



**Universidade de Brasília**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Programa de Pós-graduação em Ecologia**

**Roberta Rocha de Figueiredo**

**Frutos do Cerrado como sítios de criação de drosofilídeos  
(Insecta, Diptera): *Brosimum gaudichaudii* (Moraceae),  
*Byrsonima verbascifolia* (Malpighiaceae) e *Caryocar brasiliense*  
(Caryocaraceae)**

Dissertação submetida ao Instituto  
de Ciências Biológicas da  
Universidade de Brasília como parte  
dos requisitos para obtenção do  
Título de Mestre em Ecologia

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosana Tidon**

**Brasília, junho de 2007.**

## Dedicatória

Aos amigos (*sensu lato*)...

"Escolho meus amigos não pela pele ou outro arquétipo qualquer, mas pela pupila. Tem que ter brilho questionador e tonalidade inquietante. A mim não interessam os bons de espírito nem os maus de hábitos. Fico com aqueles que fazem de mim louco e santo. Deles não quero resposta, quero meu avesso. Que me tragam dúvidas e angústias e agüentem o que há de pior em mim. Para isso, só sendo louco. Quero-os santos, para que não duvidem das diferenças e peçam perdão pelas injustiças. Escolho meus amigos pela cara lavada e pela alma exposta. Não quero só o ombro ou o colo, quero também sua maior alegria. Amigo que não ri junto não sabe sofrer junto. Meus amigos são todos assim: metade bobeira, metade seriedade. Não quero risos previsíveis nem choros piedosos. Quero amigos sérios, daqueles que fazem da realidade sua fonte de aprendizagem, mas lutam para que a fantasia não desapareça. Não quero amigos adultos nem chatos. Quero-os metade infância e outra metade velhice. Crianças, para que não esqueçam o valor do vento no rosto e velhos, para que nunca tenham pressa. Tenho amigos para saber quem eu sou. Pois os vendo loucos e santos, bobos e sérios, crianças e velhos, nunca me esquecerei de que 'normalidade' é uma ilusão imbecil e estéril."

Oscar Wilde (dizem!)

## **Agradecimentos**

Ao CNPq pela bolsa concedida, que permitiu maior dedicação ao projeto.

À Universidade de Brasília pelo apoio no campo (ao setor de transporte e aos motoristas pela companhia e locomoção) e no laboratório (às diversas equipes que mantêm o laboratório em ordem, especialmente à D. Santinha).

Ao IB pelo apoio logístico.

Ao Departamento de Ecologia (aos Secretários Fabiana, Fábio e Iriode, e ao Coordenador Dr. John Hay) por serem prestativos e ágeis sempre que necessário.

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia pela grande ajuda e pelas facilidades antes e durante o mestrado, além da ajuda de custo para o curso de Ecologia de Campo da Amazônia (2005).

À minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Rosana Tidon pelos anos de ensinamento e paciência, e pelo exemplo de pesquisadora.

Ao Sr. Antônio de Brito pela companhia na coleta de dados, pela responsabilidade e pelos ensinamentos durante as saídas de campo.

À Reserva Ecológica do IBGE pelo apoio e permissão para coleta dos dados.

Aos professores Dr. Raimundo Henriques e Dr. John Hay pelas sugestões no projeto e na escolha das espécies vegetais utilizadas.

Aos professores Dr<sup>a</sup>. Mercedes Bustamante, Dr<sup>a</sup>. Helena Castanheiras e Dr. Edson Sujii pelas sugestões durante a qualificação.

A todos que auxiliaram na triagem do material e aos que colaboraram durante o processo de criação das moscas, seja com “a mão na massa” ou apenas com a companhia durante as horas diárias dedicadas a aspirar adultos que emergiram dos frutos, especialmente aos estagiários Alexandra e Pedro Paracatu.

Aos amigos que auxiliaram na identificação das moscas (Francisco, Pedro e Alexandra), especialmente ao Henrique, que dissecou várias terminálias comigo sempre mantendo o bom humor.

Ao “fofo-fofo” Paulo Enrique pelo auxílio na análise dos dados, solucionando minhas dúvidas interestadualmente.

Ao Juliano, pelo empréstimo do computador no período final da dissertação.

Ao Henrique, ao Fê e à minha mãe pelas sugestões para melhoria da escrita.

Aos amigos André Kid e Fernanda Werneck pelo incentivo à seleção do Curso Ecologia da Floresta Amazônica 2005, uma experiência única e engrandecedora.

Aos professores e alunos do EFA 2005 pela companhia durante um dos meses mais intensos da minha vida. Obrigada pelas amizades duradouras e pelos ensinamentos, em especial ao chefinho (Dr. Glauco Machado).

Aos alunos e docentes do Laboratório de Biologia Evolutiva, pelas horas de conversas produtivas e pelo aprendizado mútuo (Nilda, Rosana, Renata, Lalú, Juliana Thomé); pelas informações e discussões valiosas sobre sítios de criação (Francisco, Henrique e Natália) e pela companhia (Eli, Juliana e Priscila).

Aos meus companheiros “de lar” (meus “rimãos”): Flávio baiano, Paty Lory e Natan, que me ensinaram muitas coisas durante uma convivência maravilhosa.

À família! Aos meus pais e irmã por aceitarem as minhas escolhas, pelo apoio e pela tolerância... Porque “ninguém merece Robertinha estressada e com fome escrevendo dissertação!”. Aos meus tios, padrinhos e avós pela admiração e por torcerem por mim e aos meus primos pelas várias horas de diversão e entretenimento.

Ao seletto grupo de amigas “pra vida toda” e às “bichas mais amáveis desse planeta”, pessoas com quem sei que posso contar para as situações mais discrepantes.

Aos “vermes” pela companhia indescritível e pelas várias horas de risada, e por me provarem que a distância não deve ser usada para medir a amizade.

Ao FeFê, que me cativou em apenas 88 horas e se tornou a melhor companhia pra vida inteira (Ai de você se eu me arrepender de ter escrito isso aqui, viu?)

Aos amigos do CABio-UnB (do Interbio e da Biovinil) por me tornarem o que sou hoje.

E a todas as pessoas que indiretamente me ajudaram durante essa etapa da minha vida

...Espero não ter esquecido de ninguém...

## Índice

1. Introdução.....	08
1.1 Drosofilídeos.....	08
1.2 Seleção dos substratos/habitat.....	10
1.3 Sítios de criação.....	12
1.4 O Bioma Cerrado.....	14
1.5 Guildas de drosofilídeos no Cerrado.....	16
1.6 Objetivos.....	17
2. Material e métodos.....	18
2.1 Espécies vegetais.....	18
2.2 Coleta dos frutos.....	20
2.3 Manutenção dos frutos e criação das larvas.....	22
2.4 Coleta e identificação dos drosofilídeos adultos.....	24
2.5 Análises.....	25
3. Resultados.....	26
3.1 Mama-cadela ( <i>Brosimum gaudichaudii</i> ).....	28
3.2 Murici ( <i>Byrsonima verbascifolia</i> ).....	31
3.3 Pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> ).....	34
3.3.1 Emergência de drosofilídeos dos frutos.....	34
3.3.2 Abundância de drosofilídeos.....	35
3.3.3 Composição da fauna que utiliza pequis como sítio de criação.....	37
3.3.4 Porcentagem de drosofilídeos endêmicos da região Neotropical.....	41
4. Discussão.....	42
4.1 Utilização dos frutos como sítio de criação.....	43
4.2 Características das guildas de drosofilídeos dos frutos de mama-cadela, murici e pequi.....	45
4.3 Guilda de drosofilídeos ao longo da decomposição dos frutos.....	49
4.4 Guildas de drosofilídeos e perturbação ambiental.....	52
5. Considerações finais.....	56
6. Referências Bibliográficas.....	58

## Resumo

Os drosofilídeos são consumidores de microorganismos que se desenvolvem em fungos, folhas, galhos, raízes, seiva, flores e principalmente em frutos (nas regiões tropicais). Essas moscas utilizam estes substratos para alimentação e postura de ovos, (sítios de criação). No Brasil, estas investigações iniciaram-se na década de 50, mas os sítios de criação são ainda pouco conhecidos em ambientes naturais, pois a maioria das coletas utiliza iscas artificiais. O objetivo deste estudo foi investigar as guildas de drosofilídeos associadas aos frutos de três espécies vegetais comumente encontradas no bioma. As guildas foram comparadas ao longo do processo de decomposição e em habitats com diferentes graus de preservação. Para tanto, o tempo de decomposição dos frutos foi controlado e os frutos (supostamente colonizados por larvas de drosofilídeos) foram levados ao laboratório para acompanhamento do processo de emergência. Dentre os 4332 drosofilídeos que emergiram 18% foram espécies introduzidas na região Neotropical. Dentre os frutos estudados, os pequis (*Caryocar brasiliense*, Caryocaraceae) apresentaram a maior proporção de frutos colonizados, enquanto os muricis (*Byrsonima verbascifolia*, Malpighiaceae) são menos utilizados como sítios de criação. *Drosophila mediostrata* foi a espécie dominante nos frutos de mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*, Moraceae), enquanto *D. nebulosa* dominou os frutos de murici e de pequi (ambas espécies de drosofilídeos são ecologicamente versáteis e amplamente distribuídas no bioma). As guildas de drosofilídeos diferiram ao longo do processo de decomposição dos frutos. Algumas espécies apresentaram emergência restrita a determinados estágios de decomposição e nem todos os estágios foram disponíveis para criação. Os frutos de pequi coletados na área de cerrado conservado apresentaram maior abundância de moscas, e foram mais colonizados do que os frutos da área antropizada. Entretanto, as espécies endêmicas utilizaram de forma semelhante esses frutos ao longo do processo de decomposição em ambas áreas.

**Palavras-chave:** *Drosophila*, estado de decomposição, perturbação, *Zaprionus*.

## Abstract

Drosophilids are microorganism consumers which develop on fleshy fungi, leaves, stems, roots, slime fluxes, flowers and specially fallen fruits (in tropical areas). The flies use these substrata for feeding and laying eggs (breeding sites). Although these investigations in Brazil began in the 50's, the breeding sites of drosophilids in natural environments are still not well-known, once most of the collections were made using artificial baits. The purpose of this research was to investigate the drosophilid guilds associated to fruits of three species of plants usually found in the Cerrado biome. The guilds were compared among the decayment process and also between habitats with different preservation degree. The time of fruit decomposition was controlled and the fruits (supposedly colonized by drosophilid larvae) were taken to laboratory in order to attend the emergence process. From the 4332 flies emerged, 18% were introduced species into the Neotropical region. Among the fruits studied, the pequis (*Caryocar brasiliense*, Caryocaraceae) presented the greatest proportion of colonization, while the muricis (*Byrsonima verbascifolia*, Malphighiaceae) were less used as breeding sites. *Drosophila mediotriata* was the dominant species on mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*, Moraceae), while *D. nebulosa* dominated the murici and pequi fruits (both drosophilids species are ecologically versatiles and widespread in the biome). The drosophilids guilds differed from each other along the decayment process of the fruit. Some species emerged just in certain stages, and not all stages were available for breeding. The pequi fruits from the undisturbed area presented higher abundance of flies, and were better colonized than the human disturbed area. However, the endemic species used these fruits in a similar way along the decayment process in both areas.

**Key-words:** *Drosophila*, decayment, disturb, *Zaprionus*.

## 1. Introdução

### 1.1 Drosofilídeos

Drosofilídeos têm se mostrado excelentes modelos experimentais; no entanto, são poucos os trabalhos que enfocam sua ecologia. Essas moscas são numerosas, amplamente distribuídas, sensíveis a modificações ambientais e facilmente coletadas e manipuladas em laboratórios; características que as tornam eficientes como modelos biológicos. Esses organismos têm sido extensivamente utilizados em estudos genéticos, citológicos e evolutivos, contudo dados ecológicos são escassos e pouco sistematizados. Toda (1979) afirma que para se compreender a real distribuição das populações naturais de drosofilídeos é preciso conhecer seus hábitos de alimentação e oviposição, ressaltando a importância de estudos que envolvam amostragem com recursos naturais.

Sabe-se pouco sobre os recursos utilizados pelos drosofilídeos para se alimentarem e se criarem em ambientes naturais. O conhecimento desses locais para as espécies do grupo *repleta*, no Brasil, representa uma situação que pode ser generalizada para os drosofilídeos como um todo: conhecem-se os sítios de menos da metade das espécies pertencentes ao grupo, e a maioria dessa informação é fragmentada e foi publicada em revistas de difícil acesso (Pereira *et al.*, 1983). Esse tipo de informação é escassa inclusive para espécies amplamente utilizadas como modelos de estudos laboratoriais.

As moscas da família Drosophilidae são conhecidas por alimentarem-se em uma ampla variedade de substratos orgânicos, incluindo frutos em decomposição, flores, fungos entre outros. Microorganismos que decompõem estes substratos são a base da dieta dessas moscas (Dobzhansky & Pavan, 1950; Carson, 1971; Shorrocks, 1974) pois tornam disponíveis os requerimentos nutricionais necessários para que esses insetos tenham sucesso na metamorfose e na reprodução (Begon, 1982). A associação mais estudada é entre *Drosophila* e leveduras, mas outros microrganismos também têm papel importante na dieta (Begon, 1982).



Os drosofilídeos podem utilizar os substratos orgânicos para alimentação e/ou para postura dos ovos, e em geral essas duas atividades são divergentes. Carson (1971) afirma que, em 1921, Sturtevant não distinguiu em seu trabalho os sítios de criação e de alimentação dessas moscas, entretanto nos trabalhos seguintes os pesquisadores atentaram para a clara separação dessas duas atividades. *Drosophila maculifrons*, por exemplo, representou quase 50% das moscas se alimentando de frutos de *Chlorophora tinctoria* (Moraceae) e apenas 1,3% das moscas que emergiram dos mesmos, demonstrando a não utilização efetiva desses frutos como sítio de criação (Saavedra *et al.*, 1995).

A alimentação dos drosofilídeos imaturos é mais restrita. Os adultos são capazes, devido à sua mobilidade, de uma contínua escolha de sítios de alimentação, enquanto a escolha das larvas é limitada ao local escolhido pelas fêmeas adultas para oviposição (Shorrocks & Charlesworth, 1980; Begon, 1982). Deste modo, a postura de ovos aparenta ser uma performance mais especializada. *Drosophila nebulosa* e *D. angustibuca*, por exemplo, utilizam os frutos de *Syagrus romanzoffianum* (Arecaceae) apenas como sítio de alimentação, já que não emergiram dos frutos analisados (Araújo & Valente, 1981).

## 1.2 Seleção dos substratos/habitat

Biologicamente, ambientes de zonas tropicais contém uma maior diversidade de nichos adaptativos, e em resposta a essa diversidade, muitos grupos de organismos (incluindo os drosofilídeos) são representados por maior riqueza de espécies do que em zonas temperadas (Dobzhansky & Pavan, 1950). Os drosofilídeos tropicais apresentam também maior diversificação na dieta (da Cunha *et al.*, 1957) e inclusive demonstram preferências por determinadas leveduras (Dobzhansky & Pavan, 1950; Dobzhansky & da Cunha, 1955; da Cunha *et al.*, 1957) que são menos nítidas nas regiões temperadas (da Cunha *et al.*, 1951; Dobzhansky *et al.*, 1956).

Considerando a ampla diversidade de fauna e de recursos encontrada em regiões tropicais, drosofilídeos selecionam seus habitats de acordo com a preferência por determinadas leveduras, com as condições microclimáticas e com a experiência prévia dessas moscas. Deste modo, variações na microbiota sobre determinados recursos podem ser responsáveis pelas diferenças encontradas na atração de drosofilídeos, entretanto, vale ressaltar a importância das condições microclimáticas às quais os recursos estão expostos (Fellows & Heed, 1972). Por exemplo, populações com preferência por pequenos frutos secos caídos expandem-se na estação úmida, quando esses sítios sofrem menos com a dessecação, enquanto as que utilizam adicionalmente frutos carnosos têm maior expansão populacional na estação seca, desde que esses substratos resistam a este período (Pipkin, 1964). Outro fator importante que influencia essa seleção é a experiência prévia das moscas. Nos experimentos citados por Mueller (1985) adultos condicionados a determinados sítios apresentaram resposta substancial na oviposição subsequente, e a preferência das proles foi de acordo com o local onde foram criadas. Além da experiência prévia, o genótipo e o sexo dessas moscas também podem interferir na atração diferencial e conseqüentemente na seleção de habitats.

Em alguns casos, preferências de habitat culminam em relações de extrema especificidade com determinados recursos. Em geral, essas especificidades estão relacionadas aos fatores que reduzem a sobreposição de nicho, e são acompanhadas de

requerimentos nutricionais especializados por parte dos drosofilídeos (Fellows & Heed, 1972). *Drosophila sechellia*, por exemplo, é uma espécie monófaga e endêmica do arquipélago de Seychelles, e alimenta-se exclusivamente de frutos maduros da rubiácea arbórea *Morinda citrifolia*. Esses frutos são conhecidos por conter ácidos graxos extremamente tóxicos para as espécies crípticas de *D. sechellia*, contudo não são um impedimento para essa espécie. Vale citar que a tolerância de *D. sechellia* às substâncias tóxicas de *M. citrifolia* é controlada por pequena quantidade de genes (Liang & Fuyama, 2000).

### 1.3 Sítios de criação

Os principais sítios de criação para larvas de drosofilídeos são corpos de frutificação de fungos, casca de árvores, folhas, galhos ou raízes, seiva, flores ou frutos caídos (Carson, 1971). Para determinadas regiões existem compilações dos sítios de criação dos drosofilídeos, por exemplo: norte-americanos (Carson & Stalker, 1951), britânicos (Shorrocks & Charlesworth, 1980) e africanos (Lachaise & Tsacas, 1983). Os principais trabalhos sobre os sítios de criação dos drosofilídeos abordam: experimentos em laboratório relativos à atração e oviposição das moscas (Hoffmann, 1985; Vacek *et al.*, 1985), estudos sobre a dieta dos drosofilídeos (Begon, 1982; Belo & Banzatto, 1987; Belo & Banzatto, 1988) e seleção de sítios de criação e preferência alimentar das larvas (da Cunha *et al.*, 1957; Lindsay, 1958; Fellows & Heed, 1972; Lachaise, 1983). Além desses trabalhos, destacam-se estudos de análise de agregação e coexistência das guildas (Sevenster, 1996; Sevenster & van Alphen, 1996), e determinação do padrão de utilização do recurso, através de análises da colonização, competição e coexistência (Nunney, 1990). Alguns trabalhos associam dados genéticos e ecológicos (Ward *et al.*, 1975; Gibson *et al.*, 1981) inclusive em estudos desenvolvidos no Brasil (Valente *et al.*, 1980; Valente & Araújo, 1985).

Dentre os vários sítios de criação possíveis para os drosofilídeos, os trabalhos desenvolvidos na região Neotropical destacam-se pela riqueza de substratos analisados. Dentre a diversidade de nichos possíveis os frutos são os locais mais utilizados pelos drosofilídeos como sítios de criação nesta região (Carson, 1971). Pipkin (1965) encontrou espécies neotropicais criando-se em frutos secos, além dos grandes frutos carnosos dos gêneros *Annona* (Annonaceae) e *Calocarpum* (Sapotaceae), e dos frutos pequenos de *Clusia* (Clusiaceae), *Spondias* (Anacardiaceae), *Andira* (Fabaceae) e *Inga* (Fabaceae) (Carson, 1971). Lachaise e colaboradores (1982) e Lachaise (1983) abordaram a diversidade de drosofilídeos associados aos figos africanos.

O Brasil apresenta uma fauna rica em drosofilídeos e uma ampla variedade de nichos ecológicos (Dobzhansky & Pavan, 1950; Tidon, 2006), entretanto, sabe-se pouco

sobre os locais utilizados por estas moscas para postura dos ovos. O início dos estudos de frutos como sítio de criação no Brasil deu-se na década de 50, com os trabalhos de Battaglia e Birch sobre as guildas de *Syagrus romanzoffianum* (Arecaceae) (Valente & Araújo, 1986). Posteriormente, aspectos ecológicos das guildas de drosofilídeos em diversas espécies de frutos foram discutidos por Brncic e Valente (1978) e Araújo e Valente (1981). Em alguns trabalhos são citados os sítios de criação para determinados grupos ou espécies de drosofilídeos, como os grupos *repleta* (Pereira *et al.*, 1983), *cardini*: *D. polymorpha* e *D. cardinoides* (Rohde & Valente, 1996), *willistoni*: *D. willistoni* (Bonorino & Valente, 1989), *D. nebulosa* (Bonorino & Valente, 1989) e *D. paulistorum* (Santos & Valente, 1990), e da espécie introduzida *Zaprionus indianus* (Silva *et al.*, 2005, a e b). Inclusive, foram realizados estudos com populações naturais de drosofilídeos em ambientes naturais, semi-urbanizados e urbanizados, a maioria deles associando fatores ecológicos e genéticos de populações naturais do grupo *willistoni* (Bonorino & Valente, 1989).

Apesar da importância de estudos com sítios de criação, a maioria das coletas de drosofilídeos no Brasil ainda é feita com iscas para atração dessas moscas. E no bioma Cerrado não é diferente: Mata (2002), Ferreira e Tidon (2005) e Tidon (2006) coletaram utilizando armadilhas com iscas padronizadas, enquanto somente Leão e Tidon (2004) estudaram os drosofilídeos atraídos por frutos caídos de lobeira (*Solanum lycocarpum*, Solanaceae). Inclusive, Tidon (2006) incentiva estudos de sítios de criação naturais no Cerrado, ao sugerir que as flutuações populacionais temporais dessas moscas podem ser explicadas pela disponibilidade de sítios de criação e alimentação no bioma.

#### 1. 4 O Bioma Cerrado

O Cerrado é a maior região de savana em um único país. Superado apenas pela Floresta Amazônica, é o segundo bioma em extensão na América do Sul, cobrindo cerca de 23% do território brasileiro (aproximadamente 2 milhões de km<sup>2</sup>). É um ambiente altamente sazonal, com duas estações bem definidas: uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (de novembro a abril) (Ribeiro & Walter, 1998).

A distribuição da flora neste bioma é condicionada por diversos fatores: clima, características químicas e físicas do solo, disponibilidade de água e nutrientes, geomorfologia, topografia, latitude, frequência de queimadas, profundidade do lençol freático e por fatores antrópicos (Ribeiro & Walter, 1998). A interação desses parâmetros gera mudanças nos aspectos quantitativos e qualitativos da vegetação, resultando em um mosaico vegetacional composto de várias fitofisionomias.

De acordo com Ribeiro e Walter (1998) a vegetação do bioma Cerrado é composta de 11 tipos fitofisionômicos (agrupados em formações florestais, savânicas e campestres). Formações florestais são compostas de matas ciliares, matas de galeria, matas secas e cerradões, e são dominadas por espécies arbóreas que promovem a formação de dossel. As formações savânicas são áreas com árvores e arbustos esparsos sobre estrato gramíneo, sem formação de dossel, e são representadas pelos cerrados sentido restrito, parque de Cerrado, palmeiral e pelas veredas. As formações campestres, compostas de campos sujos, campos rupestres e campos limpos são dominadas por herbáceas.

A fitofisionomia cerrado sentido restrito caracteriza-se por estratos arbóreos e arbustivo-herbáceos com árvores distribuídas em diferentes densidades (Ribeiro & Walter, 1998). Devido a esta heterogeneidade ambiental este tipo fitofisionômico possui as seguintes subdivisões: cerrado denso, cerrado típico e cerrado ralo (de acordo com o agrupamento e espaçamento entre os indivíduos lenhosos, seguindo um gradiente de densidade decrescente) e Cerrado Rupestre (caracterizado pela presença de afloramentos rochosos) (Ribeiro & Walter, 1998).

A ação antrópica tem alterado o Cerrado, principalmente através de diminuição na densidade de árvores. Os mecanismos dessa ação constituem-se da retirada de madeira (tanto para lenha quanto para fins comerciais), da introdução de gado (pastagens em áreas nativas), e principalmente da utilização de matéria prima para carvão vegetal (Ribeiro & Walter, 1998). Outro fator de impacto é o fogo, um parâmetro natural neste bioma cuja frequência e sazonalidade tem sido alteradas pela ocupação humana, transformando as regiões de cerrado em áreas mais abertas (Miranda *et al.*, 2002). Portanto, a influência do homem pode alterar a estrutura e a composição original de uma determinada vegetação, inclusive promovendo o surgimento de áreas mais abertas (Warming, 1973 *apud* Ribeiro & Walter, 1998).

Grande parte da vegetação original do Cerrado já foi alterada, principalmente devido à utilização de extensas regiões para pasto e plantio de monoculturas. Este bioma é uma das savanas mais ricas do mundo (Oliveira-Filho & Ratter, 2002), possui altas taxas de endemismo, e é considerado um dos 25 “*hotspots*” mundiais de importância para a conservação (Myers *et al.*, 2000). Denominado “o ecossistema esquecido” por Marris (2005) esse bioma é uma das áreas menos estudadas e mais ameaçadas do mundo.

### 1.5 Guildas de drosofilídeos no Cerrado

Perturbações freqüentes modificam a estrutura da vegetação, e conseqüentemente o microclima local, influenciando diretamente a fauna de drosofilídeos. Alterações provocadas pela remoção ou abertura de dossel, por exemplo, permitem maior entrada de luz, o que altera parâmetros abióticos como a umidade relativa. Na região temperada as mudanças de temperatura afetam a distribuição das populações de drosofilídeos, porém em regiões tropicais as mudanças sazonais de temperatura não são intensas e a umidade pode ser o fator determinante da sazonalidade dessas moscas (Wolda, 1988). Deste modo, alterações nas condições abióticas podem promover perda de espécies não adaptadas às novas condições bem como a invasão de espécies oportunistas, alterando assim a composição de espécies local.

No Cerrado, as assembléias de drosofilídeos são naturalmente sensíveis à heterogeneidade do bioma, e as atividades antrópicas são freqüentemente refletidas por essas moscas. Neste bioma são bem estabelecidas as espécies nativas e as espécies introduzidas (Tidon *et al.*, 2003; Ferreira & Tidon, 2005; Tidon, 2006), e geralmente a porcentagem de drosofilídeos introduzidos aumenta conforme o grau de urbanização do ambiente (Ferreira & Tidon, 2005). Neste contexto, torna-se oportuno o estudo das guildas de drosofilídeos em áreas com diferentes graus de preservação.



## 1. 6 Objetivos

O presente estudo visa contribuir para um melhor entendimento da associação entre drosofilídeos e frutos de três espécies vegetais comumente encontradas no bioma Cerrado. Os objetivos específicos deste trabalho são (1) registrar a porcentagem de frutos de *Brosimum gaudichaudii* (mama-cadela), *Byrsonima verbascifolia* (murici) e *Caryocar brasiliense* (pequi) colonizados por drosofilídeos, a fim de discutir os padrões de utilização desses sítios de criação; (2) listar a fauna de drosofilídeos que emerge desses frutos analisando as proporções de drosofilídeos endêmicos e introduzidos; (3) averiguar a variação da guilda de drosofilídeos ao longo do processo de decomposição desses frutos; e (4) comparar a fauna de drosofilídeos que emerge de frutos de pequi em duas áreas de cerrados com diferentes graus de preservação.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Espécies vegetais

Frutos de três espécies arbóreas foram investigados como potenciais sítios de criação de drosofilídeos. Foram selecionadas espécies vegetais abundantes no cerrado sentido restrito (Hay & Henriques, *com. pess*): *Brosimum gaudichaudii* Trec. (Moraceae), *Byrsonima verbascifolia* (Rich ex) Adr. Juss (Malphighiaceae) e *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae).

*Brosimum gaudichaudii* (Moraceae) é conhecida popularmente por “mama-cadela”, ocorre no cerrado sentido restrito, no cerradão e em mata mesofítica do DF (além de AM, BA, CE, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PI, SP e TO) (Almeida *et al.*, 1998). Trata-se de uma árvore decídua (Silva-Júnior, 2005), com frutificação entre agosto e dezembro, e densidade variável entre fitofisionomias do bioma (p.ex. 10 indivíduos arbóreos/ha no cerrado sentido restrito) (Almeida *et al.*, 1998). Os frutos possuem até 4 cm de diâmetro, são carnosos, globosos, agregados, verrugosos e de cor alaranjada; são comestíveis e utilizados como goma-de-mascar por populações regionais (Silva-Júnior, 2005).

O popularmente conhecido como “murici” ou “muricizão” *Byrsonima verbascifolia* (Malphighiaceae) ocorre nos estados de AL, AM, BA, DF, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PR, SP e TO; em populações médias de 24-36 árvores/ha (Silva-Júnior, 2005), densidade que varia conforme a fitofisionomia e a região (Almeida *et al.*, 1998). Essa espécie sempre-verde frutifica entre novembro a fevereiro (esporadicamente em outras épocas) nos cerrados sentido restrito e em campos sujos (Almeida *et al.*, 1998). Os frutos possuem até 2 cm de diâmetro, são carnosos, globosos, e amarelos na maturação; são comestíveis, de uso medicinal e para aromatizar bebidas regionais (Silva-Júnior, 2005).

Os frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*, Caryocaraceae), famosos como iguaria regional, tornam essa espécie uma das mais populares no bioma (Silva-Júnior, 2005). O pequi encontra-se bem representado em todas as fisionomias savânicas do Cerrado

(Almeida *et al.*, 1998), em populações médias de 23-32 indivíduos/ha (Silva-Júnior, 2005), porém já foram registrados levantamentos com densidades de 15 indivíduos/ha e 180 indivíduos/ha (Medeiros, 1983; Moura, 1983, respectivamente, *apud* Almeida *et al.*, 1998). As árvores de pequi ocorrem também em fitofisionomias campestres (campo cerrado, campo sujo) e florestais (cerradão distrófico), de diversos estados brasileiros: BA, CE, DF, GO, MA, MG, MT, MS, PA, PI, PR, SP e TO (Silva-Júnior, 2005). Trata-se de uma árvore semidecídua com floração entre agosto e novembro (mas ocasionalmente em outras épocas após chuvas) e maturação dos frutos entre três e quatro meses após a floração, com pico em setembro (Almeida *et al.*, 1998). Os frutos possuem até 8 cm de diâmetro, são carnosos e globosos; o uso alimentar da polpa é muito difundido (Almeida *et al.*, 1998), mas esta também é utilizada como alimento para a fauna e para fabricação de sabão (Silva-Júnior, 2005).

## 2. 2 Coleta dos frutos

As coletas foram realizadas em duas áreas de cerrado sentido restrito com diferentes graus de preservação: uma área de cerrado conservado, localizada na Reserva Ecológica do IBGE, e uma área de cerrado antropizado, próxima ao Centro Olímpico da UnB, respectivamente 15°56'S, 47°52'W e 15°46'S, 47°50'W. A Reserva Ecológica do IBGE é uma área de proteção ambiental com 1350 ha, e juntamente com a Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília e com a Fazenda Água Limpa – UnB formam a Área de Proteção Ambiental (APA) Distrital Gama-Cabeça de Veado, com 10.000 ha de área protegida contínua (RECOR, 2005). A área de coleta de cerrado antropizado possui 110 ha e faz parte da Área de Proteção Ambiental do Paranoá. É um local degradado, com despejos ilegais de entulho e incêndios constantes; porém é um dos poucos remanescentes de vegetação natural no perímetro urbano de Brasília (Assunção & Felfili, 2004). A área de cerrado conservado (no IBGE) assemelha-se à descrição de Ribeiro e Walter (1998) de cerrado típico, enquanto a área de cerrado antropizado, assemelha-se ao cerrado ralo, com árvores menos agrupadas.

No cerrado conservado foram estudados indivíduos das três espécies vegetais investigadas, enquanto no cerrado antropizado foram investigadas apenas árvores de *Caryocar brasiliense*. Inicialmente, para cada uma das espécies seriam selecionadas, de forma aleatória até 20 árvores de médio porte em período de frutificação. Entretanto, efetivamente foram encontradas oito árvores de *Brosimum gaudichaudii*, 18 árvores de *Byrsonima verbascifolia*, 27 árvores de *Caryocar brasiliense* na Reserva Ecológica do IBGE e 29 árvores desta espécie no cerrado antropizado localizado na UnB. Essas árvores foram acompanhadas do início da queda de frutos maduros no solo até o final da frutificação. A decomposição desses frutos, ainda sob a copa das árvores, foi acompanhada através de visitas semanais no período de 29 de novembro de 2005 a 16 de fevereiro de 2006.

Cada árvore marcada foi visitada ao longo de cinco semanas consecutivas. Na primeira visita, os frutos caídos sob a copa de cada árvore foram retirados e descartados;

na segunda visita foram recolhidos cinco frutos caídos, que foram levados para o laboratório (a estes frutos atribuiu-se o tempo de deposição de uma semana sobre o solo); o restante dos frutos caídos foi acondicionado em sacos, datados, e colocados ainda sob a copa das árvores, de modo que o processo de decomposição não fosse interrompido (Figura 1). Na terceira visita foram recolhidos cinco frutos que estavam dentro desses sacos sob as árvores (a estes frutos atribuiu-se tempo de deposição de duas semanas) e o restante dos frutos permaneceu acondicionado nos sacos. Esse procedimento foi realizado até a obtenção de frutos com tempo de deposição de três e quatro semanas. Além disso, foram coletados alguns frutos maduros, da copa das árvores, aos quais foi atribuído tempo de deposição igual a zero, tendo em vista que não chegaram a iniciar o processo de decomposição no solo.



**Figura 1.** Frutos de pequi (*Caryocar brasiliense*) acondicionados sob a copa das árvores, para fins de acompanhamento do processo de decomposição dos mesmos.

### 2.3 Manutenção dos frutos e criação das larvas

Ao chegar ao laboratório os frutos foram inspecionados com o intuito de retirar potenciais predadores das larvas de drosofilídeos, como besouros e formigas. Foi registrado o tempo de deposição dos frutos no solo: 0 = frutos frescos na copa das árvores; 1 = frutos com uma semana sobre o solo; 2 e 3 = duas e três semanas de deposição sobre o solo, respectivamente; 4 = quatro ou cinco semanas de deposição sobre o solo (esses frutos foram agrupados na mesma categoria devido à semelhança no estado de decomposição). Adicionalmente foram registradas as seguintes características para os frutos de pequi:

1. Estágio de decomposição - Os frutos foram classificados de acordo com cor, textura e integridade, através de uma escala de decaimento qualitativa semelhante à adaptada por Leão e Tidon (2004); acrescida com as categorias 0 e 5: 0 = da copa da árvore (frutos não verdes coletados diretamente da copa); 1 = frescos (frutos inteiros, sem polpa exposta); 2 = processo inicial de decomposição (com injúrias e 1-25% de polpa exposta); 3 = processo intermediário de decomposição (com injúrias, coloração amarronzada, com 25-50% de polpa exposta); 4 = processo avançado de decomposição (ferido, amarronzado, com 50-75% de polpa exposta) e 5 = processo final de decomposição (normalmente em pedaços, escuros e com 75-100% de polpa exposta).
2. Tamanho - Os frutos foram classificados em cinco categorias de tamanho em relação ao tamanho médio dos frutos de acordo com Silva-Júnior (2005): muito pequenos, pequenos, médios, grandes e muito grandes.
3. Lesão - Foi considerada como lesão qualquer injúria no fruto que atingisse a polpa, incluindo lesões severas que resultaram em perda de parte do fruto. Sendo assim, os frutos foram classificados nas categorias lesionados e não lesionados.
4. Ressecamento - Foram considerados ressecados principalmente os frutos “murchos” devido a exposição prolongada aos raios solares, portanto os frutos

foram classificados em duas categorias (ressecado/não ressecado) de acordo com a textura dos mesmos.

Os frutos de mama-cadela e pequi foram acondicionados, individualmente, em recipiente plástico contendo areia úmida (autoclavada), tampado com uma tela fina ajustada ao recipiente por um elástico. Sobre a tampa de tela fina foi colocado um chumaço de algodão, que foi molhado diariamente para manutenção da umidade. Os recipientes foram etiquetados com informações sobre data da coleta, local e código da árvore, e foram mantidos no laboratório sob temperatura ambiente ( $\sim 25^{\circ}\text{C}$ ).

Os frutos de murici possuem quantidade de polpa relativamente pequena, e quando individualizados ressecavam-se rapidamente, assim como verificado por Perry e Taylor (1986). Por este motivo, esses frutos foram armazenados conjuntamente (05 a 15 frutos por recipiente), de acordo com a data de coleta e a árvore do qual foram coletados.

Durante o experimento, cada recipiente foi verificado diariamente quanto à emergência de adultos de drosofilídeos. Todos os recipientes foram verificados até 30 dias a partir da data de coleta, ou até 15 dias após a emergência do primeiro adulto. Este procedimento garantiu que drosofilídeos com curto ciclo de vida não gerassem descendentes que influenciassem nos resultados caso fossem contabilizados como pertencentes à primeira geração (Brcic & Valente, 1978).

## **2.4 Coleta e identificação dos drosofilídeos adultos**

Os adultos que emergiram dos frutos foram recolhidos com um aspirador entomológico artesanal e foram armazenados a seco em microtubos, mantidos em freezer até identificação posterior.

Os drosofilídeos foram identificados usando chaves de identificação que analisam a morfologia externa dos indivíduos (Freire-Maia & Pavan, 1949; Frota-Pessoa, 1954), e descrições das espécies (Dobzhansky & Pavan, 1943; Pavan & da Cunha, 1947; Pavan, 1950). A determinação (ou confirmação) de alguns drosofilídeos foi feita mediante a análise da terminália masculina, cuja morfologia é diagnóstica, através de comparações destas com gravuras da literatura (Val, 1982; Vilela, 1983; Vilela & Bächli, 1990; Vilela, 1992). Aos espécimes quebradiços e às fêmeas não identificáveis através de morfologia externa atribuiu-se a categoria 'outras' (pois a maioria das terminálias descritas na literatura refere-se somente aos machos). Após a identificação essas moscas foram incorporadas à Coleção de Drosofilídeos do Laboratório de Biologia Evolutiva – UnB.



## 2.5 Análises

Foram realizadas análises descritivas da comunidade de drosofilídeos associados aos frutos estudados. Foram verificadas: a porcentagem de emergência dos frutos, a abundância relativa das espécies de drosofilídeos e a composição da fauna de drosofilídeos ao longo da decomposição dos frutos. Em seguida, a abundância total das moscas foi subdividida em duas categorias: espécies endêmicas da região neotropical e espécies introduzidas. Como a soma das abundâncias das espécies endêmicas e introduzidas é sempre 1, assumiu-se que apenas uma das variáveis fosse suficiente para verificar a variação dessas categorias ao longo do processo de decomposição dos frutos. Além disso, foram calculados o índice de diversidade de Shannon-Wiener, a equitabilidade, a dominância de Simpson e a riqueza de espécies que utilizam esses sítios de criação. A amostragem insuficiente das mamas-cadela e o método de armazenamento dos muricis (não individualizados) não permitiram análises mais apuradas que as discutidas anteriormente.

Com os dados referentes aos frutos de pequi, entretanto, foram realizadas Análises de Variância (ANOVA), através do programa Statistica 6.0. Foram associadas as variáveis 'abundância total de drosofilídeos', 'porcentagem de espécies endêmicas da região Neotropical' e 'emergência de moscas' aos parâmetros degradação do local (antropizado ou conservado), tempo de deposição e estágio de decomposição do fruto (tamanho, presença de lesões e ressecamento). A porcentagem de espécies endêmicas sofreu transformações de arcoseno e a abundância foi logaritmizada ( $\log+1$ ) com o intuito de normalizar a distribuição dos dados, e os dados discrepantes (*outliers*) foram retirados nas análises.

#### 4. Discussão

O presente estudo analisa a guilda de drosofilídeos associados a três sítios de criação: frutos de *Brosimum gaudichaudii* (Moraceae), *Byrsonima verbascifolia* (Malpighiaceae) e *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). Deste modo, são discutidos abaixo os padrões de utilização destes sítios de criação através da taxa de emergência e da média de moscas por fruto (subtópico 4.1) e são listadas as principais características das guildas de drosofilídeos (como a dominância e a restrição de certas espécies, subtópico 4.2).

Em geral, os motivos das preferências apresentadas pelos drosofilídeos por determinados sítios não são abordados. Diversos autores associam preferências de acordo com as leveduras presentes nos substratos (Dobzhansky *et al.*, 1956; Belo & Banzatto, 1987, 1988), porém essas moscas não respondem às leveduras por si só, mas à combinação substrato-levedura-condições ambientais (Begon, 1982). Deste modo, apesar de não analisar as leveduras presentes nos sítios de criação, o presente trabalho investigou, indiretamente os outros dois parâmetros: a) substrato - através da escala qualitativa de decomposição aplicada aos frutos de pequi (tamanho, ressecamento, presença de lesões, textura e integridade dos frutos) (subtópico 4.3) e b) condições ambientais - considerando a variação desse parâmetro conforme a integridade do habitat (subtópico 4.4).

Grande parte dos estudos envolvendo preferências por sítios de criação possui resultados de difícil interpretação, principalmente em termos evolutivos, mas ainda assim, tais estudos são incentivados. Mueller (1985) sugere inclusive, que preferências por determinados substratos poderiam ser padronizadas de acordo com o tipo de levedura analisada, ressaltando a importância da identificação das mesmas. Contudo, seria interessante averiguar a importância relativa das características dos substratos e das condições climáticas, além da relação desses parâmetros com as leveduras (Begon, 1982).

#### 4.1 Utilização dos frutos como sítio de criação

Certos frutos do cerrado são potencialmente utilizados como sítio de criação de drosofilídeos por apresentarem altas taxas de colonização por essas moscas. A proporção de frutos colonizados foi acessada através da taxa de emergência de moscas, enquanto a densidade de larvas nesses sítios de criação foi acessada através da média de moscas por fruto.

Dentre as três espécies vegetais estudadas, os frutos de pequi apresentaram a maior proporção de frutos colonizados (60,15 % coletados na área conservada e 47,38% na área antropizada). Quase metade dos frutos de mama-cadela coletados ainda nas árvores e bem como os coletados com até uma semana de decomposição no solo continham pré-adultos de drosofilídeos (42% dos frutos coletados) e a emergência média foi de sete moscas por fruto. Nos frutos de murici houve emergência de drosofilídeos em apenas 32% deles (uma mosca por fruto, em média), uma taxa de emergência superestimada já que os frutos de muricis não estavam individualizados (e a emergência de moscas foi atribuída a todos os frutos presentes em cada recipiente), portanto os frutos desta espécie vegetal aparentemente não são um importante sítio de criação de drosofilídeos no cerrado. Em outro estudo de sítio de criação de drosofilídeos no cerrado foi registrada emergência em 40,78% de frutos de lobeira (*Solanum lycocarpum*), com média de 11 moscas por fruto (Leão & Tidon, 2004), valor muito superior ao encontrado para os muricis, entretanto semelhante ao registrado para os pequis coletados no cerrado conservado.

De maneira geral algumas espécies de drosofilídeos apresentam comportamento ovo-gregário (Mueller, 1985). Chess e colaboradores (1990) verificaram grande quantidade de sítios vazios e outros com muitos ovos de drosofilídeos, e atribuíram esta agregação a três mecanismos possíveis: 1) as próprias fêmeas são atrativas para outras fêmeas, através de um provável estímulo químico (com o odor, p.ex); 2) fêmeas “marcam” o sítio de criação, atraindo assim outras fêmeas; e 3) sítios com larvas presentes são mais atrativos devido aos distúrbios mecânicos advindos das oviposições

anteriores. Estes autores acreditam na hipótese um, por operar mais rapidamente que os outros dois mecanismos, mas acham a hipótese três mais atrativa.

Assim como no Cerrado, em outros biomas os drosofilídeos apresentam certas preferências por determinados frutos. Brncic e Valente (1978) analisaram a utilização de vários frutos e apresentaram a porcentagem de emergência de drosofilídeos em *Campomanesia xanthocarpa* (Myrtaceae), *Maba inconstans* (Ebenaceae) e *Solanum nigrum* (Solanaceae), em 100%, 59%, 27% dos frutos coletados, respectivamente. Emergiram drosofilídeos de quase todos os “coquinhos” coletados (*Syagrus romanzoffianum*), em média 16 moscas por fruto, enquanto os frutos de maracujá (*Passiflora elegans*, Passifloraceae) apresentaram emergência de drosofilídeos em apenas 2% dos frutos coletados, com aproximadamente 5 drosofilídeos em média por fruto (Brncic & Valente, 1978). A preferência nutricional e as reações dos drosofilídeos aos sítios de criação têm sido atribuídas às diferenças genéticas (tanto intra-específicas quanto inter-específicas), que constituem a base genética para adaptação de uma espécie ou população à presença de alimento, minimizando a competição entre espécies simpátricas e aumentando o grau de especialização das mesmas (da Cunha *et al.*, 1957).

A maioria dos estudos dos sítios de criação de drosofilídeos no Brasil não apresenta a quantidade de frutos coletados e a porcentagem de frutos efetivamente colonizados por pré-adultos de drosofilídeos (Dobzhansky & Pavan, 1950; Pereira *et al.*, 1983; Vilela, 2001), o que dificulta o entendimento da utilização desses substratos como sítio de criação.

## 4.2 Características das guildas de drosofilídeos dos frutos de mama-cadela, murici e pequi

As espécies citadas na tabela 3 remontam ao primeiro registro dos drosofilídeos que utilizam esses frutos do Cerrado (mama-cadela, murici e pequi) como sítios de criação. Uma das características mais importantes da associação dessas moscas com estes sítios de criação é a abundância de cada espécie presente na guilda, pois através deste parâmetro é possível verificar a dominância das espécies que utilizam estes sítios, indicando inclusive certo grau de partição nestes recursos. De forma geral, as espécies que dominaram as guildas dos frutos de mama-cadela, murici e pequi são ecologicamente versáteis e amplamente distribuídas no bioma Cerrado, de acordo com a classificação criada por Tidon e colaboradores (submetido), tanto as espécies endêmicas da região neotropical quanto as introduzidas na mesma.

A espécie dominante nos frutos de mama-cadela foi *Drosophila mediotriata*, a qual não foi registrada emergindo de frutos de murici, e representou menos de 1% dos drosofilídeos que emergiram de frutos de pequi. Nos frutos de mama-cadela, *D. mediotriata* representou 27,83% das moscas e mostrou-se capaz de colonizar efetivamente apenas frutos depositos sobre o solo. Nos frutos de lobeira (*Solanum lycocarpum*) o único indivíduo de *D. mediotriata* emergiu também de um fruto recém caído sobre o solo (Leão & Tidon, 2004). O grupo *tripunctata*, ao qual pertence esta espécie, é caracterizado por certa dificuldade de identificação, e deste modo, as várias espécies coletadas são citadas como “grupo *tripunctata*” (Franck & Valente, 1985), mascarando a associação de cada uma dessas espécies com os substratos analisados. Apesar da deficiência no registro dos sítios de criação, *D. mediotriata* é uma espécie versátil e amplamente distribuída no bioma Cerrado (Tidon *et al.*, submetido), e provavelmente utiliza diversos substratos para postura de seus ovos.

A espécie mais freqüente nos frutos de murici e de pequi foi nitidamente *Drosophila nebulosa*, uma espécie versátil e dominante nas savanas e caatingas do Brasil (Sene *et al.*, 1980), capaz de explorar diferentes substratos (Bonorino & Valente,

1989). Esses autores afirmam que o grande número de frutos nativos da região neotropical utilizados como sítio de criação por *D. nebulosa* fortalece a proposta de centro de origem Neotropical proposto por Carson (1965). A emergência de *D. nebulosa* em altas frequências nas três espécies vegetais analisadas confirma a habilidade de colonização e a versatilidade ecológica citadas por Bonorino e Valente (1989).

A fauna de drosofilídeos que se cria em frutos de pequi é dominada por espécies do grupo *willistoni*. Esse grupo, praticamente neotropical, é subdividido em dois subgrupos: *bocainensis* (ao qual pertence *D. nebulosa*, entre outras) e o subgrupo *willistoni* (que inclui *D. willistoni*). Este último subgrupo, amplamente distribuído na América do Sul, é muito homogêneo e possui seis espécies crípticas de difícil identificação (Val *et al.*, 1981). Por este motivo, nem sempre os indivíduos são identificados ao nível de espécie, dificultando o entendimento das afinidades ecológicas de cada espécie em particular (Sene *et al.*, 1980), assim como nas espécies do grupo *tripunctata* citadas anteriormente. Apesar do registro de utilização de recursos como flores (Dobzhansky & Pavan, 1950; Pipkin, 1965), grande parte do substrato utilizado por *D. willistoni* são frutos em decomposição, preferencialmente das palmeiras (Dobzhansky & Pavan, 1950). Diversos trabalhos no Brasil corroboram essa informação: *Acrocomia sclerocarpa* (Arecaceae), *Astrocaryum murumuru* (Arecaceae), *Artocarpus integrifolia* (Moraceae) e *Oenacarpus distichus* (Arecaceae) (Dobzhansky & Pavan, 1950); *Syagrus romanzoffianum* (Arecaceae) e *Butia eriosphata* (Arecaceae) (Brncic & Valente, 1978). Inclusive em *S. romanzoffianum* e *Campomanesia xanthocarpa* (Myrtaceae) *D. willistoni* representou 91,51% e 99,82% dos drosofilídeos que emergiram respectivamente desses frutos (Saavedra *et al.*, 1995).

Provavelmente uma das espécies de drosofilídeos colonizadores de maior sucesso é *Zaprionus indianus* (Chassagnard & Tsacas, 1993). Essa espécie foi a segunda mais abundante nos frutos de mama-cadela e murici, e a terceira nos frutos de pequi. De origem afro-tropical, *Z. indianus* foi introduzida no Brasil em 1998 e espalhou-se rapidamente pela América do Sul (Vilela, 1999) e desde então tornou-se freqüente

nas coletas de drosofilídeos, inclusive em regiões de Cerrado (Tidon *et al.*, 2003). Essa espécie possui amplo nicho, utilizando diversos recursos e apresentando adaptações para variações das condições climáticas (Chassagnard & Tsacas, 1993). Begon (1982) afirma que espécies tropicais são aptas a explorar habitats alternativos, e talvez isso explique a habilidade de *Z. indianus* para colonizar frutos ainda nas árvores e no início do processo de maturação, como registrado na região de Valinhos (SP) prejudicando a produção de figo (Stein *et al.*, 1999) e no Cerrado, onde foi a espécie dominante nos frutos de lobeira frescos (Leão & Tidon, 2004). Parsons e Stanley (1981) sugerem que a flexibilidade de alimentação e criação dessas espécies é importante para determinar o sucesso na colonização de novos ambientes (Valente & Araújo, 1986).

Tidon e colaboradores (submetido) criaram um índice de vulnerabilidade das espécies de drosofilídeos do Cerrado, onde a distribuição foi um dos parâmetros analisados, e de forma geral, essa classificação pôde ser relacionada à presença dos drosofilídeos nos estágios de decomposição dos frutos. As espécies classificadas como amplamente distribuídas no bioma estiveram presentes em todos os estágios dos frutos analisados, desde os coletados diretamente das árvores até os frutos em processos mais avançados de decomposição; enquanto algumas espécies classificadas como raras no bioma emergiram somente de determinados estágios. Vale salientar que a espécie não identificada pertencente ao grupo *willistoni* também foi registrada em todos os estágios de tempo de decomposição dos frutos de pequi, em ambas áreas de coleta. Isso pode indicar que, apesar de ainda não ter sido registrada nas coletas do DF esta espécie pode ser bem distribuída no bioma Cerrado, porém não é atraída pelas iscas artificiais de banana utilizadas nas armadilhas de coleta.

Sabe-se que através da coleta de substratos naturais podem ser atraídas certas moscas que não são coletadas com a utilização de iscas artificiais. Dentre as espécies que compõem a guilda de drosofilídeos não foi possível a identificação de duas espécies: uma pertencente ao grupo *willistoni* (que emergiu dos frutos de mama-cadela, murici e pequi) e outra do grupo *tripunctata* (que emergiu apenas dos frutos de pequi). Estas

moscas foram comparadas com todas as espécies de drosofilídeos presentes no DF e destacam-se como novos registros para esta localidade. Döge e colaboradores (2004) também registraram novas ocorrências coletando as moscas que sobrevoavam recursos em decomposição em ambientes naturais: seis espécies que ainda não haviam sido registradas para o Estado de Santa Catarina, dentre essas *D. bocainensis* e *D. bocainoides*. Portanto, vale ressaltar a importância da coleta de substratos naturais de criação dessas moscas, principalmente devido à atração diferencial apresentada pelos drosofilídeos.



### 4.3 Guilda de drosofilídeos ao longo da decomposição dos frutos

No presente estudo tentou-se associar a guilda de drosofilídeos de acordo com certas características relativas à decomposição. Foi avaliada a abundância de moscas de acordo com as seguintes características dos frutos de pequi: estágio de decomposição dos frutos (através de uma escala qualitativa de acordo com cor, textura e integridade), presença de lesões (pois imaginou-se que certas injúrias na polpa facilitariam a postura de ovos), tamanho relativo do fruto e se os mesmos estavam ressecados. Entretanto, a guilda de drosofilídeos que utiliza os frutos de pequi como sítio de criação não respondeu a nenhuma destas características. Assim, nossos resultados contrastam com os encontrados por Birch e Battaglia (1957), que registraram maior abundância em frutos de estágio intermediário de decomposição.

Este projeto foi inovador no sentido de controlar o tempo de decomposição dos frutos de mama-cadela, murici e pequi ainda no campo. A idéia de que a atração dos drosofilídeos fosse diferenciada entre frutos frescos e em processo mais avançado de decomposição foi testada por diversos autores (Birch & Battaglia, 1957; Lachaise & Tsacas, 1983; Leão & Tidon, 2004), nos quais os frutos eram classificados de maneira qualitativa de acordo com o “estado de decaimento” dos mesmos (Kearney, 1979 *apud* Shorrocks, 1982). Deste modo, visando uma classificação menos subjetiva, foi proposta uma estimativa precisa da “idade de deposição de cada fruto”, de acordo com o tempo de deposição dos frutos no solo (em semanas).

Espécies de drosofilídeos podem apresentar restrições a determinados estágios de decomposição dos frutos. Assim como encontrado por Birch e Battaglia (1957), nem todos os estágios de decomposição dos frutos foram disponíveis para criação dos drosofilídeos. No presente estudo, os frutos de murici com quatro semanas de deposição sobre o solo não foram utilizados como sítios de criação. Sabe-se também que as moscas podem apresentar utilizações restritas a determinados estágios (Lachaise & Tsacas, 1983; Nuney, 1990), como verificado para *Drosophila simulans*, para a espécie não identificada pertencente ao grupo *willistoni* e para *D. mediotriata*, que foram restritas

a frutos de murici com tempo de deposição no solo distintos (1, 2 e 3 semanas, respectivamente). Nos frutos de pequi, *D. prosaltans* e *D. paraguayensis* emergiram apenas de frutos coletados com uma semana de deposição sobre o solo, enquanto *Gitona bivisualis* apenas de frutos coletados diretamente da copa das árvores. David e Capy (1983) também verificaram casos de especialização entre as espécies nativas da região neotropical. Apesar das restrições dessas moscas por certos estágios da decomposição dos frutos, de forma geral as guildas de drosofilídeos não são dominadas por partição de recurso (Shorrocks & Sevenster, 1995).

A guilda de drosofilídeos diferiu ao longo do processo de decomposição dos frutos. Frutos de mamã-cadela coletados em decomposição no solo apresentaram maior riqueza, maior diversidade de espécies, menor dominância e maior utilização por espécies endêmicas; já os frutos de murici apresentaram diminuição gradativa da emergência ao longo da decomposição, entretanto, os frutos com duas semanas de deposição apresentaram maior diversidade e menor dominância.

Frutos de pequi são utilizados como sítio de criação de forma semelhante em áreas de cerrado com diferentes graus de perturbação. Inclusive, pode se perceber um padrão de utilização destes frutos ao longo do decaimento. A frequência relativa de *Drosophila nebulosa* permaneceu próxima a 50% no cerrado antropizado e 40% no cerrado conservado, *D. willistoni* apresentou pico populacional nos frutos com três semanas de decomposição e *Z. indanus* nos frutos nos extremos no processo de decomposição: frutos ainda nas árvores ou frutos com 4 ou mais semanas de deposição no solo. A seqüência de colonização das espécies nesses recursos não é o fator mais importante para estas guildas, mas sim a atração diferencial dos estágios durante o processo de decaimento dos frutos (Nunney, 1996).

De maneira geral, a porcentagem de espécies introduzidas foi maior em frutos coletados diretamente das árvores (T = 0 semanas) e diminuiu ao longo do processo de decomposição. Birch e Battaglia (1957) e Leão e Tidon (2004) também encontraram dominância de espécies introduzidas em frutos frescos, no início do processo de

decomposição, e o inverso nos frutos mais decompostos, dominados por espécies neotropicais. Inclusive, quase todas as espécies endêmicas emergiram de frutos coletados sobre o solo, o que pode indicar preferência alimentar por microorganismos presentes em estágios tardios da decomposição. Uma possível razão para a separação de nichos entre espécies neotropicais e introduzidas é a habilidade das espécies introduzidas de ocupar nichos diferenciados das espécies neotropicais (Toda *et al.*, 1999), por exemplo, alimentando-se de microorganismos presentes em tecidos vegetais vivos ou no início do processo de sucessão dos substratos.

#### 4.4 Guildas de drosofilídeos e perturbação ambiental

No Brasil, o único estudo de sítios de criação de drosofilídeos em áreas com diferentes graus de urbanização foi realizado no Rio Grande do Sul, investigando apenas uma espécie. Bonorino e Valente (1989) investigaram populações de *D. nebulosa* que emergiram de frutos em ambientes urbanos, semi-urbanos e selvagens. Esses autores concluíram que a frequência de *D. nebulosa* aumenta conforme a porcentagem de áreas construídas. No Cerrado, Ferreira e Tidon (2005) analisaram as assembléias de drosofilídeos em áreas de baixo, médio e alto grau de urbanização, e encontraram variações substanciais entre a abundância das espécies de drosofilídeos, porém não encontraram diferenças entre a riqueza nas áreas analisadas. Considerando que neste trabalho os drosofilídeos foram atraídos através da utilização de iscas padronizadas, e que as mesmas não representam a disponibilidade de recursos naturais no ambiente, o presente trabalho verificou a guilda de drosofilídeos que utiliza como recurso uma espécie de fruto nativo do Cerrado, popularmente conhecido como pequi (*Caryocar brasiliense*), em áreas denominadas cerrado antropizado e cerrado conservado.

Em ambas áreas de coleta verificou-se dominância de espécies endêmicas, principalmente em estágios de decomposição intermediários dos pequis. As guildas das áreas antropizada e conservada foram dominadas pelas espécies endêmicas *Drosophila nebulosa* e *D. willistoni*, seguidas pelas introduzidas *Zaprionus indianus* e *D. simulans*. Estes resultados encontrados contrastam com os registrados por Ferreira e Tidon (2005), que verificaram que as assembléias de áreas antropizadas foram dominadas pelas espécies introduzidas *Z. indianus* e *D. simulans*, que representaram 88% dos drosofilídeos coletados. No presente estudo *D. nebulosa* esteve presente em proporções semelhantes no cerrado antropizado e no cerrado conservado (por volta de 40% das moscas coletadas), em contradição ao registrado por Bonorino e Valente (1989), que associaram o aumento da frequência desta espécie ao aumento da proporção de áreas construídas.

Como citado anteriormente, as espécies introduzidas foram mais freqüentes em frutos no início do processo de decomposição, enquanto as espécies endêmicas obtiveram maiores freqüências nos frutos mais decompostos. Esse padrão se repetiu tanto na área de cerrado conservado quanto na área de cerrado antropizado, e também foi encontrado por Leão e Tidon (2004) ao longo do decaimento de frutos de lobeira (*Solanum lycocarpum*), o que fortalece a hipótese de utilização dos frutos do cerrado pelas espécies introduzidas de drosofilídeos no início da decomposição dos mesmos.

Entretanto, foram registradas certas diferenças quantitativas (entre as áreas) na utilização dos frutos de pequi: os frutos coletados na área de cerrado conservado foram mais colonizados (maior porcentagem de frutos com emergência e maior densidade de moscas por fruto) e apresentaram maior abundância e riqueza de moscas e menor diversidade que o cerrado antropizado. Isso ocorreu devido à dominância inferior nos ambientes antropizados, onde houve menor variedade de sítios de criação disponíveis. Ou seja, a urbanização pode causar a perda de sítios e o conseqüente declínio na riqueza de espécies (McIntyre, 2000 *apud* Ferreira & Tidon, 2005).

É interessante notar que algumas espécies de drosofilídeos foram restritas à apenas uma das áreas. De modo geral, as guildas de drosofilídeos de cerrados conservado e antropizados são semelhantes, porém as espécies *Gitona bivisualis*, *Drosophila paraguayensis* e a espécie não identificada do grupo *tripunctata* emergiram apenas dos pequis coletados na área preservada, enquanto *D. prosaltans* emergiu apenas dos pequis da área de cerrado antropizado. Ferreira e Tidon (2005) registraram 14 espécies de drosofilídeos na área de cerrado antropizado. Dentre essa fauna de drosofilídeos atraída pelas iscas artificiais, cinco espécies não emergiram dos frutos de pequi coletados no mesmo local: *Scaptodrosophila latifasciaeformis*, *D. busckii*, *D. immigrans*, *D. paranaensis* e *D. hydei*. Portanto, estas cinco espécies (as três primeiras introduzidas na região Neotropical) aparentemente não demonstraram habilidade para utilizar esse recurso nativo do Cerrado como sítio de criação.

As comunidades de drosofilídeos podem ser influenciadas por perturbações antrópicas, através de mudanças na estrutura da vegetação que alterem as condições abióticas do ambiente. No Rio Grande do Sul, por exemplo, a progressiva urbanização tendeu a modificar o clima, tornando a região cada vez mais desértica (aumentando a média de temperatura anual e diminuindo a precipitação), o que favoreceu a expansão de populações de *D. nebulosa* (Bonorino & Valente, 1989). Portanto, a degradação ambiental afeta o microlima e conseqüentemente a composição de espécies local, por exemplo, através do aumento da luminosidade e diminuição da umidade relativa, fatores determinantes na dinâmica dos drosofilídeos.

No Cerrado, as assembléias de drosofilídeos são naturalmente sensíveis à heterogeneidade do bioma, e as atividades antrópicas são mais refletidas nos ambientes fechados. Ambientes florestais neste bioma (como as matas de galeria) oferecem microhabitat mais estável para os drosofilídeos em relação aos ambientes “abertos” (savânicos), devido à maior heterogeneidade ambiental e maior disponibilidade de nichos (Tidon, 2006). Ao comparar ambientes florestais e savânicos com diferentes graus de perturbação Mata (2007) verificou que: em ambientes florestais preservados a composição de drosofilídeos é extremamente singular (inclusive com várias espécies restritas) enquanto em ambientes florestais perturbados as assembléias são intermediárias entre ambientes florestais e savânicos; porém ao analisar somente os ambientes savânicos não verificou diferença nas assembléias conforme o grau de perturbação, o que associou à baixa alteração na estrutura da vegetação (naturalmente aberta).

Modificações na vegetação têm mais influência nas fitofisionomias florestais (como as matas de galeria) do que nas abertas (como o cerrado sentido restrito). Perturbações antrópicas são relacionadas à abertura do dossel dos ambientes florestais (Pivello & Coutinho, 1996 *apud* Mata, 2007), porém os distúrbios associados à área de cerrado antropizada analisada neste estudo (despejos ilegais de entulho e aumento da freqüência de incêndios; Assunção & Felfili, 2004) não parecem suficientes para

promover mudanças bruscas na estrutura da vegetação (que naturalmente não possui dossel contínuo), porém tornam o ambiente semelhante à fitofisionomia de cerrado ralo, com árvores mais dispersas.

De modo geral, os sítios de criação foram utilizados de maneira semelhante nas áreas de cerrado aberto conservado e do antropizado. Talvez a estrutura da vegetação nessas áreas de coleta não seja tão diferente, assim como a disponibilidade de recursos, o que pode ter permitido esses padrões de utilização pelas guildas. Uma possível explicação para esse fato é que a área de cerrado antropizado não possui grande quantidade de edificações em suas proximidades, e apesar de ser um local amplamente utilizado pela população do local, é uma área de 'baixo grau de urbanização', assim como considerada por Ferreira e Tidon (2005).

## 5. Considerações finais

- O presente trabalho ampliou o estudo dos sítios de criação de drosofilídeos no Cerrado com três espécies vegetais. A lista de drosofilídeos citada remonta ao primeiro registro das guildas que se criam nos frutos de *Brosimum gaudichaudii* (mama-cadela), *Byrsonima verbascifolia* (murici) e *Caryocar brasiliense* (pequi).
- Dentre as três espécies vegetais analisadas, somente os frutos de murici não foram considerados importantes sítios de criação para essas moscas. Os frutos de pequi apresentaram a maior proporção de frutos colonizados.
- A espécie de drosofilídeo dominante nos muricis e pequis foi *Drosophila nebulosa*, enquanto nos frutos de mamás-cadela foi *D. mediotriata*. A espécie invasora *Zaprionus indianus* e a endêmica de ampla distribuição *D. willistoni* também foram registradas em altas frequências. A dominância de *D. nebulosa* nas guildas das savanas do Brasil central fortalece a proposta de centro de origem Neotropical, enquanto a ampla utilização de frutos nativos por *Z. indianus* remete à habilidade de ocupação de nichos por esta espécie invasora.
- Sabe-se que através da coleta de substratos naturais podem ser atraídas espécies que não são coletadas com a utilização de iscas artificiais. Neste estudo, a espécie não identificada pertencente ao grupo *willistoni* emergiu de vários estágios de decomposição dos três frutos investigados, o que pode indicar que, apesar de ainda não ter sido registrada nas coletas do DF esta espécie pode ter ampla distribuição no bioma.
- Nem todos os estágios de decomposição dos frutos são igualmente disponíveis para o desenvolvimento das larvas de drosofilídeos. Essas moscas mostram diferenças na colonização de recursos principalmente devido à atração decaimento-dependente ao longo do processo de decomposição desses frutos, e apesar das restrições por certos estágios, as guildas de drosofilídeos não são dominadas por partição de recurso.



- A guilda de drosofilídeos diferiu consideravelmente ao longo do processo de decomposição dos frutos investigados, exceto nos frutos de murici. A abundância e a composição das espécies da guilda foram os principais parâmetros responsáveis pelas diferenças encontradas. A seqüência de colonização das espécies nesses recursos não é o fator mais importante para estas guildas, mas sim a atração diferencial dos estágios durante o processo de decaimento dos frutos.
- De modo geral, os frutos de pequi são utilizados como sítio de criação de forma semelhante em áreas de cerrado com diferentes graus de perturbação: são dominados pelas mesmas espécies (endêmicas da região Neotropical), e são utilizados pelas espécies endêmicas e introduzidas seguindo o mesmo padrão. Entretanto, foram registradas diferenças quantitativas na utilização dos frutos de pequi em ambas áreas, pois os frutos coletados na área de cerrado conservado foram mais colonizados e apresentaram maior abundância de moscas.
- Considerando que o Cerrado é um ambiente heterogêneo, e que as comunidades de drosofilídeos são dominadas por heterogeneidade espacial; seria interessante a investigação de sítios de criação em outras fitofisionomias (principalmente nos ambientes florestais), que são mais sensíveis à perturbações ambientais.
- A interação entre drosófilas e seus sítios de criação tem importância central na ecologia, na genética de populações e na biologia evolutiva desses organismos. Incentiva-se a investigação dos motivos das preferências por determinados sítios de criação, principalmente dos parâmetros 'levedura-substrato-condições climáticas'.

## 6. Referências Bibliográficas

- Almeida, S.P.; Proença, C.E.B.; Sano, S.M. & Ribeiro, J.F. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. EMBRAPA-CPAC, Brasília.
- Araújo, A.M. & Valente, V.L. 1981. Observações sobre alguns lepidópteros e drosofilídeos do Parque do Turvo, RS. Ciênc. Cult., **33**:1485-1490.
- Assunção, S.L. & Felfili, J.M. 2004. Fitossociologia de um fragmento de cerrado *sensu stricto* na APA do Paranoá, DF, Brasil. Acta Bot. Bras., **18**: 903-909.
- Begon, M. 1982. Yeast and *Drosophila*. p. 345-383. In: M. Ashburner, L.H. Carson & J.N. Thompson Jr (eds). The genetics and biology of *Drosophila*. Vol 3b, Academic Press, London.
- Belo, M. & Banzatto, D.A. 1987. Associação entre *Drosophila* e leveduras [Association between *Drosophila* and yeasts]. 5. Breeding sites preferences in *D. ananassae* strains. D.I.S., **66**: 23-24.
- Belo, M. & Banzatto, D.A. 1988. Associação entre *Drosophila* e leveduras [Association between *Drosophila* and yeasts]. 4. Seleção para o desenvolvimento e atração. Naturalia, **13**: 1-10.
- Birch, L.C. & Battaglia, B. 1957. The abundance of *Drosophila willistoni* in relation to food in natural populations. Ecology, **38**: 165-166.
- Bonorino, C.B.C. & Valente, V.L.S. 1989. Studies on wild and urban populations and breeding sites of *Drosophila nebulosa*. Rev. Bras. Biol., **49**: 771-776.
- Brcic, D. & Valente, V.L.S. 1978. Dinâmica de comunidades de *Drosophila* que se estabelecem em frutos silvestres no Rio Grande do Sul. Ciênc. Cult., **30**: 1104-1111.
- Carson, H.L. 1971. The ecology of *Drosophila* breeding sites. Harold Lyon Arboretum Lect.
- Carson, H.L. & Stalker, H.D. 1951. Natural breeding sites for some wild species of *Drosophila* in the eastern United States. Ecology, **32**: 317-330.

- Chassagnard, M.T. & Tsacas, L. 1993. Le sous-genre *Zaprionus* S.Str. définition de groupes d'espèces et révision du sous-groupe *vittiger* (Diptera: Drosophilidae). An. Soc. Ent. Fr., 29: 173-194.
- Chess, K.F.; Ringo, J.M. & Dowse, H.B. 1990. Oviposition by 2 Species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) - Behavioral-Responses to Resource Distribution and Competition. Ann. Ent. Soc. Am., **83**: 717-724.
- da Cunha, A.B.; Dobzhansky, T. & Sokoloff, A. 1951. On food preferences of sympatric species of *Drosophila*. Evolution, **5**: 97-101.
- da Cunha, A.B.; Shehata, A. & de Oliveira, W. 1957. A study of the diets and nutritional preferences of tropical species of *Drosophila*. Ecology, **38**: 98-106.
- David, J.R. & Capy, P. 1983. *Drosophila* community in domestic habitats of Martinique Island and some specialized breeding sites of native species. Acta Oecol., Oecol. gen., **4**: 265-270.
- Dobzhansky, T. & da Cunha, A.B. 1955. Differentiation of nutritional preferences in brazilian species of *Drosophila*. Ecology, **36**: 34-39.
- Dobzhansky, T. & Pavan, C. 1943. Studies on brazilian species of *Drosophila*. Bol. Fac. Filos. Ciênc. São Paulo, **36**: 7-72.
- Dobzhansky, T. & Pavan, C. 1950. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. J. Anim. Ecol., **19**: 1-14.
- Dobzhansky, T.; Cooper, D.M.; Phaff, H.J.; Knapp, E.P. & Carson, H.L. 1956. Studies on the ecology of *Drosophila* in the Yosemite Region of California .4. Differential attraction of species of *Drosophila* to different species of yeasts. Ecology, **37**: 544-550.
- Döge, J.S.; Gottschalk, M.S.; Toni, D.C.; Bizzo, L.M.; Oliveira, S.C; Valente, V.L.S. & Hofmann, P.R.P. 2004. New records of six species of subgenus *Sophophora* (*Drosophila*, Drosophilidae) collected in Brazil. Zootaxa, **675**: 1-6.
- Fellows, D.P. & Heed, W.B. 1972. Factors affecting host plant selection in desert-adapted cactiphilic *Drosophila*. Ecology, **53**: 850-858.

- Ferreira, L.B. & Tidon, R. 2005. Colonizing Potential of Drosophilidae (Insecta) in environments with different grades of urbanization. *Biodivers. Conserv.*, **14**: 1809-1921.
- Franck, G. & Valente, V.L.S. 1985. Study on the fluctuations in *Drosophila* populations of Bento Gonçalves, RS, Brazil. *Rev. Bras. Biol.*, **45**: 133-141.
- Freire-Maia, N. & Pavan, C. 1949. Introdução ao estudo da drosófila. *Cultus*, **1**: 1-71.
- Frota-Pessoa, O. 1954. Revision of the *tripunctata* group of *Drosophila* with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). *Arc. Mus. Para.*, **10**: 253-304.
- Gibson, J.B.; May, T.W. & Wilks, A.V. 1981. Genetic variation at the alcohol dehydrogenase locus in *Drosophila melanogaster* in relation to environmental variation: ethanol levels in breeding sites and allozyme frequencies. *Oecologia*, **51**: 191-198.
- Hoffmann, A.A. 1985. Effects of experience on oviposition and attraction in *Drosophila*: comparing apples and oranges. *Am. Nat.*, **126**: 41-51.
- Lachaise, D. 1983. Reproductive allocation in the tropical drosophilidae: further evidence on the roles of breeding-site choice. *Am. Nat.*, **122**: 132-146.
- Lachaise, D. & Tsacas, L. 1983. Breeding sites in tropical african drosophilids. p. 221-332. *In*: M. Ashburner, L.H. Carson & J.N. Thompson Jr (eds). *The genetics and biology of Drosophila*. Vol 3d, Academic Press, London.
- Lachaise, D.; Tsacas, L. & Couturier, G. 1982. The Drosophilidae associated with tropical african figs. *Evolution*, **36**: 141-151.
- Leão, B.F.D. & Tidon, R. 2004. Newly invading species exploiting native host-plants: the case of the African *Zaprionus indianus* (Gupta) in the Brazilian Cerrado (Diptera, Drosophilidae). *Ann. Soc. Ent. Fr.*, **40**: 285-290.
- Liang, B.L. & Fuyama, Y. 2000. Can *Drosophila simulans* breed on *Morinda citrifolia*, the host plant of *D. sechellia*? *D.I.S.*, **83**: 10-13.
- Lindsay, S.L. 1958. Food preferences of *Drosophila* larvae. *Am. Nat.* **92**: 279-285.
- Marris, E. 2005. The forgotten ecosystem. *Nature*, **437**: 944-945.

- Mata, R.A. 2002. Drosofilídeos (Diptera, Insecta) como indicadores do estado de perturbação do Cerrado. Dissertação de mestrado do programa de Biologia Animal - Universidade de Brasília. Orientadora: Rosana Tidon.
- Miranda, H.S.; Bustamante, M.M.C. & Miranda, A.C. 2002. The fire factor. p. 51-67. *In*: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds.). The Cerrados of Brazil – Ecology and a natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press, New York.
- Mueller, L.D. 1985. The evolutionary ecology of *Drosophila*, p. 37-98. *In*: Hecht, M.K.; Wallace, B. & Prance, G.T. (eds). Evolutionary Biology. Plenum Press, New York and London.
- Myers, N.; Mittermeir, R.A.; Mittermeir, C.G.; Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**: 853-858.
- Nunney, L. 1990. *Drosophila* on oranges - colonization, competition, and coexistence. *Ecology*, **71**: 1904-1915.
- Nunney, L. 1996. The colonization of oranges by the cosmopolitan *Drosophila*. *Oecologia*, **108**: 552-561.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. p. 91-119. *In*: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds.). The Cerrados of Brazil – Ecology and a natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press, New York.
- Pavan, C. 1950. Espécies brasileiras de *Drosophila*. *Bol. Fac. Filos. Cienc. S. Paulo*, **111**: 3-36.
- Pavan, C. & da Cunha, A.B. 1947. Espécies brasileiras de *Drosophila*. *Bol. Fac. Filos. Cienc. S. Paulo*, **86**: 20-64.
- Pereira, M.A.Q.R.; Vilela, C.R. & Sene, F.M. 1983. Notes on the Breeding and Feeding Sites of Some Species of the *repleta* Group of the Genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Ciênc. Cult.*, **35**: 1313-1319.

- Perry, J.N. & Taylor, L.R. 1986. Stability of Real Interacting Populations in Space and Time - Implications, Alternatives and the Negative Binomial Kc. *J. Anim. Ecol.*, **55**: 1053-1068.
- Pipkin, S.B. 1964. The influence of feeding and breeding sites on population size of ground-feeding Neotropical *Drosophila*. *Genetics*, **50**: 276.
- Pipkin, S.B. 1965. The influence of adult and larval food habits on population size of Neotropical ground-feeding *Drosophila*. *Am. Midl. Nat.*, **74**: 1-27.
- Powell, J.R. 1997. Progress and prospects in evolutionary biology: The *Drosophila* model. Oxford University Press, New York, USA.
- RECOR, 2005. Reserva Ecológica do IBGE. Consultado em: março de 2005. URL: <http://www.recor.org.br>.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. p. 89-166. *In*: Sano, S.M. & Almeida, S.P. (eds). Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC, Brasília.
- Rohde, C. & Valente, V.L. 1996. Ecological characteristics of urban populations of *Drosophila polymorpha* Dobzhansky & Pavan and *Drosophila cardinoides* Dobzhansky & Pavan (Drosophilidae). *Rev. Bras. Ent.*, **40**: 75-79.
- Saavedra, C.C.R.; Callegarijacques, S.M.; Napp, M. & Valente, V.L.S. 1995. A descriptive and analytical study of four Neotropical drosophilid communities. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, **33**: 62-74.
- Santos, R.A. & Valente, V.L. 1990. On the occurrence of *Drosophila paulistorum* Dobzhansky & Pavan (Diptera, Drosophilidae) in na urban environment: ecological and cytogenetic observations. *Evol. Biol.*, **4**: 253-268.
- Santos, R.C.O. 1998. Drosofilídeos (Diptera) associados a flores de espécies dos gêneros *Cestrum* e *Sessea* (Solanaceae) na Reserva Biológica do Instituto de Botânica. Dissertação de Mestrado do programa de Ciências Biológicas (Zoologia) - Universidade de São Paulo. Orientador: Carlos Ribeiro Vilela.

- Sene, F.M.; Val, F.C.; Vilela, C.R. & Pereira, M.A.Q.R. 1980. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. Pap. Avul. Zool., **33**: 315-326.
- Sevenster, J.G. 1996. Aggregation and coexistence .1. Theory and analysis. J. Anim. Ecol., **65**: 297-307.
- Sevenster, J.G. & van Alphen, J.J.M. 1996. Aggregation and coexistence. 2. A neotropical *Drosophila* community. J. Anim. Ecol., **65**: 308-324.
- Shorrocks, B. 1974. Niche parameters in domestic species of *Drosophila*. J. Nat. Hist, **8**: 215-222.
- Shorrocks, B. 1982. The breeding sites of temperate woodland *Drosophila*. p. 385-428. In: M. Ashburner, L.H. Carson & J.N. Thompson Jr (eds). The genetics and biology of *Drosophila*. Vol 3b, Academic Press, London.
- Shorrocks, B. & Charlesworth, P. 1980. Distribution and abundance of the British fungal-breeding *Drosophila*. Ecol. Entomol. **5**: 61-78.
- Shorrocks, B. & Sevenster, J.G. 1995. Explaining local species-diversity. P. Roy. Soc. Lond. B. Bio., **260**: 305-309.
- Silva, N.M.; Fantinel, C.C.; Valente, V.L.S. & Valiati, V.H. 2005a. Ecology of colonizing populations of the figfly *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in Porto Alegre, Southern Brazil. Iheringia, **95**: 1-12.
- Silva, N.M.; Fantinel, C.; Valente, V.L.S. & Valiati, V.H. 2005b. Population dynamics of the invasive species *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera, Drosophilidae) in communities of Drosophilids of Porto Alegre city, Southern Brazil. Neotrop. Entomol., **34**: 363-374.
- Silva-Júnior, M.C. 2005. 100 árvores do cerrado: guia de campo. G.C. Santos, P.E. Nogueira, C.B. Munhoz & A.E. Ramos (eds). Rede de Sementes do Cerrado, Brasília.
- Stein, C.P.; Teixeira, E.P. & Novo, J.P.S. 1999. Mosca do figo - *Zaprionus indianus*. Consultado em: abril de 2005. URL: <http://www.iac.br/~cenfit/artigos/zaprionus>.
- Tidon, R. 2006. Relationships between drosophilids (Diptera, drosophilidae) and the environment on two contrasting tropical vegetations. Biol. J. Linn. Soc., **87**: 233-248.

- Tidon, R.; Leite, D.F. & Leão, B.F.D. 2003. Impact of the colonization of *Zaprionus* (Diptera, Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion. *Biol. Conserv.*, **112**: 299-305.
- Tidon, R.; Chaves, N.B. & Diniz, I.R. 2006. Em preparação.
- Toda, M.J.; Kimura, M.T. & Tuno, N. 1999. Coexistence mechanisms of mycophagous drosophilids on multispecies fungal hosts: aggregation and resource partitioning. *J. Anim. Ecol.*, **68**: 794-803.
- Vacek, D.C.; East, P.D.; Barker, J.S.F. & Soliman, M.H. 1985. Feeding and oviposition preferences of *Drosophila buzzatii* for microbial species isolated from its natural environment. *Biol. J. Linn. Soc.*, **24**: 175-187.
- Val, F.C. 1982. The male genitalia of some Neotropical *Drosophila*: notes and illustrations. *Pap. Avul. Zool.*, **34**: 309-347.
- Val, F.C.; Vilela, C.R. & Marques, M.D. 1981. Drosophilidae of the Neotropical region. p. 123-168. *In*: M. Ashburner, L.H. Carson & J.N. Thompson Jr (eds). The genetics and biology of *Drosophila*. Vol 3a, Academic Press, London.
- Valente, V.L.S. & Araújo, A.M. 1985. Observations on the chromosomal polymorphism of natural populations of *Drosophila willistoni* and its association with the choice of feeding and breeding sites. *Rev. Bras. Genet.*, **8**: 271-284.
- Valente, V.L.S. & Araújo, A.M. 1986. Comments on breeding sites of *Drosophila willistoni* Sturtevant (Diptera, Drosophilidae). *Rev. Bras. Ent.*, **30**: 281-286.
- Valente, V.L.S.; Saavedra, C.C.R.; Araújo, A.M. & Morales, N.B. 1980. Observations on the attraction of *Drosophila* species for different baits and chromosomal polymorphism in *Drosophila willistoni*. *D.I.S.*, **56**: 147-149.
- Vilela, C.R. 1983. A revision of the *Drosophila repleta* species group (Diptera, Drosophilidae). *Rev. Bras. Ent.*, **27**: 1-114.
- Vilela, C.R. 1992. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Rev. Bras. Ent.*, **36**: 197-221.



- Vilela, C.R. 1999. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical region? D.I.S., **82**: 37-39.
- Vilela, C.R. 2001. Breeding sites of Neotropical Drosophilidae (Diptera). III. Rotting infructescences of *Philodendron bipinnatifidum* (Araceae). Rev. Bras. Ent., **45**: 339-344.
- Vilela C.R. & Bächli, G. 1990. Taxonomic studies on Neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). Mitt. Schweiz. Ent. Ges., **63**: 1-332.
- Ward, B.L.; Starmer, W.T.; Russel, J.S. & Heed, W.B. 1975. The correlation of climate and host plant morphology with a geographic gradient of an inversion polymorphism in *Drosophila pachea*. Evolution, **28**: 565-575.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: Why? Annu. Rev. Ecol. Syst., **19**: 1-18.