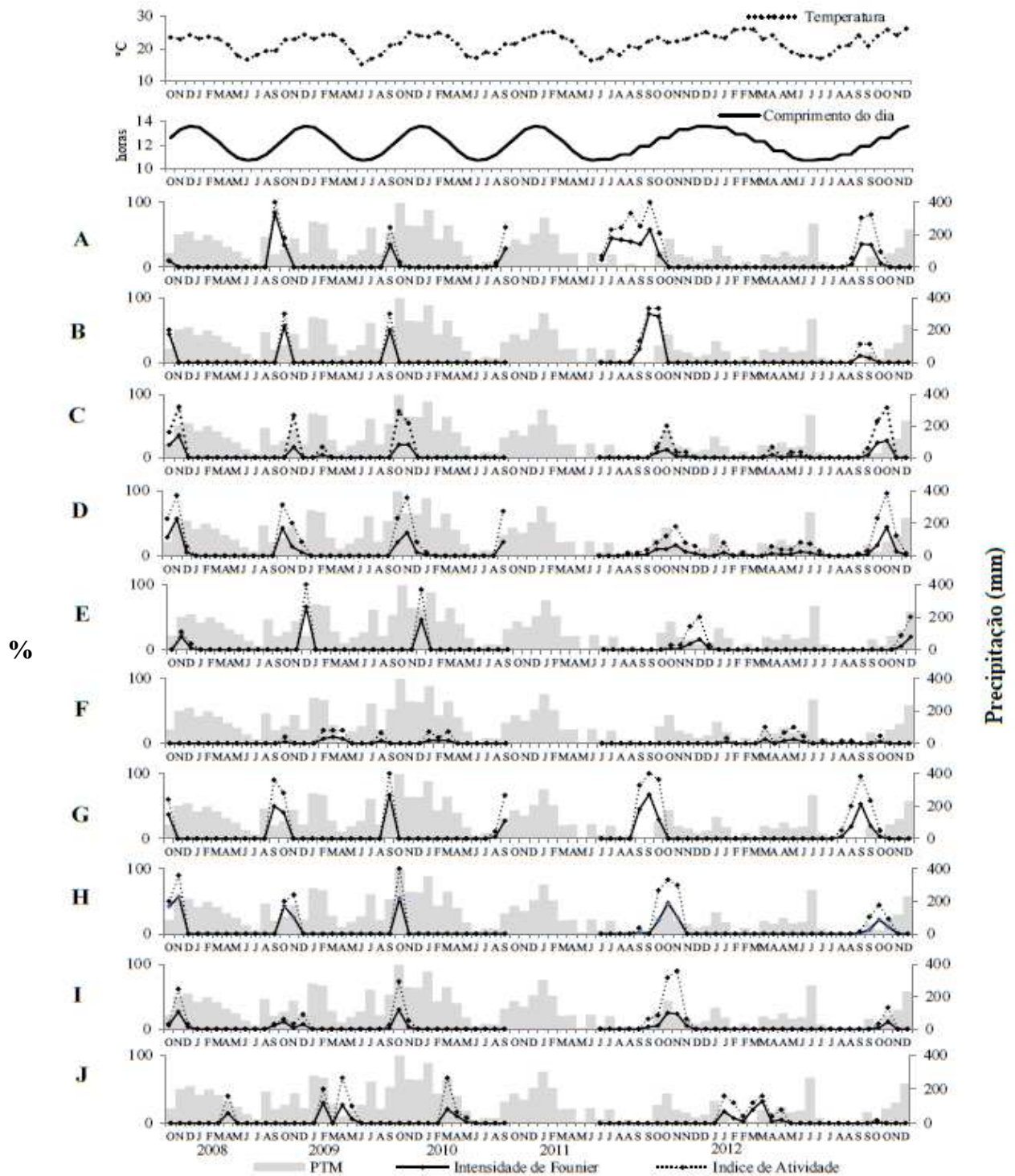


Figura 7- Dados climáticos de temperatura média mensal e quinzenal, fotoperíodo médio mensal e precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o índice de atividade e a intensidade de Fournier da fenofase de antese em espécies de Meliaceae de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012). **A** - *Cabralea canjerana*, **B** - *Cedrela fissilis*, **C** - *Guarea macrophylla*, **D** - *Guarea kunthiana*, **E** - *Trichilia casaretti*, **F** - *Trichilia catigua*, **G** - *Trichilia clausenii*, **H** - *Trichilia elegans*, **I** - *Trichilia pallens* e **J** - *Trichilia pallida*.

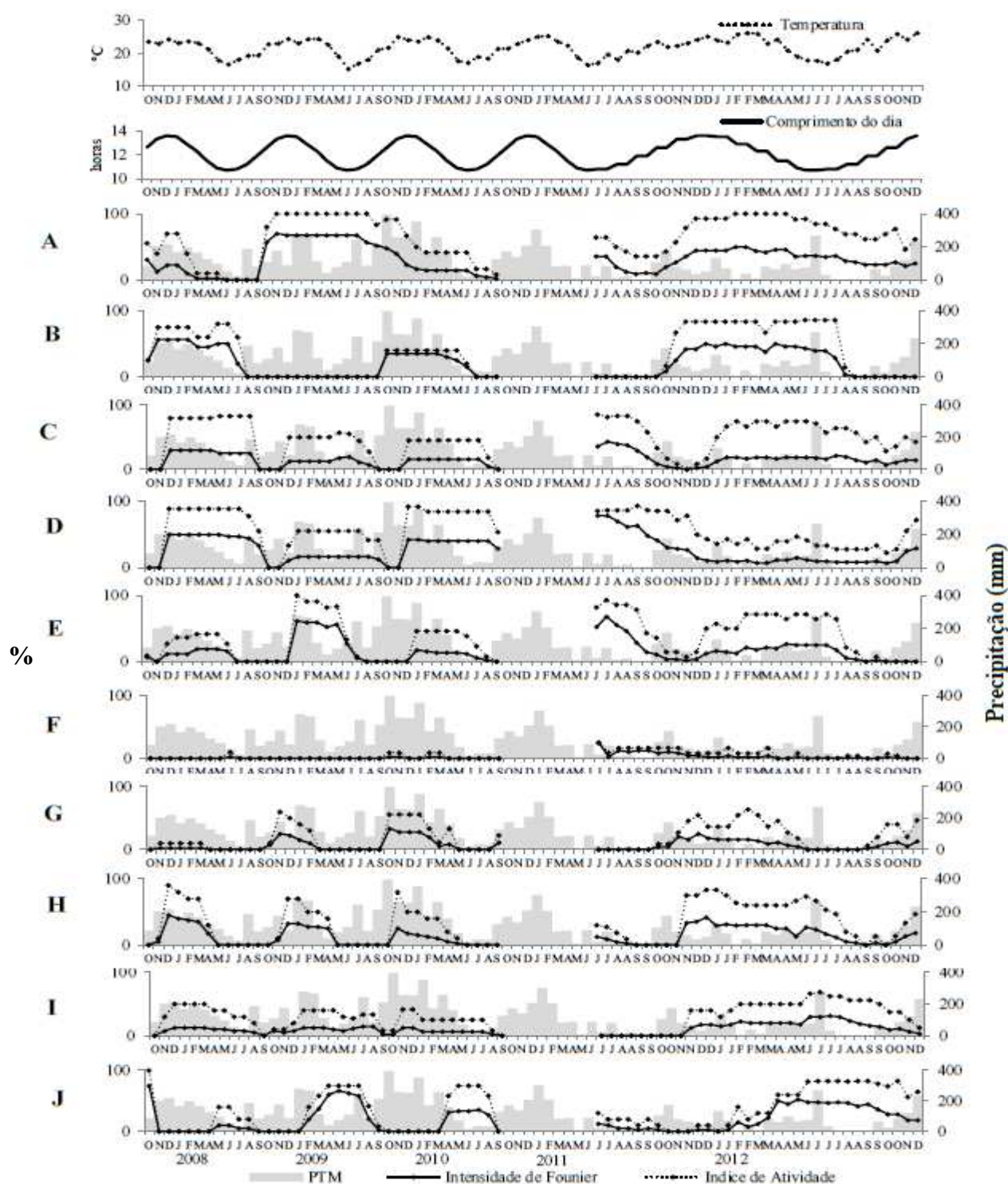


Figura 8 - Dados climáticos de temperatura média mensal e quinzenal, fotoperíodo médio mensal e precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o índice de atividade e a intensidade de Fournier da fenofase de frutos imaturos nas espécies de Meliaceae de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção de maio, novembro e dezembro de 2012). **A** - *Cabralea canjerana*, **B** - *Cedrela fissilis*, **C** - *Guarea macrophylla*, **D** - *Guarea kunthiana*, **E** - *Trichilia casaretti*, **F** - *Trichilia catigua*, **G** - *Trichilia claussenii*, **H** - *Trichilia elegans*, **I** - *Trichilia pallens* e **J** - *Trichilia pallida*.

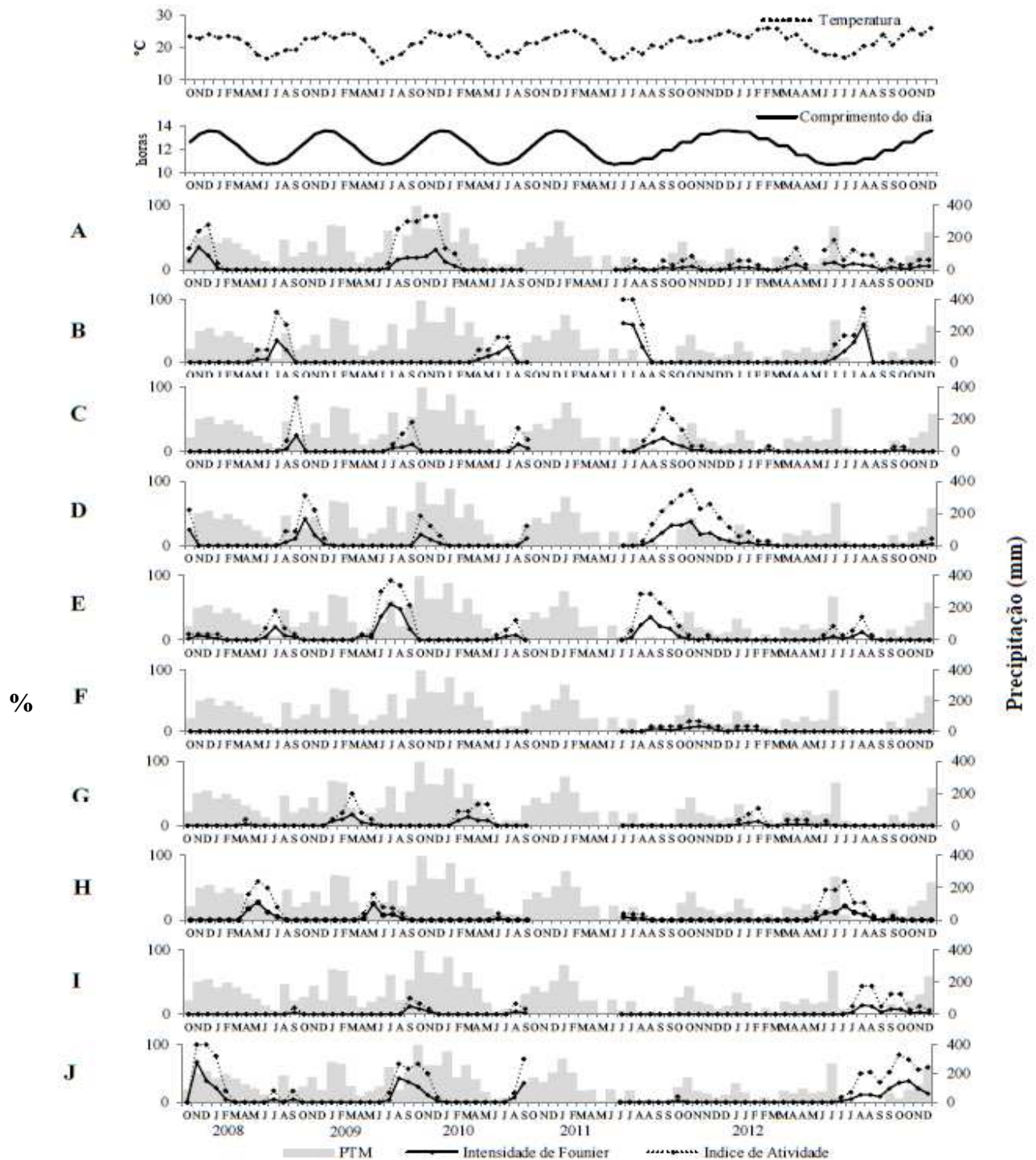


Figura 9 - Dados climáticos de temperatura média mensal e quinzenal, fotoperíodo médio mensal e precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o índice de atividade e a intensidade de Fournier da fenofase de frutos maduros em espécies de Meliaceae de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012). **A** - *Cabrlea canjerana*, **B** - *Cedrela fissilis*, **C** - *Guarea macrophylla*, **D** - *Guarea kunthiana*, **E** - *Trichilia casaretti*, **F** - *Trichilia catigua*, **G** - *Trichilia clausenii*, **H** - *Trichilia elegans*, **I** - *Trichilia pallens* e **J** - *Trichilia pallida*.

Tabela 1

Número de indivíduos amostrados de Meliaceae monitoradas de outubro/2007 a setembro/2010, (dados coletados por Perina 2011) e de julho/2011 a dezembro/2012 na floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil.

Espécies	Out/2007 – Set/2010	Jul/2011 – Dez/2012
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	13	28
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	10	14
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	20	34
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	11	19
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	14	24
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss	12	29
<i>Trichia clausenii</i> C.DC.	10	29
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	11	32
<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	19	33
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	12	29

Tabela 2

Dados fenológicos para as espécies de Meliaceae monitoradas de outubro/2007 a setembro/2010 e julho/2011 a dezembro/2012 na floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. A época de ocorrência de cada fenofase, indicada pelos intervalos mensais, corresponde ao período de concentração da atividade fenológica da fenofase, ou quando possível determinar, corresponde ao início e o término do período em que ela foi observada na população de cada espécie considerando os quatro anos e seis meses de estudo. Valores em parênteses correspondem à duração média em meses das atividades fenológicas.

ESPÉCIE	Floração		Frutificação		Mudança Foliar	
	Botões	Antese	Frutos Imaturos	Frutos Maduros	Abscisão	Brotamento
<i>Cabralea canjerana</i> .	jul-out (3)	jul-out (3)	ano todo	jul - fev (6); abr(1)	ano todo	ano todo
<i>Cedrela fissilis</i>	ago-out (2)	set-out(1)	out-ago (10)	abr-ago (4)	abr-ago (4)	jul-out (3)
<i>Guarea macrophylla</i>	ago-out (2); fev-mai (3)	set-nov (2); abr-jun (2)	ano todo	jul-nov (4)	ano todo	ano todo
<i>Guarea kunthiana</i>	ago-dez (4)	set-dez(3)	ano todo	ago-fev (6)	ano todo	ago-dez (4)
<i>Trichilia casaretti</i>	set-dez (3)	out-dez (2)	jan-out (10)	jun -out (4)	ano todo	ano todo
<i>Trichilia catigua</i>	ano todo	jan-abr (3); mar-jun (3)	jul-mar (8)	ago-fev (6)	abr-set (3)	ano todo
<i>Trichia clausenii</i>	jul-set (2)	ago-out (2)	set-mai (8)	jan-jun (5)	abr-set (3)	jul-out (3)
<i>Trichilia elegans</i>	ago-out (2)	set-nov (2)	nov-ago (9)	abr-set (5)	jun-set (3)	jul-out (3)
<i>Trichilia pallens</i>	ago-nov (3)	set-dez (3)	ano todo	jul-dez (5)	ano todo	ano todo
<i>Trichilia pallida</i>	jan-abr (3)	jan-mai (4)	fev-dez (10)	jul-dez (5)	ano todo	set-maio (9)

Tabela 3

Resultados da análise de estatística circular para verificar a ocorrência de sazonalidade da fenofase de abscisão foliar para cada ano nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. O teste de Rayleigh foi aplicado para avaliar a significância do ângulo médio (μ) ou data média (omitida quando não significativa). Ano 1 = outubro/2007 a setembro/2008, Ano 2= outubro/2008 a setembro/2009, Ano 3= outubro/2009 a setembro/2010 e Ano 4= julho/2011 a junho/12. Ano 1,2 e 3 = dados mensais, ano 4 = dados quinzenais. * = não foi observado o evento fenológico ($p \leq 0,05$).

Ano	<i>C. canjerana</i>	<i>C. fissilis</i>	<i>G. macrophylla</i>	<i>G. kunthiana</i>	<i>T. casaretti</i>	<i>T. catigua</i>	<i>T. clausenii</i>	<i>T. elegans</i>	<i>T. pallens</i>	<i>T. pallida</i>	
1	Data média	—	22/junho	—	—	—	—	—	—	29/junho	
	Ângulo Médio (μ)	263.598°	171.445°	*****	26.098°	350.104°	*****	60°	135°	*****	178.909°
	Comprimento do vetor (r)	0.384	0.916	*****	0.427	0.219	*****	0.977	0.876	*****	0.344
	Desvio Padrão Angular	79.312°	24.034°	*****	74.702°	99.849°	*****	12.347°	29.483°	*****	83.728°
	Teste de Rayleigh (z)	2.943	17.612	*****	1.644	0.912	*****	1.909	1.535	*****	4.727
	Teste de Rayleigh (p)	0.051	0.00	*****	0.197	0.407	*****	0.155	0.244	*****	0.008
2	Data média	16/agosto	06/junho	16/julho	23/agosto	24/agosto	22/julho	21/julho	20/junho	04/agosto	06/setembro
	Ângulo Médio (μ)	225°	155.802°	195°	232.911°	233.185°	201.206°	200.104°	169.872°	214.629°	246.87°
	Comprimento do vetor (r)	0.94	0.877	1	0.919	0.789	0.856	0.948	0.993	0.803	0.575
	Desvio Padrão Angular	20.123°	29.378°	*****	23.607°	39.404°	31.925°	18.814°	7.023°	37.987°	60.302°
	Teste de Rayleigh (z)	16.795	19.22	2	3.375	16.825	2.932	5.387	5.911	4.51	5.615
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.00	0.00	0.022	0.00	0.042	0.00	0.00	0.006	0.003
3	Data média	18/julho	23/abril	13/agosto	05/agosto	23/agosto	20/agosto	20/agosto	15/agosto	14/agosto	04/agosto
	Ângulo Médio (μ)	197.392°	112.123°	222.027°	215.928°	232.48°	229.414°	229.291°	224.272°	223.264°	214.081°
	Comprimento do vetor (r)	0.444	0.647	0.829	0.641	0.69	0.837	0.922	0.88	0.875	0.635
	Desvio Padrão Angular	73.054°	53.491°	35.14°	54.044°	49.356°	34.127°	23.137°	29.032°	29.575°	54.568°
	Teste de Rayleigh (z)	15.742	20.914	19.908	25.879	27.139	15.429	18.69	16.245	36.006	19.782
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Data média	18/setembro	28/abril	11/dezembro	02/janeiro	—	—	09/mai	—	02/janeiro	—
	Ângulo Médio (μ)	257.746°	117.996°	340.871°	2.075°	49.387°	85.398°	127.438°	322.5°	2.3°	87.62°
	Comprimento do vetor (r)	0.189	0.599	0.36	0.415	0.146	0.445	0.584	0.991	0.275	0.107
	Desvio Padrão Angular	104.517°	57.996°	81.9°	75.999°	112.325°	72.869°	59.4°	7.511°	92.078°	121.164°
	Teste de Rayleigh (z)	4.377	30.51	13.739	22.207	1.135	0.595	3.755	1.966	4.686	0.925
	Teste de Rayleigh (p)	0.013	0	0.00	0.00	0.321	0.594	0.02	0.144	0.009	0.396

Tabela 4

Resultados da análise de estatística circular para verificar a ocorrência de sazonalidade da fenofase de brotamento foliar para cada ano nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. O teste de Rayleigh foi aplicado para avaliar a significância do ângulo médio (μ) ou data média (omitida quando não significativa). Ano 1 = outubro/2007 a setembro/2008, Ano 2= outubro/2008 a setembro/2009, Ano 3= outubro/2009 a setembro/2010 e Ano 4= julho/2011 a junho/12. Ano 1,2 e 3 = dados mensais, ano 4 = dados quinzenais ($p \leq 0,05$).

Ano	<i>C. canjerana</i>	<i>C. fissilis</i>	<i>G. macrophylla</i>	<i>G. kunthiana</i>	<i>T. casaretti</i>	<i>T. catigua</i>	<i>T. clausenii</i>	<i>T. elegans</i>	<i>T. pallens</i>	<i>T. pallida</i>	
1	Data média	07/setembro	10/setembro	20/outubro	13/outubro	27/novembro	17/setembro	12/setembro	15/setembro	20/setembro	12/outubro
	Ângulo Médio (μ)	247.685°	250.091°	289.629°	283.466°	327.552°	257.771°	252.6°	255°	260.586°	282.626°
	Comprimento do vetor (r)	0.743	0.805	0.639	0.897	0.493	0.806	0.929	0.829	0.76	0.814
	Desvio Padrão Angular	44.18°	37.755°	54.272°	26.712°	68.188°	37.678°	22°	35.084°	42.402°	36.747°
	Teste de Rayleigh (z)	19.865	15.546	6.931	30.576	16.497	20.765	22.436	20.62	26.602	9.941
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Data média	13/setembro	01/setembro	10/outubro	06/outubro	29/outubro	10/outubro	06/setembro	06/setembro	13/setembro	03/janeiro
	Ângulo Médio (μ)	253.605°	241.132°	280.804°	276.509°	298.93°	280.128°	246.533°	246.402°	253.575°	0.381°
	Comprimento do vetor (r)	0.865	0.809	0.542	0.86	0.581	0.313	0.661	0.749	0.587	0.33
	Desvio Padrão Angular	30.812°	37.357°	63.401°	31.475°	59.699°	87.381°	52.177°	43.597°	59.122°	85.331°
	Teste de Rayleigh (z)	17.973	15.689	6.76	25.143	17.897	3.224	11.345	15.693	20.689	3.482
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.039	0.00	0.00	0.00	0.029
3	Data média	09/outubro	31/julho	05/novembro	29/setembro	06/novembro	—	30/agosto	02/setembro	19/agosto	05/novembro
	Ângulo Médio (μ)	279.42°	210.903°	305.494°	269.189°	306.26°	252.524°	239.169°	242.238°	228.556°	305.145°
	Comprimento do vetor (r)	0.237	0.874	0.402	0.711	0.475	0.17	0.95	0.916	0.552	0.515
	Desvio Padrão Angular	97.156°	29.697°	77.341°	47.357°	69.928°	107.942°	18.428°	24.03°	62.504°	65.986°
	Teste de Rayleigh (z)	3.948	14.524	5.497	29.796	20.969	1.064	17.133	16.774	20.078	9.025
	Teste de Rayleigh (p)	0.019	0.00	0.004	0.00	0.00	0.348	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Data média	05/ agosto	21/agosto	—	22/setembro	20/outubro	25/julho	12/setembro	14/setembro	11/setembro	08/abril
	Ângulo Médio (μ)	214.611°	230.815°	298.125°	261.83°	289.761°	203.052°	251.367°	253.627°	250.141°	97.279°
	Comprimento do vetor (r)	0.48	0.734	0.081	0.298	0.346	0.205	0.774	0.758	0.504	0.377
	Desvio Padrão Angular	69.448°	45.052°	128.546°	89.153°	83.492°	102.067°	41.052°	42.675°	67.091°	80.084°
	Teste de Rayleigh (z)	30.145	17.244	0.971	9.859	23.565	6.195	37.105	47.66	57.362	9.498
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.00	0.379	0.00	0.00	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela 5

Correlações de Spearman entre a fenofase de abscisão foliar e os fatores climáticos nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. A - Correlações entre a fenofase de abscisão foliar e a temperatura média mensal (TMM), a precipitação total mensal (PTM) e o fotoperíodo médio mensal (PMM) para cada espécie no período de estudo (N=56), B – D = Correlação entre a fenofase abscisão foliar e os fatores climáticos de um a três meses anteriores à ocorrência da fenofase. B – dados climáticos de um mês anterior, C – dados climáticos de dois meses anteriores e D- dados climáticos de três meses anteriores. Números preenchidos em cinza indicam correlações significativas ($p \leq 0,05$).

	<i>C. canjerana</i>		<i>C. fissilis</i>		<i>G. macrophylla</i>		<i>G. kunthiana</i>		<i>T. casaretti</i>		<i>T. catigua</i>		<i>T. clausenii</i>		<i>T. elegans</i>		<i>T. pallens</i>		<i>T. pallida</i>	
A	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.3627	0.007	-0.4434	0.0008	-0.1331	0.3371	-0.1349	0.3307	-0.4253	0.0013	-0.3648	0.0067	-0.3894	0.0036	-0.4361	0.001	-0.3031	0.0258	-0.5458	< 0.0001
PTM	-0.3063	0.0242	-0.2013	0.1443	-0.3678	0.0062	-0.3021	0.0263	-0.0337	0.8089	-0.0801	0.5649	-0.1478	0.2861	-0.318	0.019	-0.2601	0.0575	-0.3713	0.0057
FMM	-0.3519	0.009	-0.5524	< 0.0001	-0.1536	0.2673	-0.1655	0.2317	-0.3291	0.015	-0.3297	0.0148	-0.3826	0.0043	-0.404	0.0024	-0.2457	0.0732	-0.5561	< 0.0001
B	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.3706	0.0058	-0.0441	0.7516	-0.2104	0.1266	-0.126	0.3638	-0.3681	0.0061	-0.2845	0.037	-0.3346	0.0133	-0.4375	0.0009	-0.3268	0.0158	-0.5653	< 0.0001
PTM	-0.1804	0.1917	-0.0097	0.9448	-0.3255	0.0163	-0.2068	0.1335	-0.2787	0.0412	-0.2069	0.1332	-0.1125	0.418	-0.3488	0.0097	-0.2564	0.0611	-0.3788	0.0047
FMM	-0.4478	0.0007	-0.209	0.1293	-0.2569	0.0607	-0.1812	0.1897	-0.4292	0.0012	-0.3427	0.0111	-0.3945	0.0031	-0.4419	0.0008	-0.3299	0.0148	-0.6479	< 0.0001
C	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.3598	0.0075	0.3418	0.0114	-0.257	0.0605	-0.1617	0.2427	-0.4072	0.0022	-0.1993	0.1483	-0.2058	0.1353	-0.3527	0.0089	-0.2723	0.0463	-0.5014	0.0001
PTM	-0.0923	0.5066	0.1157	0.4047	-0.2166	0.1156	-0.1273	0.3589	-0.2671	0.0508	-0.2666	0.0513	-0.2553	0.0623	-0.2199	0.1101	-0.2665	0.0514	-0.1971	0.153
FMM	-0.423	0.0014	0.1914	0.1655	-0.2713	0.0472	-0.1575	0.2552	-0.4145	0.0018	-0.2563	0.0613	-0.2666	0.0513	-0.3733	0.0054	-0.3195	0.0184	-0.5544	< 0.0001
D	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.2063	0.1343	0.6285	< 0.0001	-0.156	0.2598	-0.0862	0.5353	-0.1872	0.1752	-0.052	0.7088	0.0402	0.773	-0.0815	0.5577	-0.0745	0.5921	-0.2321	0.0912
PTM	-0.0798	0.5662	0.3845	0.0041	-0.1887	0.1717	-0.0486	0.7268	-0.1034	0.457	-0.0357	0.7976	-0.2046	0.1378	-0.0766	0.5819	-0.1896	0.1696	-0.1204	0.3856
FMM	-0.2541	0.0637	0.5105	< 0.0001	-0.1955	0.1565	-0.0888	0.5231	-0.3046	0.025	-0.111	0.4241	-0.0542	0.6969	-0.1963	0.1547	-0.1922	0.1637	-0.3134	0.021

indicam correlações significativas ($p \leq 0,05$).

Tabela 6

Correlações de Spearman entre a fenofase de brotamento foliar e os fatores climáticos nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. A - Correlações entre a fenofase de brotamento foliar e a temperatura média mensal (TMM), a precipitação total mensal (PTM) e o fotoperíodo médio mensal (PMM) para cada espécie no período de estudo (N=56), B – D = Correlação entre a fenofase brotamento foliar e os fatores climáticos de um a três meses anteriores à ocorrência da fenofase. B – dados climáticos

	<i>C. canjerana</i>		<i>C. fissilis</i>		<i>G. macrophylla</i>		<i>G. kunthiana</i>		<i>T. casaretti</i>		<i>T. catigua</i>		<i>T. clausenii</i>		<i>T. elegans</i>		<i>T. pallens</i>		<i>T. pallida</i>	
A	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.157	0.2569	-0.2876	0.0349	0.207	0.133	-0.0057	0.9672	0.1938	0.1602	-0.0715	0.6074	-0.2722	0.0464	-0.1817	0.1885	-0.1415	0.3075	0.2953	0.0301
PTM	-0.2012	0.1446	-0.0738	0.5957	0.0591	0.6711	0.1013	0.4663	0.229	0.0957	-0.0209	0.881	-0.3517	0.0091	-0.1913	0.1657	-0.1189	0.3917	0.1835	0.184
FMM	-0.1975	0.1521	-0.2052	0.1364	0.1596	0.249	0.0922	0.5073	0.3596	0.0075	-0.0923	0.507	-0.2726	0.046	-0.1439	0.2992	-0.1077	0.438	0.2947	0.0304
B	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.3161	0.0198	-0.4295	0.0012	0.0384	0.7828	-0.1409	0.3094	-0.0335	0.8099	-0.0897	0.5187	-0.4673	0.0004	-0.4408	0.0008	-0.3315	0.0143	0.2134	0.1212
PTM	-0.1761	0.2025	-0.2511	0.067	-0.1235	0.3738	-0.1855	0.1792	-0.0162	0.9073	-0.2326	0.0904	-0.3305	0.0146	-0.3368	0.0127	-0.4296	0.0012	-0.1256	0.3653
FMM	-0.3962	0.003	-0.3929	0.0033	0.0191	0.8911	-0.1762	0.2023	0.0759	0.5855	-0.1714	0.2152	-0.4984	0.0001	-0.4738	0.0003	-0.3569	0.008	0.1606	0.2459
C	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.5104	< 0.0001	-0.4502	0.0006	-0.1494	0.2809	-0.3508	0.0093	-0.3597	0.0075	-0.2159	0.1169	-0.5766	< 0.0001	-0.6104	< 0.0001	-0.5259	< 0.0001	-0.1764	0.202
PTM	-0.0925	0.5057	-0.2105	0.1265	-0.0969	0.4857	-0.3078	0.0235	-0.1903	0.168	-0.2102	0.1271	-0.3396	0.0119	-0.4345	0.001	-0.3076	0.0236	-0.0573	0.6809
FMM	-0.5008	0.0001	-0.49	0.0002	-0.1585	0.2523	-0.4185	0.0016	-0.2734	0.0453	-0.2764	0.043	-0.64	< 0.0001	-0.7018	< 0.0001	-0.5387	< 0.0001	-0.0625	0.6533
D	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.4039	0.0024	-0.3558	0.0082	-0.3209	0.0179	-0.5287	< 0.0001	-0.5628	< 0.0001	-0.2687	0.0494	-0.5924	< 0.0001	-0.6038	< 0.0001	-0.469	0.0003	-0.3991	0.0028
PTM	-0.2429	0.0766	-0.2673	0.0506	-0.2685	0.0495	-0.2702	0.048	-0.1573	0.2558	-0.1433	0.3013	-0.1688	0.2222	-0.4403	0.0009	-0.309	0.0229	0.0081	0.9538
FMM	-0.4067	0.0023	-0.3772	0.0049	-0.3104	0.0223	-0.5658	< 0.0001	-0.5387	< 0.0001	-0.2724	0.0462	-0.575	< 0.0001	-0.7011	< 0.0001	-0.522	< 0.0001	-0.297	0.0291

de um mês anterior, C – dados climáticos de dois meses anteriores e D- dados climáticos de três meses anteriores. Números preenchidos em cinza indicam correlações significativas ($p \leq 0,05$).

Tabela 9

Correlações de Spearman entre a fenofase de botões florais e os fatores climáticos nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. A - Correlações entre a fenofase de botões florais e a temperatura média mensal (TMM), a precipitação total mensal (PTM) e o fotoperíodo médio mensal (PMM) para cada espécie no período de estudo (N=56), B – D = Correlação entre a fenofase botões florais e os fatores climáticos de um a três meses anteriores a ocorrência da fenofase. B – dados climáticos de um mês anterior, C – dados climáticos de dois meses anteriores e D- dados climáticos de três meses anteriores. Números preenchidos em cinza indicam correlações significativas ($p \leq 0,05$).

	<i>C. canjerana</i>		<i>C. fissilis</i>		<i>G. macrophylla</i>		<i>G. kunthiana</i>		<i>T. casaretti</i>		<i>T. catigua</i>		<i>T. clausenii</i>		<i>T. elegans</i>		<i>T. pallens</i>		<i>T. pallida</i>	
A	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.3474	0.01	-0.239	0.0816	0.1629	0.2392	0.0535	0.7009	0.4323	0.0011	0.3754	0.0051	-0.3688	0.006	-0.1423	0.3045	-0.0615	0.6587	0.4569	0.0005
PTM	-0.3947	0.0031	-0.3806	0.0045	-0.0923	0.5067	-0.0837	0.5473	0.2642	0.0535	0.203	0.1409	-0.452	0.0006	-0.2021	0.1427	-0.114	0.4119	0.2405	0.0797
FMM	-0.2975	0.0288	-0.1634	0.2377	0.1663	0.2293	0.0962	0.489	0.5689	<0.0001	0.2235	0.1041	-0.3176	0.0192	-0.0951	0.494	0.0171	0.9025	0.2882	0.0345
B	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.5609	<0.0001	-0.4003	0.0027	-0.0169	0.9035	-0.2314	0.0921	0.1796	0.1937	0.2975	0.0288	-0.5175	<0.0001	-0.4195	0.0016	-0.3253	0.0163	0.6144	<0.0001
PTM	-0.33	0.0148	-0.2451	0.0739	-0.3759	0.0051	-0.3124	0.0214	-0.0239	0.8641	0.1119	0.4204	-0.2516	0.0663	-0.466	0.0004	-0.4318	0.0011	0.3108	0.0221
FMM	-0.5654	<0.0001	-0.3991	0.0028	-0.0609	0.6619	-0.2502	0.068	0.253	0.0649	0.2812	0.0393	-0.5657	<0.0001	-0.4151	0.0018	-0.315	0.0203	0.6029	<0.0001
C	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.6597	<0.0001	-0.5521	<0.0001	-0.294	0.0309	-0.5153	<0.0001	-0.153	0.2693	0.2116	0.1244	-0.6418	<0.0001	-0.6815	<0.0001	-0.6319	<0.0001	0.5216	<0.0001
PTM	-0.1245	0.3695	-0.0339	0.8076	-0.3416	0.0114	-0.3508	0.0093	-0.2136	0.1208	0.1335	0.3358	-0.1425	0.3041	-0.285	0.0367	-0.4053	0.0023	0.4132	0.0019
FMM	-0.6729	<0.0001	-0.5958	<0.0001	-0.3205	0.0181	-0.5432	<0.0001	-0.0927	0.505	0.241	0.0791	-0.6831	<0.0001	-0.7022	<0.0001	-0.6253	<0.0001	0.7431	<0.0001
D	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.4853	0.0002	-0.537	<0.0001	-0.5314	<0.0001	-0.6931	<0.0001	-0.5109	<0.0001	0.0829	0.5513	-0.4991	0.0001	-0.7546	<0.0001	-0.7704	<0.0001	0.4999	0.0001
PTM	-0.2567	0.0609	-0.2538	0.064	-0.3119	0.0216	-0.2741	0.0448	-0.2814	0.0392	0.029	0.8349	-0.1584	0.2526	-0.2137	0.1207	-0.2106	0.1262	0.2884	0.0343
FMM	-0.5228	<0.0001	-0.5583	<0.0001	-0.5286	<0.0001	-0.7165	<0.0001	-0.4603	0.0005	0.1149	0.4081	-0.5281	<0.0001	-0.7805	<0.0001	-0.7807	<0.0001	0.694	<0.0001

Tabela 10

Correlações de Spearman entre a fenofase de antese e os fatores climáticos nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. A - Correlações entre a fenofase de antese e a temperatura média mensal (TMM), a precipitação total mensal (PTM) e o fotoperíodo médio mensal (PMM) para cada espécie no período de estudo (N=56), B – D= Correlação entre a fenofase de antese e os fatores climáticos de um a três meses anteriores à ocorrência da fenofase. B – dados climáticos de um mês anterior, C – dados climáticos de dois meses anteriores e D- dados climáticos de três meses anteriores. Números preenchidos em cinza indicam correlações significativas ($p \leq 0,05$).

	<i>C. canjerana</i>		<i>C. fissilis</i>		<i>G. macrophylla</i>		<i>G. kunthiana</i>		<i>T. casaretti</i>		<i>T. catigua</i>		<i>T. clausenii</i>		<i>T. elegans</i>		<i>T. pallens</i>		<i>T. pallida</i>	
A	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.1809	0.1905	-0.0102	0.9415	0.2285	0.0965	0.3653	0.0066	0.3466	0.0102	0.2012	0.1445	-0.1291	0.3522	0.146	0.2922	0.2365	0.085	0.1331	0.3374
PTM	-0.2277	0.0977	-0.151	0.2757	0.247	0.0717	0.2926	0.0317	0.1778	0.1983	0.0352	0.8005	-0.3075	0.0236	0.1692	0.2212	0.2002	0.1465	0.0158	0.9096
FMM	-0.115	0.4077	0.0212	0.8789	0.2451	0.0739	0.4424	0.0008	0.5047	< 0.0001	0.0405	0.7713	-0.0742	0.5936	0.2039	0.1391	0.3662	0.0064	-0.0303	0.8276
B	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.3708	0.0057	-0.138	0.3195	0.024	0.8632	0.1663	0.2292	0.2901	0.0332	0.3297	0.0149	-0.2967	0.0293	-0.0225	0.8716	-0.058	0.6768	0.4504	0.0006
PTM	-0.3805	0.0045	-0.3704	0.0058	-0.0275	0.8434	-0.1145	0.4099	0.1652	0.2324	0.1761	0.2027	-0.4434	0.0008	-0.3011	0.0269	-0.0406	0.7709	0.0967	0.4868
FMM	-0.3487	0.0097	-0.1431	0.3019	0.0768	0.5808	0.1873	0.175	0.3096	0.0227	0.2366	0.0849	-0.3065	0.0241	-0.01	0.9426	0.0657	0.6367	0.2774	0.0422
C	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.549	< 0.0001	-0.3209	0.0179	-0.1075	0.4391	-0.1175	0.3975	0.1768	0.2009	0.3302	0.0147	-0.5	0.0001	-0.2331	0.0897	-0.251	0.0671	0.5486	< 0.0001
PTM	-0.2374	0.0838	-0.0423	0.7616	-0.4321	0.0011	-0.3649	0.0066	-0.115	0.4074	0.3638	0.0068	-0.1313	0.344	-0.3987	0.0028	-0.3434	0.011	0.2534	0.0644
FMM	-0.5615	< 0.0001	-0.3199	0.0183	-0.1093	0.4315	-0.125	0.3678	0.1144	0.4102	0.3462	0.0103	-0.5301	< 0.0001	-0.2274	0.0982	-0.2421	0.0777	0.5048	< 0.0001
D	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	-0.6138	< 0.0001	-0.4461	0.0007	-0.3466	0.0102	-0.4484	0.0007	-0.0662	0.6341	0.3271	0.0157	-0.5891	< 0.0001	-0.4413	0.0008	-0.5764	< 0.0001	0.4279	0.0012
PTM	-0.1124	0.4185	0.0556	0.6898	-0.0283	0.8388	-0.2502	0.068	-0.4273	0.0013	0.1415	0.3075	-0.1354	0.3291	0.0257	0.8535	-0.276	0.0433	0.4298	0.0012
FMM	-0.6357	< 0.0001	-0.4629	0.0004	-0.3542	0.0086	-0.4544	0.0005	-0.0983	0.4796	0.4041	0.0024	-0.6094	< 0.0001	-0.471	0.0003	-0.5603	< 0.0001	0.6025	< 0.0001

Tabela 11

Resultados da análise de estatística circular para verificar a ocorrência de sazonalidade da fenofase de frutos imaturos para cada ano nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. O teste de Rayleigh foi aplicado para avaliar a significância do ângulo médio (μ) ou data média (omitida quando não significativa). Ano 1 = outubro/2007 a setembro/2008, Ano 2= outubro/2008 a setembro/2009, Ano 3= outubro/2009 a setembro/2010 e Ano 4= julho/2011 a junho/12. Ano 1,2 e 3 = dados mensais, ano 4 = dados quinzenais. * = não foi observado o evento fenológico ($p \leq 0,05$).

Ano	<i>C. canjerana</i>	<i>C. fissilis</i>	<i>G. macrophylla</i>	<i>G. kunthiana</i>	<i>T. casaretti</i>	<i>T. catigua</i>	<i>T. clausenii</i>	<i>T. elegans</i>	<i>T. pallens</i>	<i>T. pallida</i>	
1	Data média	23/dezembro	—	01/maio	21/abril	20/março	—	—	30/janeiro	05/março	17/agosto
	Ângulo Médio (μ)	353.676°	102.868°	120.325°	110.179°	78.018°	165°	15°	30.553°	64.334°	226.047°
	Comprimento do vetor (r)	0.671	0.293	0.309	0.241	0.555	1	0.755	0.776	0.332	0.494
	Desvio Padrão Angular	51.224°	89.82°	87.781°	96.671°	62.205°	*****	42.955°	40.84°	85.137°	68.092°
	Teste de Rayleigh (z)	13.49	2.912	3.825	4.411	9.23	1	2.85	21.058	4.287	5.358
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.053	0.021	0.012	0.00	0.512	0.05	0.00	0.013	0.004
2	Data média	—	—	03/maio	—	22/março	—	17/dezembro	01/fevereiro	—	22/maio
	Ângulo Médio (μ)	135°	*****	122.807°	127.278°	80.484°	*****	347.676°	32.588°	107.676°	141.398°
	Comprimento do vetor (r)	0.015	*****	0.345	0.235	0.674	*****	0.835	0.746	0.227	0.616
	Desvio Padrão Angular	166.422°	*****	83.607°	97.474°	50.941°	*****	34.451°	43.846°	98.736°	56.377°
	Teste de Rayleigh (z)	0.026	*****	3.686	2.656	24.95	*****	13.235	16.146	1.796	20.128
	Teste de Rayleigh (p)	0.975	*****	0.024	0.07	0.00	*****	0.00	0.00	0.166	0.00
3	Data média	16/dezembro	—	06/abril	19/abril	08/abril	—	14/dezembro	11/janeiro	—	16/junho
	Ângulo Médio (μ)	346.425°	36.738°	95.275°	108.979°	97.017°	0°	344.525°	11.565°	40.666°	165°
	Comprimento do vetor (r)	0.248	0.359	0.37	0.221	0.56	0.489	0.564	0.639	0.203	0.779
	Desvio Padrão Angular	95.715°	82.058°	80.747°	99.625°	61.674°	68.581°	61.35°	54.202°	102.347°	40.46°
	Teste de Rayleigh (z)	4.051	2.186	5.763	5.253	12.242	0.955	9.215	11.851	1.358	24.901
	Teste de Rayleigh (p)	0.017	0.112	0.003	0.005	0.00	0.412	0.00	0.00	0.259	0.00
4	Data média	26/fevereiro	03/março	31/maio	22/setembro	08/junho	—	08/fevereiro	07/março	04/junho	05/junho
	Ângulo Médio (μ)	57.412°	61.407°	149.604°	261.24°	157.356°	301.869°	39.172°	65.061°	155.993°	154.111°
	Comprimento do vetor (r)	0.188	0.408	0.213	0.277	0.18	0.301	0.622	0.328	0.309	0.6
	Desvio Padrão Angular	104.679°	76.684°	100.746°	91.743°	106.072°	88.728°	55.822°	10.948°	87.797°	57.929°
	Teste de Rayleigh (z)	8.274	12.672	7.04	15.247	5.91	2.545	23.61	12.935	7.453	29.863
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.003	0.077	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabela 12

Resultados da análise de estatística circular para verificar a ocorrência de sazonalidade da fenofase de frutos maduros para cada ano nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. O teste de Rayleigh foi aplicado para avaliar a significância do ângulo médio (μ) ou data média (omitida quando não significativa). Ano 1 = outubro/2007 a setembro/2008, Ano 2 = outubro/2008 a setembro/2009, Ano 3 = outubro/2009 a setembro/2010, Ano 4 = julho/2011 a junho/12. Ano 1,2 e 3 = dados mensais, ano 4 = dados quinzenais ($p \leq 0,05$).

Ano	<i>C. canjerana</i>	<i>C. fissilis</i>	<i>G. macrophylla</i>	<i>G. kunthiana</i>	<i>T. casaretti</i>	<i>T. catigua</i>	<i>T. clausenii</i>	<i>T. elegans</i>	<i>T. pallens</i>	<i>T. pallida</i>	
1	Data média	25/novembro	19/julho	10/setembro	25/setembro	12/agosto	—	—	24/maio	—	09/dezembro
	Ângulo Médio (μ)	325.705°	198.69°	250.128°	265.54°	221.098°	*****	105°	143.58°	255°	339.787°
	Comprimento do vetor (r)	0.918	0.906	0.993	0.922	0.531	*****	1	0.89	1	0.743
	Desvio Padrão Angular	23.697°	25.485°	7.023°	23.143°	64.482°	*****	*****	27.63°	*****	44.207°
	Teste de Rayleigh (z)	14.327	9.026	5.911	7.645	3.945	*****	1	13.473	1	18.747
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.017	*****	0.512	0.00	0.512	0.00
2	Data média	30/agosto	—	29/agosto	31/outubro	24/julho	—	16/março	09/junho	07/setembro	24/agosto
	Ângulo Médio (μ)	239.328°	*****	238.713°	300.883°	203.864°	*****	75°	158.044°	255°	233.994°
	Comprimento do vetor (r)	0.962	*****	0.948	0.957	0.832	*****	0.87	0.835	1	0.951
	Desvio Padrão Angular	16.01°	*****	18.688°	16.983°	34.751°	*****	30.203°	34.385°	*****	18.073°
	Teste de Rayleigh (z)	15.723	*****	8.092	11.907	28.38	*****	8.331	6.976	3	15.39
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	*****	0.00	0.00	0.00	*****	0.00	0.00	0.033	0.00
3	Data média	28/novembro	11/junho	25/agosto	23/outubro	29/julho	—	07/abril	—	24/setembro	08/outubro
	Ângulo Médio (μ)	328.753°	160.893°	234.896°	292.089°	208.331°	*****	96.587°	165°	264.896°	278.994°
	Comprimento do vetor (r)	0.823	0.862	0.981	0.887	0.94	*****	0.852	1	0.85	0.88
	Desvio Padrão Angular	35.752°	31.264°	11.241°	28.016°	20.147°	*****	32.456°	*****	32.723°	28.996°
	Teste de Rayleigh (z)	24.39	4.455	5.773	12.597	6.186	*****	7.255	1	4.33	20.125
	Teste de Rayleigh (p)	0.00	0.006	0.00	0.00	0.00	*****	0.00	0.512	0.007	0.00
4	Data média	—	26/julho	24/setembro	03/novembro	03/setembro	16/novembro	06/março	27/junho	06/abril	—
	Ângulo Médio (μ)	159.425°	204.67°	263.252°	302.096°	242.82°	315.22°	64.442°	176.457°	95.186°	285°
	Comprimento do vetor (r)	0.211	0.968	0.864	0.756	0.861	0.681	0.717	0.947	0.438	1
	Desvio Padrão Angular	101.114°	14.611°	30.934°	42.818°	31.355°	50.212°	46.709°	18.968°	73.616°	*****
	Teste de Rayleigh (z)	1.465	13.119	20.173	46.339	33.354	6.031	5.145	16.132	14.392	1
	Teste de Rayleigh (p)	0.232	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.003	0.00	0.00	0.512

Tabela 13

Correlações de Spearman entre a fenofase de frutos imaturos e os fatores climáticos nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. A - Correlações entre a fenofase de frutos imaturos e a temperatura média mensal (TMM), a precipitação total mensal (PTM) e o fotoperíodo médio mensal (PMM) para cada espécie no período de estudo (N=56), B – D = Correlação entre a fenofase de frutos imaturos e os fatores climáticos de um a três meses anteriores à ocorrência da fenofase. B – dados climáticos de um mês anterior, C – dados climáticos de dois meses anteriores e D- dados climáticos de três meses anteriores. Números preenchidos em cinza indicam correlações significativas ($p \leq 0,05$).

	<i>C. canjerana</i>		<i>C. fissilis</i>		<i>G. macrophylla</i>		<i>G. kunthiana</i>		<i>T. casaretti</i>		<i>T. catigua</i>		<i>T. clausenii</i>		<i>T. elegans</i>		<i>T. pallens</i>		<i>T. pallida</i>	
A	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	0.2736	0.0452	0.0553	0.6912	-0.1711	0.216	-0.1043	0.453	-0.0434	0.7556	0.1995	0.148	0.7493	<0.0001	0.5717	<0.0001	0.1877	0.1741	-0.3514	0.0091
PTM	0.1647	0.2338	0.0958	0.4909	-0.2782	0.0416	-0.0728	0.6008	-0.149	0.2822	-0.0882	0.5258	0.4597	0.0005	0.3194	0.0185	0.0565	0.6848	-0.4599	0.0005
FMM	0.2284	0.0967	0.0598	0.6677	-0.3513	0.0091	-0.0883	0.5254	-0.2138	0.1205	0.0896	0.5194	0.77	<0.0001	0.5399	<0.0001	0.0691	0.6197	-0.5503	<0.0001
B	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	0.1986	0.1499	0.2781	0.0417	-0.0018	0.9896	0.0057	0.9675	0.2287	0.0961	0.006	0.9658	0.5784	<0.0001	0.5789	<0.0001	0.266	0.0518	-0.2639	0.0538
PTM	0.2047	0.1376	0.3056	0.0246	-0.1311	0.3445	0.03	0.8293	0.1164	0.4021	-0.0385	0.782	0.3322	0.0141	0.4911	0.0002	0.2809	0.0396	-0.3503	0.0094
FMM	0.2499	0.0683	0.2684	0.0496	-0.1679	0.2247	-0.0245	0.8606	0.1624	0.2408	0.0648	0.6415	0.7124	<0.0001	0.6586	<0.0001	0.2376	0.0835	-0.4968	0.0001
C	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	0.1823	0.1868	0.4132	0.0019	0.1806	0.1912	0.0991	0.4758	0.489	0.0002	-0.0803	0.5636	0.3564	0.0081	0.523	<0.0001	0.3421	0.0113	-0.0501	0.7193
PTM	0.0654	0.6384	0.1587	0.2515	0.061	0.6614	0.0769	0.5805	0.2591	0.0584	0.0174	0.9008	0.0203	0.8844	0.2918	0.0322	0.2533	0.0645	-0.1669	0.2275
FMM	0.2109	0.1257	0.4308	0.0011	0.055	0.6927	0.0364	0.7938	0.453	0.0006	-0.0032	0.9819	0.4785	0.0002	0.6302	<0.0001	0.3755	0.0051	-0.2908	0.0328
D	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p	r_s	p
TMM	0.104	0.4542	0.4485	0.0007	0.4049	0.0024	0.1693	0.221	0.6401	<0.0001	-0.0801	0.565	-0.0734	0.598	0.3733	0.0054	0.4224	0.0014	0.1468	0.2895
PTM	-0.0996	0.4734	0.1356	0.3282	0.1227	0.3767	0.0956	0.4919	0.2707	0.0476	-0.1484	0.2842	0.0019	0.989	-0.0795	0.5677	0.0362	0.7949	0.0354	0.7994
FMM	0.117	0.3995	0.4416	0.0008	0.3004	0.0273	0.1329	0.3381	0.6435	<0.0001	-0.0746	0.5919	0.0925	0.506	0.4672	0.0004	0.4169	0.0017	-0.0117	0.9332

Tabela 14

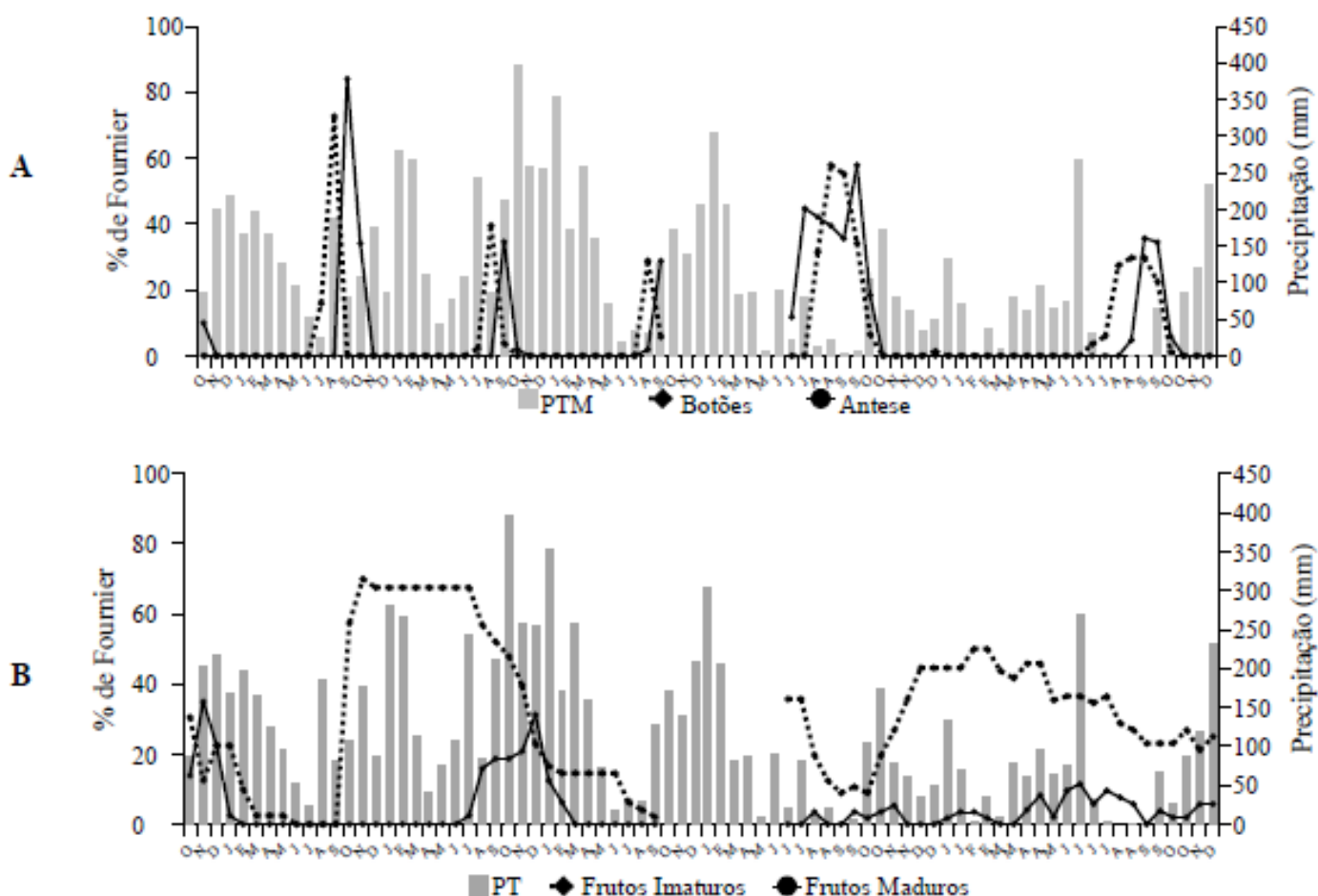
Correlações de Spearman entre a fenofase de frutos maduros e os fatores climáticos nas espécies de Meliaceae da floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. A - Correlações entre a fenofase de frutos maduros e a temperatura média mensal (TMM), a precipitação total mensal (PTM) e o fotoperíodo médio mensal (PMM) para cada espécie no período de estudo (N=56), B – D = Correlação entre a fenofase de frutos maduros e os fatores climáticos de um a três meses anteriores à ocorrência da fenofase. B – dados climáticos de um mês anterior, C – dados climáticos de dois meses anteriores e D- dados climáticos de três meses anteriores. Números preenchidos em cinza indicam correlações significativas ($p \leq 0,05$).

A	<i>C. canjerana</i>	<i>C. fissilis</i>	<i>G. macrophylla</i>	<i>G. kunthiana</i>	<i>T. casaretti</i>	<i>T. catigua</i>	<i>T. clausenii</i>	<i>T. elegans</i>	<i>T. pallens</i>	<i>T. pallida</i>										
TMM	0.1956	0.1562	-0.5739 < 0.0001	-0.2371	0.0841	0.2795	0.0406	-0.6505 < 0.0001	-0.0007	0.9961	0.1804	0.1917	-0.6833 < 0.0001	0.0153	0.9125	0.104	0.4542			
PTM	0.341	0.0116	-0.2593	0.0582	-0.1882	0.1728	0.1022	0.4623	-0.3251	0.0164	-0.0216	0.8767	0.1269	0.3603	-0.3419	0.0114	-0.072	0.6046	0.0839	0.5466
FMM	0.2636	0.054	-0.6133 < 0.0001	-0.1773	0.1996	0.4199	0.0016	-0.5662 < 0.0001	0.1154	0.4059	0.0198	0.8872	-0.709 < 0.0001	0.0175	0.8999	0.1873	0.175			
B																				
TMM	0.0673	0.6289	-0.4868	0.0002	-0.422	0.0015	0.0234	0.8667	-0.6758 < 0.0001	-0.0118	0.9328	0.5158 < 0.0001	-0.4812	0.0002	-0.2198	0.1102	-0.147	0.2887		
PTM	0.1364	0.3255	-0.146	0.292	-0.2838	0.0375	-0.0685	0.6224	-0.341	0.0116	-0.148	0.2855	0.2094	0.1285	-0.1573	0.2558	-0.1028	0.4595	0.0056	0.9679
FMM	0.0853	0.5396	-0.5212 < 0.0001	-0.4026	0.0025	0.1092	0.4319	-0.712 < 0.0001	0.0014	0.9917	0.3523	0.0089	-0.5544 < 0.0001	-0.2481	0.0703	-0.1139	0.4122			
C																				
TMM	-0.0586	0.6739	-0.1716	0.2146	-0.5654 < 0.0001	-0.3217	0.0176	-0.5583 < 0.0001	-0.1982	0.1507	0.5428 < 0.0001	-0.076	0.585	-0.4213	0.0015	-0.3355	0.0131			
PTM	-0.0237	0.865	-0.075	0.5898	-0.3172	0.0194	-0.2153	0.1179	-0.3194	0.0185	-0.1863	0.1773	0.4108	0.002	-0.0046	0.9739	-0.1998	0.1474	-0.2042	0.1384
FMM	-0.1178	0.3961	-0.2561	0.0615	-0.5749 < 0.0001	-0.2297	0.0947	-0.6626 < 0.0001	-0.1529	0.2697	0.5741 < 0.0001	-0.2523	0.0656	-0.4555	0.0005	-0.3529	0.0088			
D																				
TMM	-0.2451	0.074	0.1946	0.1584	-0.558 < 0.0001	-0.5962 < 0.0001	-0.2246	0.1025	-0.2326	0.0904	0.5479 < 0.0001	0.3087	0.0231	-0.524 < 0.0001	-0.4376	0.0009				
PTM	-0.0215	0.8775	0.1814	0.1892	-0.2478	0.0707	-0.2485	0.0699	-0.2332	0.0895	-0.1031	0.4582	0.4383	0.0009	0.141	0.309	-0.211	0.1256	-0.3822	0.0043
FMM	-0.2968	0.0292	0.0567	0.6837	-0.556 < 0.0001	-0.5237 < 0.0001	-0.4053	0.0023	-0.2454	0.0736	0.6573 < 0.0001	0.1075	0.4389	-0.5425 < 0.0001	-0.4937	0.0001				

APÊNDICE B - DOCUMENTOS SUPLEMENTARES ARTIGO 2: FIGURAS E TABELAS

Figura 1- Dados de precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o percentual de intensidade de Fournier das fenofases de: A) botões florais e antese; B) frutos imaturos e maduros de *Cabralea canjerana* spp. *canjerana* de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012).

Figure 1 - Monthly precipitation data and fortnightly (bars) and phenograms with Fournier intensity of phenophases: A) buds flowers and anthesis and, B) unripe e ripe fruits of the *Cabralea canjerana* spp. *canjerana* of the semideciduous forest of the Mata dos Godoy State Park. Londrina, Paraná, Brazil, recorded for the period October 2007 to September 2010 (monthly observations) and July 2011 to December 2012 (fortnightly observations, with the exception of the months of May, November and December 2012).



Fonte: Autora.

Figura 2 – Flores de *Cabralea canjerana* spp. *canjerana*. A) Flor com pólen e (B) sem pólen.

Figure 2 – Flowers of *Cabralea canjerana* spp. *Canjerana*. Flowers with pollen (A) and without pollen (B).



Fonte: Autora.

Figura 3 - Botões florais da espécie *Cabralea canjerana* spp. *canjerana*: seta contínua – botões em pré antese e seta tracejada – botões em fase anterior a pré antese.

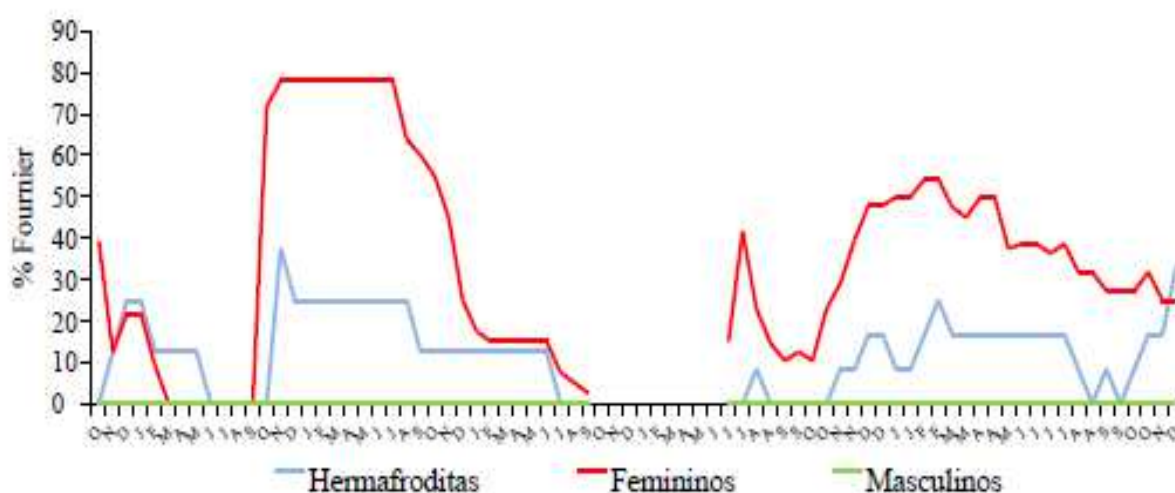
Figure 3 – Flowers bud of *Cabralea canjerana* spp. *canjerana*: solid arrow – Flowers buds in pre anthesis; dashed arrow - buds in the previous phase pre anthesis.



Fonte: Autora.

Figura 4 - Intensidade de Fournier para a formação de frutos em indivíduos femininos, masculinos e hermafroditas de *Cabralea canjerana* spp. *canjerana* na floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. Registro para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012).

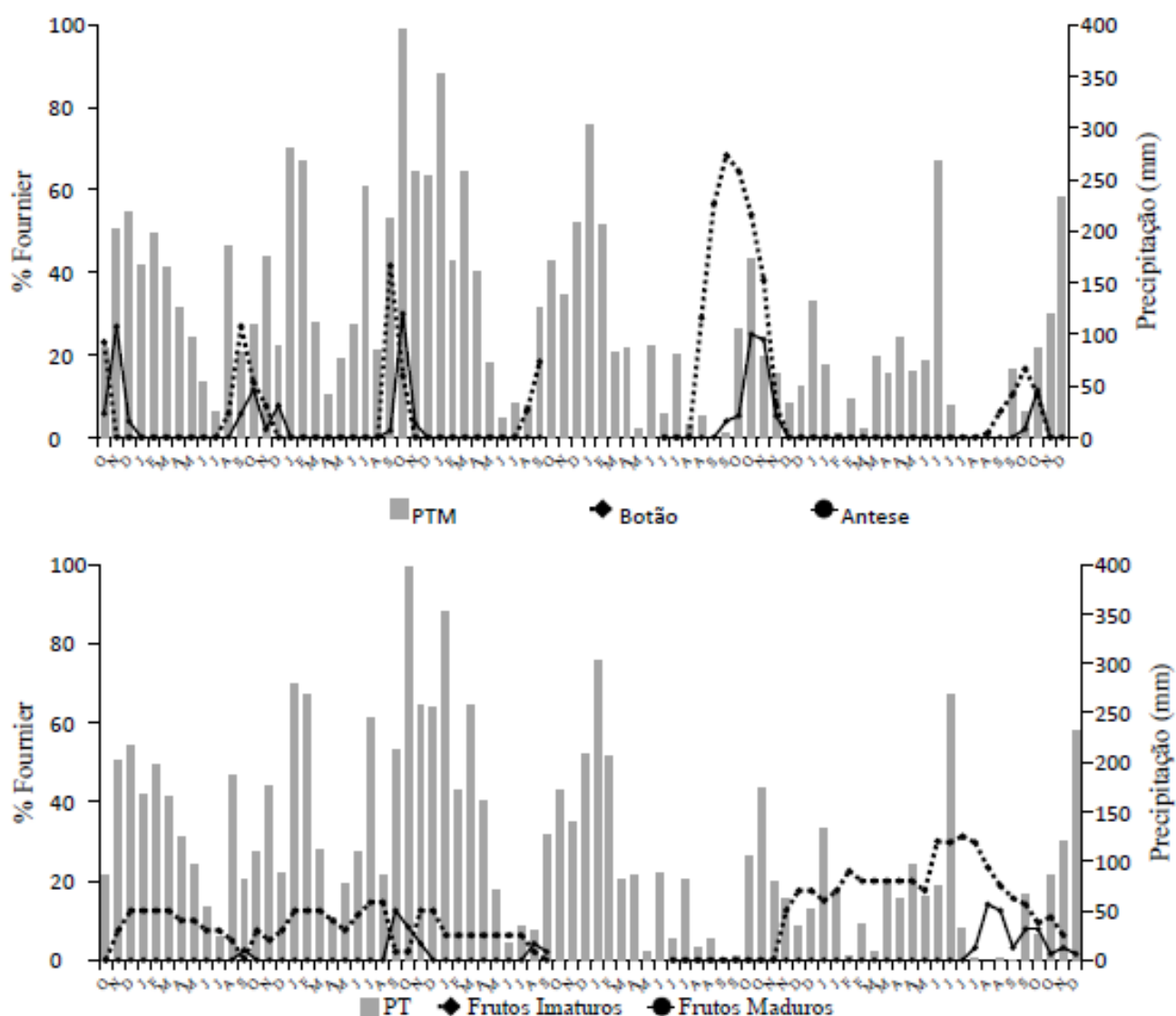
Figure 4 – Intensity of Fournier for the formation of fruits in females, males and hermaphrodites trees the *Cabralea canjerana* spp. *canjerana* in the semideciduous forest Mata dos Godoy State Park, Londrina, Paraná, Brazil. Recorded for the period October 2007 to September 2010 (monthly observations) and July 2011 to December de 2012 (fortnightly observations, except for the months of May, November and December 2012).



Fonte: Autora.

Figura 5 - Dados de precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o percentual de intensidade de Fournier das fenofases de: A) botões florais e antese e B) frutos imaturos e frutos maduros de *Trichilia pallens* de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações e dados pluviométricos mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações e dados pluviométricos quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012).

Figure 5 - Monthly and fortnightly precipitation data (bars) and phenograms with Fournier intensity: A) bud flower and anthesis and, B) unripe and ripe fruits of the *Trichilia pallens* of the semideciduous forest of the Mata dos Godoy State Park. Londrina, Paraná, Brazil, recorded for the period October 2007 to September 2010 (monthly observations) and July 2011 to December 2012 (fortnightly observations, with the exception of the months of May, November and December 2012).



Fonte: Autora.

Figura 6 - Flor de *Trichilia pallens*. A) Flor com grãos de pólen nas anteras, B) Flor sem grãos de pólen nas anteras.

Figure 6 – Flowers of *Trichilia pallens*. A) Flowers with pollen in the anthers, B) flowers without pollen in the anthers.



Fonte: Autora.

Figura 7 - Botões da espécie *Trichilia pallens*: seta contínua – botões em pré antese e seta tracejada – botões em fase anterior a pré antese.

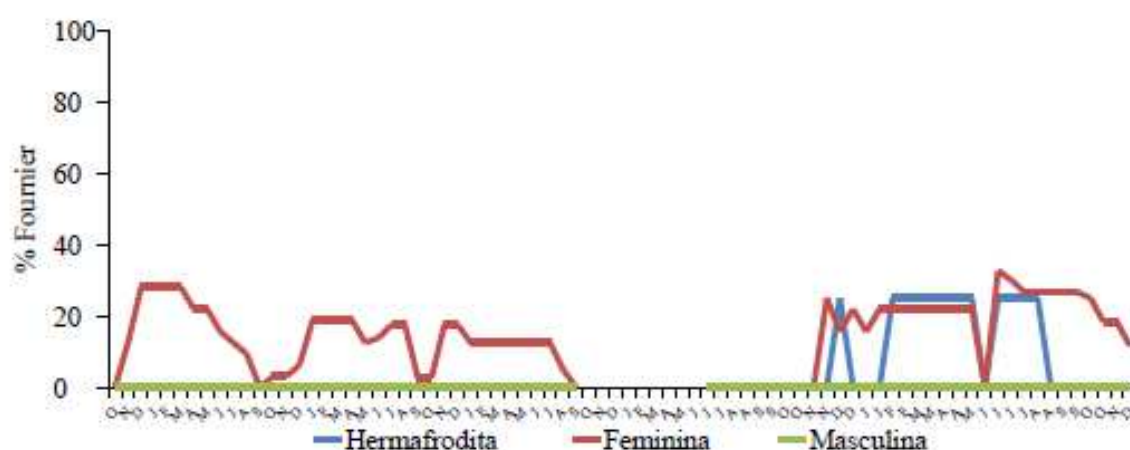
Figure 7 – Flowers bud of *Trichilia pallens*: solid arrow – buds in pre anthesis; dashed arrow – buds in the previous phase pre anthesis.



Fonte: Autora.

Figura 8 - Intensidade de Fournier para formação de frutos em indivíduos femininos, masculinos e hermafroditas de *Trichilia pallens* na floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. Registro para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012).

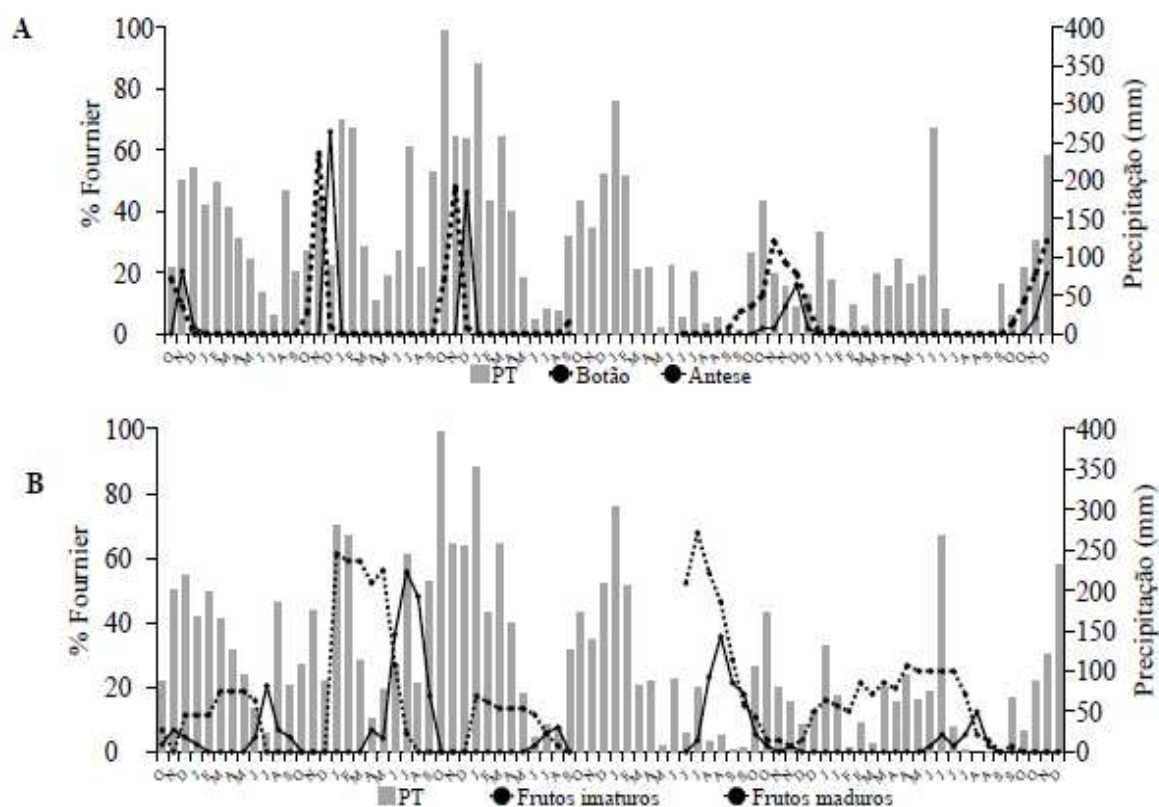
Figure 8- Intensity of Fournier for the formation of fruits in females, males and hermaphrodites trees the *Trichilia pallens* in the semideciduous forest Mata dos Godoy State Park, Londrina, Paraná, Brazil. Recorded for the period October 2007 to September 2010 (monthly observations) and July 2011 to December de 2012 (fortnightly observations, except for the months of May, November and December 2012).



Fonte: Autora.

Figura 9 - Dados de precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o percentual de intensidade de Fournier das fenofases de: A) botões florais e antese e B) frutos imaturos e maduros de *Trichilia casaretti* de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012).

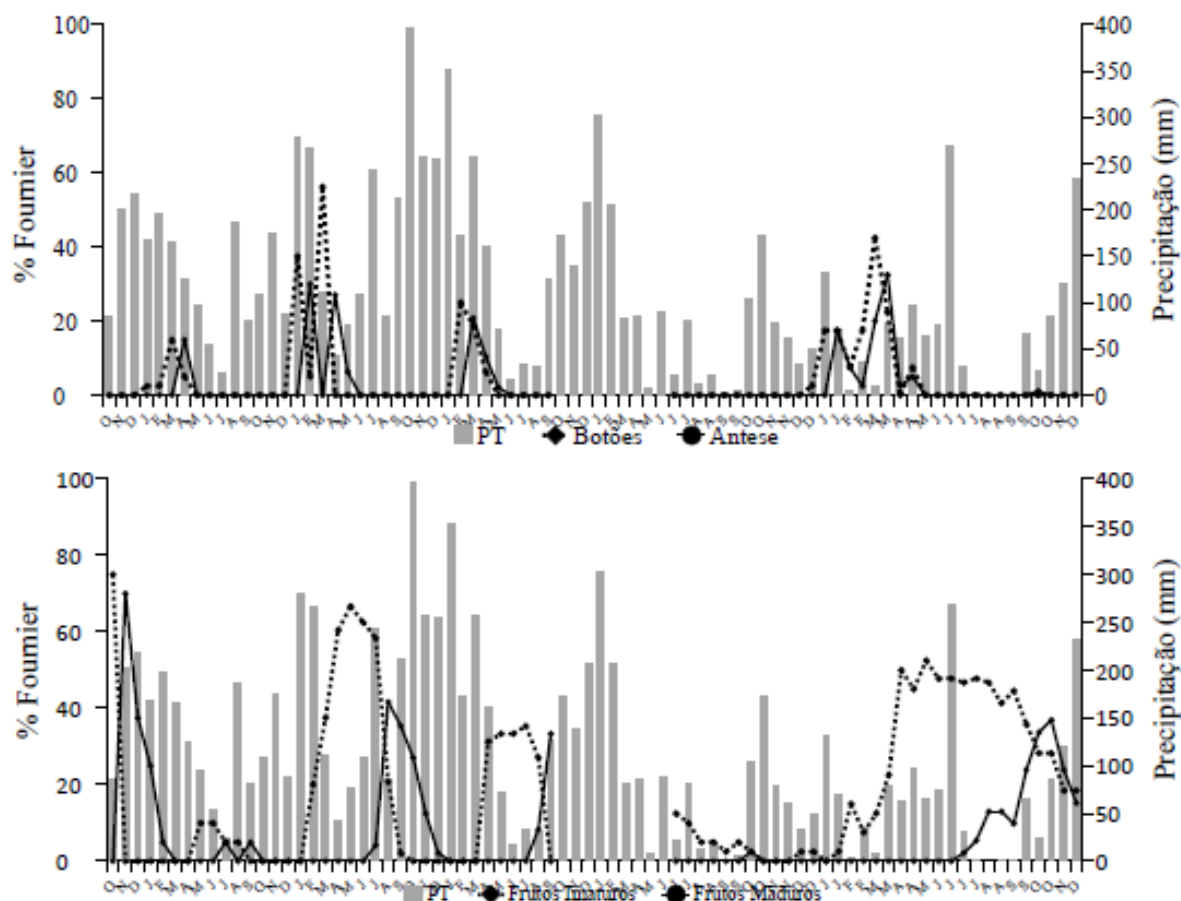
Figure 9 - Monthly and fortnightly precipitation data (bars) and phenograms with Fournier intensity: A) buds flowers and anthesis and, B) unripe and ripe fruits of the *Trichilia casaretti* of the semideciduous forest of the Mata dos Godoy State Park. Londrina, Paraná, Brazil, recorded for the period October 2007 to September 2010 (monthly observations) and July 2011 to December 2012 (fortnightly observations, with the exception of the months of May, November and December 2012).



Fonte: Autora.

Figura 10 - Dados de precipitação total mensal e quinzenal (barras) e fenogramas com o percentual de intensidade de Fournier das fenofases de: A) botões florais e antese e B) frutos imaturos e maduros de *Trichilia pallida* de uma floresta estacional semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil, registrados para o período de outubro de 2007 a setembro de 2010 (observações mensais) e julho de 2011 a dezembro de 2012 (observações quinzenais, com exceção dos meses de maio, novembro e dezembro de 2012).

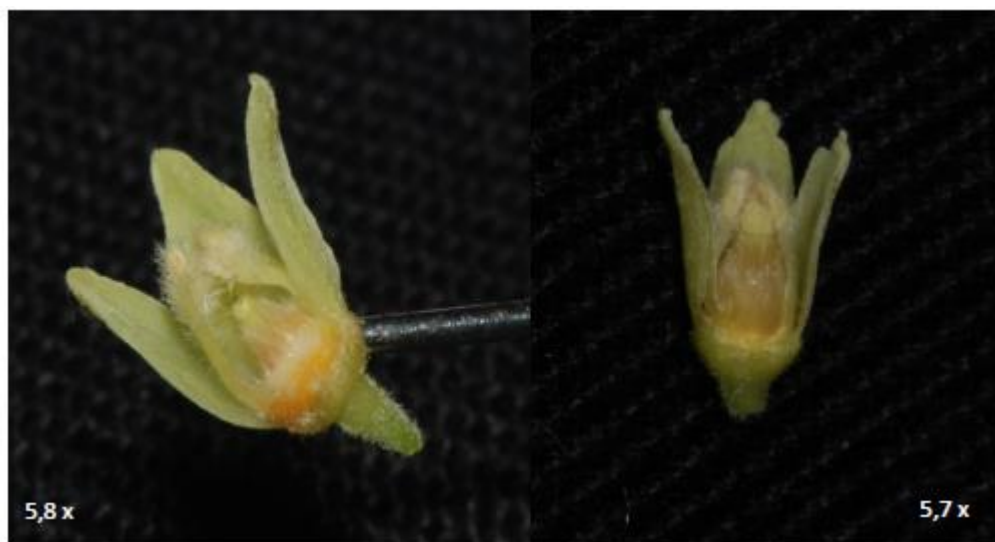
Figure 10 - Monthly and fortnightly precipitation data (bars) and phenograms with Fournier intensity: A) buds flowers and anthesis and, B) unripe and ripe fruits of the *Trichilia pallida* of the semideciduous forest of the Mata dos Godoy State Park. Londrina, Paraná, Brazil, recorded for the period October 2007 to September 2010 (monthly observations) and July 2011 to December 2012 (fortnightly observations), with the exception of the months of May, November and December 2012.



Fonte: Autora.

Figura 11 – Flor de *Trichilia pallida* a) flor de pistilo curto b) flor de pistilo longo.

Figure 11 – Flower of *Trichilia pallida* a) flower with short pistil b) flower long pistil.



Fonte: Autora.

Tabela 1 – Experimentos de polinização controlada em *Cabralea canjerana* spp. *canjerana* em fragmento florestal (23°22' S e 51°10' W), Londrina, Paraná, Brasil. Característica morfológica da antera dos indivíduos com ou sem pólen; N° de flores experimentalmente testadas; N° de frutos formados resultantes de cada um dos testes de polinização controlada em cada indivíduo; Porcentagem de frutos formados nos indivíduos femininos em cada tratamento. AP – auto polinização espontânea, AG – agamospermia, PC – polinização cruzada (doadores com e sem pólen nas anteras) e APM – auto polinização manual

Table 1 – Experiments of controlled pollination in *Cabralea canjerana* spp. *canjerana* in forest fragment (23°22' S e 51°10' W), Londrina, Paraná, Brazil. Anther morphology of individuals; N° of flowers experimentally tested; N° fruit formed of each tree resulting test controlled pollination in each individual, total treatments, total fruit set in each treatment and the percentage of fruit set in female tree per treatment. AP – spontaneous self – pollination, AG – agamospermy, PC – crosspollination (pollen donors with and without the anthers) and APM – auto manual pollination.

Indivíduos	1		2		3		4		5		6		7		Total tratamentos	Total Frutos	%
	com pólen		com pólen		sem pólen		com pólen		sem pólen		sem pólen		sem pólen				
Tratamentos	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto			
Controle	70	0	82	0	79	24	73	0	37	16	21	11	7	3	369	54	37.5
AP	66	0	25	0	104	0	52	0	21	0	20	0	1	0	289	0	0
AG	67	0	40	0	81	0	36	0	21	0	23	0	2	0	270	0	0
PC (com pólen)	50	0	29	0	99	76	44	0	26	22	25	18	3	2	276	118	77.1
PC (sem pólen)	15	0	13	0	12	0	14	0	10	0	9	0	3	0	76	0	0
APM	57	0	44	0	53	0	56	0	22	0	25	0	1	0	258	0	0

Fonte: Autora.

Tabela 2 – Experimentos de polinização controlada em *Trichilia pallens* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. Característica morfológica da antera dos indivíduos; N° de flores experimentalmente testadas; N° de frutos formados resultantes dos testes de polinização controlada em cada indivíduo; Porcentagem de frutos formados nos indivíduos femininos em cada tratamento. AP – auto polinização espontânea, AG – agamospermia, PC – polinização cruzada (doadores com e sem pólen nas anteras) e APM – auto polinização manual.

Table 2 – Experiment of controlled pollination in *Trichilia pallens* of the Mata dos Godoy State Park, Londrina, Paraná, Brazil. Anther morphology of individuals; N° of flowers experimentally tested; N° fruit formed of each tree resulting test controlled pollination in each individual; Percentage of fruit set in female tree per treatment. AP – spontaneous self – pollination, AG – agamospermy, PC – crosspollination (pollen donors with and without the anthers) and APM – auto manual pollination.

Tratamentos	1 com pólen		2 com pólen		3 com pólen		4 sem pólen		5 sem pólen		6 com pólen		Total Tratamentos	Total Frutos	%
	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto			
Controle	20	0	10	0	56	0	2	2	40	5	48	0	176	7	17
AP	32	0	7	0	38	0	1	0	5	0	53	0	136	0	0
AG	25	0	8	0	32	0	1	0	16	0	42	0	124	0	0
PC (com pólen)	30	0	8	0	16	0	2	2	12	7	23	0	91	9	64.2
PC (sem pólen)	10	0	5	0	8	0	2	0	7	0	11	0	43	0	0
APM	29	0	12	0	11	0	2	0	2	0	38	0	94	0	0

Fonte: Autora.

Tabela 3 – Experimentos de polinização controlada em *Trichilia casaretti* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. N° de flores experimentalmente testadas; N° de frutos formados resultantes dos testes de polinização controlada em cada indivíduo; Porcentagem de frutos formados em cada tratamento. AP – auto polinização espontânea, AG – agamospermia, PC – polinização cruzada e APM – auto polinização manual.

Table 3 – Experiment of controlled pollination in *Trichilia casaretti* of the Mata dos Godoy State Park, Londrina, Paraná, Brazil. N° of flowers experimentally tested; N° fruit formed resulting test controlled pollination in each individual; Percentage of fruit set in each treatment. AP – spontaneous self – pollination, AG – agamospermy, PC – crosspollination and APM – auto manual pollination.

Tratamentos	Indivíduo 1		Indivíduo 2		Indivíduo 3		Indivíduo 4		Indivíduo 5		Indivíduo 6		Indivíduo 7		Indivíduo 8		Indivíduo 9		Total Tratamento	Total Frutos	%
	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto			
	Controle	93	30	70	9	4	1	16	8	5	1	24	5	7	2	7	3	14			
AP	53	6	72	20	1	0	9	2	8	1	7	1	4	1	6	2	5	1	165	34	20.6
AG	53	0	24	0	2	0	7	0	2	0	5	0	2	0	1	0	3	0	99	0	0.0
PC	23	4	49	9	2	1	6	1	1	0	7	2	2	0	2	0	3	1	95	18	18.9
APM	44	15	51	10	1	0	8	2	1	1	3	2	4	1	3	1	7	6	122	38	31.1

Fonte: Autora.

Tabela 4 – Experimentos de polinização controlada em *Trichilia pallida* no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. Nº de flores experimentalmente testadas; Nº de frutos formados resultantes dos testes de polinização controlada em cada indivíduo; Porcentagem de frutos formados em cada tratamento. AP – auto polinização espontânea, AG – agamospermia, PC – polinização cruzada e APM – auto polinização manual.

Table 4 - Experiments of controlled pollination in *Trichilia pallida* in Mata dos Godoy State Park, Londrina, Paraná, Brazil. Nº of flowers experimentally tested, Nº of fruit set resulting from tests controlled pollination in each individual, total of treatments, total fruit set in each treatment and the percentage of fruit set in each treatment. AP - spontaneous self-pollination, AG - agamospermy, PC - crosspollination and APM - auto manual pollination.

Tratamentos	1		2		3		4		Total Tratamentos	Total Frutos	%
	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto	N	Fruto			
Controle	30	2	21	11	18	6	9	3	78	22	28.2
AP	19	0	40	0	8	0	4	0	71	0	0
AG	25	0	32	0	14	0	6	0	77	0	0
PC	88	8	37	2	18	2	7	5	150	17	11.3
APM	28	0	16	0	16	0	4	0	64	0	0

Fonte: Autora.

Tabela 5 – Levantamento bibliográfico sobre o sistema reprodutivo de *Cabralea canjerana*, *Trichilia pallens*, *Trichilia casaretti* e *Trichilia pallida*.**Table 5** - Survey of the literature on the reproductive system of the species *Cabralea canjerana*, *Trichilia pallens*, *Trichilia casaretti* and *Trichilia pallida*.

Espécie	Flor	Indivíduo	Referência
<i>C. canjerana</i>	unissexuada ou bissexuada?	dióico ou hermafrodita?	Pennington et al., (1981)
<i>C. canjerana</i> spp. <i>polytricha</i>	unissexuada	dióico	Fuzeto et al., (2001)
<i>C. canjerana</i>	unissexuais	aparentemente hermafrodita	Moscheta et al., (2002)
<i>C. canjerana</i> spp. <i>canjerana</i>	unissexuada	dioícia críptica	Carmo (2005)
<i>Trichilia casaretti</i>	unissexuada	dióico	Patrício e Cervi et al., (2005)
<i>Trichilia pallens</i>	unissexuada	dióico	Penninton et al.,(1981)
<i>Trichilia pallens</i>	unissexuada	dióico	Patrício e Cervi (2005)
<i>Trichilia pallida</i>	unissexuada	dióico ou raramente monóico	Penninton et al., (1981)
<i>Trichilia pallida</i>	unissexuada	monóicos	Souza et al., (2001)
<i>Continuação</i>			
<i>Trichilia pallida</i>	unissexuada	dióico	Morellato (2004)
<i>Trichilia pallida</i>	unissexuada	dióico	Patrício e Cervi (2005)

