

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Faculdade de Ciências Biológicas**

Carolina Flores Garcia

**ESTUDO DE ASSEMBLÉIAS DE DROSOFILÍDEOS EM
DIFERENTES NÍVEIS DE URBANIZAÇÃO NA CIDADE DE
PORTO ALEGRE, RS, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
graduação de bacharel em Ciências
Biológicas – Ênfase Ambiental - pela
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul. Escrito sob as normas da revista
Papéis Avulsos de Zoologia

Orientadora: Dra^a: Vera Lúcia da Silva Valente Gaiesky

Porto Alegre, Dezembro de 2009.

**ESTUDO DE ASSEMBLÉIAS DE DROSOFILÍDEOS EM
DIFERENTES NÍVEIS DE URBANIZAÇÃO NA CIDADE DE
PORTO ALEGRE, RS, BRASIL**

**CAROLINA FLORES GARCIA¹, HERMES JOSÉ SCHMITZ¹, CLEVERTON
JULIANO CARDOSO HOCHMÜLLER¹, VERA LÚCIA DA SILVA VALENTE¹**

1-Laboratório de *Drosophila*, Departamento de Genética, Instituto de Biociências,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa postal 15.053, 91501-970 Porto
Alegre, RS, Brasil. E-mail: cafagibio@hotmail.com

RESUMO

As coletas de drosofilídeos em centros urbanos possibilitam a comparação entre diferentes ambientes quanto ao grau de preservação ou alteração ambiental. Este trabalho analisou as assembleias de drosofilídeos em diferentes níveis de urbanização na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Para tal, foram realizadas coletas durante o ano de 2008 em três ambientes distintos: Jardim Botânico, uma área altamente urbanizada; Parque Gabriel Knijnik, uma área de mata com urbanização intermediária; e Morro Santana, uma área de mata relativamente preservada com iminente avanço urbano. O Jardim Botânico apresentou 35 espécies de quatro gêneros diferentes, com uma alta ocorrência das espécies exóticas *Drosophila simulans* e *Zaprionus indianus*. O parque Gabriel Knijnik apresentou 33 espécies de quatro gêneros distintos, com maior ocorrência das espécies nativas do grupo *tripunctata* e do subgrupo *willistoni*, e menor ocorrência das espécies exóticas. Quanto ao Morro Santana, foram identificadas 32 espécies de três gêneros diferentes, com maior abundância dos grupos nativos, baixa representatividade das espécies exóticas e ausência da espécie *Z. indianus*. Os valores do índice de Jaccard evidenciaram maior similaridade na composição de espécies das coletas de Verão e Outono e de Inverno e Primavera. Já o índice de Morisita diferenciou

o Jardim Botânico dos outros dois locais, que se mostraram mais similares entre si. Na coleta de Inverno as amostras do Parque Gabriel Knijnik obtiveram maiores valores nos índices de heterogeneidade, equitabilidade e rarefação em relação às amostras do Morro Santana. Isto parece ser uma consequência do maior número de indivíduos de espécies do grupo nativo *tripunctata* coletados neste último ponto. Nossos resultados ressaltam que o Morro Santana é uma área importante de biodiversidade nativa. Desta forma, reforçando a inclusão deste local no projeto de criação do Corredor Ecológico proposto pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil.

ABSTRACT

Collecting drosophilids in urban areas makes possible to compare different environments in respect to the degree of preservation or environmental alteration. The present study analysed drosophilid assemblages in different levels of urbanisation in the city of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Collections were carried out in 2008 in three different environments: Jardim Botânico, a highly urbanised area; Parque Gabriel Knijnik, a forested area with intermediary urbanisation; and Morro Santana, a relatively well-preserved forested area, although threatened by the urban growth. In Jardim Botânico, 35 species of four genera were found, with high abundance of exotic species as *Drosophila simulans* and *Zaprionus indianus*. In Parque Gabriel Knijnik, 33 species of four genera were found, with higher abundances of native species belonging to the *tripunctata* group and *willistoni* subgroup, and lower abundance of exotic species. In respect to Morro Santana, 32 species and three genera were found, with higher abundances of native groups, low representativity of exotic species and absence of *Z. indianus*. The analysis with the Jaccard index showed higher similarity in the species

composition between samples of Summer and Autumn, and between Winter and Spring. In the other hand, the Morisita index differentiated Jardim Botânico from the other two sites. In the Winter, the sample of Parque Gabriel Knijnik showed higher values of heterogeneity, evenness and richness compared to Morro Santana. This may be consequence of the higher number of individuals of species of the native *tripunctata* group, collected in the last site. Our results have shown that Morro Santana is an important area of native biodiversity, therefore, reinforcing the inclusion of this area in the project of creation of a ecological corridor as proposed by the Ministry of Environment of Brazil.

PALAVRAS CHAVES: *Drosophila*, urbanização, riqueza de espécies, Porto Alegre, Corredor Ecológico

KEY WORDS: *Drosophila*, urbanisation, species richness, Porto Alegre, ecological corridor

INTRODUÇÃO

A família Drosophilidae compreende mais de 4.000 espécies descritas (Bächli, 2009), para as quais existem uma gama de informações acerca da sua sistemática, ecologia, genética, biologia molecular e desenvolvimento. As espécies desta família apresentam características que apóiam a sua utilização como organismo bioindicador. Entre estas características estão: sua ampla distribuição geográfica, seus indivíduos numerosos e de pequeno porte, ciclo de vida curto, facilidade de coleta e de manuseio em laboratório, sua alta sensibilidade a pequenas modificações no ambiente e a rapidez

de resposta em termos populacionais (Parsons,1991; Martins, 1987; McIntyre, 2000; Ferreira & Tidon, 2005). Mata *et al.* (2008) testaram e comprovaram o uso de drosofilídeos como bioindicadores dos distúrbios causados pelo homem, utilizando protocolos vigentes para a escolha de organismos bioindicadores (Dufrêne & Legendre, 1997; McGeoch & Chown, 1998; McGeoch *et al.*, 2002). Para tal, as autoras amostraram uma área urbanizada e duas áreas de reserva no Cerrado brasileiro, as quais correspondiam a quatro habitats. Neste trabalho foi verificado que tanto em florestas preservadas quanto em florestas já alteradas ocorria uma dominância de espécies nativas, enquanto que nos ambientes urbanos havia uma dominância das espécies exóticas. O estudo de drosofilídeos em ambientes urbanos no continente americano, apesar de escassos, tem reforçado os resultados de Mata *et al.* (2008). Apesar de não utilizarem protocolos para tais inferências, trabalhos anteriores já observavam a predominância de espécies nativas em ambientes preservados e de espécies exóticas em ambientes alterados (Bélo & Oliveira, 1976; Bélo & Gallo, 1977; Bélo, 1979; Ferreira & Tidon, 2005; Goñi *et al.*, 1997; Avondet *et al.*, 2003).

De acordo com McIntyre (2000) e McIntyre *et al.* (2001) existem poucos estudos com artrópodes em ambientes urbanos, e assim, pouco conhecimento de como estes organismos respondem à urbanização. Conforme Marcus & Detwyler (1972) as cidades podem ser consideradas um ecossistema em particular. A fragmentação do habitat é acompanhada pela criação de um novo habitat que substitui o original, com características, tais como umidade e temperatura totalmente diferentes; e que acabam influenciando variáveis ambientais importantes. Desta forma, muitas espécies não existentes no habitat original podem, de maneira oportunista, usar o novo habitat e possivelmente invadi-lo (Martins, 2001). Dentre as alterações causadas pela urbanização está a poluição, a qual emite grandes quantidades de partículas no ar

ocasionando forte turbidez. Além disso, modificações no solo, tais como construções e pavimentações, causam a diminuição da infiltração da água, dessa forma aumentando a aridez local. Todos estes fatores, junto com a dificuldade da movimentação dos ventos, acarretam na formação de Ilhas Térmicas com temperaturas mais elevadas (Bryson & Ross, 1972; Danni, 1980; Hasenack, 1989).

A cidade de Porto Alegre é a capital do Estado do Rio Grande do Sul. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1º de Julho de 2009, a cidade apresentava uma estimativa de 1.436.123 habitantes residentes, sendo considerada a 11ª cidade mais populosa do país (IBGE, 2009). Desde o trabalho inicial de Valente *et al.* (1989), estudos com assembléias de drosofilídeos nesta cidade tem mostrado os efeitos do crescimento da urbanização na composição da fauna e em marcadores genéticos (Valiati & Valente, 1996, Lucchese *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2005 a,b; Garcia *et al.*, 2008). Estes estudos tem permitido monitorar a entrada de espécies exóticas na cidade, como no caso de *Zaprionus indianus* (Castro & Valente, 2001) e *Drosophila malerkotliana* (Garcia *et al.*, 2005).

Conforme a atualização da portaria número 9, de 23 de Janeiro de 2007 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), ficou estabelecida a necessidade da criação de um Corredor Ecológico entre o Morro Santana (Porto Alegre) e o Parque Estadual de Itapuã (Viamão), com alta prioridade de criação. Corredores Ecológicos são faixas de vegetação que ligam fragmentos florestais separados pela atividade humana. Este projeto engloba duas áreas de coletas do presente trabalho (discutidas a seguir).

Este trabalho tem como objetivo caracterizar a estrutura das assembléias de drosofilídeos em diferentes níveis de urbanização na cidade de Porto Alegre, em especial no Morro Santana, verificando a ocorrência de variação sazonal na abundância de drosofilídeos no período estudado, comparando com outros estudos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

As coletas foram realizadas na cidade de Porto Alegre (30°02'S, 51°14'W), capital do Estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, a qual faz parte do Bioma Pampa. Esta cidade apresenta uma base territorial de 497 km² (IBGE, 2007). Conforme o critério de Köppen (1948), sua classificação climática é *Cfa*, clima subtropical úmido e com verão quente.

Foram amostrados três locais com diferentes níveis de urbanização, baseado em Ruszczyk (1986/1987), considerando o tipo de cobertura vegetal e os tipos de construções no entorno próximo (Fig. 1): Jardim Botânico (JBO – 30°3.091'S, 51°10.709'W), com 39 hectares e alto nível de urbanização no seu entorno. Esta área sofreu um amplo processo de urbanização nos últimos 20 anos, através da construção de edifícios comerciais e residenciais e avenidas importantes para a cidade. Parque Gabriel Knijnik (PGK – 30°6.219'S, 51°12.159'W) uma área de 11,8 hectares com urbanização intermediária, a qual se caracteriza por casas e terrenos grandes no entorno próximo, por fragmentos de mata pequenos e abertos, e por áreas com cultivo de plantas frutíferas ao redor. Morro Santana (MSA – 30°3.848'S, 51°7.377'W), com aproximadamente 1.000 hectares, sendo que 350 hectares constituem a Reserva Ecológica do Morro Santana (Menegat *et al.*, 1998). Esta área se caracteriza pelo baixo nível de urbanização, e é ponto mais elevado da cidade (311 metros de altitude). Este morro apresenta um mosaico com campo e fragmento de mata grande e fechado, com bastante urbanização ao redor e principiando adentrar o local. É considerado um dos últimos remanescentes naturais da cidade.

Metodologia de Coleta

Para a captura dos drosofilídeos foi realizada uma coleta a cada estação durante o ano de 2008, em cada um dos três locais amostrados, totalizando 12 amostras. Foram utilizadas 10 armadilhas no Verão e 20 armadilhas nas demais estações, confeccionadas de acordo com Tidon & Sene (1988). Como isca, foi utilizada uma banana amassada misturada com fermento biológico comercial (FLEISHMAN®) em cada armadilha. Estas armadilhas eram amarradas nos galhos das árvores a uma altura aproximada de 1m30cm do solo e retiradas após três dias. Este é o primeiro trabalho de coletas de drosofilídeos realizado na cidade a utilizar este tipo de armadilha.

Identificação das espécies

Após a retirada das armadilhas, foram realizadas triagens no laboratório para a identificação das espécies. Primeiramente todos os indivíduos foram levemente adormecidos com éter para visualização em estereomicroscópio e separação em nível de grupo. As espécies reconhecidas pela morfologia externa foram contabilizadas nesta etapa e armazenadas em solução de etanol: água: ácido acético: glicerol (6:4:1:1). Para as outras, caso fossem machos, também eram armazenadas na solução etanol: água: ácido acético: glicerol, para posterior análise da terminália conforme Bächli *et al.* (2004), onde os indivíduos foram tratados com KOH 10% durante três dias e, após, corados com GAGE (300 ml água, 10 ml HCl 10%, 0,5g ficsina ácida). Após este tratamento, foi realizada a análise da terminália de acordo com a bibliografia descritiva das espécies disponível; caso fossem fêmeas eram estabelecidas isolinhagens em meio

de cultura padrão (Marques *et al.*, 1966), para obtenção de prole masculina para posterior identificação. As fêmeas que não estabeleceram prole permaneceram com a identificação em nível de grupo. Para a identificação das espécies crípticas do subgrupo *willistoni* os indivíduos foram submetidos à análise eletroforética diagnóstica do sistema *AcpH1* (Fostatase Ácida), de acordo com Garcia *et al.* (2006).

Análises de ecologia e diversidade

Foram utilizados os seguintes parâmetros para as análises das assembléias: Riqueza de espécies (*Sobs*), o qual representa o número de espécies coletadas em cada amostra; Abundância relativa, número de indivíduos das espécies exóticas: *D. simulans*, *D. immigrans*, *Z. indianus*, do grupo nativo *tripunctata*, do subgrupo nativo *willistoni* (o qual, localmente, compreende *D. willistoni* e *D. paulistorum*), da espécie nativa *Drosophila capricorni* e dos demais indivíduos coletados nos três locais, divididos pelo número total de indivíduos na amostra, a cada estação; Índices de similaridades de Jaccard e de Morisita, utilizando o programa PAST versão 1.94b (Hammer *et al.*, 2001), considerando todas as espécies coletadas em cada local a cada estação. A diversidade foi calculada pelo Índice de heterogeneidade de Shannon-Wiener (H') com logaritmo na base *e* (Magurran, 1988; Krebs 1999) no programa *Ecological Methodology 2and edition* (Krebs, 1999).

Também foram calculadas a Equitabilidade de Smith e Wilson (*Evar*) (Smith & Wilson, 1996; Krebs, 1999), no programa *Ecological Methodology 2and edition*; e a riqueza de espécies estimada por Rarefação (*Srar*) padronizada em todas as amostras para 101 indivíduos (Magurran, 1988; Krebs, 1999) no programa *BiodiversityPro* versão 2 (McAleece *et al.*, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Riqueza de espécies e abundâncias relativas

Foram coletados ao total 15.965 indivíduos pertencentes a 52 espécies de seis gêneros diferentes de Drosophilidae, sendo que 13.831 foram identificados a nível específico (Tabela 1). Os indivíduos não identificados foram fêmeas que não deixaram prole ou indivíduos que morreram em alguma fase do processo de amostragem ou identificação, bem como análises eletroforéticas que não obtiveram êxito (especificamente subgrupo *willistoni*). Destes indivíduos não identificados, 1381 são do grupo *tripunctata*, 549 do subgrupo *willistoni*, 160 do grupo *repleta*, 17 do grupo *saltans*, oito do grupo *annulimana* e 19 espécimes não identificados.

No Jardim Botânico foram coletadas 35 espécies de quatro gêneros diferentes, com uma alta ocorrência das espécies exóticas *D. simulans* e *Z. indianus*. O Parque Gabriel Knijnik apresentou 33 espécies de quatro gêneros distintos, com maior ocorrência das espécies nativas do grupo *tripunctata* e do subgrupo *willistoni*, e menor ocorrência das espécies exóticas, comparado ao JBO. Quanto ao Morro Santana, nele foram identificadas 32 espécies de três gêneros diferentes, com maior abundância dos grupos nativos, baixa representatividade das espécies exóticas e ausência de *Z. indianus*. As espécies mais representativas considerando os três locais amostrados foram *D. willistoni* (22%), *D. simulans* (20%), *Z. indianus* (11%) e *D. immigrans* (10%). A Fig. 2 mostra as abundâncias relativas das principais espécies nativas e exóticas coletadas.

Considerando os três locais amostrados, nossos resultados indicam uma maior riqueza de espécies observada para o JBO, o qual possui alto nível de urbanização. JBO

apresenta uma maior riqueza de espécies devido à ocorrência de espécies nativas em menor quantidade (tanto de mata como de ambientes abertos) e de espécies exóticas. Este fato corrobora o que foi apontado por Sax & Gaines (2003), os quais afirmam que espécies exóticas podem enriquecer a diversidade local, mas diminuir a diversidade global. Esta maior riqueza também se deve ao fato de no JBO ter ocorrido outros gêneros de Drosophilidae (*Amiota*, *Chymomyza*) os quais apresentam poucos estudos sobre sua ecologia e em outras áreas do saber, dificultando qualquer inferência quanto a sua representatividade neste ambiente.

Drosophila willistoni é uma espécie versátil ecologicamente (Burla *et al.*, 1950; Valiati & Valente, 1996), sendo encontrada em diversos ambientes no Neotrópico. Em nossas amostragens, esta espécie teve alta representatividade no Verão e no Outono, tendência salientada em trabalhos anteriores, devido à sua preferência a períodos mais quentes e úmidos (Dobzhansky & Pavan, 1950; Frank & Valente, 1985; Saavedra *et al.*, 1995), entretanto, em nossas amostras ela também foi altamente abundante na Primavera no PGK e MSA (em especial neste último). Pelo fato de ser uma espécie dominante em florestas úmidas (Sene *et al.*, 1980; Araújo & Valente, 1981; Martins, 1987, 2001; Val & Kaneshiro, 1988) sua abundância demonstra maior integridade do ambiente, o que confirma seus baixos níveis em JBO. O fato de *D. willistoni* ser a espécie mais amostrada neste trabalho difere dos últimos trabalhos realizados em Porto Alegre, os quais encontraram *Z. indianus* (Silva *et al.*, 2005 a,b) e *D. simulans* (Garcia *et al.*, 2008) como as espécies mais abundantes. Porém, nestes trabalhos, o tamanho amostral foi maior e a metodologia de coleta empregada diferente. Os locais que mais contribuíram para este aumento foram os ambientes menos urbanizados MSA e PGK respectivamente.

Drosophila paulistorum teve sua primeira ocorrência reportada na cidade em 1985 (Santos & Valente, 1990). Esta espécie apresenta uma maior abundância em locais com menores níveis de urbanização. Na cidade de Porto Alegre, esta espécie vem apresentando períodos de picos populacionais alternados com decréscimos de abundância devido ao fato de Porto Alegre ser um ponto extremo da sua distribuição (Santos & Valente, 1990; Valiati & Valente 1996; Silva *et al.*, 2005 a,b; Garcia *et al.*, 2008). Outro efeito decorrente disto é a diminuição na sua frequência de polimorfismos cromossômicos (Santos & Valente, 1990; Valiati & Valente 1997; Garcia *et al.*, 2008). No presente trabalho, o local onde mais se coletou esta espécie foi o MSA. No decorrer dos trabalhos com análises de assembléias na cidade, esta espécie apresentou sua abundância em decréscimo (Santos & Valente, 1990; Valiati & Valente 1996; Silva *et al.*, 2005 a,b; Garcia *et al.*, 2008), o que também se pronunciou no presente estudo; sendo assim, esta espécie pouco influenciou na abundância relativa do subgrupo *willistoni*.

Drosophila capricorni, juntamente com *D. willistoni*, é um membro do grupo nativo *willistoni*. É também uma espécie típica de florestas (Sene *et al.*, 1980). Sua maior representatividade foi na Primavera (PGK e MSA). No trabalho de Döge *et al.* (2008), no qual os autores analisaram uma mata preservada em Joinville (SC), esta espécie representou 19% da sua amostragem, ficando atrás apenas de *D. willistoni* (41%). Gottschalk *et al.* (2007) ressaltou seu decréscimo em área de alta urbanização, devido à sua alta sensibilidade às mudanças ambientais, indicando-a como uma conveniente espécie indicadora de preservação ambiental. Nossos resultados encontram esta espécie em baixa abundância na cidade, principalmente em JBO, quadro que já vem sendo reportado em trabalhos anteriores (Silva *et al.*, 2005 a,b; Garcia *et al.*, 2008).

O grupo *tripunctata* é um dos maiores grupos endêmicos do Neotrópico (Frota-Pessoa, 1954; Vilela, 1992) sendo caracterizado como de florestas frias e chuvosas (Sene *et al.*, 1980; Martins, 1987), que não se associa ao homem (Dobzhansky & Pavan, 1950; Sene *et al.*, 1980) e que coloniza fungos (Patterson & Stone, 1952). Este grupo teve alta representatividade durante o Inverno, principalmente no MSA, onde representou 63% da coleta, Também nesta coleta foram identificadas nove espécies deste grupo, indicando uma alta diversidade neste local e que não fora reportada em outros locais amostrados, inclusive em trabalhos anteriores na cidade de Porto Alegre (Valente *et al.*, 1989; Valiati & Valente 1996; Silva *et al.*, 2005 a,b; Garcia *et al.*, 2008). Nestes trabalhos, bem como no presente, muitos indivíduos deste grupo não foram identificados em nível de espécie, podendo resultar em uma subestimativa em relação à diversidade do mesmo. Assim como para o grupo *willistoni*, para o grupo *tripunctata* também é creditada à sua presença como indicadora de integridade do ambiente, sendo assim sua alta representatividade e diversidade no MSA poderia estar indicando este ponto como o mais íntegro dentre os pontos amostrados dentro da cidade. No JBO sua presença foi bastante baixa, sendo praticamente ausente no Verão e no Outono.

Drosophila simulans é uma espécie exótica, cosmopolita e fortemente associada a locais perturbados pelo homem (Martins, 1989; Bélo & Oliveira-Filho, 1978; Bélo, 1979). Ela também é bastante encontrada em florestas (Val *et al.*, 1981; Tidon *et al.*, 2003) e em áreas abertas (Sene *et al.*, 1980; Tidon-Sklorz *et al.*, 1994; Tidon-Sklorz & Sene, 1995) por se adaptar melhor a diferentes regiões fitogeográficas. A maioria dos trabalhos envolvendo urbanização reporta esta espécie entre as mais amostradas em locais de alta urbanização (Bélo & Oliveira Filho, 1977; Goñi *et al.*, 1997; Ferreira & Tidon, 2005; Silva *et al.*, 2005 a,b Gottschalk *et al.*, 2007), indicando que sua abundância em cidades pode ser um indicador de ambiente alterado. Nossos resultados

mostram que esta espécie teve grande representatividade nos três locais durante o Verão, porém sua maior abundância foi no JBO (nas quatro estações), local de alta urbanização. No PGK, não ocorreu tão extrema quantidade destes indivíduos, mas provavelmente por ser um local com fragmento de mata pequeno e mais aberto, apresentou valores maiores que MSA, o qual possui um fragmento de mata maior e mais preservado. Estes resultados corroboram a discussão de Gottschalk *et al.* (2007), sobre a dificuldade desta espécie em se estabelecer em florestas mais preservadas.

Drosophila immigrans também é uma espécie exótica, cosmopolita e associada ao homem (Bélo & Gallo, 1977; Bélo, 1979; Sene *et al.*, 1980; Tidon-Sklorz *et al.*, 1994; Tidon-Sklorz & Sene, 1995). De acordo com Parson & Stanley (1981) esta espécie possui tolerância a baixas temperaturas. Sua maior abundância foi no Inverno e na Primavera no JBO, com menor abundância nos ambientes de mata MSA e PGK.

Zaprionus indianus é um drosofilídeo de origem africana com sua primeira ocorrência reportada recentemente por Vilela (1999) em São Paulo. A partir deste primeiro reconhecimento, outros autores começaram a encontrar esta espécie em outras localidades no Neotrópico (Castro & Valente, 2001, De Toni *et al.*, 2001; Goñi *et al.*, 2001; Tidon *et al.*, 2003), demonstrando a facilidade de expansão que ela possui. Segundo Vilela (1999), esta facilidade deve-se a capacidade que a espécie tem em se desenvolver em uma gama grande de substratos. Ferreira & Tidon (2005) salientam que esta espécie (juntamente com *D. simulans*) teve alta abundância nas suas análises em ambientes urbanos, porém, ambas também tem tido sucesso em invadir ambientes naturais, os quais no caso deste estudo, ambientes savânicos (Cerrado). Em Porto Alegre, desde a sua primeira captura (Castro & Valente, 2001) e nos trabalhos posteriores (Silva *et al.*, 2005 a,b; Garcia *et al.*, 2008), esta espécie foi reportada com alta abundância, principalmente nas estações mais quentes. Silva *et al.* (2005a)

analisaram os índices de dominância de Simpson (D) e de diversidade de Shanon Wiener (H') para sítios de oviposição e alimentação separadamente, enquanto que Silva *et al.* (2005b) analisaram amplitude e sobreposição de nicho de *Z. indianus* com outras espécies. Em ambos os trabalhos, os autores sugerem que a colonização de *Z. indianus* em Porto Alegre pode estar levando a ajustes nas estratégias de sobrevivência de espécies residentes, porém, sendo também possível que muitas espécies tenham condições de coexistir com ela.

Garcia *et al.* (2008) realizaram uma análise dos 20 anos de colonização de *D. paulistorum* na cidade, e como mencionado acima, constatou a abundância desta espécie diminui desde seu primeiro registro, ao qual os autores sugerem que o aumento populacional de *Z. indianus* pode estar também influenciando no declínio de *D. paulistorum*. No presente trabalho, *Z. indianus* apresentou altas frequências no JBO no Outono e na Primavera; no PGK ela foi a segunda mais abundantes no Outono e no MSA esta espécie não foi coletada. Nossos resultados demonstram uma clara queda na abundância de *Z. indianus*, ao contrário dos trabalhos anteriores já mencionados, indicando que a espécie passou por uma explosão populacional inicial e agora ela apresenta maior representatividade apenas em pontos mais urbanizados. Além desse decréscimo na sua abundância, *Z. indianus* não se mostrou capaz de invadir com sucesso ambientes de mata mais preservada na cidade, no caso MSA. Neste local é possível também verificar baixa representatividade de *D. paulistorum*, o que indica que a alta frequência populacional anteriormente reportada para *Z. indianus* pode não ter sido um fator muito relevante em seu declínio.

Sem dúvida, a continuidade de amostragens se faz necessária para o acompanhamento deste quadro acima mencionado.

Primeiros registros de gêneros e espécies de Drosophilidae para o Estado do Rio Grande do Sul

Baseado na revisão de Gottschalk *et al.* (2008), no qual os autores elaboraram uma revisão sobre os estudos das assembleias de Drosophilidae feitos no Brasil, e que reporta 304 espécies de drosofilídeos distribuídos em 18 gêneros pelo país; o presente estudo aponta as espécies *Drosophila cuaso*, *Drosophila flexa*, *Drosophila mediovittata*, *Drosophila piratininga*, *Drosophila sticta*, *Drosophila trifilum*, *Zygothrica ptialialis* e os gêneros *Amiota* e *Microdrosophila* como primeiros registros para o Estado do Rio Grande do Sul.

Diversidade β nos diferentes pontos de coleta

A análise através do Índice de Jaccard (Fig. 3), o qual utiliza um coeficiente binário e considera somente presença e ausência dos dados (Krebs, 1999), evidenciou maior similaridade na composição das espécies entre o Verão e o Outono e entre o Inverno e a Primavera. De uma maneira geral, a análise deste índice permite inferir que a composição das espécies nos três locais é mais influenciada pelas estações do que pelo local, uma vez que tanto espécies exóticas quanto espécies nativas ocorreram nos três locais, diferenciando-se apenas pelas suas abundâncias.

O Índice de Morisita (Fig. 4), o qual utiliza um coeficiente quantitativo e que mostra diferenças nas abundâncias relativas de cada espécie (Krebs, 1999) diferenciou o JBO dos outros dois locais (PGK e MSA). Esta separação do JBO dos demais locais amostrados deve-se ao fato das altas abundâncias das espécies exóticas *D. simulans*, *D. immigrans* e *Z. indianus*, uma vez que no MSA e no PGK as maiores abundâncias

foram da *D. willistoni* e do grupo *tripunctata*. A única exceção foi no Verão, onde JBO e PGK agruparam-se devido à alta abundância de *D. simulans* nesta estação em ambos os locais. Este índice reforça a pressuposição de que os três locais amostrados estão sujeitos a diferentes níveis de urbanização, demonstrando que as composições das assembléias estão respondendo de maneira diferente ao ambiente em que estão inseridas.

Heterogeneidade e Equitabilidade das assembléias

No presente trabalho, os valores de H' e *Evar* de uma maneira geral, apresentaram diferenças discretas ao longo das estações para os três locais (Tabela 2). No JBO, os valores de H' mostraram-se constantes ao longo das estações, apesar das variações em *Evar*, *Srar* e *Sobs*. O PGK e MSA apresentaram maiores variações nos valores de H' e *Sobs* do que nos valores de *Evar* e *Srar*. Os menores valores de H' foram obtidos no Verão nos três locais amostrados, os quais podem ter sido influenciados pelo menor número de armadilhas utilizadas nesta estação. Um ponto importante a destacar são os maiores valores de H' e *Evar* obtidos no Inverno no PGK e no MSA, os dois pontos amostrados com menor urbanização. Estes valores podem ser reforçados analisando os gráficos das abundâncias relativas destes locais (fig. 3), onde é possível verificar que no PGK, a fração representando outras espécies coletadas foi maior (aumentando H' e *Evar*), bem como a fração representando o grupo *tripunctata* no MSA foi mais elevada (63% nesta estação, contra 51% para PGK, diminuindo H' e *Evar*).

Nossos resultados para a análise de H' mostraram-se semelhantes aos encontrados por Silva *et al.* (2005a) e Gottschalk *et al.* (2007), os quais foram, no geral, maiores no Inverno nos locais de baixa urbanização.

Estas análises demonstram que os índices analisados não variam muito em relação aos locais, porém são influenciados pelas diferentes estações do ano, sendo maiores no Inverno.

Conservação em foco: Morro Santana, Corredor Ecológico e continuidade de coletas na cidade

Atualmente, é cada vez maior a preocupação com a preservação ambiental. Neste sentido, este trabalho abrange o MSA, o qual é uma área inserida em um projeto de criação de um Corredor Ecológico do MMA (Fig. 5). Este Corredor Ecológico irá abranger a maioria dos morros da cidade, sendo estas áreas já protegidas por lei.

O MSA há mais de uma década vem recebendo atenção voltada à sua preservação, principalmente por se tratar de um reduto natural que abriga fauna e flora de diferentes partes do continente sul-americano. Esta área também desempenha o papel de uma Ilha de Frescor, inserida em um denso núcleo urbano, como pode ser observado na Fig. 1.

Nossos resultados apontam o MSA como uma área que abriga uma grande diversidade de drosofilídeos nativos e grande abundância dos mesmos. Isto reforça o considerável estado de preservação deste local e a importância da sua inserção como área prioritária para preservação na cidade.

É importante que análises das assembléias de drosofilídeos continuem sendo feitas na cidade de Porto Alegre, inclusive incluindo estas áreas de morro protegidas.

Isto irá permitir continuar monitorando as invasões pelas espécies exóticas, bem como o grau de preservação ou alteração dos diferentes ambientes, auxiliando na escolha das áreas prioritárias para a conservação.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo financiamento da presente pesquisa. Ao senhor Luiz Alberto Carvalho Júnior pela permissão das coletas no Parque Gabriel Knijnik e ao senhor Luiz Gheller pela permissão das coletas no Jardim Botânico de Porto Alegre. À Professora Doutora Ana Cristina Lauer Garcia pelo auxílio nas coletas do Verão. À técnica do Laboratório de *Drosophila* da Universidade Federal do Rio Grande do Sul Bibiana Carrion pelo auxílio nas análises eletroforéticas. Ao Professores Doutores Victor Hugo Valiati e Marco Silva Gottschalk pelas correções iniciais deste manuscrito e valiosas sugestões.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO AM & VALENTE VLS. 1981. Observações sobre alguns lepidópteros e drosofilídeos do Parque do Turvo, RS. *Ciência e Cultura*, 33: 1485-1490.
- AVONDET JL, BLAIR RB, BERG DJ & EBBERT MA. 2003. *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) response to changes in ecological parameters across an urban gradient. *Environmental Entomology*, 32: 347–358.
- BÄCHLI G, VILELA CR, ESCHER SA & SAURA A. 2004. The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 39: 1-362.
- BÄCHLI G. 2009. Taxodros, the database on taxonomy of Drosophilidae. Disponível em: <<http://www.taxodros.unizh.ch/>>. Acessado em: Agosto de 2009.
- BÉLO M & OLIVEIRA-FILHO JJ. 1976. Espécies domésticas de *Drosophila*. V.: Influências de fatores ambientais no número de indivíduos capturados. *Revista Brasileira de Biologia*, 36: 903-909.
- BÉLO M & GALLO AJ. 1977. Domestic *Drosophila* species. I. Flies collected in Olímpia, SP, Brazil. *Drosophila Information Service*, 52: 137-138.
- BÉLO M & OLIVEIRA-FILHO JJ. 1978. Espécies domésticas de *Drosophila*. II. Flutuações de espécies atraídas para isca de banana fermentada naturalmente. *Científica*, 6: 269-278.
- BÉLO M. 1979. Espécies domésticas de *Drosophila*. III. Diversidade de espécies atraídas para isca de banana fermentada naturalmente. *Científica*, 7: 245-253.
- BRYSON RA & ROSS JE. 1972. The climate of the city. In: Detwyler TR & Marcus MG (eds.) *Urbanisation and environment - The physical geography of the city*. Duxbury, Belmont, p. 51-58.

- BURLA H, CUNHA AB, CAVALCANTI AGL, DOBZHANSKY T & PAVAN C. 1950. Population density and dispersal rates in Brazilian *Drosophila willistoni*. *Ecology*, 31:393-404.
- CASTRO FL & VALENTE VLS. 2001. *Zaprionus indianus* is invading Drosophilid communities in the southern Brazilian city of Porto Alegre. *Drosophila Information Service*, 84: 15-17.
- DANNI IM. 1980. A ilha térmica de Porto Alegre. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 8: 33-48.
- DE TONI DC, HOFMANN PRP & VALENTE VLS. 2001. First record of *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in the State of Santa Catarina, Brazil. *Biotemas*, 14 (1): 71 – 85.
- DOBZHANSKY T & PAVAN C. 1950. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. *Journal of Animal Ecology*, 19:1-14.
- DÖGE JS, VALENTE VLS & HOFMANN PRP. 2008. Drosophilids (Diptera) from an Atlantic Forest Area in Santa Catarina, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52: 615-624.
- Dufrêne M & Legendre P. 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- FERREIRA LB & TIDON R. 2005. Colonizing potential of Drosophilidae (Insecta, Diptera) in environments with different grades of urbanization. *Biological Conservation*, 14: 1809-1821.
- FRANCK G & VALENTE VLS. 1985. Study on the fluctuation in *Drosophila* populations of Bento Gonçalves, RS, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 45: 133-141.
- FROTA-PESSOA O. 1954. Revision of the *tripunctata* group of *Drosophila* with description of fifteen new species. *Arquivo do Museu Paranaense*, 10 (6): 253-304.

- GARCIA ACL, GOTTSCHALK MS, AUDINO GF, ROHDE C, VALIATI VH & VALENTE VLS. 2005. First evidence of *Drosophila malerkotliana* in the extreme South of Brazil (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil). *Drosophila Information Service*, 88: 28-30.
- GARCIA ACL, ROHDE C, AUDINO GF, VALENTE VLS & VALIATI VH. 2006. Identification of the sibling species of the *Drosophila willistoni* subgroup through the electrophoretical mobility of acid phosphatase-1. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 44: 212–216.
- GARCIA ACL, VALIATI VH, GOTTSCHALK MS, ROHDE C & VALENTE VLS. 2008. Two decades of colonization of the urban environment of Porto Alegre, southern Brazil, by *Drosophila paulistorum* (Diptera, Drosophilidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 98: 329-338.
- GOÑI B, MARTINEZ ME & DAGUER P. 1997. Studies of two *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) communities from urban Montevideo, Uruguay. *Revista Brasileira de Entomologia*, 41: 89-93.
- GOÑI B, FRESIA P, CALVIÑO M, FERREIRO MJ, VALENTE VLS & BASSO DA SILVA L. 2001. First record of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae) in southern localities of Uruguay. *Drosophila Information Service*, 84: 61-65.
- GOTTSCHALK MS, DE TONI DC, VALENTE VLS & HOFMANN PRP. 2007. Changes in brazilian Drosophilidae (Diptera) assemblages across an urbanisation gradient. *Neotropical Entomology*, 36: 848-862.
- GOTTSCHALK MS, HOFMANN PRP & VALENTE VLS. 2008. Diptera, Drosophilidae: historical occurrence in Brazil. *Check List* 4(4): 485-518.
- HAMMER O, HARPER DAT, & RYAN PD. 2001. *PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis*. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.

Disponível em: < http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf > Acessado em: Agosto de 2009.

HASENACK H. 1989. *Influência de variáveis ambientais sobre a temperatura do ar na área urbana de Porto Alegre, RS*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

IBGE. 2007. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acessado em: Agosto de 2009.

IBGE. 2009. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf> Acessado em: Agosto de 2009.

KREBS CJ. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman Press, Menlo Park.

KÖEPPEN W. 1948. *Climatologia: Con un studio de los climas de La Tierra*. México, Fondo de Cultura Econômica.

LUCCHESI MEP, FLORES FEV & VALENTE VLS. 2003. *Drosophila* as bioindicator of air pollution: preliminary evaluation of the wild species *D. willistoni*. *Revista Brasileira de Biociências*, 1: 17-28.

MMA. 2009. Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/aplicmap/googlemaps.phtml?d57f061fde6c11b93114e0d48b89113b>>. Acessado em: Novembro de 2009.

MAGURRAN AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. University Press, Cambridge.

- MARCUS MG & DETWYLER TR. 1972. Urbanisation and environment in perspective. In: Detwyler TR & Marcus MG (editores), *Urbanisation and environment - The physical geography of the city*. Duxbury Press, Belmont, p. 3-25.
- MARQUES EK, NAPP M, WINGE H & CORDEIRO AR. 1966. A corn meal, soybean flour, wheat germ medium for *Drosophila*. *Drosophila Information Service*, 41:187.
- MARTINS MB. 1987. Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de matas isoladas, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 3: 195-218.
- MARTINS MB. 1989. Invasão de fragmentos florestais por espécies oportunistas de *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae). *Acta Amazônica*, 19: 265-271.
- MARTINS M. 2001. Drosophilid fruit-fly guilds in forest fragments. In: Bierregard Jr., RO, Gascon C, Lovejoy TE & Mesquita R (editores), *Lessons from Amazonia: The ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press, New Haven, 175-186.
- MATA RA, MCGEOCH M, TIDON OU TIDON-SKLORZ R. 2008. Drosophilid assemblages as a bioindicator system of human disturbance in the Brazilian Savanna. *Biodiversity and Conservation*, 17: 2899-2916.
- MCALEECE N, LAMBSHEAD PJD, PATERSON GLJ & GAGE JD. 1997. BioDiversity Professional version 2. Disponível em: < <http://www.sams.ac.uk/research/software>>.
Acessado em: Agosto de 2009.
- MCGEOCH MA & CHOWN SL. 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Trends in Ecology & Evolution*, 13: 46-47.
- MCGEOCH MA, VAN RENSBURG BJ & BOTES A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 39: 661-672.

- MCINTYRE NE. 2000. The ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Annals of Entomology Society of America*, 93: 825-835.
- MCINTYRE NE, RANGO J, FAGAN WF & FAETH SH. 2001. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, 52: 257–274.
- PORTO ML, CARRARO CC & FERNANDES LAD. 1998. In: Menegat R. (organizador), *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Editora da Universidade/UFRGS. Porto Alegre.
- PARSONS PA & STANLEY SM. 1981. Domesticated and widespread species. In Ashburner M, Carson HL & Thompson JN. (editores), *The Genetics and Biology of Drosophila*, Vol. 3a. Academic Press, London.
- PARSONS PA. 1991. Biodiversity conservation under global climatic change: the insect *Drosophila* as a biological indicator? *Global Ecology and Biogeography*, 1: 77–83.
- PATTERSON JT & STONE WS. 1952. *Evolution in the genus Drosophila*. Macmillan Press, New York.
- RUSZCZYK A. 1986/1987. Análise da cobertura vegetal da cidade de Porto Alegre, RS. *Revista Brasileira de Botânica*, 9: 225-229.
- SAAVEDRA CCR, CALLEGARI-JACQUES SM, NAPP M & VALENTE VLS. 1995. A descriptive and analytical study of four Neotropical Drosophilid communities. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 33: 62-74.
- SANTOS RA & VALENTE VLS. 1990. On the occurrence of *Drosophila paulistorum* Dobzhansky and Pavan (Diptera: Drosophilidae) in an urban environment: ecological and cytogenetic observations. *Evolucion Biológica*, 4: 253-268.
- SAX D. & GAINES SD. 2003. Species diversity: from global decreases to local increases. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(11):561-566.

- SENE FM, VAL FC, VILELA CR & PEREIRA MAQR. 1980. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morpho-climatic domains of Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 33: 315–326.
- SILVA NM, FANTINEL CC, VALENTE VLS & VALIATI VH. 2005a. Population dynamics of the invasive species *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) in communities of drosophilids of Porto Alegre. *Neotropical Entomology*, 34: 363-374.
- SILVA NM, FANTINEL CC, VALENTE VLS & VALIATI VH. 2005b. Ecology of colonizing populations of the figfly *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in Porto Alegre, Southern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 95: 233-240.
- SMITH B & WILSON JB. 1996. A consumer's guide to evenness indices. *Oikos*, 76: 70-82.
- TIDON R & SENE F M. 1988. A trap that retains and keeps *Drosophila* alive. *Drosophila Information Service*, 67:89.
- TIDON-SKLORZ R, VILELA CR, SENE FM & PEREIRA MAQR. 1994. The genus *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae) in the Serra do Cipó, state of Minas Gerais, Brazil. *Revista brasileira de Entomologia*, 38: 627-637.
- TIDON-SKLORZ R & SENE FM. 1995. Fauna of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the Northern area of the “Cadeia do Espinhaço”, States of Minas Gerais and Bahia, Brazil: Biogeographical and ecological aspects. *Iheringia, série Zoologia*, 78: 85-94.
- TIDON R, LEITE DF & LEÃO BFD. 2003. Impact of the colonisation of *Zaprionus* (Diptera, Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion. *Biological Conservation*, 112: 299–305.
- VAL FC, VILELA CR & MARQUES MD. 1981. Drosophilidae of the Neotropical Region. In: Ashburner M, Carson HL & Thompson JN (editores), *The Genetics and Biology of Drosophila*, Vol. 3a. Academic Press, London, 123–168.

- VAL FC & KANESHIRO KY. 1988. *Drosophilidae* (Diptera) from the Estacao Biologica de Boraceia, on the coastal range of the State of Sao Paulo, Brazil: Geographical distribution, In: WR Heyer & Vanzolini PE (editores), *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- VALENTE VLS, RUSZCZYK A, SANTOS RA, BONORINO CBC, BRUM BEP, REGNER LP & MORALES NB. 1989. Genetic and ecological studies on urban and marginal populations of *Drosophila* in the South of Brazil. *Evolución Biológica*, 3: 19-35
- VALIATI VH & VALENTE VLS. 1996. Observations on ecological parameters of urban populations of *Drosophila paulistorum* Dobzhansky & Pavan (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 40: 225-231.
- VALIATI VH & VALENTE VLS. 1997. Chromosomal polymorphism in urban populations of *Drosophila paulistorum*. *Brazilian Journal of Genetics*, 20(4):567-581.
- VILELA CR. 1992. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 36: 197-221
- VILELA CR. 1999. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical Region? *Drosophila Information Service*, 82: 37-39.

TABELA 1: Abundância absoluta das espécies coletadas em cada local (JBO: Jardim Botânico, PGK: Parque Gabriel Knijnik, MSA: Morro Santana).

Grupo	Espécie	Locais amostrados			Total
		JBO	PGK	MAS	
<i>annulimana</i>	<i>Drosophila annulimana</i> Duda, 1927	0	0	1	1
	<i>Drosophila schineri</i> Pereira & Vilela, 1987	0	6	1	7
<i>armatus</i>	<i>Zaprionus indianus</i> Gupta, 1970	1498	207	0	1705
<i>busckii</i>	<i>Drosophila busckii</i> Coquillett, 1901	3	0	1	4
<i>canalina</i>	<i>Drosophila piratininga</i> Ratcov & Vilela, 2007	0	0	2	2
<i>cardini</i>	<i>Drosophila cardini</i> Sturtevant, 1916	1	0	2	3
	<i>Drosophila cardinoides</i> Dobzhansky & Pavan, 1943	9	1	0	10
	<i>Drosophila neocardini</i> Streisinger, 1946	2	0	2	4
	<i>Drosophila polymorpha</i> Dobzhansky & Pavan, 1943	107	184	86	377
<i>guarani</i>	<i>Drosophila griseolineata</i> Duda, 1927	26	221	385	632
	<i>Drosophila maculifrons</i> Duda, 1927	6	19	13	38
	<i>Drosophila ornatifrons</i> Duda, 1927	12	33	24	69
<i>hypandriata</i>	<i>Zygothrica hypandriata</i> Burla, 1956	0	0	8	8
<i>immigrans</i>	<i>Drosophila immigrans</i> Sturtevant, 1921	1294	53	253	1600
<i>melanogaster</i>	<i>Drosophila kikkawai</i> Burla, 1954	2	0	0	2
	<i>Drosophila melanogaster</i> Meigen 1830	3	1	1	5
	<i>Drosophila simulans</i> Sturtevant, 1919	2479	450	286	3215
<i>pallidipennis</i>	<i>Drosophila pallidipennis</i> Dobzhansky & Pavan, 1943	0	6	0	6
<i>repleta</i>	<i>Drosophila antonietae</i> Tidon-Sklorz & Sene, 2001	0	1	0	1
	<i>Drosophila buzzatii</i> Patterson & Wheeler, 1942	5	1	0	6
	<i>Drosophila hydei</i> Sturtevant, 1921	16	0	0	16
	<i>Drosophila mercatorum</i> Patterson & Wheeler, 1942	136	28	1	165
	<i>Drosophila onca</i> Dobzhansky & Pavan, 1943	3	3	6	12
<i>saltans</i>	<i>Drosophila prosaltans</i> Duda, 1927	7	1	0	8
	<i>Drosophila sturtevantii</i> Duda, 1927	41	9	9	59
<i>sticta</i>	<i>Drosophila sticta</i> Wheeler, 1957	1	0	0	1
<i>tripunctata</i>	<i>Drosophila bandeirantium</i> Dobzhansky & Pavan, 1943	0	2	0	2
	<i>Drosophila cuaso</i> Bächli, Vilela & Ratcov, 2000	0	9	1	10
	<i>Drosophila mediopicta</i> Frota-Pessoa, 1954	0	24	35	59
	<i>Drosophila mediopunctata</i> Dobzhansky & Pavan, 1943	45	99	286	430
	<i>Drosophila mediosignata</i> Dobzhansky & Pavan, 1943	0	0	2	2
	<i>Drosophila mediovittata</i> Frota-Pessoa, 1954	0	0	1	1
	<i>Drosophila nappae</i> Vilela, Valente & Basso-da-Silva, 2004	9	46	498	553
	<i>Drosophila paraguayensis</i> Duda, 1927	17	108	384	509
	<i>Drosophila trifilum</i> Frota-Pessoa, 1954	0	2	45	47
<i>willistoni</i>	<i>Drosophila capricorni</i> Dobzhansky & Pavan, 1943	15	384	88	487
	<i>Drosophila nebulosa</i> Sturtevant, 1916	2	0	0	2
	<i>Drosophila parabocainensis</i> Carson, 1954	3	2	0	5

	<i>Drosophila paulistorum</i> Dobzhansky and Pavan, 1949	14	38	44	96
	<i>Drosophila willistoni</i> Sturtevant, 1916	55	1009	1778	3642
não agrupada	<i>Amiota sp1</i>	1	1	0	2
	<i>Amiota sp2</i>	1	0	0	1
	<i>Chymomyza sp</i>	1	0	0	1
	<i>Drosophila flexa</i> Loew, 1866	0	1	0	1
	<i>Drosophila sp1</i>	1	0	0	1
	<i>Drosophila sp2</i>	2	0	0	2
	<i>Drosophila sp3</i>	0	2	0	2
	<i>Drosophila sp4</i>	1	0	0	1
	<i>Drosophila sp7</i>	1	2	1	4
	<i>Microdrosophila sp</i>	0	2	8	10
	<i>Zygothrica ptilialis</i> Burla, 1956	0	0	1	1
	<i>Zygothrica sp2</i>	0	0	4	4
	Total	6619	2955	4257	13831

TABELA 2: Análises de heterogeneidade e rarefação calculadas considerando os três locais a cada estação. *H'*: Heterogeneidade de Shannon-Wiener, *Evar*: Equitabilidade de Smith & Wilson, *Srar*: Riqueza de espécies estimada por rarefação, padronizada para 101 indivíduos, *Sobs*: Riqueza de espécies observada. (JBO: Jardim Botânico, PGK: Parque Gabriel Knijnik, MSA: Morro Santana).

Local	Estação	H'	Evar	Srar	Sobs
JBO	Verão	1,005	0,127	5,52	12
	Outono	1,291	0,160	6,98	17
	Inverno	1,379	0,171	9,53	24
	Primavera	1,347	0,139	7,64	22
PGK	Verão	0,853	0,164	5,06	7
	Outono	1,247	0,157	7,12	11
	Inverno	2,408	0,186	15,14	29
	Primavera	1,745	0,193	11,59	21
MSA	Verão	0,790	0,202	4,27	5
	Outono	0,332	0,198	5	5
	Inverno	2,118	0,137	11,84	27
	Primavera	0,948	0,199	8,56	15

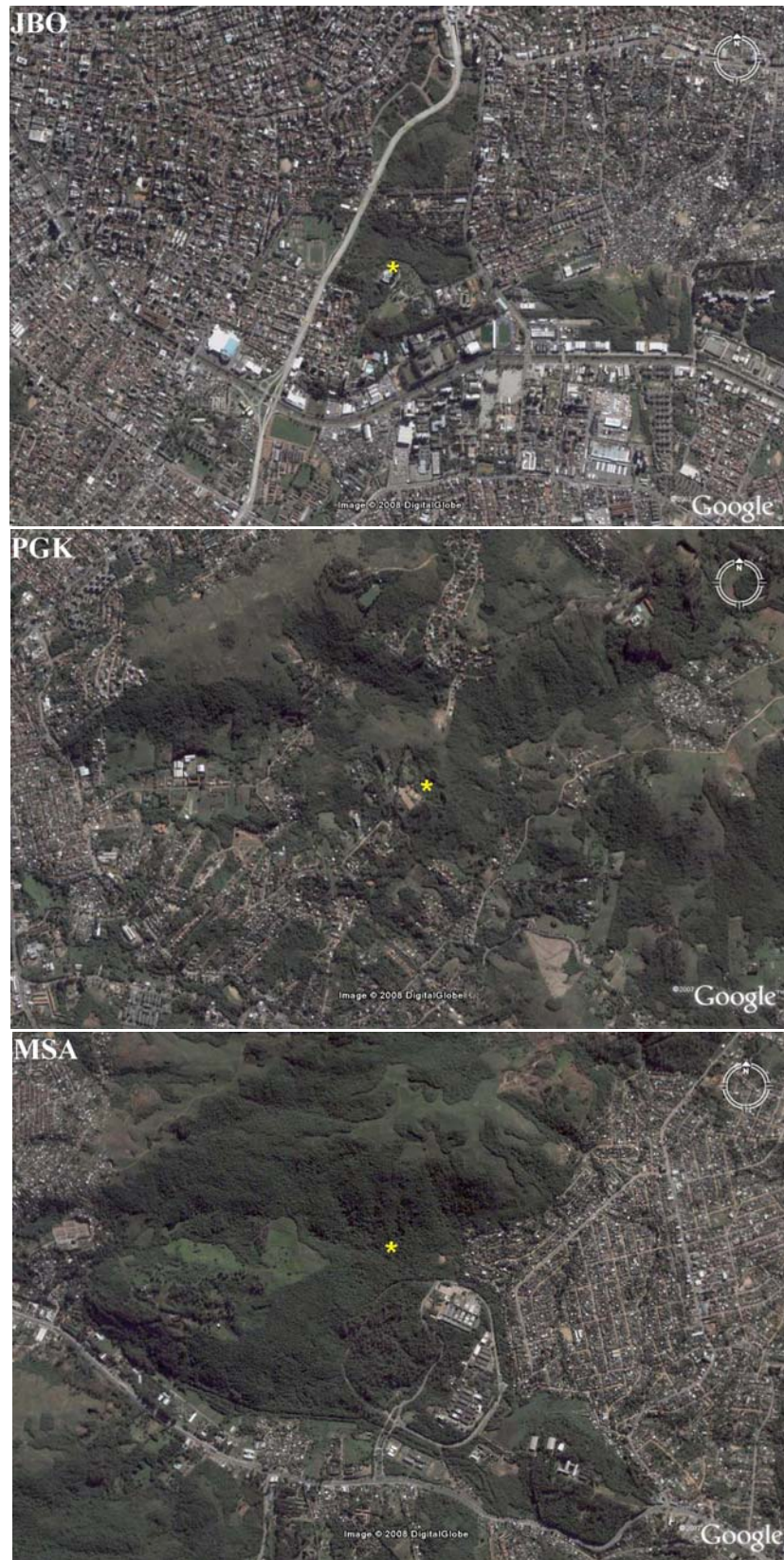
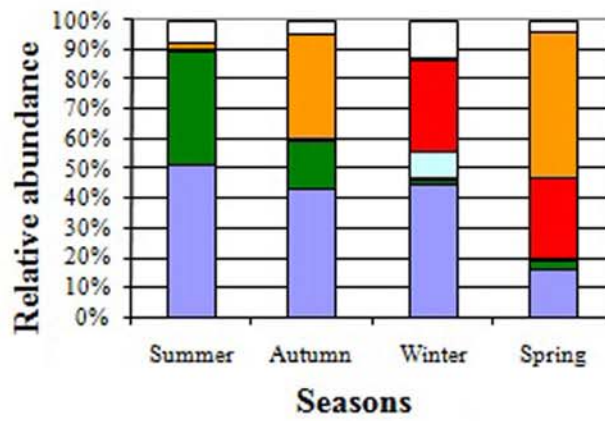
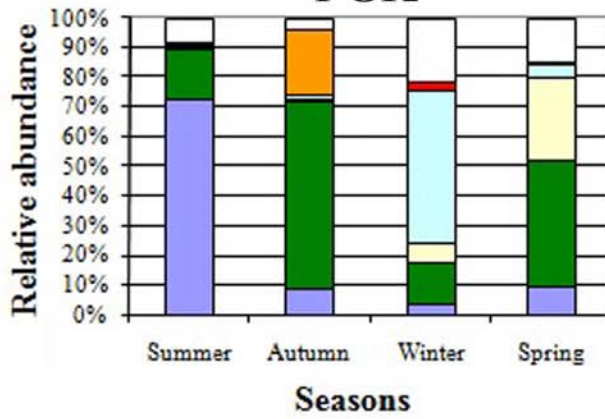


FIGURA 1: Imagens de satélite dos três locais amostrados no trabalho: JBO (Jardim Botânico), PGK (Parque Gabriel Knijnik) e MSA (Morro Santana), asterisco em amarelo indicando ponto de coleta.

JBO



PGK



MSA

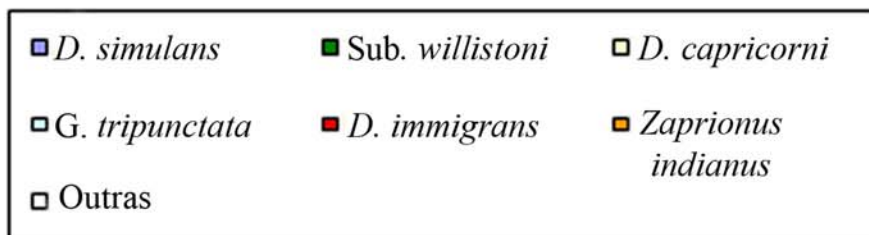
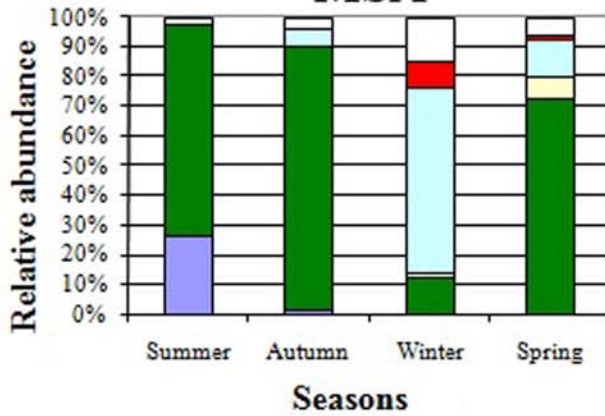


FIGURA 2: Abundâncias relativas das espécies exóticas *D. simulans*, *D. immigrans*, *Zaprionus indianus*, do grupo nativo *tripunctata*, do Subgrupo nativo *willistoni* (o qual compreende *D. willistoni* e *D. paulistorum*), da espécie nativa *D. capricorni* e dos demais indivíduos coletados nos três locais (JBO – Jardim Botânico, PGK – Parque Gabriel Knijnik, MSA – Morro Santana)

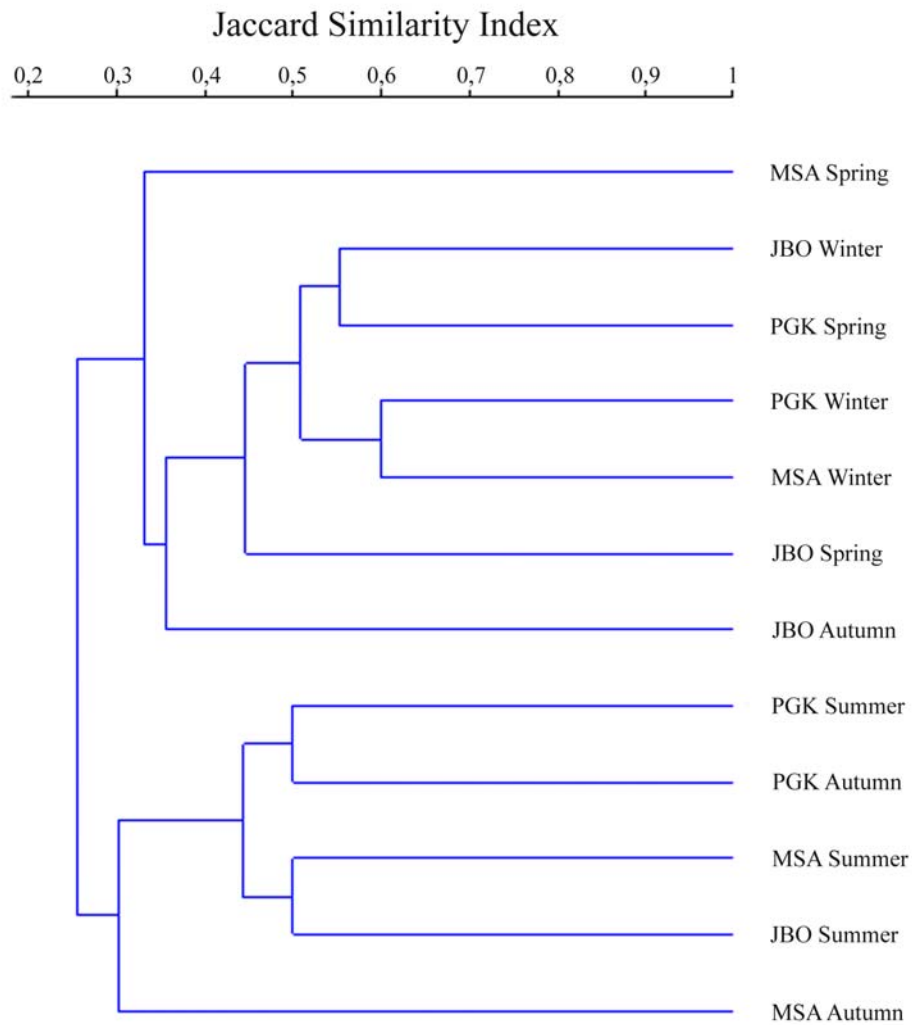


FIGURA 3: Dendrograma UPGMA construído com base no Índice de Similaridade de Jaccard, considerando cada um dos locais amostrados a cada estação (JBO: Jardim Botânico, PGK: Parque Gabriel Knijnik, MSA: Morro Santana).

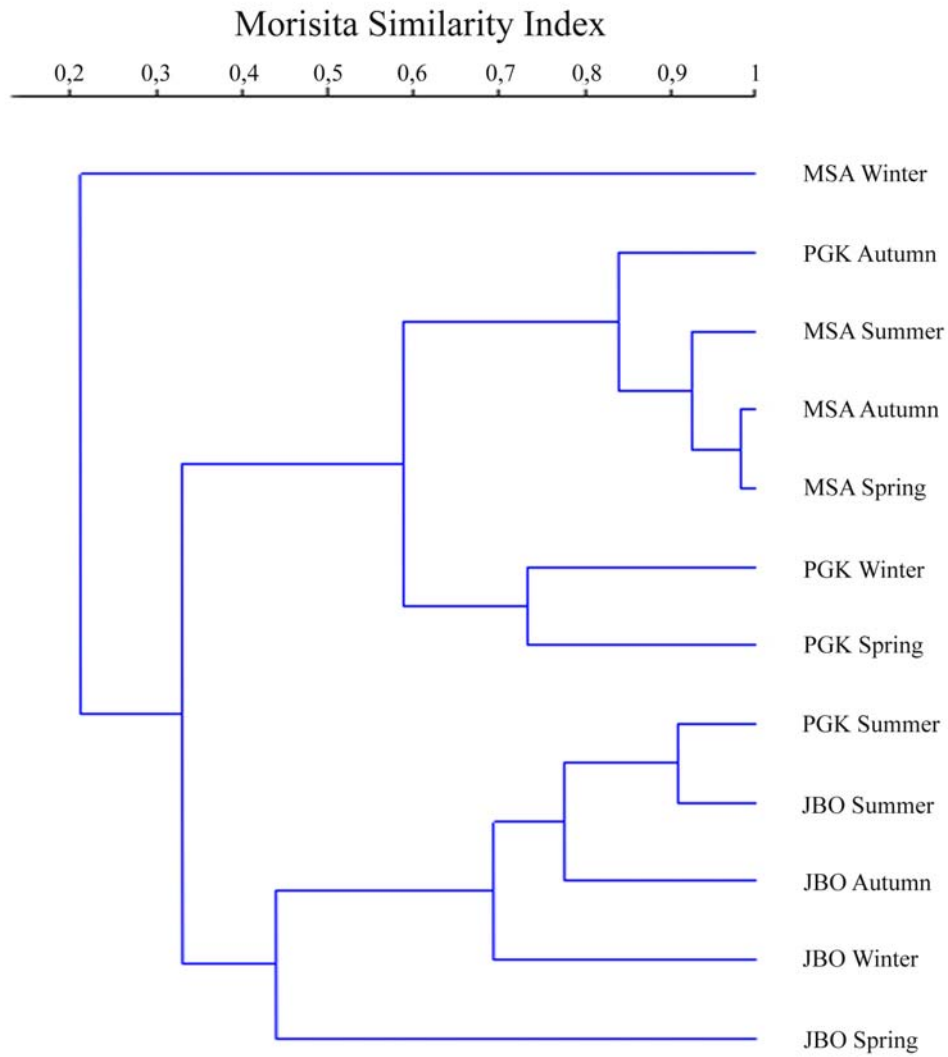


FIGURA 4: Dendrograma UPGMA construído com base no Índice de Similaridade de Morisita, considerando cada um dos locais amostrados a cada estação (JBO: Jardim Botânico, PGK: Parque Gabriel Knijnik, MSA: Morro Santana).

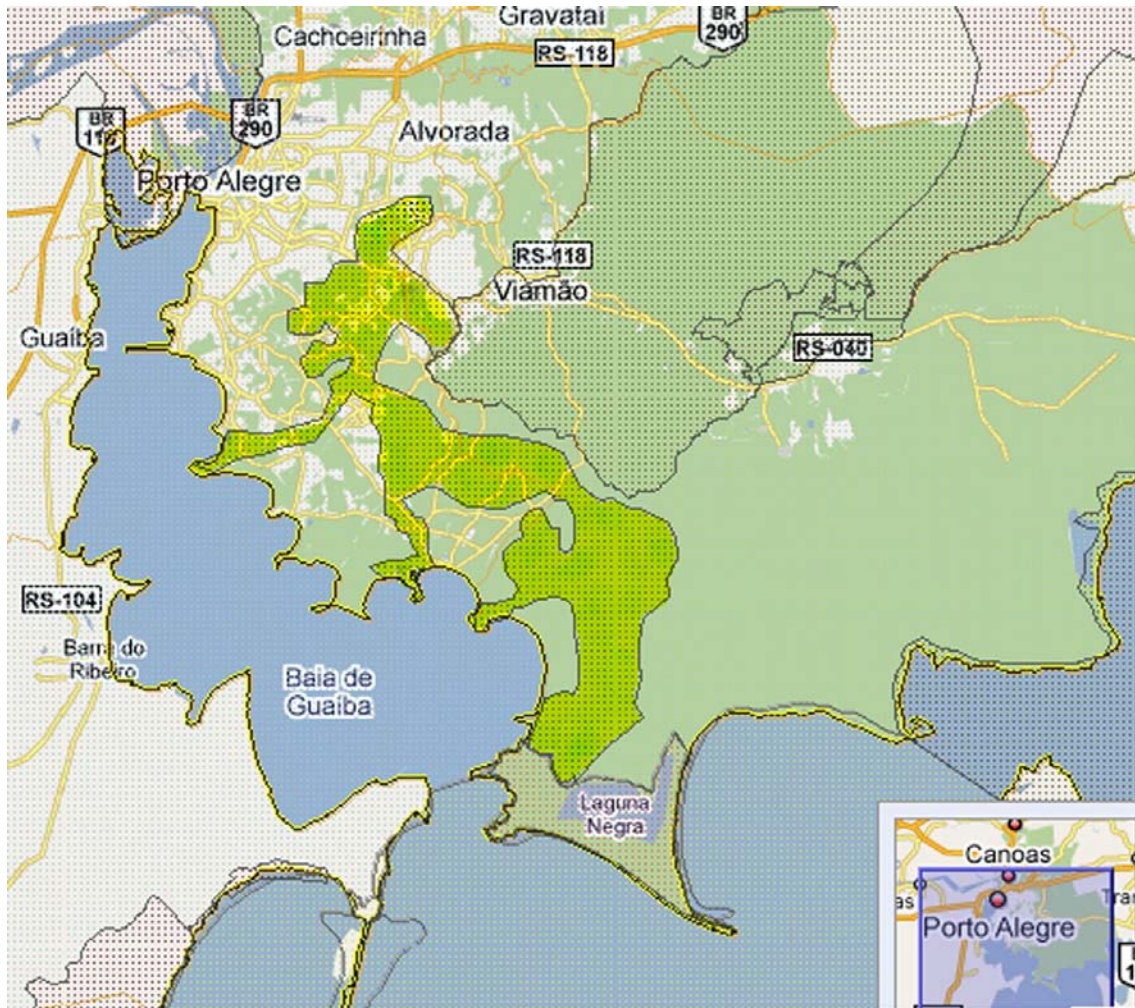


FIGURA 5: Corredor Ecológico proposto pelo MMA destacado em amarelo.

Modificado de MMA, (2009).