

Avaliação das Assembleias de *Drosophilidae* (Insecta, Diptera) em Área de Restinga no Município de Torres-RS.

B.G. Alexandre¹, J.L. Poppe^{1,2}, V. L. S. Valente^{1,2,3}, M. Deprá^{1,2,4}

¹ Laboratório de *Drosophila*, Departamento de Genética da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Departamento de Zoologia, Ecologia e Genética, Instituto de Biologia, UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.

Autor correspondente:

Vera Lúcia da Silva Valente

Avenida Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43323, Sala 210 CEP 91501-970

Porto Alegre – RS, Brasil

vera.valente@pq.cnpq.br

Resumo

O organismo modelo *Drosophila* vem sendo utilizado em diversas áreas da biologia, como genética e evolução. Recentes estudos vêm apontando o emprego desse organismo também como um bioindicador ambiental. Apesar de sua posição de evidência, a diversidade da família Drosophilidae é insuficientemente conhecida, particularmente em determinados ambientes. Dessa forma, o objetivo principal desse trabalho foi avaliar a distribuição da biodiversidade de drosofilídeos no Parque Estadual de Itapeva. O local de amostragem situa-se no Município de Torres, Litoral Norte do Rio Grande do Sul, em uma zona de justaposição das áreas de dunas, restinga e de mata paludosa. Apesar de ser uma área dentro de uma Unidade de Conservação, há presença de atividade agropecuária. Neste ambiente, foi realizada uma coleta por estação entre o verão de 2013 e o verão de 2014, com a colocação de 20 armadilhas. Também foram feitas coletas de potenciais recursos de oviposição. Na primeira coleta realizada no verão, o grupo da *Drosophila melanogaster* foi o mais frequente, sendo a espécie exótica *Drosophila simulans*, a mais representativa. A espécie invasora *Zaprionus indianus* foi a segunda mais abundante. Na coleta do outono, o grupo da *D. melanogaster* foi mais representativo, assim como no inverno e na primavera. Na segunda amostragem do verão, o grupo mais abundante foi o da *Drosophila willistoni*. Em trabalhos anteriores em áreas de restinga, também foi notada uma presença dominante de espécies exóticas. Nossos achados mostram a sensibilidade das assembleias de Drosophilidae para a caracterização do grau de conservação dos ambientes naturais.

Palavras-chave: biodiversidade, espécies exóticas, Mata Atlântica, bioindicadores, conservação.

Introdução

O organismo modelo *Drosophila* (Fällen) vem sendo utilizado em diversas áreas da Biologia, como Genética e Evolução. Recentes estudos vêm apontando o emprego desse organismo também como um bioindicador ambiental em ambientes tão distintos como Mata Atlântica (De Toni *et al.* 2007, Gottschalk *et al.* 2007, Döge *et al.* 2008), Amazônia (Martins 2001), Caatinga (Oliveira *et al.* 2016), Cerrado (Tidon *et al.* 2003, Mata *et al.* 2008, 2013, Roque & Tidon, 2013) e Pampa (Poppe *et al.* 2012, 2013, 2014, 2015), além de ambientes urbanos (Gottschalk *et al.* 2007, Garcia *et al.* 2012), entre outros. Por terem ampla distribuição geográfica, ciclo de vida curto, facilidade de coleta e manutenção em laboratório, além de sensibilidade a alterações ambientais e rápida resposta em nível de população (Parsons 1991, Martins 1987, McIntyre 2000, Ferreira & Tidon, 2005), essa família tem potencial como organismo bioindicador.

Apesar de sua posição de evidência, a diversidade da família Drosophilidae ainda é insuficientemente conhecida, principalmente na região Neotropical. Para ajudar a preencher esta lacuna, no presente trabalho foi realizado um levantamento dos drosofilídeos no Parque de Itapeva, localizado na cidade de Torres, litoral norte do Rio Grande do Sul.

Segundo Gruber (2003), a Zona Costeira é uma das áreas que sofre maior estresse ambiental em nível mundial, estando submetida à forte pressão por intensas e diversas formas de uso do solo. A utilização de ambientes costeiros e das áreas litorâneas em geral pode ser observada como oriunda de um processo histórico de ocupação. No município de Torres a expansão urbana caracterizada pela existência de enormes edificações sobre áreas de dunas e margens de rios também intensifica os conflitos de uso e os impactos ambientais sobre o ambiente fragilizado, contribuindo significativamente para a degradação ambiental da zona costeira, principalmente pelo corte de campo de dunas, a impermeabilização do solo, a

devastação da vegetação nativa de dunas e margens de rios, além da poluição das águas dos rios e do mar pelo despejo de efluentes e material sólido na Orla marítima (De Cristo & Gruber 2011).

Cerca de 80% do litoral brasileiro é representado pelo ecossistema de restinga e ambientes dunares (Araujo 1987). As restingas, embora consideradas ambientes de grande fragilidade, encontram-se de alguma maneira alteradas no território nacional, e em sua maior extensão, total ou parcialmente degradadas. São raras as áreas ainda com características naturais, muito poucas protegidas em unidades de conservação. Somente nas últimas duas décadas, as restingas brasileiras têm sido alvo de estudos que estão evidenciando a importância dos diferentes ecossistemas de restinga para a biodiversidade do país (Cerqueira 2000). No sentido botânico a restinga designa uma vegetação arbustiva- arbórea, engloba diversas comunidades vegetais, tais como as de praia, de antedunas, de cordões litorâneos e até de manguezais (Suguo 1984).

Os principais fatores que condicionam o desenvolvimento da vegetação litorânea na planície costeira do Rio Grande do Sul são a escassez de nutrientes e de água no solo, a salinidade, a mobilidade das dunas e a exposição excessiva ao calor, luminosidade e vento constante (Waechter 1985). Os gradientes de umidade, salinidade e solos determinam uma zonação da vegetação no sentido oceano–continente, bem evidente na região do Parque de Itapeva. Numa escala temporal ampla, os diferentes tipos de vegetação que compõem essa zonação podem ser interpretados como fases de uma sucessão ecológica, cuja dinâmica é responsável pela própria evolução da paisagem regional (Duarte & Bencke 2006).

Na área de estudo, existe uma transição entre a vegetação de restinga sobre dunas, as áreas de banhado e a mata paludosa (turfoza), e essa é caracterizada por ser uma floresta sobre terraços lagunares, relacionada aos solos mal drenados. Pode atingir grande porte,

especialmente nas áreas de solo mais consolidado, próximas às dunas interiores fixas. Floristicamente, a região caracteriza-se pelo elevado número de gêneros e espécies de origem tropical, pertencentes às famílias *Orchidaceae*, *Bromeliaceae*, *Araceae*, *Arecaceae*, *Heliconiaceae*, *Clusiaceae*, *Moraceae*, *Cecropiaceae*, *Marcgraviaceae* e *Gesneriaceae*. Sendo o grupo das epífitas responsável por mais de 40% da riqueza total de plantas vasculares encontradas nessa formação (Kindel 2002).

Schmitz *et al.* (2007, 2010) fizeram extensas amostragens de drosofilídeos em manguezais em Florianópolis (Santa Catarina, sul do Brasil) e encontraram estruturação um tanto diferente das assembleias, quando comparado aos ecossistemas urbanos e florestais da mesma cidade (Gottschalk *et al.* 2007). Bizzo & Sene (1982) fizeram um levantamento em local de restinga em Peruíbe, São Paulo, e encontraram uma estrutura semelhante a da Mata Atlântica nas proximidades. Bizzo *et al.* (2010) avaliaram o potencial bioindicador dos drosofilídeos no ambiente de restinga na Ilha de Santa Catarina, e concluíram que em geral, a estrutura desta assembleia não mostrou as mesmas características de ambientes florestais ou urbanos, mas mostrou-se similar às florestas nos invernos e aos ambientes urbanizados nos verões. Segundo os autores, isto demonstra que esta localidade já pode estar sofrendo impacto da urbanização. Também, este achado indicou que ambientes de restinga podem ser facilmente interpretados como um local invadido por espécies exóticas, o que pode levar à homogeneização biótica com possível perda de espécies endêmicas e, portanto, comprometer o uso de assembleias de drosofilídeos como bioindicadores em ambientes abertos (Bizzo *et al.* 2010).

Nossos dados revelaram uma alta taxa de espécies exóticas, sendo as mais representativas em quase todas as estações do ano. A presença significativa de espécies exóticas já tinha sido observada no trabalho de Bizzo *et al.* (2010) em Santa Catarina. No nosso local de estudo, isso pode ser consequência da pressão antrópica e urbanização aos

arredores do parque, em que há presença de atividade agrícola e pecuária, apesar de pouco intensa, nas proximidades do ponto de coleta. Neste aspecto, nosso ambiente de restinga difere do local estudado por Bizzo *et al.* (2010). Espécies exóticas como *Zaprionus indianus* (Gupta) e *Drosophila simulans* (Sturtevant) foram algumas das mais registradas, corroborando com os dados levantados anteriormente em outros locais com restinga. Contudo foi encontrada uma nova espécie exótica de recente invasão na América do Sul, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Deprá *et al.* 2014). Assim, a realização de um estudo de um local tão ameaçado, usando como bioindicador a composição faunística de Drosophilidae, insetos extremamente sensíveis às variações ambientais, é oportuno e desejável.

Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a distribuição da biodiversidade de Drosophilidae dentro do Parque Estadual de Itapeva – Torres, RS. Por meio da caracterização das assembleias, através de medidas de diversidade e dinâmica das populações quanto a variações sazonais, anuais e de nicho, visando contribuir para o diagnóstico das condições de conservação ambiental na área.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

As coletas foram realizadas em uma propriedade privada no interior do Parque Estadual de Itapeva, no município de Torres, litoral norte do Rio Grande do Sul (Figura 1) 29°22'21.4"S 49°45'28.6"W. Segundo o Plano de Manejo do Parque (2006) o parque possui área aproximada de 1.000 ha e uma zona de amortecimento que ultrapassa os 10Km e abrange as diversas formações relacionadas ao domínio da Mata Atlântica. Segundo a classificação fitoecológica do IBGE (1986, 2004), a unidade de conservação situa-se na zona de

justaposição das áreas de formações pioneiras com influência marinha (restingas) e da floresta ombrófila densa de terras baixas (Mata Atlântica de planície – mata paludosa).

As vinte armadilhas foram colocadas dentro de uma área privada com presença de gado e pouca atividade agrícola. A área apresenta um gradiente de mar, dunas móveis, dunas fixadas por restinga, banhados, áreas alagáveis, mata paludosa. Sendo que o principal agente de transformação do solo é o vento, através de um contínuo transporte de areia (Figuras 2, 3 e 4).

A mata paludosa apresenta forma e dinâmica de mata de galeria, possuindo duas características marcantes: a presença de solos mal drenados e de vegetação paludosa. É um ambiente abrigado do vento, condição que propicia a manutenção de um microclima muito úmido, com variações reduzidas de temperatura. A serapilheira é bastante espessa e frequentemente ocorre a formação de alagadiços temporários, especialmente entre as raízes tabulares de indivíduos de *Ficus spp.* (Figura 3).

Já a mata de restinga possui porte reduzido, associada aos solos arenosos bem drenados, que ocorrem sobre as dunas interiores móveis. Ocupa, essencialmente, a crista das dunas e o seu flanco interno, protegido do vento. Caracteriza-se pela presença de espécies xeromórficas ou suculentas, adaptadas a situações de estresse hídrico. Os arbustos e arvoretas possuem raízes profundas, dispostas como escoras, para impedir que o vento os derrube, além de galhos numerosos, contorcidos e emaranhados, folhas coriáceas pequenas, e copas arredondadas, densas e entrelaçadas com a de indivíduos vizinhos, formando uma sociedade vegetal fechada (Rambo 2000).

Coletas e Identificação de espécimes

Foram realizadas cinco coletas sazonais, começando em fevereiro de 2013, depois maio de 2013, julho de 2013, outubro de 2013 e a última em fevereiro de 2014, representando as estações, cada coleta foram colocadas 20 armadilhas, montadas de acordo com Tidon & Sene (1988), preparadas com banana e fermento biológico como atrativo. As armadilhas foram colocadas em uma trilha com distância mínima de 15m entre cada uma, variando de acordo com a trilha, e foram deixadas em campo por três dias, foram distribuídas nos diferentes tipos de ambiente do parque. Por causa do caráter piloto da primeira coleta, não houve a mesma amostragem em todos ambientes, sendo o maior número de armadilhas colocado em área de restinga (Figura 5). Além disso, foi realizada coleta de prováveis recursos de criação e alimentação das espécies de Drosophilidae, como flores, fungos e frutos, que foram mantidos em laboratório por um mês em recipientes com vermiculita para propiciar o nascimento de indivíduos que foram ovopositados nesses substratos. Dados como temperatura média, umidade relativa e pluviosidade de cada período de amostragem foram retirados da estação meteorológica de Torres pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (www.inmet.gov.br) do período amostrado e da semana que o antecedeu, para análises posteriores. Também foram medidas variações de temperatura e umidade nos diferentes ambientes dentro de um mesmo dia em diferentes horários (Figura 15).

Primeiramente é realizada uma análise da morfologia externa, quando não era possível identificar a nível de espécies então os machos adultos emergidos dos recursos e os coletados das armadilhas foram dissecados, identificados e mantidos em etanol 70%. Já as fêmeas, foram individualmente isoladas e mantidas em tubos contendo meio de cultura para oviposição, para posterior análise da prole masculina que emergiu, uma vez que é com

base na genitália masculina que é feita a identificação, consultando literatura especializada. As terminálias dos machos foram dissecadas e preparadas com a coloração conforme Bächli *et al.* (2004).

Análise de Dados

Para cada período amostrado, verificou-se a riqueza (Sobs) e o número total de indivíduos coletados de cada espécie (N). Estimativas de riqueza por rarefação (Srar) foram calculados no software BiodiversityPro versão 2, (McAleece *et al* 1997) através da padronização do número de indivíduos coletados em cada ambiente. Índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Smith-Wilson (Evar) foram estimados pelo software Ecological Methodology (Krebs 1999).

Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi realizada para verificar a interação entre as variáveis ambientais, (i) tipo de ambiente, (ii) temperatura máxima, (iii) temperatura mínima, (iv) umidade e (v) pluviosidade, e as espécies que apresentaram pelo menos 0,5% de abundância relativa. Adicionalmente, um teste de permutação, com 10.000 pseudoréplicas, foi realizado para verificar os elementos ambientais que mais influenciaram os resultados apresentados pela CCA. A preferência sazonal das espécies mais abundantes (pelo menos 0,5%) foi ainda verificada por meio de uma Análise de Variância (ANOVA). Ambas as análises foram realizadas no software Past (Hammer 2001).

A similaridade entre as amostras foi investigada por meio de análises de agrupamento, método UPGMA, no software Past. Coeficiente de Jaccard, Índice de Morisita e de Bray-curtis foram empregados nas análises. Comumente amostragens de drosofilídeos são compostas por poucas espécies comuns e muitas espécies raras, então, os valores de abundância das espécies foram transformados pela fórmula logarítmica $[\ln(x+1)]$ (Wolda 1981, Krebs 1999). O índice de Morisita foi escolhido para esta abordagem para que

podéssemos comparar os resultados obtidos por nós com o único estudo realizado com Drosophilidae em ambiente de restinga no Brasil de Bizzo *et al.* (2010), como será discutido posteriormente.

Resultados

Foram coletadas um total de 9.376 espécimes, pertencentes a seis gêneros e 36 espécies, sendo que três espécies provavelmente ainda não foram descritas (Tabela 1). Na primeira coleta realizada no verão, o grupo da *Drosophila melanogaster* foi o mais abundante representando 55,5% do número de indivíduos coletados, sendo *Drosophila simulans* a espécie mais representativa do grupo. A espécie invasora e generalista *Zaprionus indianus* foi a segunda mais abundante, representando 29,9% da amostra. Na coleta do outono, o grupo da *D. melanogaster* novamente foi o mais abundante (60% dos indivíduos coletados), representado principalmente por *D. simulans*, como na amostra de inverno (74%) e na primavera (87%). O grupo da *D. tripunctata* foi o segundo grupo de espécies mais abundantes no outono (16,4%), representado principalmente por *Drosophila mediopunctata* (Dobzhansky and Pavan) (20%). Na amostragem do inverno, espécies do grupo de *D. repleta* representaram o segundo grupo mais abundante (6,25%) da mesma forma como ocorreu na primavera (2,5%). Na segunda amostragem do verão, o grupo mais abundante foi o grupo da *D. willistoni* (50%), representado principalmente por *Drosophila willistoni* (Sturtevant), sendo *Z. indianus* novamente a segunda espécie mais encontrada.

Um grande número de espécies exóticas foi coletado, representando 51% da coleta, sendo representado principalmente por *Z. indianus*, *D. simulans* e *D. suzukii*. Essa última, recentemente introduzida na América do Sul, foi coletada inicialmente no outono de 2013

(Deprá *et al.* 2014). As espécies nativas mais representativas foram *D. willistoni* e *Drosophila mercatorum* (Patterson e Wheeler).

Além disso, foram coletados alguns indivíduos com fenótipo da mutação *white* (indivíduos com ausência de pigmentação nos olhos). Estes totalizaram sete indivíduos, pertencentes aos grupos *melanogaster*, *repleta* e *tripunctatata*. Esses indivíduos foram coletados nas estações do outono, inverno e primavera.

Na análise de agrupamento foram consideradas todas as espécies, incluindo aqueles espécimes identificados em nível de grupo. Com os dados transformados “ln (n+1)” para remover o efeito das espécies mais abundantes, foi observado um padrão sazonal de agrupamento consistindo em: outono-inverno; primavera-verão (Fig 6). O período de primavera-verão apresentou um número maior de indivíduos comparado ao outono-inverno, contudo a riqueza de espécies do outono-inverno é maior. O outono foi representado por 50 espécies diferentes, enquanto o verão não passou de 26 espécies (Tabela 2).

As espécies *Drosophila polymorpha* (Dobzhansky e Pavan), *Drosophila immigrans* (Sturtevant) e *D. suzukii* foram as mais influenciadas pelo tipo de ambiente no presente estudo e nas amostragens obtidas. As variáveis ambientais que mais influenciaram (significativamente) a abundância das espécies foram: (1) local, (2) temperatura mínima, e (3) temperatura máxima. $P < 0,001$, em 10,000 permutações (CCA). Para umidade e pluviosidade, $p > 0,05$ (Figura 6).

Na fig 7, observa-se novamente que *D. polymorpha*, *D. suzukii* e *D. immigrans* são as mais influenciadas pelo tipo de ambiente, enquanto uma menor pluviosidade influenciou mais a abundância de *Drosophila sturtevanti* (Duda). Tiveram preferência por períodos de temperaturas mais elevadas: *D. willistoni*; *D. mercatorum* e *Zaprionus indianus*. Destas três, *D. willistoni* parece ser menos dependente de temperaturas mais altas, enquanto *D. suzukii*, *D.*

immigrans e *D. mediopunctata* foram as que apresentaram maior abundância em períodos de temperaturas baixas. Durante o inverno, essas espécies diminuíram a abundância. Por meio da ANOVA confirmamos as preferências sazonais dos drosofilídeos de nossas amostragens, através de comparação de abundâncias (Tabela 3).

Dos dados da coleta de recursos (substratos potenciais para alimentação e criação de pré-adultos das espécies coletadas nas armadilhas), é interessante observar os dados da primavera. Nesta estação um número maior de indivíduos nasceu dos recursos coletados (Tabela 5). Apesar da predominância das espécies exóticas na estação, o grupo nativo da *Drosophila willistoni* foi encontrado apenas no ambiente de mata e podendo estar competindo pelo recurso butiá (*Butia sp*) com *D. simulans*, dominante não só na amostragem total como no recurso que foi coletado na borda entre o ambiente de Mata Paludosa e de Restinga. No verão, apenas emergiram indivíduos do recurso Cogumelo 1, o qual não conseguimos realizar a identificação, representados por 3 espécimes de *Leucophenga maculosa* (Coquillett in Johnson).

Outra espécie que emergiu de recursos coletados das áreas de amostragem foi *Drosophila bromelioides* (Pavan e da Cunha) que emergiu de uma inflorescência de *Spathodea campanulata* coletada no outono. *D. mediopunctata* e outros espécimes do grupo de *D. mediopunctata*, emergiram das framboesas (*Rubus idaeus*) também coletadas no outono. Destes frutos também nasceram indivíduos de *D. suzukii*, que também utilizou o Butiá como recurso na primavera, assim como um espécime de *Drosophila pallidipennis* (Dobzhansky e Pavan) e um indivíduo do grupo da *Drosophila cardini*.

Os resultados das análises anteriores revelam um padrão sazonal primavera-verão e outono-inverno. Dessa forma, quando comparamos os gráficos de proporções das espécies com mais de 1% de representatividade total e comparamos por estação (Figura 11), pode-se

perceber que o verão II teve uma divergência desses dados, sendo a primavera mais associada ao primeiro verão do que o verão II. Conforme os dados climáticos (Tabela 4), a primavera teve uma pluviosidade maior que o verão II. E os gráficos de outono e inverno também se assemelham.

Pode-se observar o decaimento notável de *Zaprionus indianus* com as baixas da temperatura e o padrão de aparecimento de *Drosophila suzukii* nas estações de temperaturas mais amenas.

Discussão

Os grupos de espécies mais encontrados na nossa amostragem correspondem aos encontrados nos trabalhos anteriores, tanto em ambientes de áreas abertas como em outras áreas de restinga (Bizzo & Sene 1982, Bizzo *et al.* 2010), pampa (Poppe 2012) e manguezais (Schmitz *et al.* 2007, 2010). O grupo de *D. melanogaster* foi o mais representativo na amostragem total, com *D. simulans* sendo a espécie com maior número de indivíduos amostrados, como observa-se na figura 12. A mesma tem sido a espécie mais abundante deste grupo em várias localidades, e muito mencionada nos inventários de drosofilídeos (por exemplo: Dobzhansky & Pavan 1950, Pavan 1959, Sene *et al.* 1980, Val & Kaneshiro 1988, Gottschalk *et al.* 2008). É uma espécie exótica de caráter generalista.

Comparando com os dados de levantamentos anteriores, um número marcante da espécie exótica de origem africana *Z. indianus* tem sido encontrado em estações de clima mais quente. No Brasil, este drosofilídeo foi primeiramente relatado por Vilela (1999) em Santa Isabel (SP), em seguida, ao longo do próprio Estado (Vilela *et al.* 2000), e mais tarde em regiões vizinhas (Toni *et al.* 2001, Tidon *et al.* 2003). Entre 2000 e 2003, a espécie foi relatada progressivamente em todo o Brasil (Castro & Valente 2001, Santos *et al.* 2003, Kato

et al. 2004, Mata *et al.* 2004, Loh & Bitner-Mathé 2005, Mattos-Machado *et al.* 2005) e sua coleta tem sido frequente em amostragens realizadas. Na época de sua constatação, ela chegou a causar cerca de 40% de perdas na produção de figo e 80% de redução nas exportações. Durante as safras subsequentes, os prejuízos continuaram expressivos e se disseminando para outros estados. Seu potencial reprodutivo explica os altos níveis de invasão e sua constatação como praga (Stein *et al.* 2003).

Além disso, uma nova espécie exótica de origem asiática foi registrada, *D. suzukii*, ocorrendo principalmente no outono e também na primavera. Essa espécie é associada com frutas vermelhas, e nessa estação havia um grande número de framboesas no local. Um grande número de indivíduos dessa espécie nasceu nesse recurso, como também no butiá que foi coletado na primavera; essa espécie decaiu no inverno e não foi registrada no verão. A espécie invasora *Drosophila suzukii* tem sido recentemente relatada como praga em vários países. O interesse por esta espécie surge do fato de que, ao contrário da maioria outras espécies de Drosophilidae, *D. suzukii* se alimenta de frutos sadios (maduros), fazendo com que isso resulte em prejuízos econômicos aos produtores de frutas (Goodhue *et al.* 2011). Apesar de preferir frutos maduros, podem utilizar frutos verdes, apresenta-se como uma praga polífaga, atacando uma vasta gama de recursos (Baker *et al.* 2010). Alguns autores referem-se a recursos de diversas cores como sendo de atração mais eficiente, como o vermelho, preto e laranja (Edwards *et al.* 2012). *D. suzukii* tem preferência por temperaturas amenas, sendo seu melhor desempenho reprodutivo registrado em temperaturas entre 20 °C a 25 °C (Anfora *et al.* 2012).

Das espécies nativas, *D. mercatorum* e *D. willistoni* foram as mais representativas, indo ao encontro aos resultados de outros levantamentos em ambientes abertos como restinga (Bizzo *et al.* 2010) e pampa (Poppe 2012). *D. mercatorum* é uma espécie pertencente ao grupo *repleta* está associada a ambientes abertos e de clima árido, e está bem adaptada aos

ambientes urbanizados. Foi registrada no ambiente de dunas e de restinga em nossas amostras. A associação de *D. sturtevanti*, espécie neotropical foi com baixos níveis de pluviosidade, apesar de em trabalhos anteriores essa espécie ter sido tido uma relação positiva com esse fator ambiental (Torres & Madi-Ravazzi 2006), refletindo a ampla diversidade de ambientes que esta espécie é encontrada, inclusive em áreas urbanas (Mateus *et al.* 2006, Gottschalk *et al.* 2007, Mata *et al.* 2008). Já *D. polymorpha* apesar de ser associados a ambientes secos e abertos, e ter sido encontrada mais frequentemente em ambiente de restinga e duna, na primavera teve seu maior registro dentro de área de mata. Isso pode estar associado aos níveis mais altos de pluviosidade, e por isso essas espécies terem se refugiado em um ambiente mais fechado.

No trabalho do Bizzo *et al.* (2010), *D. willistoni* obteve maior representatividade na estação do outono e também no verão. Na nossa amostragem do outono, apenas dois indivíduos foram coletados desta espécie (sendo que mais 29 espécimes eram fêmeas pertencentes ao grupo de *D. willistoni*; no primeiro verão 14 indivíduos da espécie foram coletados (além de outros 35 pertencentes ao grupo de *D. willistoni*); já no segundo verão 117 indivíduos foram registrados (258 indivíduos pertencentes ao grupo). Normalmente é uma espécie associada à mata, no entanto, apesar do número maior ter sido no interior da mata, também foi representativo nos outros ambientes. Por ser uma espécie de ambiente fechado, ela é relacionada a uma maior umidade, contudo uma das diferenças entre os dois verões foi que o primeiro foi bem mais úmido com maiores níveis de pluviosidade, já o segundo verão foi mais seco e mais quente. Segundo os resultados de Oliveira *et al.* (2011) em região de manguezais, alguns locais de mangue avaliados no levantamento obtiveram um registro maior de indivíduos de *D. willistoni* nas estações de seca do que nas estações de chuva, desmistificando a ideia de que *D. willistoni* é uma espécie restrita às matas e a condições de alta umidade, dando um caráter a esse organismo de altamente adaptável e colonizador, que é

capaz de explorar ambientes novos e diversificados como Caatinga (Silva 2010), manguezais (Schmitz *et al.* 2007) e ambientes urbanos (Garcia *et al.* 2008).

Houve uma diferença notável na representatividade de espécies nativas e exóticas entre o verão I e o verão II como pode ser observado nas figuras 8 e 9. Contudo se deve levar em conta o caráter piloto da primeira coleta, em que o ambiente de mata paludosa não foi amostrado. Adicionalmente, pode ser devido a diferenças de condições climáticas entre os dois verões, em que apesar das temperaturas próximas, o primeiro verão teve níveis bem mais altos de pluviosidade quando comparado ao verão II (Tabela 4). Na figura 10, podemos observar o decaimento do registro de *D. simulans*, e o aumento no número de *D. willistoni*. É interessante também notar o crescimento do grupo “outros” no gráfico do verão II, no momento em que teve uma diminuição das exóticas predominantes, houve um aumento na diversidade de grupos. O número total de espécimes registrados foi menor no segundo verão comparado ao primeiro (menor que um terço do número total de espécies do verão I), e as espécies exóticas foram bem menos representativas no segundo verão, diminuindo seu número conforme a cobertura vegetal foi aumentando-nos diferentes ambientes (Figura 13).

Segundo Bizzo *et al.* (2010) essa falta de padrões pode ser explicada pelas mudanças nas condições ambientais e na disponibilidade de recursos que são comuns entre os anos e podem modificar a estrutura das assembleias de drosofilídeos (Dobzhansky & Pavan 1950, Pipkin 1953), o que é em última análise, parte do processo evolutivo (Tidon -Sklorz & Sene 1992). A diversidade de recursos e da complexidade consequentemente ecológica que resulta certamente contribui para a imprevisibilidade da flutuação das espécies. Ainda, um número total alto de espécimes não associado a riqueza de espécies parece ser uma característica das assembleias de drosofilídeos, onde normalmente um número de indivíduos (N) alto, apresenta uma menor riqueza de espécies Bizzo *et al.* (2010). Isso é observado em nossas coletas, em que o verão e a primavera tiveram um N muito maior, contudo o outono teve a maior riqueza

de espécies (51 espécies), tendo um N menor que o verão I e a primavera (Tabela 2). Nessa estação, o grupo nativo mais representativo foi o grupo de *D. tripunctata*, apesar de ser um grupo associado ao ambiente de mata, ele foi mais encontrado em ambiente de restinga. A maior riqueza dessa estação provavelmente está associada com o aparecimento de maior diversidade de recursos a serem explorados.

O inverno caracterizado por temperaturas mais baixas e com menores taxas de umidade teve uma diminuição marcante no número de indivíduos, isso pode ser devido ao ambiente aberto ser mais suscetível a variações de temperatura, ao efeito de ventos, maior nível de insolação e mais seco. Comparando os padrões encontrados entre outono-inverno, houve um maior número de outras espécies com menos de 1% de representatividade do que no padrão verão-primavera, e com um grande número de *D. simulans* registrado. Foram estações mais frias, e apesar do outono ter sido bastante úmido, as taxas de pluviosidade do outono-inverno foram bem baixas. O primeiro verão e a primavera tiveram caráter mais úmido e quente, tendo alcançado um N alto, com menor riqueza e com grande número de espécies exóticas. Na primavera espécies exóticas como *D. immigrans*, *D. busckii* e *D. suzukii* também foram registradas.

Comparando a diversidade de espécies nos diferentes ambientes (Figura 14), pode ser observado que a vegetação de restinga tem menos diversidade de espécies nativas do que os seus arredores (Mata Atlântica). Isso pode ser devido ao fato desse ambiente estar sujeito a maior insolação, ventos, a seca e uma maior amplitude térmica diária (essas mudanças mais drásticas em ambiente aberto do que na mata foram detectadas do nosso trabalho e podem ser visualizadas na Figura 15). Isto contribui para a determinação do tempo de disponibilidade de recursos, além da própria capacidade das moscas de sobreviver e persistir nesse ambiente oscilante. Segundo Bizzo *et al.* (2010) em geral, essas interações complexas parecem estar modelando a estrutura da assembleia, que muda abruptamente dentro de estações.

Além do ambiente de restinga, no ambiente de restinga com dunas também foi detectado um grande número de espécies exóticas. Por ser um ambiente aberto e com estrutura de assembleia não característica, é mais suscetível a invasões, podendo haver invasões de caráter sazonal (Bizzo *et al.* 2010). A homogeneização biótica resulta do impacto da urbanização (McKinney 2006, Rooney *et al.* 2007) e tem sido observada em outros conjuntos de insetos, incluindo *Drosophila* (por exemplo Ferreira & Tidon 2005, Gottschalk *et al.* 2007).

Além disso, como mencionado, foi coletado um número relativamente alto de indivíduos de diferentes grupos com mutação *white*. Relacionamos esse fato com os cultivos de arroz em regiões próximas uma vez que estudos anteriores vêm mostrando o impacto mutagênico de agrotóxicos e inseticidas nas populações de invertebrados locais. Mutações espontâneas no loco *white* foram demonstradas por *D. simulans* por Inoue *et al.* (1988), sugerindo evidências de sensibilidade desse loco a estresses ambientais.

É evidente a presença marcante das espécies exóticas em nossa amostragem, essas populações invasoras coletadas na unidade de conservação são resultado de pressões antrópicas no entorno desse parque. Apesar de haver poucos moradores no local e a atividade agropecuária no ponto de coleta seja menos intensa, já tem gerado um impacto nas populações locais, inclusive com novas invasoras se apropriando daquele ambiente. Em um ambiente com poucos recursos disponíveis, é interessante observar a preferência dessas espécies pelos ambientes abertos ao invés de ambientes fechados.

No trabalho realizado em área de mangue por Schmitz *et al.* (2010), é levantada a hipótese de que por falta de recursos nesse tipo de ambiente é muito improvável que a maioria dos drosofilídeos encontrados nos manguezais sejam realmente residentes locais. Eles podem representar, mais possivelmente, os migrantes das áreas adjacentes. Estudos sobre a dispersão

de drosofilídeos, como os de Coyne *et al.* (1982, 1987), mostraram que as moscas podem dispersar aleatoriamente, mesmo deixando áreas favoráveis para alcançar áreas desvantajosas e distantes. Neste caso, os manguezais estariam agindo como um ambiente “dissipador”. Talvez o mesmo ocorra com o ambiente de restinga, pois, apesar de ter uma variedade de recursos no outono e primavera, como flores, fungos, frutos e cactos, no verão e no inverno já é um ambiente bem mais pobre, com os recursos localizando-se mais no ambiente de mata paludosa.

Houve propostas de espécies de drosofilídeos que podem ser utilizadas como bioindicadoras nos trabalhos de Saavedra *et al.* (1995), Martins (2001), Ferreira & Tidon (2005) e Mata *et al.* (2008), entretanto o uso de *Drosophila* como bioindicador ainda é uma área de estudo em desenvolvimento. A sensibilidade do gênero *Drosophila* em relação às variáveis abióticas e bióticas se reflete na dinâmica populacional desses organismos, ou seja, na riqueza de espécies e na abundância populacional dessas moscas (Penariol 2012). Em geral, as espécies invasoras ocupam áreas abertas, urbanizadas ou com maior grau de impacto ambiental (Saavedra *et al.* 1995, De Toni *et al.* 2007, Tidon *et al.* 2003, Amaral 2004, Silva 2005, Ferreira & Tidon 2005, Torres & Madi-Ravazzi 2006, Penariol *et al.* 2008, Mata *et al.* 2008, Hochmüller *et al.* 2010) e as espécies nativas ocorrem em ambientes mais preservados (Martins 1996, Torres & Madi-Ravazzi 2006, Penariol *et al.* 2008, Mata *et al.* 2008, Hochmüller *et al.* 2010).

Assim, nosso trabalho, juntamente com trabalhos anteriores, demonstra a importância de estudar as populações desses organismos para avaliar o estado de conservação de ambientes degradados. Assembleias de drosophilidae mostram uma rápida resposta as mudanças em seu entorno, assim é possível a detecção tanto de invasões de espécies exóticas em áreas de conservação, quanto avaliar como as populações nativas se portam e interagem com as alterações nos ecossistemas. Seriam interessantes mais estudos como esse para melhor

elucidar essas dinâmicas que são fundamentais para gerar conhecimento na gestão e conservação dessas áreas.

Adicionalmente, levando em conta que três espécies do nosso trabalho não apresentaram similaridade em características morfológicas com qualquer outra espécie descrita, e que tiveram uma presença sazonal, podendo ser espécies novas, é de extrema importância o levantamento da biodiversidade desses ambientes que estão sendo degradados.

Portanto, esse trabalho contribui para mostrar a importância de conhecer esse ambiente que foi tão negligenciado por suas características bióticas menos atrativas. Nosso estudo mostra uma grande biodiversidade no local, o qual vem sofrendo por um longo tempo um forte impacto antrópico resultando em invasões por espécies exóticas e sua predominância no ambiente. A presença de espécies invasoras pode acarretar na perda de riqueza e junto a isso, a perda de interações ecológicas entre espécies as quais são resultados de suas histórias evolutivas.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo CNPq (PIBIC) e recursos concedidos à Orientadora, pela FAPERGS e PNPd Institucional-CAPES. Nós também agradecemos à Dra. Rebeca Zanini, à Bióloga Paula S. Beutti e ao Sr. Volnei Alexandre.

Referências:

Amaral O (2004) Biodiversidade e sazonalidade de drosofilídeos na estação ecológica de Paulo de Faria/SP. 119 f. Tese (Mestrado) - Instituto de Biociência, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

Anfora G, Gassi A, Revardi S, Graiff A, Mach F (2012) *Drosophila suzukii*: a new invasive specie threatening European fruit production. *EnviroChange*, p.1-7.

Araujo DSD, Lacerda LD (1987) A natureza das restingas. *Ciência Hoje* 6(33): 42-48.

Bächli G, Vilela CR, Andersson S, Saura A (2004) The *Drosophilidae* (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. (Fauna Entomologica Scandinavica, v 39). Leiden, Boston, Ed. Brill. 362p.

Baker R, Baufled P, Grassi A, Guitián JM, Hauser M, Hueppelsheuser T, Knight J, Reynaud P, Sunley R, Petter F (2010) *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). Spotted Wing *Drosophila*. A pest from the EPPO Alert List. Acessado em: 09 de maio de 2016. Disponível em:

https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/Drosophila_suzukii_factsheet_12-2010.pdf

Bizzo L, Gottschalk MS, De Toni DC, Hofmann PRP (2010) Seasonal dynamics of a drosophilid (Diptera) assemblage and its potencial as bioindicator in open environments. *Iheringia* 100: 185-191.

Bizzo NMV, Sene FM (1982) Studies on the natural populations of *Drosophila* from Peruíbe (SP), Brazil (Diptera; Drosophilidae). *Revista Brasileira de Biologia* 42: 539-544.

Castro FL, Valente VLS (2001) *Zaprionus indianus* invading communities in the southern Brazilian city of Porto Alegre. *Drosophila Inf Serv* 84: 15-17.

Cerqueira R (2000) Biogeografia das restingas. Pp 65-76. In: Esteves FA, Lacerda LD (Eds.) *Ecologia de restingas e lagoas costeiras*. Ed. Núcleo de pesquisas ecológicas de Macaé. RJ.

Coyne JA, Boussy IA, Prout T, Bryant SH, Jones JS, Moore JA (1982) Long-distance migration of *Drosophila*. *Am. Nat.* 119: 589-595.

Coyne JA, Bryant SH, Turelli M (1987) Long-distance migration of *Drosophila*. *Am. Nat.* 129: 847-861.

Colwell R (2009). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2 <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.

Cristo SSV, Gruber NLS (2011) Expansão Urbana E Os Conflitos De Uso Do Solo Em Ambientes Fragilizados Do Litoral Norte Do Rio Grande Do Sul. *Para Onde!?*, v. 3, n. 2.

De Toni DC, Gottschalk MS, Cordeiro J, Hofmann PRP; Valente VLS (2007) Study of de *Drosophilidae* (Diptera) communities on Atlantic Forest islands of Santa Catarina State, Brazil. *Neotropical entomology* 36: 356-375.

Deprá M, Poppe JL, Schmitz HJ, De Toni DC, Valente VLS (2014) The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in South American Continent. *Journal of Pest Science* 87: 379-383.

Dobzhansky T, Pavan C (1950) Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. *Journal of Animal Ecology* 19(1): 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.

Edwards DL, Lee J, Bruck DJ (2012) Spotted Wing *Drosophila* Monitoring: Building a Better Fly Trap. Research Reports 71st Annual Pacific Northwest Insect Management Conference. Section I, Invasive & Emerging Pests.

Ferreira LB, Tidon R (2005) Colonizing potential of Drosophilidae (Insecta, Diptera) in environments with different grades of urbanization. Biodiversity and Conservation 14(8): 1809-1821.

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.

Garcia CF, Hochmüller CJC, Valente VLS, Schmitz HJ (2012) Drosophilid assemblages at different urbanization levels in the city of Porto Alegre, State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. Neotrop Entomol 41: 1-12.

Goodhue RE, Bolda M, Farnsworth D, Williams JC, Zalom FG (2011) Spotted wing drosophila infestation of California straw-berries and raspberries: economic analysis of potential revenue losses and control costs. Pest Manag Sci 67:1396-1402.

Gottschalk MS, De Toni DC, Valente VL, Hofmann PRP (2007) Changes in brazilian Drosophilidae (Diptera) assemblages across an urbanization gradient. Neotrop Entomol 36(6): 848-862.

Gruber NLS (2003) Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. Porto Alegre: GRAVEL, 81-89.

Inoue YH, Taira T, Yamamoto M (1988) Genetics of an unstable *white* mutation in *Drosophila simulans*: reversion, suppression and somatic instability. Genetics 119: 903- 912.

Hochmüller CJ, Lopes-da-Silva M, Valente VLS, Schmitz HJ (2010) The drosophilid fauna (Diptera, Drosophilidae) of the transition between the Pampa and Atlantic Forest Biomes in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil: first records. *Papéis Avulsos de Zoologia* 50: 285-295.

Kato CM, Foureaux LV, César RA, Torres MP (2004) Ocorrência de *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) no estado de Minas Gerais. *Ciênc Agrotec* 28: 454-455.

Kindel A (2002) Diversidade e estratégias de dispersão de plantas vasculares da floresta paludosa do Faxinal, Torres, RS. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Kinjo H, Kunimi Y, Nakai M (2014) Effects of temperature on reproduction and development of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Applied Entomology and Zoology*, v.49, n.2, p.297-304.

Krebs CJ (1999) *Ecological Methodology*. Addison Wesley Educational Publishers, Menlo Park.

Loh R, Bitner-Mathe BC (2005) Variability of wing size and shape in three populations of a recent Brazilian invader *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) from different habitats. *Genetica* 125: 271-281.

Martins MB (1987) Variação espacial e temporal de algumas espécies e grupos de *Drosophila* (Diptera) em duas reservas de mata isolada, nas vizinhanças de Manaus (Amazonas, Brasil). *Boletim do Museu Paranaense Emilio Goeldi* 3: 195-218.

Martins MB (1996) Drosófilas e outros insetos associados a frutos de *Parahancornia amapa* disperso sobre o solo da floresta. 1996. 190 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Martins MB (2001) Drosophilid fruit-fly guilds in forest fragments. In: Dierregaard Jr RO; Gascon C; Lovejoy TE; Mesquita R. (eds), Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest. Yale University Press, New Haven, 175-186.

Mata RA, Tidon R (2013) The relative roles of habitat heterogeneity and disturbance in drosophilid assemblages (Diptera, Drosophilidae) in the Cerrado. *Insect Conservation and Diversity* 6: 663-670.

Mata RA, Roque F, Tidon R (2008) Drosophilids (Insecta: Diptera) of the Paranã Valley: eight new records for the Cerrado biome. *Biota Neotropica* 8: 55-60.

Mata RM, Kanegae MF, Tidon R (2004) Diagnóstico ambiental do Parque estadual do Jalapão mediante a análise da fauna de Drosofilídeos (Insecta, Díptera). XXV Congresso Brasileiro de Zoologia. Abstract.

Mateus RP, Buschini ML, Sene FM (2006) The *Drosophila* community in xerophytic vegetations of the repper Paraná-Paraguay river basin. *Braz. J. Biol.* 66: 719-729.

Mattos-Machado T, Solé-Cava AM, David JR, Bitner-Mathé BC (2005) Allozyme variability in an invasive drosophilid, *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae): Comparison of a recently introduced Brazilian population with Old World populations. *Ann Soc Entomol Fr* 41: 7-13.

McAleece N, Lamshead PJD, Paterson GLJ, Gage JD (1997) BioDiversity Professional version 2.

Mckinney ML (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127(3): 247-260.

McIntery NE (2000) The ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Annals of Entomology Society of America* 93: 825-835.

Oliveira GF, Rohde C, Garcia ACL, Montes MA, Valente VLS (2016) Contributions of dryland forest (Caatinga) to species composition, richness and diversity of Drosophilidae. *Neotrop Entomol.* doi:10.1007/s13744-016-0406-x (*on line first*).

Parsons PA (1991) Biodiversity conservation under global climatic change: the insect *Drosophila* as a biological indicator? *Global Ecology and Biogeography* 1: 77-83.

Pavan C (1959) Relações entre populações naturais de *Drosophila* e o meio ambiente. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Biologia Geral.* 11(221): 1-81.

Penariol LV (2012) Traços Quantitativos e Abundância de Drosofilídeos como Indicadores de Impacto Ambiental em Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. 2012. 158f. Tese de Doutorado em Genética – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, São Paulo.

Penariol L, Bicudo HEMC, Madi-Ravazzi L (2008) On the use of open or closed traps in the capture of drosophilids. *Biota Neotropica* 8: 47-51.

Pipkin SB (1953) Fluctuations in *Drosophila* populations in a Tropical area. *The American Naturalist* 87: 317-322.

Duarte MM, Bencke GA (2006) Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapeva. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/>. Acessado em: Junho de 2016.

Poppe JL, Valente VLS, Schmitz HJ (2012) Structure of Drosophilidae assemblage (Insecta, Diptera) in Pampa Biome (São Luiz Gonzaga, RS). *Papéis Avulsos de Zoologia* 52: 185-195.

Poppe JL, Schmitz HJ, Valente VLS (2013) Population dynamics of Drosophilids in the Pampa biome in response to temperature. *Neotrop Entomol* 42: 269-277.

Poppe JL, Schmitz HJ, Grimaldi D, Valente VLS (2014) High diversity of Drosophilidae (Insecta, Diptera) in the Pampas Biome of South America, with descriptions of new *Rhinoleucophenga* species. *Zootaxa* 3779: 215-245.

Poppe JL, Schmitz HJ, Callegari-Jacques SM, Valente VLS (2015) Environment determinants on the assemblage structure of Drosophilidae flies in a Temperate-Subtropical region. *Neotrop Entomol* 44: 140-152.

INMET - Portal Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <
<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.

Rambo B (2000) A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaios de monografia natural. São Leopoldo: Ed. Unisinos. 3^a ed.

Roque F, Tidon R (2013) Five new records of Drosophilids (Diptera) in a Riparian Forest in the Brazilian Savanna, an endangered Neotropical Biome. *Annals of the Entomological Society of America* 106:117-121.

Rooney TP, Olden JD, Leach MK, Rogers DA (2007) Biotic homogenization and conservation prioritization. *Biological Conservation* 134: 447-450.

Saavedra CCR, Callegari-Jacques SM, Napp M, Valente VL (1995) A descriptive and analytical study of four neotropical drosophilid communities. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 33: 62-74.

Santos JF, Rieger TT, Campos SRC, Nascimento ACC, Félix PT, Silva SVO, Freitas FMR (2003) Colonization of Northeast Region of Brazil by the drosophilid flies *Drosophila*

malerkotliana and *Zaprionus indianus* a new potential insect pest for Brazilian fruit culture. *Drosophila Inf Serv* 86: 92-95.

Schmitz HJ, Valente VLS, Hofmann PRP (2007) Taxonomic survey of Drosophilidae (Diptera) from mangrove forests of Santa Catarina Island, southern Brazil. *Neotrop Entomol* 36: 53-64.

Schmitz HJ, Hofmann PRP, Valente VLS (2010) Assemblages of drosophilid (Diptera, Drosophilidae) in mangrove forests: community ecology and species diversity. *Iheringia, Série Zoologia* 100: 133-140.

Sene FM, Val FC, Vilela CR, Pereira MAQR (1980) Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 33: 315–326.

Silva DMIO (2010) Levantamento Taxonômico da fauna de Drosophilidae em ambientes de Floresta Atlântica e Caatinga do Estado de Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de Pernambuco. 90 p.

Silva NM, Fantinel CC, Valente VLS, Valiati VH (2005) Population dynamics of the invasive species *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera, Drosophilidae) in communities of drosophilids of Porto Alegre city, Southern of Brazil. *Neotrop Entomol.* 34: 363-374.

Stein CP, Teixeira EP, Novo JPS (2003) Aspectos biológicos da mosca do figo, *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera: Drosophilidae). *Entomotropica* 18: 219-221.

Suguió K, Tessler MG (1984) Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: Origem e nomenclatura. Pp 15-26.

Tidon-Sklorz R, Sene FM (1992) Vertical and temporal distribution of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) species in a wooded area in the state of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 52: 331-317.

Tidon R, Sene FM. A trap that retains and keeps *Drosophila* alive. *Dros. Inf. Serv.*, 67: 90, 1988.

Tidon R, Leite DF, Leão BFD (2003) Impact of the colonization of *Zaprionus* (Diptera, Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical region: 2 years after the invasion. *Biological Conservation* 112: 299-305.

Toni DC, Hofmann PRP, Valente VLS (2001) First register of *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in the state of Santa Catarina, Brazil. *Biotemas* 14: 71-85.

Torres FR, Madi-Ravazzi L (2006) Seasonal variation in natural populations of *Drosophila spp* (Diptera) in two woodlands in the state of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.* 96: 437-444.

Val FC, Kaneshiro KY (1988) Drosophilidae (Diptera) from the Estação Biológica de Boracéia, on the coastal range of the state of São Paulo, Brazil: geographical distribution, p. 189-203.

Vilela CR (1999) Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical region? *Drosophila Inf Serv* 82: 37-39.

Vilela CR, Teixeira EP, Stein CP (2000) Mosca africana do figo, *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae). In: Vilela E, Zucchi RA and Cantor F (eds) *Histórico e Impacto das Pragas Introduzidas no Brasil*. Editora Holos, São Paulo 48-52.

Waechter JL (1985) Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Comunicação do Museu de Ciências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Série Botânica 49-68.

Tabelas:

Tabela 1 Espécies de *Drosophilidae* amostradas em cinco coletas realizadas entre fevereiro de 2013 a fevereiro de 2014, em local situado adjacente ao Parque Estadual da Itapeva, Torres, RS, Brasil. O número total de cada espécie assim como a frequência relativa também são mostrados. Estão destacados em negrito àquelas espécies/grupos cuja frequência relativa foi maior ou igual a 1% da amostra.

	fev/13	mai/13	jul/13	out/13	fev/14	TOTAL	Freq. Relativa
<i>D. annulimana</i>	0	0	0	1	0	1	0,01%
<i>D. araçari</i>	0	0	1	2	0	3	0,03%
<i>D. bandeirantorum</i>	0	0	2	1	0	3	0,03%
Grupo da <i>D. bromeliae</i>	2	0	0	1	0	3	0,03%
<i>D. bromelioides</i>	4	3	0	0	0	7	0,07%
<i>D. busckii</i>	2	22	6	62	0	92	0,98%
<i>D. buzzatti</i>	2	0	0	2	0	4	0,04%
<i>D. cardini</i>	18	0	0	2	11	31	0,33%
Grupo da <i>D. cardini</i>	28	19	3	16	17	83	0,88%
<i>D. capricorni</i>	0	1	0	6	0	7	0,07%
<i>D. coffeata</i>	2	0	0	0	0	2	0,02%
<i>D. flexa</i>	0	2	0	0	0	2	0,02%
<i>D. fuscolineata</i>	0	3	0	0	0	3	0,03%
Grupo da <i>D. guarani</i>	2	27	8	4	0	41	0,43%
<i>D. griseolineata</i>	4	0	2	3	0	9	0,04%
<i>D. hydei</i>	2	0	0	10	1	13	0,14%
<i>D. immigrans</i>	0	6	9	62	0	77	0,82%
<i>D. maculifrons</i>	2	0	0	0	0	2	0,02%
<i>D. mediopunctata</i>	22	44	5	1	0	72	0,77%
<i>D. melanogaster</i>	2	0	0	0	0	2	0,02%

Grupo da <i>D. melanogaster</i>	2	2	1	0	0	5	0,05%
<i>D. mercatorum</i>	138	3	9	43	21	214	2,28%
<i>D. nappae</i>	0	12	0	0	0	12	0,12%
<i>D. nebula</i>	0	3	0	0	0	3	0,03%
<i>D. neomorpha</i>	2	0	0	0	0	2	0,02%
<i>D. onca</i>	2	12	5	0	0	19	0,20%
<i>D. ornatifron</i>	0	19	2	0	0	21	0,22%
<i>D. pallidipennis</i>	0	4	0	0	0	4	0,04%
<i>D. paraguayensis</i>	0	7	1	2	0	10	0,11%
<i>D. paulistorum</i>	0	0	2	0	0	2	0,02%
<i>D. polymorpha</i>	10	9	0	31	3	53	0,56%
<i>D. repleta</i>	0	7	2	0	16	25	0,26%
Grupo da <i>D. repleta</i>	56	18	9	13	0	96	1,02%
<i>D. saltans</i>	0	1	0	1	0	2	0,02%
Grupo da <i>D. saltans</i>	78	11	3	1	1	94	1,00%
<i>D. simulans</i>	1940	652	273	3000	76	5941	63,36%
<i>D. sp 1</i>	0	42	2	0	0	44	0,47%
<i>D. sp 2</i>	0	3	0	0	0	3	0,03%
<i>D. sp 3</i>	0	0	0	0	11	11	0,12%
<i>D. sturtervanti</i>	40	16	1	0	1	58	0,62%
<i>D. suzukii</i>	0	129	10	322	0	461	4,90%
Grupo da <i>D. tripunctata</i>	22	158	11	7	21	219	2,33%
<i>D. virilis</i>	0	1	0	0	0	1	0,01%
<i>D. willistoni</i>	28	2	0	29	124	183	1,95%
Grupo da <i>D. willistoni</i>	42	28	4	29	141	244	2,61%
<i>L. maculosa</i>	3	0	0	0	0	3	0,03%

<i>Z. indianus</i>	1046	17	4	1	78	1146	12,22%
Gênero <i>Zygothrica</i>	0	13	7	1	9	30	0,31%
<i>Z. palpipoeyl</i>	0	2	0	0	0	2	0,09%
<i>Z. orbitalis</i>	0	6	3	0	0	9	0,09%
<i>Z. vittimaculosa</i>	0	2	0	0	0	2	0,02%
SOMA						9376	

D= *Drosophila*; *L*= *Leucophenga*; *Z*= *Zaprionus*; *Z*= *Zygothrica*; *D. sp1, sp2, sp3.* = Espécies não identificadas.

Tabela 2 Riqueza e número de indivíduos (N) entre as estações estudadas no Parque Estadual da Itapeva.

Riqueza					
	Verão 2013	Outono 2013	Inverno 2013	Primavera 2013	Verão 2014
Dunas	13	20	9	12	9
Restinga	13	27	15	15	7
Mata	0	4	3	9	6
N					
	Verão 2013	Outono 2013	Inverno 2013	Primavera 2013	Verão 2014
Dunas	404	425	154	1476	248
Restinga	1272	829	227	1194	137
Mata	0	30	20	1036	149

Tabela 3 Resultados da ANOVA.

Espécies	Estação de maior abundância	ANOVA	
		F	p
<i>D. mercatorum</i>	Verão/Primavera	9.61	<0.01
<i>Z. indianus</i>	Verão	14.62	<0.01
<i>D. immigrans</i>	Primavera	8.39	<0.01
<i>D. willistoni</i>	Verão II	8.28	<0.01
<i>D. sukuzii</i>	Primavera	15.76	<0.01
<i>D. mediopunctata</i>	Outono	6.74	<0.01

Tabela 4 Condições climáticas das estações coletadas: médias feitas considerando a semana anterior aos 3 dias de coleta incluindo os dias de coleta. Dados retirados do site INMET.

Estações	Temp Máx(°C) méd	Temp Min(°C) méd	Umidade Méd (%) méd	Pluviosidade (mm) soma	Condições
Verão I	30,7	23,5	95,9	74,5	Sol com nuvens
Outono	23,8	12,9	96,15	24,1	Sol com nuvens
Inverno	17,1	6,7	81,75	8,8	Sol
Primavera	24,7	17,9	87,4	47,2	Sol com nuvens
Verão II	33,5	26,1	83,35	23,3	Sol

Tabela 5 Espécies de drosofilídeos emergidas dos substratos coletados como possíveis recursos de ovoposição/criação.

	Verão	Outono		Primavera
Recursos:	Cogumelo 1	<i>Rubus idaeus</i>	<i>Spathodea campanulata</i>	<i>Butia sp</i>
<i>D. bromelioides</i>	0	0	1	0
<i>D. mediopunctata</i>	0	1	0	0
<i>D. pallidipennis</i>	0	0	0	1
<i>D. simulans</i>	0	0	0	82
<i>D. suzukii</i>	0	4	0	2
<i>D. willistoni</i>	0	0	0	20
<i>L. maculosa</i>	3	0	0	0
<i>G. cardini</i>	0	0	0	1
<i>G. willistoni</i>	0	0	0	17
<i>G. tripunctata</i>	0	5	0	0

Figuras:

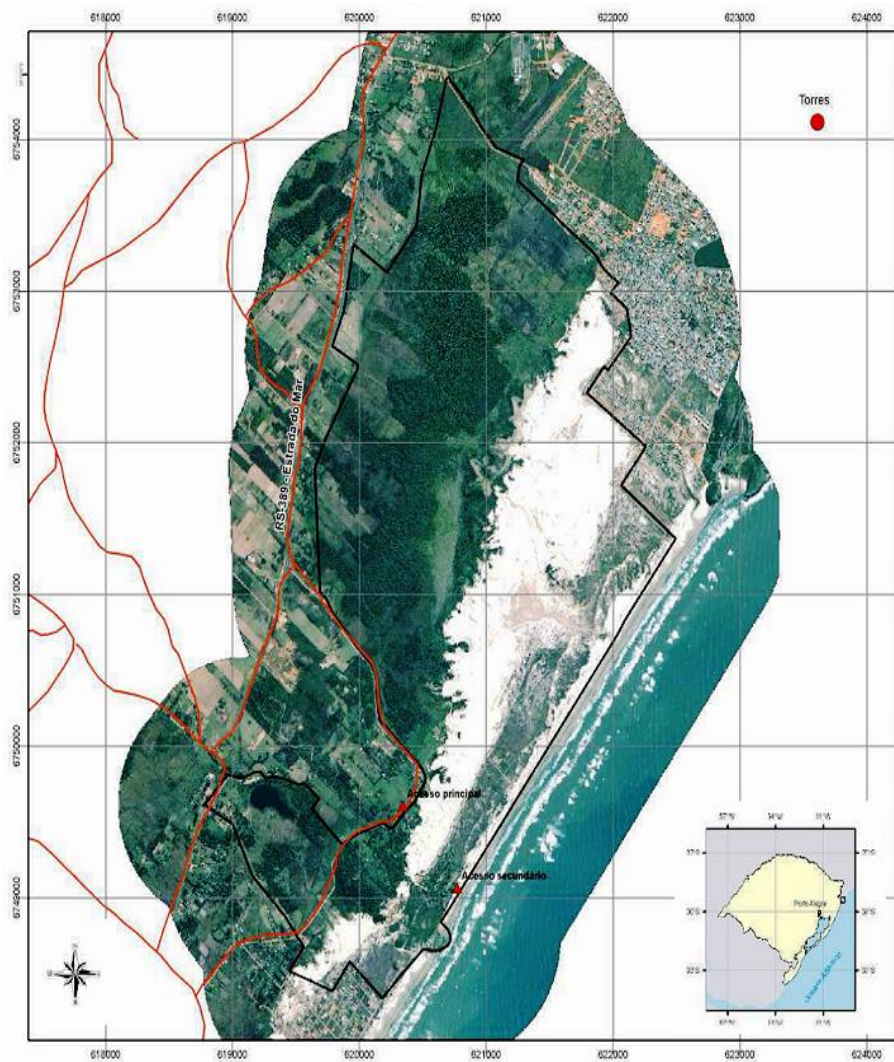


Figura 1 Imagem de satélite do Parque Estadual da Itapeva localizado no município de Torres, RS. Fonte: Plano de Manejo do Parque (2006).



Figura 2 Cruz vermelha indica a propriedade na qual foram realizadas as coleta. Fonte: <https://maps.google.com.br/>



Figura 3 Foto do local de coleta, com a mata paludosa ao fundo e a vegetação de restinga à frente. Foto da autora.



Figura 4 Local de coleta, transição entre dunas e restinga. Foto da Autora.

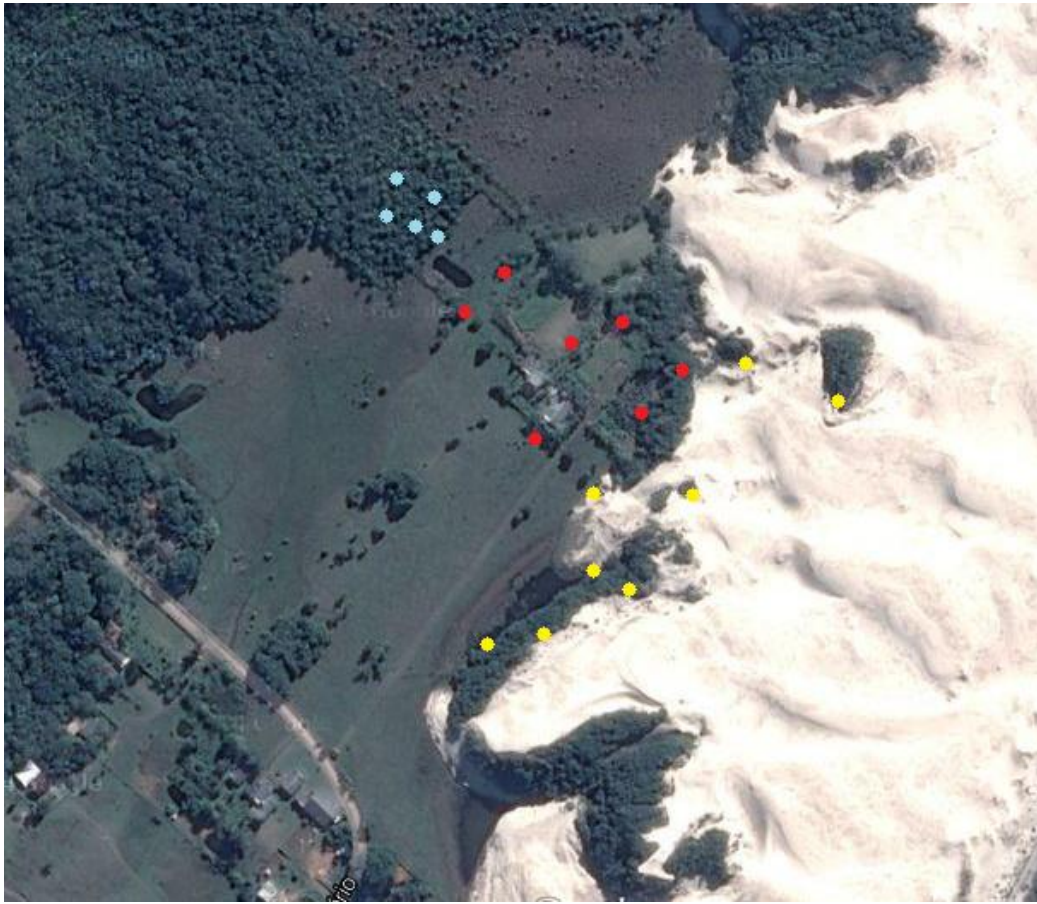


Figura 5 Pontos representam a localização aproximada de onde foram dispostas as armadilhas. Pontos azuis – mata paludosa; pontos vermelhos – restinga; pontos amarelos – dunas fixadas por restinga. Fonte: <https://maps.google.com.br/>

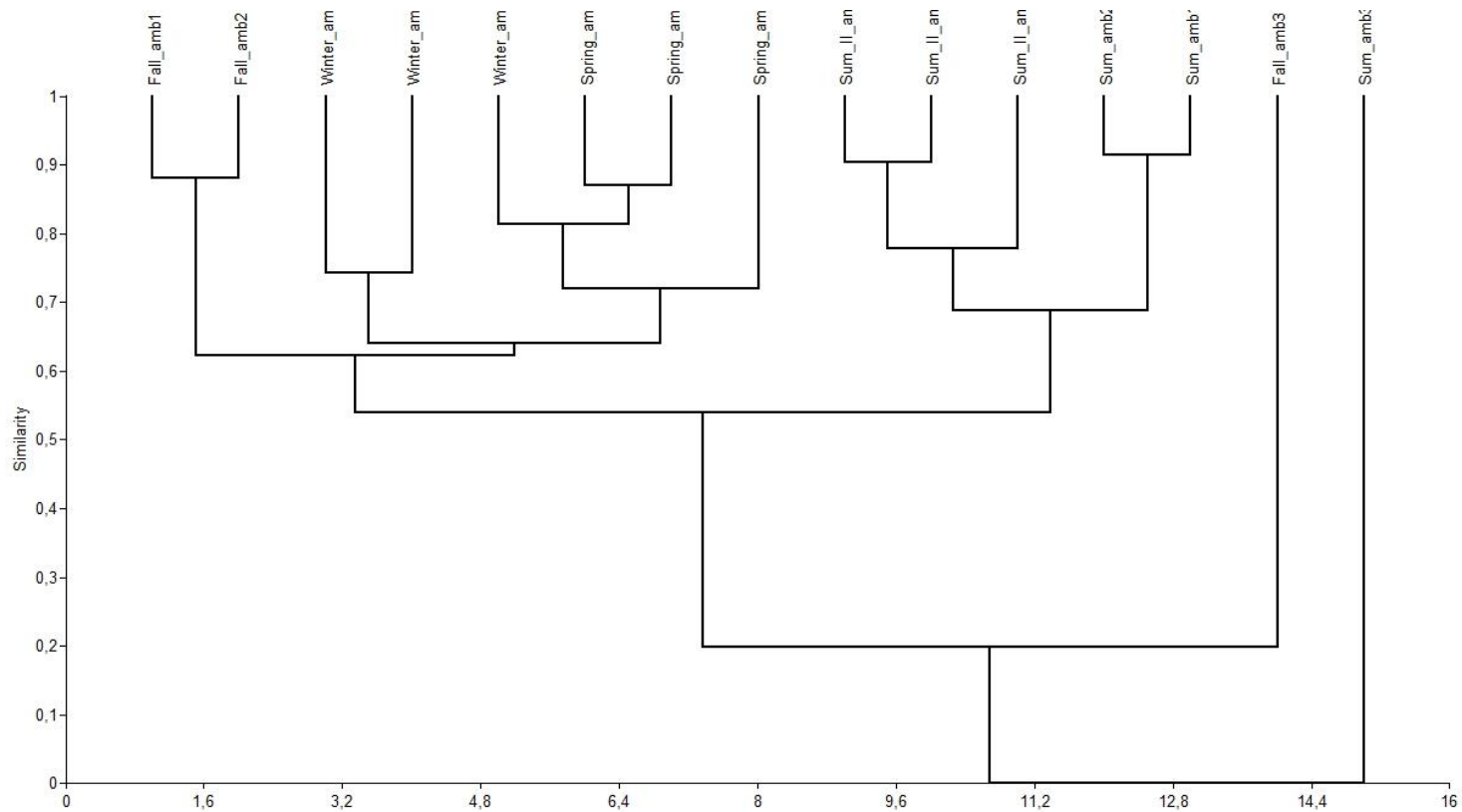


Figura 6 Dendrograma obtido através do índice de Similaridade de Morisita, com agrupamento por UPGMA (Fall = outono; Spr, spring = primavera; Sum, summer= verão; Win, winter = inverno).

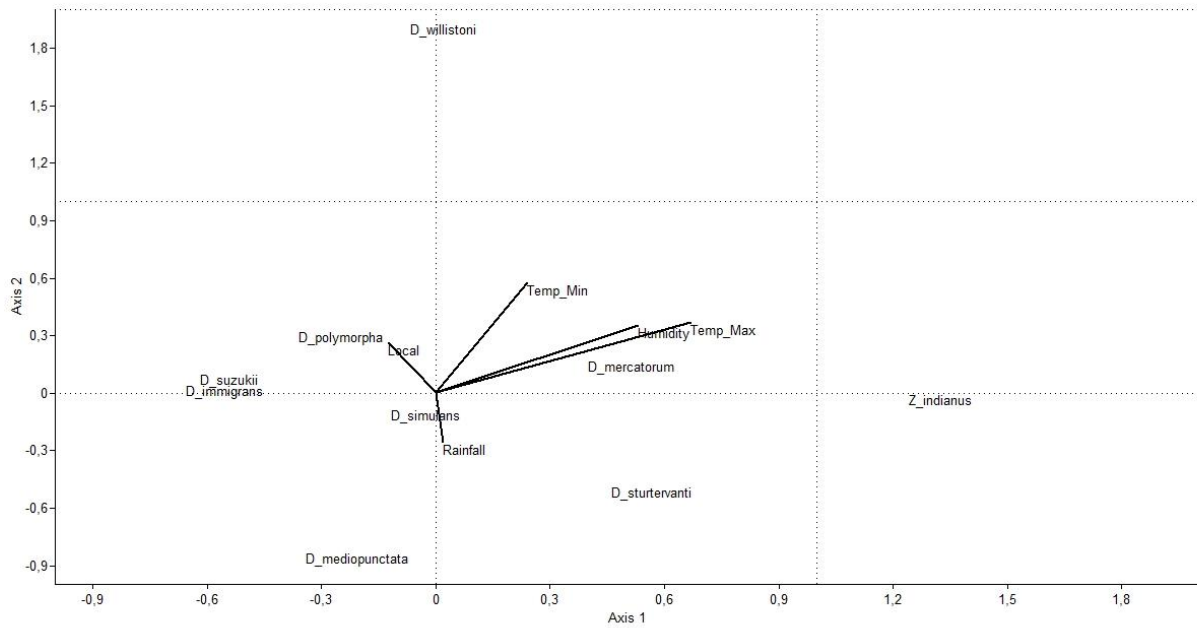


Figura 7 Gráfico CCA mostrando as associações entre as espécies de Drosophilidae e fatores ambientais.

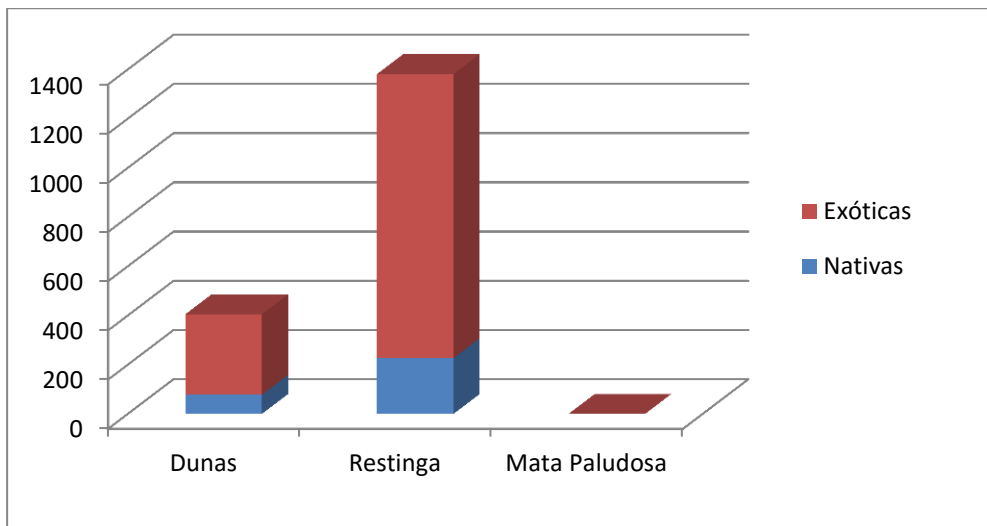


Figura 8 Gráfico do verão I: ocorrência de espécies nativas e exóticas x tipos de ambiente.

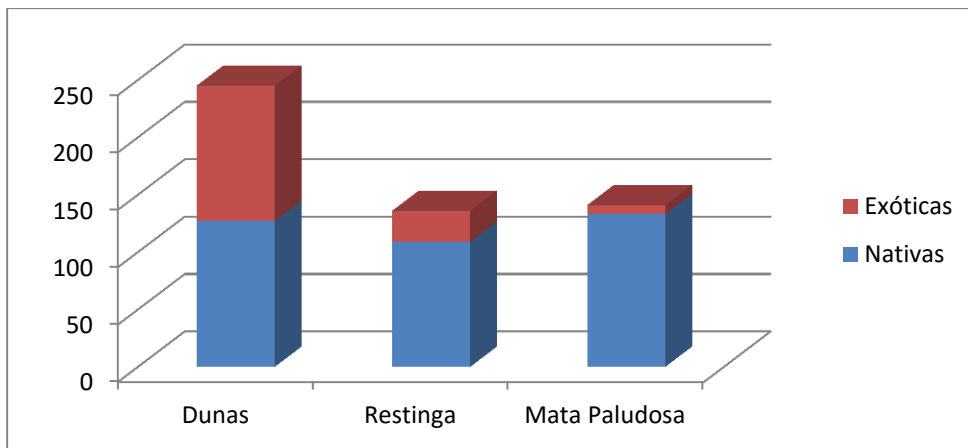


Figura 9 Gráfico verão II: ocorrência de espécies nativas e exóticas x tipos de ambiente.

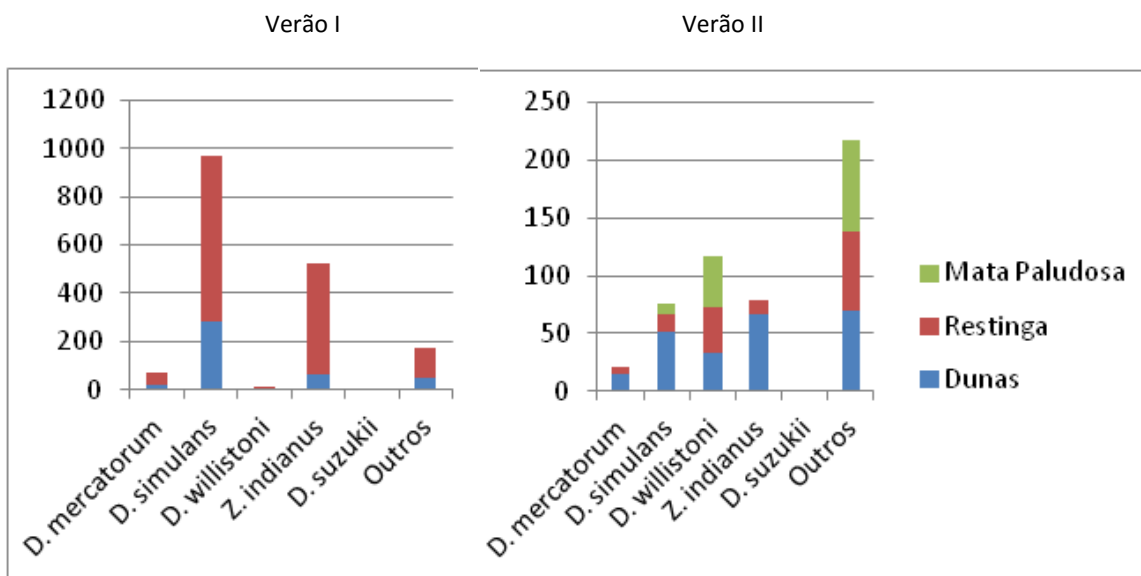


Figura 10 Gráficos de espécies com mais de 1% de significância comparando o verão I com o verão II.

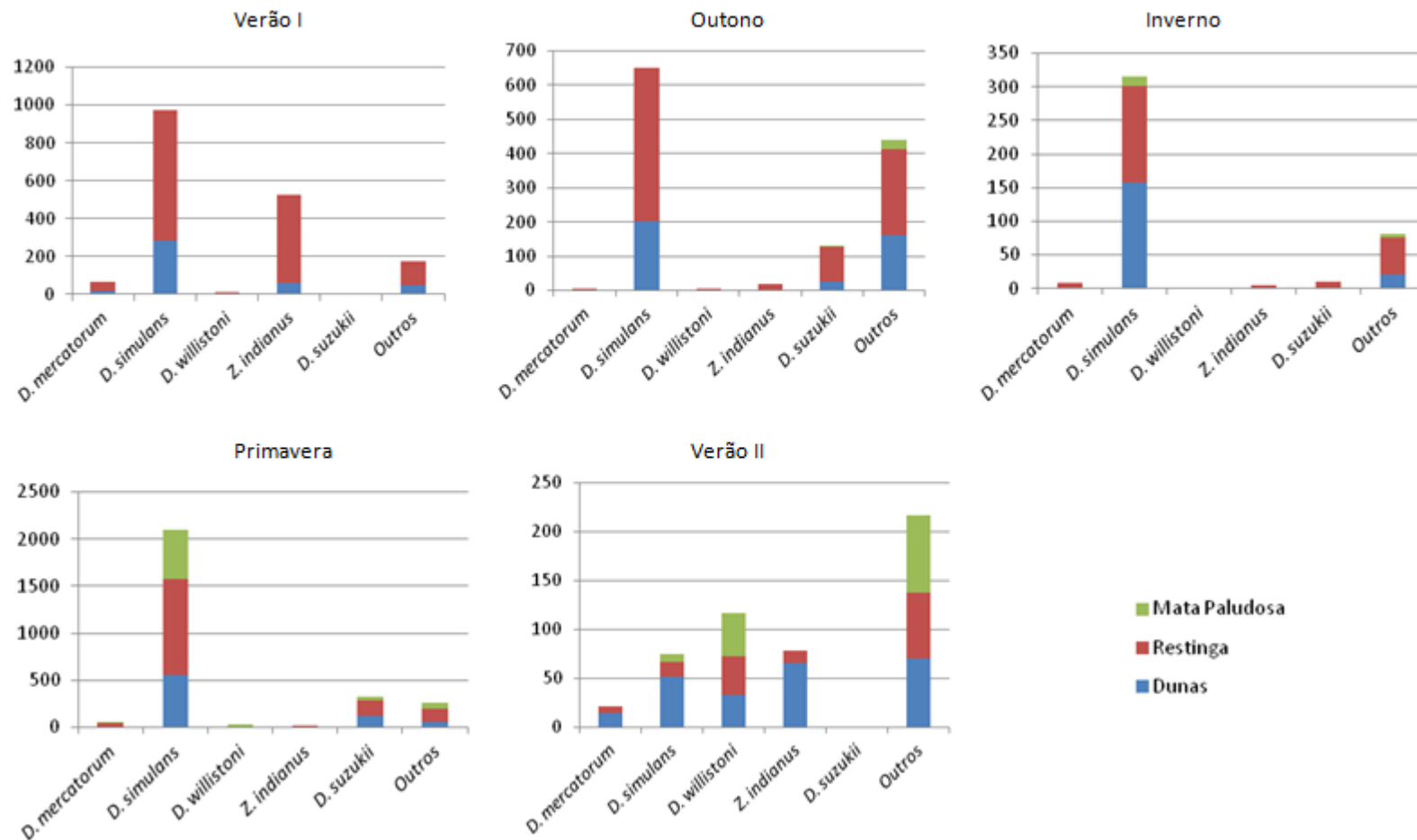


Figura 11 Número de espécies com mais de 1% de significância nas diferentes estações e tipos de ambiente.

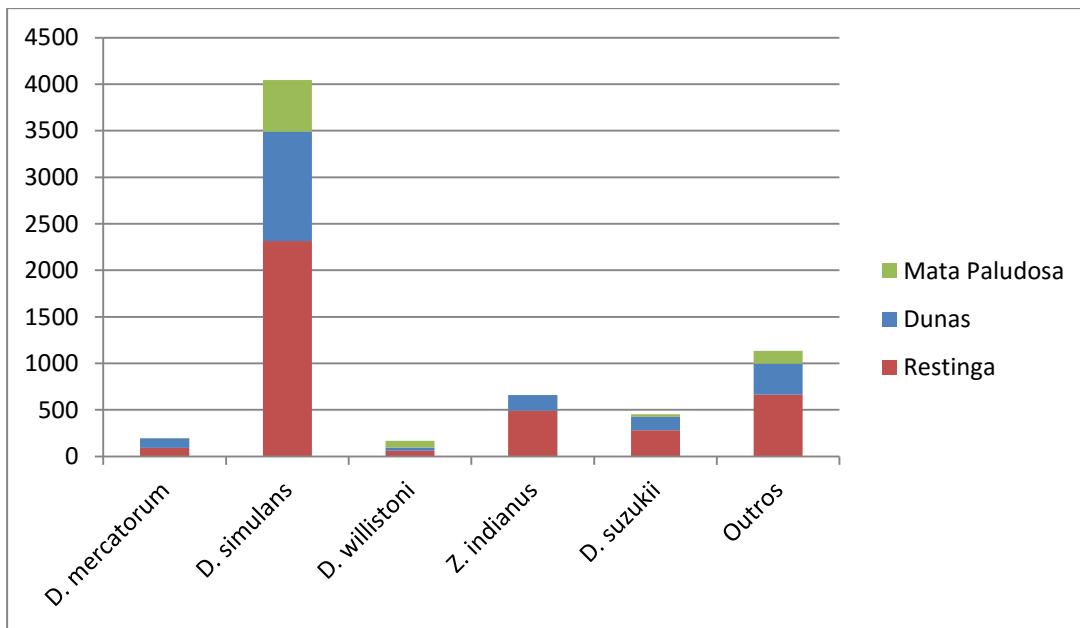


Figura 12 Número de espécies com mais de 1% de representatividade na amostragem total.

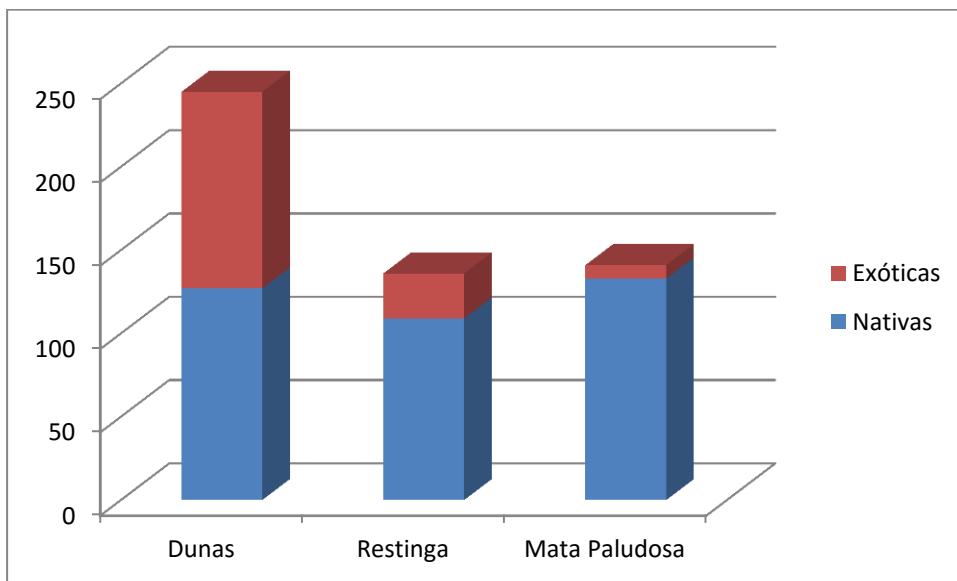


Figura 13 Espécies Exóticas x Nativas nos diferentes ambientes na amostragem do segundo verão.

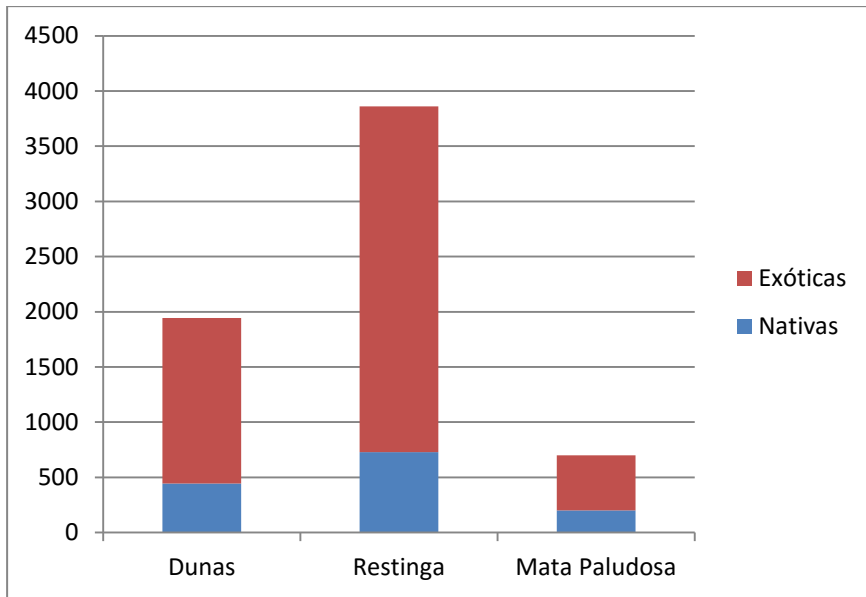


Figura 14 Espécies Exóticas x Nativas em relação aos diferentes tipos de ambientes.

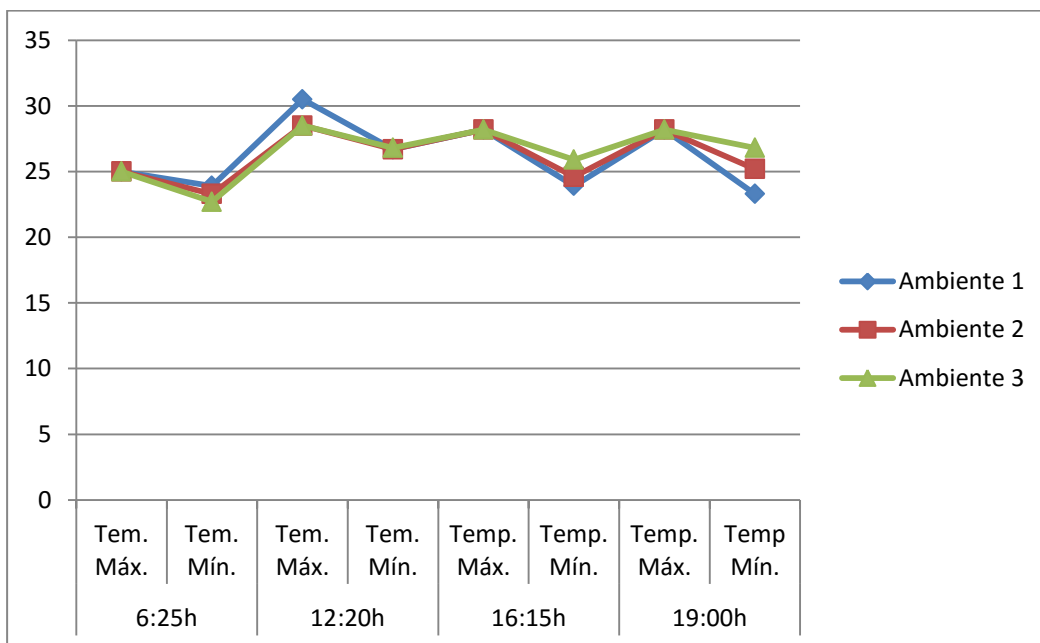


Figura 15 Oscilação de temperatura e umidade nos diferentes ambientes dentro de um dia nos ambientes estudados. Ambiente 1: Dunas; Ambiente 2: Restinga e Ambiente 3: Mata Paludosa.