



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LUCAS DOMINGOS DE OLIVEIRA MORAIS

PADRÕES SAZONAIS DE DROSOFILÍDEOS (INSECTA, DIPTERA)
NATIVOS E EXÓTICOS DA CAATINGA

RECIFE - PE
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

LUCAS DOMINGOS DE OLIVEIRA MORAIS

**PADRÕES SAZONAIS DE DROSOFILÍDEOS (INSECTA, DIPTERA)
NATIVOS E EXÓTICOS DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, sob orientação do Prof. Dr. Martín Alejandro Montes e coorientação da Prof^a. Dra. Ana Cristina Lauer Garcia.

RECIFE - PE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M827p Morais, Lucas Domingos de Oliveira
 Padrões Sazonais de Drosophilídeos (Diptera, Insecta) Nativos e Exóticos da Caatinga / Lucas Domingos
de Oliveira Morais. - 2021.
 44 f. : il.
- Orientador: Martin Alejandro Montes.
 Coorientadora: Ana Cristina Lauer Garcia.
 Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2021.
1. *Drosophila willistoni*. 2. *Drosophila cardini*. 3. Nordeste brasileiro. 4. Abundância. I. Montes, Martin
Alejandro, orient. II. Garcia, Ana Cristina Lauer, coorient. III. Título

LUCAS DOMINGOS DE OLIVEIRA MORAIS

**PADRÕES SAZONAIS DE DROSOFILÍDEOS (INSECTA, DIPTERA)
NATIVOS E EXÓTICOS DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Bacharelado em Ciências
Biológicas como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Prof. Dr. Martín Alejandro Montes – Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a Tereza Cristina dos Santos Leal Martins

Prof. Carlos Henrique Campos Bezerra Neves

Recife, 6 de outubro de 2021.

RESUMO

Embora possua grande extensão e número de espécies endêmicas, a Caatinga ainda é um bioma negligenciado no tocante à produção de conhecimento científico. Até então, poucos trabalhos se preocuparam em analisar a distribuição sazonal de espécies nativas e exóticas invasoras na região nordeste do Brasil, sobretudo na Caatinga. Neste estudo buscou-se avaliar a influência da sazonalidade na abundância de drosofilídeos nativos e exóticos da Caatinga. Foi realizada uma revisão bibliográfica, consultando as bases de dados da SciELO, Scopus, Science Direct, Google Scholar e PubMed. Utilizando os termos de busca “Caatinga”, “Drosophilidae”, “Seasonality”, “Sazonalidade”, “Exotic species”, “Drosophila”, “Chuva”, “Seca”, “Rainfall”, “Dry”, “Neotropical” e “Invasive species”, foram selecionados cinco trabalhos realizados entre 2010 e 2017 que investigaram a sazonalidade de drosofilídeos na Caatinga. Os resultados desses trabalhos foram investigados, e o teste de aderência Qui-quadrado foi realizado para avaliar as diferenças entre as abundâncias. Foram analisadas três espécies exóticas e seis espécies nativas, totalizando 21.428 indivíduos. Tanto as espécies nativas quanto as exóticas apresentaram preferência pela chuva, observando-se que 84,5% do total de indivíduos foram amostrados nesse período. A espécie mais abundante foi a nativa *Drosophila willistoni*, que correspondeu a 36,4% do total de indivíduos coletados em ambos os períodos. Todas as espécies foram mais abundantes no período chuvoso de maneira individual, com exceção da nativa *Drosophila cardini*. Os padrões sazonais observados são semelhantes aos de outros grupos de organismos da Caatinga, como aves e anfíbios, que também têm preferência pela chuva. A sazonalidade de espécies nativas de drosofilídeos segue os padrões observados em outros biomas do Brasil e do mundo, onde a preferência é pela chuva. Já a sazonalidade das espécies exóticas difere da observada em alguns locais, provavelmente devido ao baixo número de amostragens realizadas com espécies exóticas. Os resultados obtidos reforçam a necessidade de se investigar mais detalhadamente a sazonalidade de drosofilídeos exóticos na Caatinga, a fim de se obter resultados mais fidedignos sobre a biologia dessas espécies e prevenir futuras invasões biológicas no bioma.

Palavras-chave: *Drosophila willistoni*. *Drosophila cardini*. Nordeste brasileiro.
Abundância.

ABSTRACT

Despite its large extension and number of endemic species, the Caatinga is still a neglected biome in terms of the production of scientific knowledge. Until then, only a few studies were concerned with analyzing the seasonal distribution of native and exotic invasive species in the northeast region of Brazil, especially in the Caatinga. This study aimed to evaluate the influence of seasonality on the abundance of native and exotic Caatinga drosophilids. A literature review was carried out, consulting the SciELO, Scopus, Science Direct, Google Scholar and PubMed databases. Using the search terms "Caatinga", "Drosophilidae", "Seasonality", "Seasonality", "Exotic species", "Drosophila", "Rain", "Dry", "Rainfall", "Dry", "Neotropical" and "Invasive species", we selected five studies carried out between 2010 and 2017 that investigated the seasonality of drosophilids in the Caatinga. The results of these studies were analyzed, and the chi-squared test of adherence was performed to assess the differences between the abundances. Three exotic species and six native species were analyzed, totaling 21,428 individuals. Both native and exotic species showed preference for rain, noting that 84.5% of the total individuals were sampled in this period. The most abundant species was *Drosophila willistoni*, which corresponded to 36.4% of the total number of individuals collected in both periods. All species were more abundant in the rainy season individually, with the exception of the native *Drosophila cardini*. The seasonal patterns observed are similar to those of other groups of organisms in Caatinga, such as birds and amphibians, which also have a preference for rain. The seasonality of native species of drosophilids follows patterns observed in other biomes in Brazil and the world, where the preference is for rain. The seasonality of exotic species differs from that observed in some places, probably due to the low number of samplings carried out with exotic species. The results obtained reinforce the need to further investigate the seasonality of exotic drosophilids in the Caatinga, in order to obtain more reliable results about the biology of these species and prevent future biological invasions in the biome.

Keywords: *Drosophila willistoni*. *Drosophila cardini*. Brazil northeast. Abundance.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa parcial da América do Sul destacando a localização da Caatinga de acordo com as extensões definidas pelo IBAMA	15
FIGURA 2 – Exemplar de <i>Drosophila funebris</i>	18
FIGURA 3 – Exemplar de <i>Drosophila melanogaster</i>	19
FIGURA 4 – <i>Drosophila suzukii</i>	20
FIGURA 5 – <i>Zaprionus indianus</i>	21
FIGURA 6 – Abundância de espécies nativas e exóticas de drosofilídeos na Caatinga	27
FIGURA 7 – Abundância total de drosofilídeos na Caatinga	28
FIGURA 8 – Abundância individual de drosofilídeos na Caatinga	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Abundância de drosofilídeos nativos e exóticos registrada em períodos de seca e chuva na Caatinga entre 2010 e 2017.....	26
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	13
2. METODOLOGIA	13
3. REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 Caatinga	15
3.2 Família Drosophilidae	17
3.3 Espécies exóticas invasoras	21
3.4 Sazonalidade	23
4. RESULTADOS	26
5. DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÃO	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é o único bioma encontrado exclusivamente no Brasil, ocupando uma área de aproximadamente 912.000 km² - cerca de 11% do território nacional - (SILVA et al, 2017), com sua maior parte situada na região nordeste do país. O clima predominante na Caatinga é o semiárido, cuja principal característica é a escassez de umidade e baixos índices pluviométricos anuais, com cerca de 750 mm por ano (ANDRADE et al, 2010). As chuvas são distribuídas em duas épocas distintas do ano, caracterizadas como período seco e período chuvoso (SAMPAIO, 1995). A vegetação da Caatinga é bastante peculiar, visto que apresenta adaptações para o clima extremamente seco como raízes profundas e redução no tamanho das folhas para retenção de água (ANDRADE-LIMA, 1981).

Apesar de sua vasta extensão e peculiaridades, a Caatinga ainda é um bioma pouco estudado e conservado, o que limita, em certos aspectos, o conhecimento acerca de sua fauna e flora; no entanto, com o passar dos anos, tem-se descoberto um número cada vez maior de espécies endêmicas da Caatinga e uma biodiversidade até então subestimada, o que evidencia a escassez de informações sobre o bioma e reforça também a necessidade de investimento em novas áreas de proteção no local (OLIVEIRA et al, 2016).

Estudos recentes têm ampliado os conhecimentos sobre a fauna de insetos na Caatinga: Oliveira et al (2016) estimaram que a Caatinga abrigue, pelo menos, 31 espécies da família Drosophilidae, um número superior às estimativas feitas por Sene et al (1980). Agra e Pina (2021) evidenciaram a sazonalidade e a disponibilidade de recursos como fatores determinantes na riqueza de coleópteros e himenópteros em áreas degradadas ou em restauração na Caatinga. Já Montes et al (2021) reportaram a recente invasão de uma espécie exótica de drosofilídeo, *Drosophila nasuta* (Lamb, 1914).

A família Drosophilidae (Insecta, Diptera) compreende cerca de 4.000 espécies popularmente conhecidas como “moscas do vinagre”, sendo a grande maioria inserida no gênero *Drosophila*, que nomeia a família. Drosofilídeos são, geralmente, adaptados para se desenvolver próximo de plantas em decomposição e

se alimentar de leveduras provenientes dessa decomposição, sendo amplamente utilizados como objeto de estudo, sobretudo devido à facilidade da coleta e do seu ciclo de vida curto, o que justifica sua importância nas áreas de genética e biologia molecular como modelos biológicos (POWELL, 1997). Também podem ser utilizados em estudos ecológicos como bioindicadores de distúrbios antropogênicos (MATA et al, 2008), na avaliação da toxicidade de pesticidas em animais (NARCISO; NAKAGAWA, 2009), ou na análise das adaptações que contribuem com o sucesso de invasões biológicas (LITTLE et al, 2020). Esses estudos são viáveis devido à ampla distribuição geográfica dos drosofilídeos, sua facilidade de manejo e alta sensibilidade às mudanças no habitat (WHEELER, 1981, 1986; KARAN et al, 1998; PEARSON, 1994; AVONDET et al, 2003; HOFFMANN et al, 2003).

O Brasil é detentor de uma grande diversidade de espécies nativas de drosofilídeos (GOTTSHALK et al, 2008). No entanto, Rohde et al (2010) destacaram a crescente incidência de espécies invasoras no país, ressaltando a importância de se investigar a dinâmica das espécies de drosofilídeos invasores a fim de promover a manutenção das espécies nativas da região. Um dos aspectos mais importantes que devem ser analisados é a adaptação de espécies invasoras às épocas de seca e chuva - adaptações sazonais - em comparação às espécies nativas.

Espécies invasoras são aquelas introduzidas, acidental ou intencionalmente, em um habitat distinto do seu original, e que ali se estabelecem (ESPINOLA et al, 2007). Podem causar diversos prejuízos ao ecossistema em que estão inseridas, como crescimento populacional desenfreado devido à ausência de predadores naturais no habitat, alteração de cadeias alimentares e diminuição da biodiversidade local por meio de competição ou predação de espécies nativas (SIMBERLOFF et al, 2013).

Considerando a escassez de estudos científicos relacionando diretamente a sazonalidade de drosofilídeos nativos e exóticos, sobretudo no bioma da Caatinga, este trabalho buscou compilar as informações sobre este tema e oferecer um panorama da atual disponibilidade de dados relacionados à temática, de maneira que possa auxiliar futuros estudos acerca deste assunto ou outros correlatos.

1.1 Objetivo geral

Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é realizar uma revisão da literatura e discorrer sobre alguns padrões de distribuição e abundância de drosofilídeos nativos e exóticos encontrados na Caatinga, a partir de amostragens realizadas em estudos anteriores, comparando períodos de chuva e seca.

1.2 Objetivos específicos

- Evidenciar a influência das variações sazonais na abundância de drosofilídeos nativos e exóticos;
- Conhecer as preferências sazonais das espécies nativas de drosofilídeos na Caatinga;
- Determinar o padrão sazonal das espécies exóticas invasoras de drosofilídeos na Caatinga.

2. METODOLOGIA

Na realização deste trabalho foi realizada uma revisão de literatura a partir dos principais estudos até então publicados que tratam de temas relacionados ao presente trabalho: a sazonalidade de drosofilídeos especificamente na Caatinga. Foram realizadas buscas em bases bibliográficas online SciELO, Scopus, Science Direct, Google Scholar e PubMed. Os descritores utilizados para as buscas foram: “Caatinga”, “Drosophilidae”, “*Seasonality*”, “Sazonalidade”, “*Exotic species*”, “Drosophila”, “Chuva”, “Seca”, “*Rainfall*”, “*Dry*”, “*Neotropical*” e “*Invasive species*”.

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir de uma pré-seleção dos artigos e leitura dos resumos, a fim de se determinar a relevância deles para a temática e a elegibilidade para uma análise posterior mais detalhada. Treze artigos atenderam a esse primeiro filtro e foram selecionados, dos quais cinco, datados entre 2010 e

2017, atenderam à questão da pesquisa e foram utilizados para análise. Os critérios de exclusão foram: não discriminar a sazonalidade da espécie ou não tratar de espécies encontradas na Caatinga. Foram incluídos outros 99 artigos publicados no período entre 1952 e 2021 para compor o referencial teórico e as discussões do trabalho. O teste qui-quadrado (X^2) de aderência foi realizado para avaliar diferenças significativas nas abundâncias entre espécies nativas e exóticas e entre períodos de seca e de chuva. Observando-se a abundância sazonal de todas as espécies com tamanho amostral maior que 30, pôde-se constatar que seis das sete espécies se mostraram mais abundantes no período chuvoso, com exceção de *Drosophila cardini*. Todas as abundâncias sazonais apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Caatinga

A Caatinga é um bioma encontrado predominantemente na região nordeste do Brasil (**Figura 1**), englobando todos os nove estados que a compõem – Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Maranhão, Alagoas, Sergipe e Bahia. Além disso, também é possível encontrar partes desse bioma ao norte do estado de Minas Gerais, na região sudeste (ANDRADE-LIMA, 1981). Ao todo, a Caatinga ocupa uma área equivalente às extensões territoriais da Alemanha, Itália e Reino Unido juntos (SILVA et al, 2017).

Figura 1 – Imagem de satélite com mapa parcial da América do Sul destacando a localização da Caatinga de acordo com as extensões definidas pelo IBAMA.



Fonte: NASA, 2012.

O termo “caatinga” tem origem Tupi-Guarani, e significa “mata branca”, em alusão ao aspecto da sua vegetação nos períodos de seca, uma característica visual bastante marcante do bioma (ALBUQUERQUE; BANDEIRA, 1995). A vegetação da Caatinga é, de maneira geral, arbustiva e de pequeno tamanho, com adaptações para o clima seco como redução no tamanho das folhas, presença de espinhos e raízes mais profundas (ANDRADE-LIMA, 2007; FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

Uma das características mais notáveis no clima da Caatinga é o longo período de estiagem, característico do tropical semiárido, com índices pluviométricos anuais de aproximadamente 750 mm, com distribuição bastante irregular (ANDRADE et al, 2010; OLIVEIRA et al, 2016). O período chuvoso na Caatinga dura cerca de três a cinco meses, na primeira metade do ano, e o período de seca dura entre sete e nove meses (SAMPAIO, 1995).

De acordo com Reis (1976), as precipitações na Caatinga, além de escassas, são bastante irregulares e concentradas em um período muito curto dentro da estação chuvosa. Sampaio (1995) destaca temperaturas médias em torno de 27° C e umidade relativa do ar por volta de 50%, fatores que influenciam no aumento da evapotranspiração. Tais fatores, somados à irregularidade das chuvas, resultam em uma baixa disponibilidade de umidade para as plantas na maior parte do ano, o que explica as adaptações ao clima seco apresentadas pela vegetação da Caatinga (FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

Essas características geográficas não são constantes ao longo do bioma, sendo possível notar mudanças graduais de acordo com duas subdivisões – Agreste e Sertão - discutidas por certos autores, como Andrade-Lima (2007): no Agreste, região mais próxima do litoral nordestino, a vegetação é mais densa que no Sertão, região mais interiorana; o solo é mais profundo e o clima mais úmido e com maior pluviosidade. Essas características vão se invertendo gradualmente conforme nos afastamos do litoral e nos aproximamos do interior da região nordeste.

Por ser um bioma exclusivamente brasileiro, o estudo da biodiversidade da Caatinga está predominantemente nas mãos da própria ciência brasileira. A biodiversidade da Caatinga tem, inclusive, importância econômica, com aplicação na indústria farmacêutica, cosmética, de químicos e alimentos (MMA 2021). No entanto, Leal et al (2013) destacam que a Caatinga é a região proporcionalmente menos

estudada entre as regiões naturais brasileiras, e possui apenas 7,8% de seu território coberto por unidades de conservação (TEIXEIRA, 2016).

3.2 Família Drosophilidae

A família Drosophilidae (Diptera, Insecta) é composta por cerca de 4.000 espécies (BRAKE et al, 2008), divididas em duas subfamílias: Drosophilinae, com cerca de 3.200 espécies distribuídas em 43 gêneros, e Steganinae, com cerca de 1.000 espécies distribuídas em 30 gêneros (YASSIN, 2013; BÄCHLI, 2015).

Os drosofilídeos são popularmente conhecidos como “moscas do vinagre” devido ao hábito de muitas espécies de se alimentar de frutos em decomposição, que exalam cheiro semelhante ao do vinagre devido à fermentação (POWELL, 1997). Porém, existem espécies que se alimentam de outras fontes como cactáceas em início de decomposição, guano de morcegos e até mesmo tecidos e secreções de animais, além de outros substratos ricos em fungos e bactérias (MACÁ et al, 2014; ASHBURNER et al 2005).

Pavan (1959) menciona fatores climáticos como umidade, temperatura, pluviosidade e radiação solar como determinantes para a presença de drosofilídeos em diferentes habitats. Logo, em um país com biomas tão diversificados como o Brasil, é de se esperar que haja uma grande variedade de espécies de drosofilídeos ao longo de todo o território nacional.

Segundo GOTTSHALK et al (2008), a primeira espécie da família Drosophilidae foi descrita em 1787, quando Johan Christian Fabricius descreveu *Musca funebris*, que foi, posteriormente, realocada em outro gênero e classificafdrda como *Drosophila funebris* (**Figura 2**), vindo a se tornar a espécie-tipo do gênero *Drosophila* (Fallén, 1823).

Figura 2 – Exemplar de *Drosophila funebris*.



Fonte: Show ryu, 2012.

Embora a descrição da família Drosophilidae seja bastante antiga, somente no início do século 20 é que os estudos sobre essa família passaram a ser intensificados, principalmente devido à aplicação do gênero *Drosophila* em estudos genéticos; esse interesse fez as moscas do gênero ser consideradas os modelos biológicos mais exhaustivamente estudados no mundo inteiro (PAVAN, 1959).

Em 1910, utilizando *Drosophila melanogaster* (**Figura 3**), Thomas Morgan demonstrou o papel dos cromossomos na transmissão de caracteres hereditários ao cruzar indivíduos com diferentes cores de olhos – vermelho e branco. Morgan constatou que a cor branca dos olhos era predominante nos indivíduos machos, e descobriu que a característica de cor dos olhos estava ligada ao cromossomo X (GLEASON, 2017).

Ao longo das últimas décadas, pesquisadores que investigam a função dos genes no desenvolvimento de organismos eucariotos vêm utilizando, predominantemente, moscas do gênero *Drosophila* como modelos. Jennings (2011) esclarece que, embora o organismo humano como um todo difira bastante dos dípteros, muitos mecanismos “basais” – como processos bioquímicos e genéticos - foram conservados ao longo da nossa história evolutiva e são bastante semelhantes.

Figura 3 – Exemplar de *Drosophila melanogaster*.



Fonte: Roblan, 2013 (depositphotos).

Alguns fatores justificam a preferência de Morgan – e de muitos outros geneticistas - por indivíduos do gênero *Drosophila* como modelos biológicos: eles são de fácil captura e acondicionamento (JENNINGS, 2011), possuem ciclo de vida curto e simples (média de 8 a 14 dias), além de apresentarem alta taxa de fertilidade (POWELL, 1997; PLETCHER, 2005; MATA et al, 2008).

No Brasil, há registros de cerca de 300 espécies de drosofilídeos (GOTTSCHALK et al, 2008), apesar de os autores mencionarem que o território nacional não tem sido homogeneamente amostrado e de vários outros autores apontarem a possibilidade de muitas espécies ainda não terem sido identificadas. Isso é bastante evidente, em especial, nas regiões norte e nordeste do Brasil (OLIVEIRA, 2017). No entanto, esse número vem subindo ao longo dos últimos anos, sobretudo devido ao crescente registro de espécies invasoras no Brasil (ROHDE et al, 2010). Montes et al (2021) destacam que certas espécies invasoras como *Drosophila nasuta* estão, inclusive, entre as espécies mais abundantes de drosofilídeos no Brasil.

Algumas dessas espécies invasoras vêm causando grande prejuízo econômico por serem consideradas pragas agrícolas: é o caso de *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (**Figura 4**), que é originária do sudeste asiático (ANDREAZZA et al, 2016) e ataca culturas de morango, mirtilo e framboesa (BELLAMY et al, 2013); e *Zaprionus indianus* (Gupta, 1970) (**Figura 5**), espécie nativa da África que tem atacado culturas de figo, amora, araçá e pitanga (VIEIRA et al, 2019).

Figura 4 - *Drosophila suzukii*.



Fonte: Blueberries consulting, 2017.

Figura 5 - *Zaprionus indianus*.



Fonte: Sarah Christopherson, 2017 (BugGuide.net).

3.3 Espécies exóticas e invasoras

A Convenção sobre Diversidade Biológica, realizada em 1992, definiu espécie exótica como qualquer espécie ou táxon inferior introduzido em local distinto de sua área de distribuição natural (CDB, VI/23). Pode se tratar de animais, plantas ou outros seres vivos com potencial de sobreviver, se reproduzir e permanecer naquele local.

Segundo Sampaio (2013), a introdução de espécies exóticas costuma ocorrer, principalmente, através do transporte dessas espécies pelo homem, de maneira intencional (para produção de alimentos ou outros fins comerciais, por exemplo) ou não intencional. Essas introduções vêm se intensificando progressivamente desde o advento da Revolução Industrial e, atualmente, com a globalização (MOYLE, 2004).

Quando uma espécie exótica se fixa, vencendo as barreiras ecológicas bióticas e abióticas, e ameaça a biodiversidade do local que foi introduzida, passa a

ser considerada também uma espécie invasora (REJMÁNEK, 1999). Exemplos de fatores bióticos que dificultam a permanência de uma espécie exótica em um ambiente são a presença de predadores naturais ou de competidores, presença de patógenos e ausência de polinizadores, no caso de plantas (ZILLER, 2007). Já fatores abióticos como condições climáticas e solo são fundamentais para a sobrevivência da espécie exótica no local (DAVIS, 2009).

A espécie exótica necessita, ainda, de meios para que consiga se dispersar no novo ambiente e garantir sua propagação e permanência em longo prazo (ZILLER, 2007). Vencidas todas essas barreiras, a espécie exótica pode ser considerada invasora, trazendo prejuízos para as espécies nativas (REJMÁNEK, 1999; ZILLER 2007).

Existem fatores intrínsecos que tornam uma espécie bem sucedida em sua invasão, como tamanho de corpo reduzido, gerações mais curtas e altas taxas de crescimento (ROHDE et al, 2010). Quanto ao ambiente em si, fatores como distúrbios provocados por atividades antrópicas, alta disponibilidade de nutrientes e pouca diversidade de espécies nativas são determinantes para torná-lo suscetível a invasões (BALTZ e MOYLE, 1993; WOLFE, 2002; GUO, 2006; Chytrý et al, 2008; ROHDE et al, 2010).

Caso a espécie não consiga se dispersar após seu estabelecimento no ambiente, ela permanece restrita ao seu local de introdução por um determinado tempo, conhecido como período de latência, que pode durar anos a depender do ambiente invadido e da espécie invasora (MACK et al, 2000; SAMPAIO, 2013).

Atualmente, as invasões biológicas constituem a segunda maior causa de perda de biodiversidade no mundo (MELLO, 2012). Essa perda ocorre por meio da extinção de espécies nativas através da predação ou competição, alteração de cadeias alimentares ou por alteração das características do ecossistema, no caso de espécies engenheiras (SIMBERLOFF et al, 2013).

Essa perda de biodiversidade tem causado um fenômeno de homogeneização biótica em vários ecossistemas do mundo, que quando associada a atividades antrópicas, causa impactos devastadores a esses locais (SIMBERLOFF, 2001). Olden et al (2004) definem homogeneização biótica como perda de diversidade ao nível genético, funcional ou taxonômico. A homogeneização

genética tem como principal consequência a diminuição da variabilidade genética de uma população devido a hibridizações potencializadas por espécies invasoras, o que pode diminuir a resistência a doenças (OLDEN, 2006) e a invasores (OLDEN et al, 2004) dessa população.

A homogeneização funcional representa o aumento da redundância funcional: ocorre uma diminuição das espécies com funções exclusivas no ecossistema, enquanto as espécies com papéis semelhantes passam a dominar (CLAVEL et al, 2010). Isso torna o ecossistema muito mais vulnerável a mudanças ambientais (OLDEN et al, 2004) e a futuras invasões biológicas (GROSHOLZ, 2005), além de causar simplificação de teias alimentares (BEISNER et al, 2003). Já a homogeneização taxonômica representa o aumento da semelhança entre as espécies que compõem diferentes comunidades (OLDEN; ROONEY, 2006).

Para Myers et al (2000), a melhor solução para o problema das invasões biológicas é evitar a introdução das espécies exóticas; caso ocorra, de fato, uma invasão, é essencial que medidas sejam tomadas ainda em suas fases iniciais. Isso porque a retirada da espécie invasora do ambiente fica muito mais difícil à medida que ela se reproduz e se dispersa no local. Aspectos biológicos como o comportamento sazonal de espécies podem ser analisados para que as devidas medidas de controle sejam tomadas de maneira precoce.

3.4 Sazonalidade

Segundo Wolda (1988), uma questão que desperta grande interesse da comunidade científica é o comportamento dos organismos em relação a fatores que variam em determinadas épocas do ano, os padrões de sazonalidade. Períodos mais quentes e mais frios vão se alternando, assim como períodos de chuva e seca e de maior e menor umidade, e as espécies tendem a moldar seu comportamento de acordo com essas mudanças. Em sistemas ecológicos, White e Hastings (2019) citam temperatura, fotoperíodo, chuva e ventos e como as principais variáveis sazonais conhecidas.

Adaptações sazonais são parte das estratégias de sobrevivência utilizadas por várias espécies (COUTINHO-SILVA, 2017); em insetos, por exemplo, as taxas

de reprodução, disponibilidade de alimentos e o tamanho da população são alguns dos aspectos influenciados diretamente pelas variações sazonais (SPITZER et al, 1993; HANYA et al, 2011). Em plantas, aspectos como temperatura, umidade e pluviosidade influenciam na sobrevivência, reprodução e produtividade das espécies (FIGUEIRÔA, et al, 2007), algo que certamente reflete no comportamento dos organismos que delas se alimentam. Em peixes, Dias e Tavares-Dias (2015) citam a influência que a temperatura exerce sobre o ciclo de vida dos seus parasitas em regiões de climas temperados, o que acaba conferindo um padrão sazonal às infecções parasitárias. Esses são apenas alguns exemplos de como os mais variados tipos de organismos - desde parasitas até produtores e consumidores - estão sujeitos à influência da sazonalidade, direta ou indiretamente.

No entanto, apesar da reconhecida influência da sazonalidade na dinâmica das comunidades, esses fatores são, muitas vezes, negligenciados ao se estudar processos e sistemas ecológicos (WHITE; HASTINGS, 2019), principalmente por dois motivos: a necessidade de estudos comparativos ao longo de anos e a dificuldade de se utilizar modelos matemáticos capazes de lidar com a grande variabilidade existente dentro de certos fatores sazonais. Por isso, estudar padrões de sazonalidade de maneira analítica é, muitas vezes, uma tarefa complexa.

No Brasil, muitos estudos sobre padrões sazonais têm sido feitos buscando-se encontrar correlações entre períodos de chuva e seca e o comportamento de determinadas espécies. Sazima e Eterovick (2000) estudaram uma comunidade de anuros na Serra do Cipó, em Minas Gerais, e observaram que a maioria das espécies iniciava seu comportamento reprodutivo nos períodos de chuva devido ao acúmulo de água. Em 2009, Araújo e Santos descobriram que a abundância de insetos galhadores em *Piper arboreum* (Aubl., 1775) era maior no início da estação chuvosa, provavelmente devido à maior abundância de recursos para os galhadores.

Em 2010, ao estudar a sazonalidade de 20 ordens de insetos na Caatinga, Vasconcellos et al concluíram que a maioria deles apresentava maior abundância nos períodos de chuva, com destaque para as ordens Isoptera, Coleoptera, Diptera, Homoptera e Orthoptera. Os autores também concluíram que a pluviosidade era a variável climática que melhor explicava a abundância de insetos na Caatinga, seguida da umidade relativa.

Já Coutinho-Silva et al (2017) estudaram os efeitos da sazonalidade em drosofilídeos na Mata Atlântica e constataram que as espécies exóticas são mais abundantes nos períodos de seca, possivelmente devido ao fato de serem generalistas e explorarem, com melhor sucesso que as nativas, os recursos tróficos mais escassos presentes nesta estação. Por outro lado, espécies nativas se mostraram mais abundantes nos períodos de chuva.

Essas informações têm grande importância biológica e econômica: na pesca industrial, por exemplo, leva-se em consideração a sazonalidade de parasitas para se determinar em quais períodos serão intensificadas as medidas profiláticas, a fim de se evitar prejuízos (DIAS e TAVARES-DIAS, 2015). No contexto da biologia da conservação, entender a sazonalidade de espécies exóticas invasoras é fundamental para entender o seu impacto sobre a biodiversidade local e para se definir as melhores estratégias para controlar a invasão e reestabelecer o equilíbrio do ecossistema invadido (SAXE et al, 2007; ROHDE et al, 2010; VASCONCELLOS et al, 2010).

4. RESULTADOS

A partir da análise de cinco trabalhos realizados entre 2010 e 2017, foi registrada a amostragem de um total de 21.428 de drosofilídeos, distribuídos entre nove espécies: *Drosophila malerkotliana*, *D simulans*, *Zaprionus indianus*, *D. cardini*, *D. cardinoides*, *D. neocardini*, *D. willistoni*, *D. paulistorum* e *D. nebulosa*.

Todas as coletas foram feitas separadamente em períodos de estiagem e períodos de chuva. A abundância total de indivíduos nos períodos de chuva foi de 84,51%, representados por todas as nove espécies. Para os períodos de seca a abundância foi de apenas 15,49%, representados por todas as espécies com exceção de *D. neocardini* (**Tabela 1**).

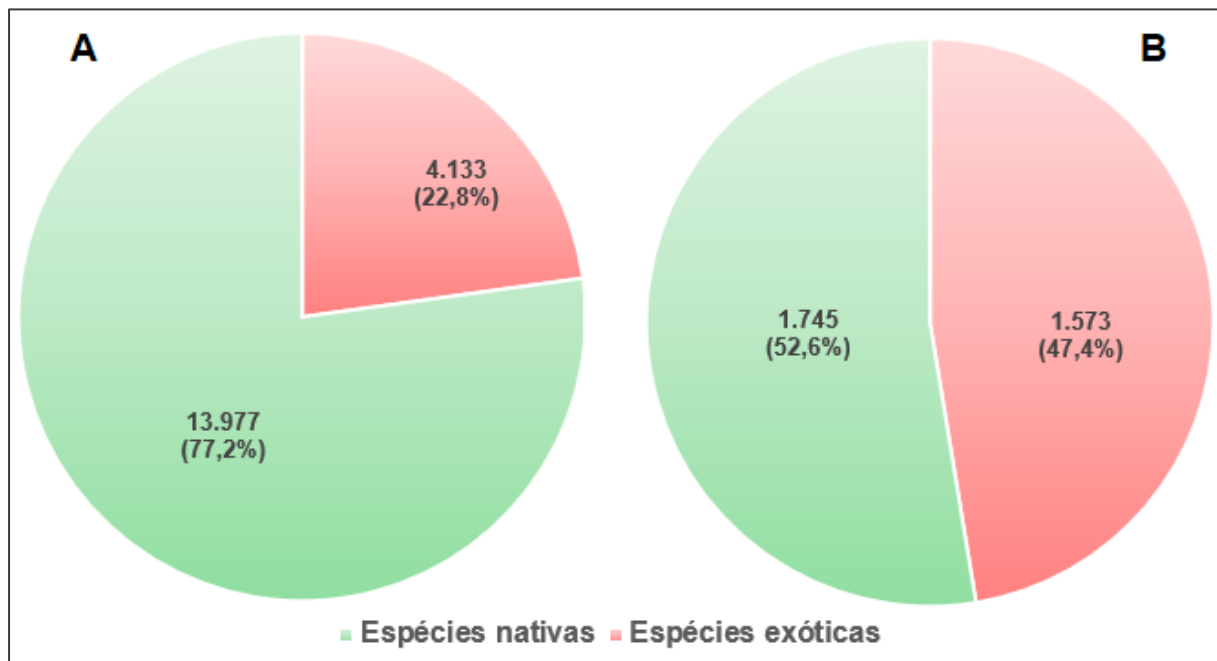
Tabela 1 – Abundância de drosofilídeos nativos e exóticos registrada em períodos de seca e chuva na Caatinga entre 2010 e 2017

Espécie	Nativa ou exótica	Local de coleta (Caatinga)	Abundância na chuva (%)	Abundância na seca (%)	N	Referência
<i>Drosophila malerkotliana</i>	Exótica	PE – Buíque	351 (85,40%)	60 (14,60%)	411	Rohde et al (2010)
		PE – Serra Talhada	244 (82,43%)	52 (17,57%)	296	
		PE – Triunfo	141 (96%)	6 (4%)	147	
<i>Drosophila simulans</i>	Exótica	PE – Buíque	562 (52,72%)	504 (47,27%)	1.066	Rohde et al (2010)
		PE – Serra Talhada	47 (16,1%)	245 (83,9%)	292	
		PE – Triunfo	361 (79%)	96 (21%)	457	
<i>Zaprionus indianus</i>	Exótica	PE – Buíque	864 (91,33%)	82 (8,67%)	946	Rohde et al (2010)
		PE – Serra Talhada	1.515 (75,18%)	500 (24,82%)	2.015	
		PE – Triunfo	48 (63,16%)	28 (36,84%)	76	
<i>Drosophila cardini</i>	Nativa	PE – Buíque	45 (100%)	0	45	Rohde et al (2014)
		PE – Serra Talhada	0	269 (100%)	269	
<i>Drosophila cardinoides</i>	Nativa	PE – Buíque	3 (100%)	0	3	Rohde et al (2014)
		PE – Serra Talhada	0	7 (100%)	7	
<i>Drosophila neocardini</i>	Nativa	PE – Buíque	3 (100%)	0	3	Rohde et al (2014)
<i>Drosophila willistoni</i>	Nativa	PE – Serra Talhada	3.586 (99,88%)	4 (0,12%)	3.590	Garcia et al (2014)
		PE – Buíque	461 (100%)	0	461	
		PE – Buíque	403 (100%)	0	403	Monteiro (2010)
		PE – Serra Talhada	2.543 (99,53%)	12 (0,47%)	2.555	
		PE – Triunfo	782 (98,98%)	8 (1,02%)	790	
<i>Drosophila paulistorum</i>	Nativa	PE – Serra Talhada	287 (100%)	0	287	Garcia et al (2014)
		PE – Buíque	55 (100%)	0	55	
		PE – Buíque	131 (100%)	0	131	Monteiro (2010)
		PE – Serra Talhada	588 (99,15%)	5 (0,85%)	593	
		PE – Triunfo	290 (97,64%)	7 (2,36%)	297	
<i>Drosophila nebulosa</i>	Nativa	PE - Serra Talhada	4.800 (77%)	1.433 (23%)	6.233	Oliveira (2017)
		PE – Buíque				
		BA – Raso da Catarina				
		RN – Lajes Pintadas				
		PI – Serra da Capivara				
		PI – São Raimundo Nonato				

Das nove espécies analisadas, três são exóticas do Brasil e da Caatinga: *D. malerkotliana*, *D. simulans* e *Z. indianus*; enquanto seis são nativas: *D. cardini*, *D. cardinoides*, *D. neocardini*, *D. willistoni*, *D. paulistorum* e *D. nebulosa*.

A abundância nos períodos chuvosos foi de 77,2% indivíduos de espécies nativas e 22,8% indivíduos de espécies exóticas. Nos períodos de seca essa abundância foi de 52,6% indivíduos nativos e 47,4% indivíduos exóticos. Pôde-se constatar uma maior riqueza de espécies nativas nos períodos de chuva ($\chi^2 = 5.351$, GLIB = 1, $p < 0,001$), enquanto nos períodos de seca a abundância de espécies nativas e exóticas foi similar, apesar das nativas ainda constituírem maioria significativa em riqueza ($\chi^2 = 9$, GLIB = 1, $p = 0,003$) (**Figura 6**).

Figura 6 - Abundância de espécies nativas e exóticas de drosofilídeos na Caatinga. **A)** período chuvoso; **B)** período seco.

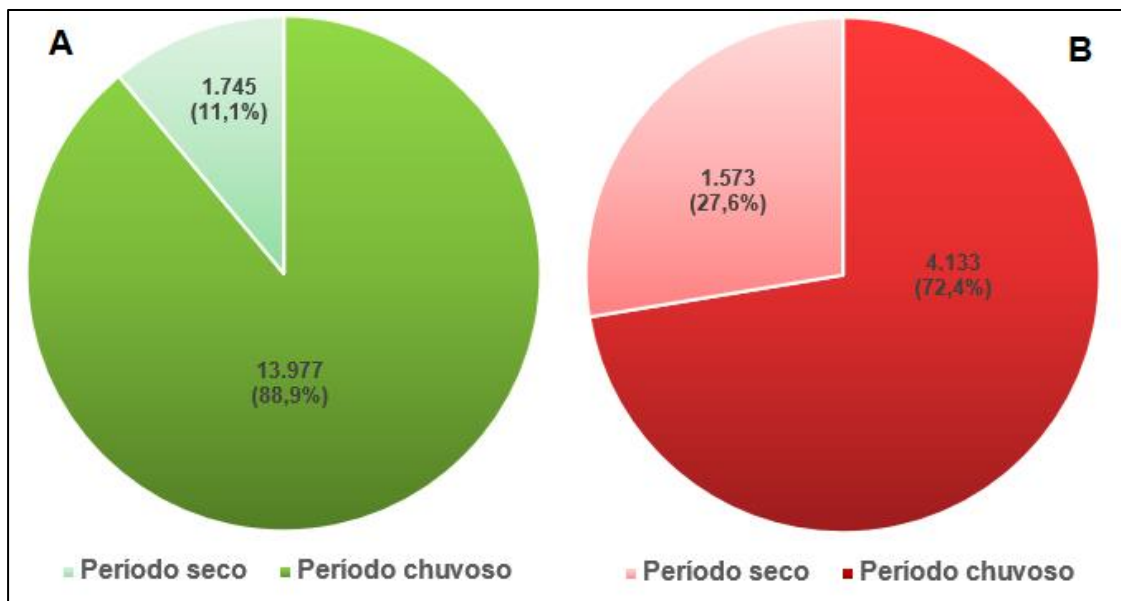


Fonte: Autor, 2021

Analisando de forma isolada as espécies nativas nos dois períodos, observou-se que 88,9% do total de indivíduos nativos foram coletados no período chuvoso (13.977), enquanto apenas 11,1% (1.745 indivíduos) foram coletados no período seco ($\chi^2 = 9.517$, GLIB = 1, $p < 0,001$) (**Figura 7a**).

Espécies exóticas também foram registradas em sua maioria no período chuvoso, com 72,4% do total de indivíduos exóticos (4.133). No período seco foram coletados 27,6% dos indivíduos exóticos (1.573), uma diferença significativa ($\chi^2 = 1.149$, GLIB = 1, $p < 0,001$) (**Figura 7b**). A abundância de indivíduos exóticos no período seco foi superior à dos indivíduos nativos em termos percentuais (27,6% contra 11,1%).

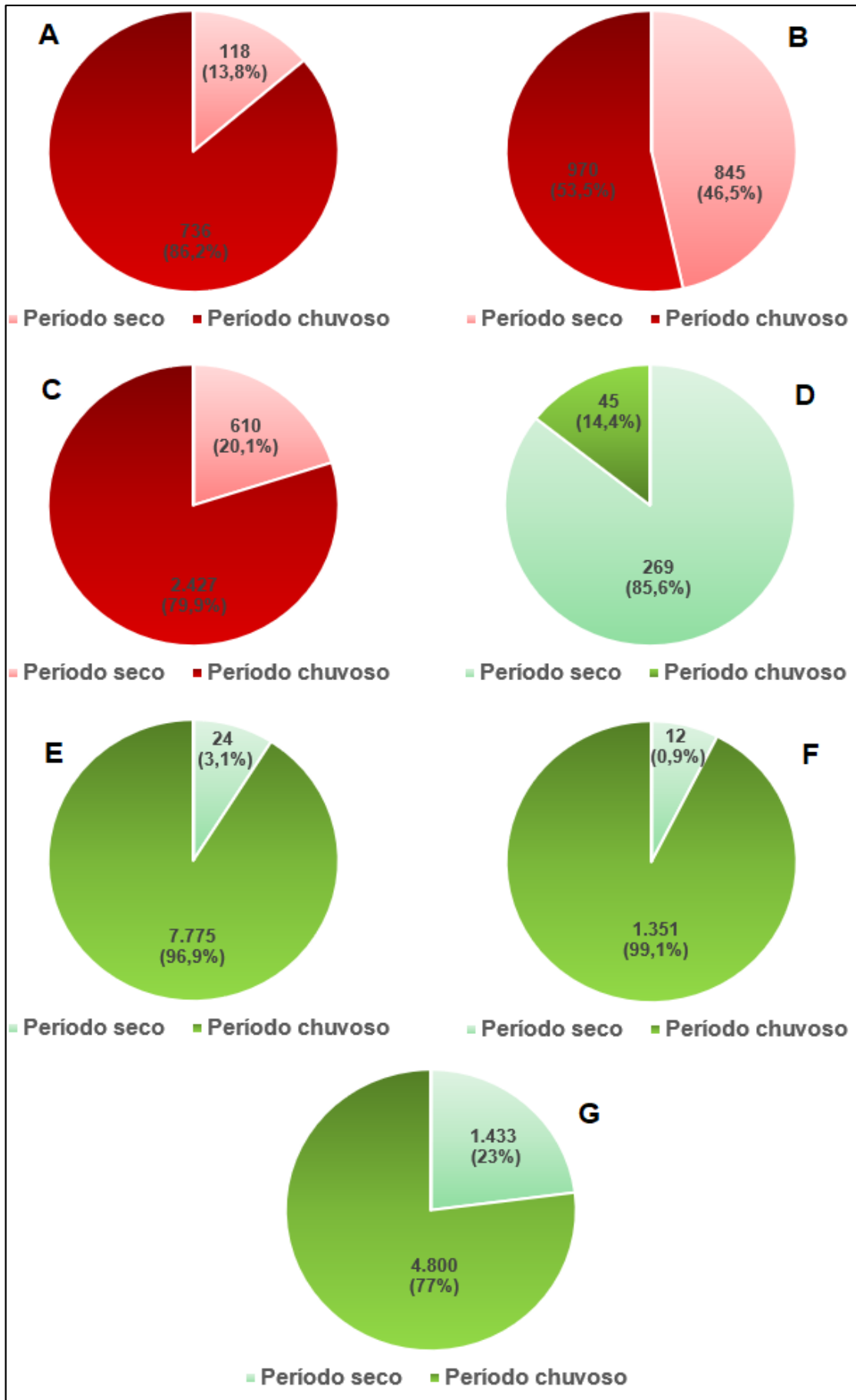
Figura 7 – Abundância total de drosofilídeos na Caatinga. **A)** espécies nativas; **B)** espécies exóticas.



Fonte: Autor, 2021

De maneira geral, espécies nativas e exóticas demonstraram ter preferência por períodos de chuva: *D. malerkotliana* apresentou 88,2% de abundância no período chuvoso e 13,8% no período seco ($\chi^2 = 447$, GLIB = 1, $p < 0,001$); *D. simulans* apresentou 53,5% de abundância na chuva e 46,5% no período seco ($\chi^2 = 9$, GLIB = 1, $p = 0,003$); *Z. indianus* apresentou 79,9% de abundância no período chuvoso e 20,1% no período seco ($\chi^2 = 1.087$, GLIB = 1, $p < 0,001$); *D. cardini* foi a única espécie com menor abundância no período chuvoso (14,4%) e maior abundância no período seco (85,6%) ($\chi^2 = 160$, GLIB = 1, $p < 0,001$); *D. willistoni* apresentou 96,9% de abundância no período chuvoso e 3,1% de abundância no período seco ($\chi^2 = 7.703$, GLIB = 1, $p < 0,001$); *D. paulistorum* apresentou a maior abundância no período chuvoso (99,1%), e apenas 0,9% de abundância no período seco ($\chi^2 = 1.316$, GLIB = 1, $p < 0,001$); já *D. nebulosa* apresentou 77% de abundância no período chuvoso e 23% de abundância no período seco ($\chi^2 = 1.1819$, GLIB = 1, $p < 0,001$) (**Figura 8**).

Figura 8 - Abundância individual de drosofilídeos na Caatinga (exóticos em vermelho e nativos em verde). **A)** *D. malerkotliana*, espécie exótica; **B)** *D. simulans*, espécie exótica; **C)** *Z. indianus*, espécie exótica; **D)** *D. cardini*, espécie nativa; **E)** *D. willistoni*, espécie nativa; **F)** *D. paulistorum*, espécie nativa; **G)** *D. nebulosa*, espécie nativa.



5. DISCUSSÃO

Neste trabalho avaliamos os padrões sazonais dos drosofilídeos nativos e exóticos da Caatinga. De modo geral, observamos maior abundância no período chuvoso, na avaliação por separado entre espécies nativas e exóticas e ao avaliar cada espécie individualmente.

A abundância total de drosofilídeos foi mais de cinco vezes maior no período chuvoso quando comparada com o período seco. Outros organismos que vivem na Caatinga apresentam padrões sazonais semelhantes. Por exemplo, Guedes (2010) constatou que insetos das ordens Hymenoptera, Coleoptera e Diptera apresentavam grande diminuição de abundância nos períodos secos, de maneira análoga ao observado em nossos resultados. Pereira e Junior (2013) estudaram a sazonalidade de aves em uma área de caatinga e concluíram que os períodos de maior pluviosidade eram os de maior riqueza e abundância de espécies. Anselmo et al (2014) observaram maior abundância de Lepidópteros no período de chuva, na caatinga da Paraíba. Por fim, Gomes (2015), ao estudar a sazonalidade de anuros no município de Picuí (PB), também reportou maior abundância de indivíduos nos períodos de chuva. Outros biomas secos apresentam distribuição sazonal similar à da Caatinga: segundo Malheiros (2016), há uma interdependência entre as atividades florísticas e faunísticas no Cerrado nos períodos de chuva e seca, que são muito bem definidos no bioma. Répteis, anfíbios e a maioria dos mamíferos são encontrados mais abundantemente no período chuvoso, sobretudo devido à maior atividade de insetos e aves, que se aproveitam da maturação dos frutos e do crescimento das gramíneas nesse período (MALHEIROS, 2016). Esses padrões sazonais também são observados na savana africana, por exemplo, em moscas (AHMED et al, 2006), zebras, antílopes e girafas (OGUTU et al, 2008) e cupins (DAVIES et al, 2014). Assim, pode-se concluir que a preferência de indivíduos por períodos chuvosos é um padrão sazonal presente em diversos grupos de organismos, tanto na Caatinga quanto em outros biomas do Brasil e do mundo. Isso mostra que nossos resultados com drosofilídeos na Caatinga, sob esse aspecto, está dentro de parâmetros esperados.

No período chuvoso, nossos resultados apontam espécies nativas com maioria absoluta de indivíduos, correspondendo a 77,2%. No período seco a

distribuição entre espécies nativas e exóticas em nossos resultados foi mais equitativa e próxima de 50% tanto para nativas quanto para exóticas. Em outros biomas do Brasil e do mundo, essa distribuição destoa um pouco dos nossos achados: investigando a fauna de drosofilídeos, Coutinho-Silva et al (2017) observaram que a maioria dos indivíduos coletados na Mata Atlântica no período chuvoso também eram nativos (cerca de 62% do total), mas no período seco a maioria absoluta era de indivíduos exóticos (cerca de 82% do total); resultados semelhantes foram relatados por Silva et al (2020) estudando *Drosophila nasuta* e outras espécies no mesmo bioma, com espécies nativas predominando no período chuvoso (cerca de 61% do total) e espécies exóticas predominando no período seco (cerca de 95% do total). Silva (2012) também observou predominância significativa de espécies exóticas no período seco na Mata Atlântica. No Cerrado, Mata et al (2008) reportaram predominância de drosofilídeos nativos no período chuvoso e de exóticos no período seco, enquanto Srinath e Shivanna (2014) também observaram prevalência de drosofilídeos nativos na chuva em Dharward, na Índia. Já na América do Norte, Bombin e Reed (2016) destacam o período seco como sendo o de maior abundância de espécies exóticas. Nossos achados na Caatinga estão de acordo com o observado em outros biomas no período chuvoso, com espécies nativas constituindo maioria. Já no período seco nossos resultados divergem, pois espécies nativas não costumam constituir ser mais abundantes que exóticas nessa estação.

No entanto, esse resultado certamente se deve à enorme diferença entre amostragens: a duração das coletas de Rohde et al (2010), que foram responsáveis pelo registro das espécies exóticas aqui discutidas, foi de 10 meses, entre junho de 2008 e março de 2009, em 14 amostragens; já nos estudos de 2014, os mesmos autores coletaram apenas indivíduos nativos e por um período de 15 meses, com 12 amostragens. Somado a essa questão, outros 3 trabalhos de diferentes autores analisaram apenas a sazonalidade de espécies nativas, totalizando 1 trabalho com espécies exóticas e 4 com espécies nativas em nossa análise. Todos os trabalhos utilizaram exatamente 10 armadilhas para cada amostragem utilizando o mesmo modelo com bananas, descrito por Tidon e Sene (1988), com exceção de Monteiro (2010) que fez também capturas em eclosões de frutos em duas de suas coletas. Ao todo, nossos resultados refletem os números obtidos em apenas 10 meses de coleta para espécies exóticas, em 14 amostragens (ROHDE et al, 2010), contra 124

meses de coleta para espécies nativas (15 em Rohde et al, 2014; 12 em Garcia et al, 2014; 12 em Monteiro, 2010; e 85 em Oliveira, 2017), em 76 amostragens (12 em Rohde et al, 2014; 8 em Garcia et al, 2014; 15 em Monteiro, 2010; e 41 em Oliveira, 2017). É provável que, com amostragens suficientes para espécies exóticas, os resultados na Caatinga fossem semelhantes aos de outros biomas aqui discutidos, onde indivíduos exóticos constituem maioria na estação seca, já que, mesmo com um número muito inferior de amostragens (mais de 5 vezes menor) e período amostral (mais de 12 vezes menor), a distribuição entre espécies nativas e exóticas nessa estação foi quase igual. Fica evidente a necessidade de mais estudos que analisem a sazonalidade de drosofilídeos exóticos na Caatinga, a fim de se obter resultados mais fidedignos sobre a distribuição dessas espécies.

Considerando as duas estações no total, indivíduos nativos constituíram a grande maioria em nossos resultados (15.722 nativos contra 5.706 exóticos). Outros grupos de organismos na Caatinga também demonstram predominância de espécies nativas, como vegetações arbóreas (BEZERRA; PEREIRA, 2017). Em outros biomas do Brasil, essa distribuição para drosofilídeos é divergente: em 1980, Sene et al compilaram a distribuição geográfica de diversas espécies nativas e exóticas de drosofilídeos no Brasil, registrando uma maior abundância de espécies nativas no Cerrado e maior abundância de espécies exóticas na Caatinga; Mata et al (2008) registraram maior abundância de espécies exóticas no Cerrado, resultado diverso do encontrado por Sene et al em 1980, provavelmente devido à enorme incidência de *Z. indianus*, que não foi registrada pelos autores em seu primeiro estudo, e que corresponde a uma das espécies mais abundantes no Brasil; em 2017, Coutinho-Silva et al registraram mais indivíduos exóticos que nativos em fragmentos de Mata Atlântica no nordeste, resultado idêntico aos achados de Silva et al (2020) no mesmo bioma. Nos Pampas, Poppe et al (2015) encontraram maior abundância de espécies nativas. No Japão, em Sapporo, a abundância de drosofilídeos exóticos é superior à de nativos (MITSUI et al, 2007; KIMURA, 2015). Já nos Estados Unidos a abundância de indivíduos nativos se mostrou superior na região de Tuscaloosa, no Alabama, que possui média de precipitação anual de 1.395mm e média de temperatura anual de 18,3° C, semelhante ao clima dos Pampas (POPPE et al, 2015; BOMBIN; REED, 2016). Novamente, nossos achados destoam de alguns trabalhos no tocante à menor prevalência de indivíduos exóticos devido ao baixo

número de amostragens feitas para essas espécies, conforme já discutido anteriormente. Logo, a diferença total entre espécies nativas e exóticas demonstrada em nossos resultados reflete principalmente o baixo número de informações acerca da sazonalidade de espécies exóticas, e não a real diferença que existe nessa distribuição. É possível que as diferenças ambientais também tenham certa influência nesses resultados, visto que a Caatinga é um bioma com sazonalidade muito mais forte que o restante aqui discutido, sofrendo um efeito muito mais pronunciado da chuva que os outros ambientes, o que contribui para o aumento da abundância de drosofilídeos, já que constituem um grupo muito sensível a variações ambientais (BIZZO; SENE, 1982; Silva et al, 2011).

Analisando a sazonalidade de cada espécie nativa individualmente, observamos que *D. willistoni*, *D. paulistorum* e *D. nebulosa* apresentaram maior abundância no período chuvoso na Caatinga. Em outros ambientes, essas abundâncias são semelhantes: A abundância sazonal das espécies nativas seguiu, de maneira geral, os padrões esperados: *D. willistoni* e *D. paulistorum* foram mais abundantes nos períodos de chuva, assim como ocorre também em outros biomas como Mata Atlântica (TONI et al, 2007; GARCIA et al, 2012; GARCIA et al, 2014; COUTINHO-SILVA et al, 2017) e Cerrado (ROQUE, 2013). Segundo Dobzhansky (1957) e Spassky et al (1971), essas espécies são bastante dependentes de umidade. Isso explica a grande abundância dessas duas espécies no período chuvoso – e mais úmido - na Caatinga (96,9% e 99,1% em nossos resultados, respectivamente). *D. nebulosa* também demonstrou preferência pela chuva, de maneira similar ao que ocorre na Mata Atlântica (OLIVEIRA et al, 2017) e no Cerrado (TIDON 2006). Assim, pode-se concluir que *D. willistoni*, *D. paulistorum* e *D. nebulosa* têm um padrão sazonal independentemente do ambiente que habitem.

Já *D. cardini* apresentou maior abundância no período seco, ao contrário das outras espécies nativas. Esse registro não é de todo incomum, visto que essa espécie não costuma ser observada com frequência em biomas mais úmidos como a Mata Atlântica (VILELA et al, 2012; SILVA, 2012; ROHDE et al, 2014; OLIVEIRA et al, 2016; COUTINHO-SILVA et al, 2017), mas tem presença relevante em biomas mais secos como o Cerrado e a Caatinga, segundo VILELA et al (2012). Por esse motivo, os autores sugerem a possibilidade de *D. cardini* ser uma espécie mais

adaptada a ambientes secos que outros drosofilídeos nativos da Caatinga. Essa preferência também fica demonstrada nesta revisão.

Quanto à distribuição individual das espécies exóticas (*D. malerkotliana*, *D. simulans* e *Z. indianus*), todas apresentaram preferência pelo período chuvoso. Na Mata Atlântica, onde também é uma espécie exótica, *D. malerkotliana* se mostra mais abundante no período de seca (SILVA, 2012; COUTINHO-SILVA et al, 2017), enquanto na Índia, onde é nativa, é mais abundante na chuva (SNIRATH; SHIVANNA, 2014). *D. simulans* é mais abundante no período chuvoso na Mata Atlântica, onde também é uma espécie exótica (SCHMITZ et al, 2007; DÖGE et al, 2008; BIZZO et al, 2010; GARCIA et al, 2012; SILVA, 2012; COUTINHO-SILVA et al, 2017) e na América do Norte, onde também é exótica (BOMBIN; REED, 2016). Tanto no Cerrado, onde é exótica, quanto em seus ambientes nativos na África, *Z. indianus* também demonstrou ter preferência por períodos chuvosos (TIDON et al, 2003; PRIGENT et al, 2013). Assim, duas das três espécies exóticas (*D. malerkotliana* e *Z. indianus*) apresentaram neste ambiente o mesmo padrão que aquele apresentado onde são nativas.

Diante dos nossos resultados, podemos afirmar de maneira geral que as espécies aqui discutidas têm preferência pelo período chuvoso. Essa preferência se dá, principalmente, pela forte sazonalidade da Caatinga, que tem sua vegetação completamente transformada na ocasião do período chuvoso, podendo chegar a quase o dobro de cobertura vegetal se comparado ao período seco (Silva et al, 2011), o que certamente pode influenciar na disponibilidade de alimentos para os drosofilídeos.

6. CONCLUSÃO

Tanto drosofilídeos nativos quanto exóticos demonstram preferência por períodos chuvosos, onde a umidade se eleva na Caatinga e favorece o acesso a recursos tróficos. Não se pode concluir que drosofilídeos nativos constituem maioria absoluta nas duas estações em conjunto, embora nossos resultados apontem para tal. Isso porque a quantidade de estudos envolvendo a sazonalidade de espécies nativas foi superior à dos que envolvem sazonalidade de espécies exóticas, e em cada um desses trabalhos o período de amostragem de indivíduos nativos também foi maior.

Fica claro, portanto, que há uma grande discrepância entre o número de dados obtidos, e nosso trabalho realça a escassez de informações relacionadas à fauna exótica na Caatinga. É muito importante que os conhecimentos sobre essa temática sejam ampliados, pois podem ser determinantes nas ações de preservação da fauna nativa de drosofilídeos da Caatinga e na prevenção de invasões biológicas, como a recente inserção de *Drosophila nasuta*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, Ariane Costa; PINA, Welber da Costa. Insetos como Bioindicadores de Áreas Degradadas ou em Processo de Restauração no Bioma Caatinga. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, [S.L.], v. 24, n. 5-, p. 630-635, 18 fev. 2021.

AHMED, Ab; OKIWELU, Sn; SAMDI, Sm. Species diversity, abundance and seasonal occurrence of some biting flies in Southern Kaduna, Nigeria. **African Journal Of Biomedical Research**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 113-118, 14 set. 2006.

ALBUQUERQUE, Severino G. de; BANDEIRA, George Ricardo L.. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 6, p. 885-891, jun. 1995.

ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; PALÁCIO, H. A. Q. **O semiárido cearense e suas águas**. In: ANDRADE, E. M., PEREIRA, O. J., DANTAS, F. E. R. (Eds.). *O Semiárido e o manejo dos recursos naturais*. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2010. p. 71-94.

ANDRADE-LIMA, D. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 4, p. 243-274, 2007.

ANDRADE-LIMA, D. **The caatingas dominium**. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 4, p.149-153, 1982.

ANSELMO, Alexandre Flávio et al. Abundância, riqueza de espécies e sazonalidade de borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais em área de Caatinga e floresta ciliar no semiárido Paraibano. **Journal Of Biology & Pharmacy And Agricultural Management**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 97-110, 2014.

ARAÚJO, Walter Santos de; SANTOS, Benedito Baptista dos. Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, [S.L.], v. 53, n. 2, p. 300-303, jun. 2009.

ASHBURNER, Michael; GOLIC, Kent; HAWLEY, R Scott. *Drosophila: A Laboratory Handbook*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2005. 1409 p.

AVONDET, Jennifer L.; BLAIR, Robert B.; BERG, David J.; EBBERT, Mercedes A.. *Drosophila* (Diptera: drosophilidae) response to changes in ecological parameters across an urban gradient. **Environmental Entomology**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 347-358, 1 abr. 2003.

BALTZ, Donald M.; MOYLE, Peter B.. Invasion Resistance to Introduced Species by a Native Assemblage of California Stream Fishes. **Ecological Applications**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 246-255, maio 1993.

BEISNER, Beatrix E.; IVES, Anthony R.; CARPENTER, Stephen R.. The effects of an exotic fish invasion on the prey communities of two lakes. **Journal Of Animal Ecology**, [S.L.], v. 72, n. 2, p. 331-342, mar. 2003.

BELLAMY, David E.; SISTERTON, Mark S.; WALSE, Spencer S.. Quantifying Host Potentials: indexing postharvest fresh fruits for spotted wing drosophila, *drosophila suzukii*. **Plos One**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 1-10, 12 abr. 2013.

BERNARDI, Daniel et al. Bioecologia de *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) na Cultura do Morangueiro. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, p. 1-11, set. 2017.

BEZERRA, Cíntia de Sousa; PEREIRA, Josilene Galvão. Diversidade da Vegetação Arbórea em uma área de Caatinga no Município de Monteiro-PB. **Cadernos de Cultura e Ciência**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 100-108, 21 set. 2017.

BIZZO, Luís et al. Seasonal dynamics of a drosophilid (Diptera) assemblage and its potencial as bioindicator in open environments. **Iheringia. Série Zoologia**, [S.L.], v. 100, n. 3, p. 185-191, set. 2010.

BIZZO, N M V; SENE, F M. Studies on the natural populations of *Drosophila* from Peruibe (SP) Brazil (Diptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia** p. 539-544, 1982.

BOMBIN, Andrei; REED, Laura K. The changing biodiversity of Alabama *Drosophila*: important impacts of seasonal variation, urbanization, and invasive species. *Ecology And Evolution*, [S.L.], v. 6, n. 19, p. 7057-7069, 12 set. 2016.

BRAKE, Irina; BÄCHLI, Gerhard. *Diptera*. Stenstrup: Apollo Books, 2008. 412 p. (World Catalogue of Insects).

BUCHER, Eh. **Chaco and Caatinga - South American arid savannas, woodlands and thickets**. In: HUNTLEY, Brian J; WALKER, B H. **Ecology of tropical savannas**. New York: Springer, 1982. p. 48-79.

CDB: Convenção da diversidade biológica, 1992. (COP-6, Decisão VI/23, 2002).

CHYTRÝ, Milan et al. Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among mediterranean, subcontinental and oceanic regions of europe. **Journal Of Applied Ecology**, [S.L.], v. 45, n. 2, p. 448-458, abr. 2008.

CLAVEL, Joanne; JULLIARD, Romain; DEVICTOR, Vincent. Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization?. **Frontiers In Ecology And The Environment**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 222-228, 2 jun. 2010.

COUTINHO-SILVA, R.D. et al. Effects of seasonality on drosophilids (Insecta, Diptera) in the northern part of the Atlantic Forest, Brazil. **Bulletin Of Entomological Research**, [S.L.], v. 107, n. 5, p. 634-644, 2 mar. 2017.

DAVIES, A. B. et al. Seasonal activity patterns of African savanna termites vary across a rainfall gradient. **Insectes Sociaux**, [S.L.], v. 62, n. 2, p. 157-165, 3 jan. 2015.

DAVIS, Mark A. **Invasion Biology**. New York: Oxford University Press, 2009. 244p.

DIAS, M. K. R.; TAVARES-DIAS, M.. Seasonality affects the parasitism levels in two fish species in the eastern Amazon region. **Journal Of Applied Ichthyology**, [S.L.], v. 31, n. 6, p. 1049-1055, 26 ago. 2015.

DOBZHANSKY, Theodosius. Genetics of Natural Populations. XXVI. Chromosomal variability in Island and Continental Populations of *Drosophila Willistoni* from Central America and the West Indies. **Evolution**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 280-293, set. 1957.

DÖGE, Jonas S.; VALENTE, Vera L. S.; HOFMANN, Paulo R. P. Drosophilids (Diptera) from an Atlantic Forest Area in Santa Catarina, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, [S.L.], v. 52, n. 4, p. 615-624, 2008.

FERNANDES, Moabe Ferreira; QUEIROZ, Luciano Paganucci de. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, [S.L.], v. 70, n. 4, p. 51-56, out. 2018.

FIGUEIRÔA, Joselma Maria de et al. Variações sazonais na sobrevivência e produção de biomassa de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. após o corte raso e implicações para o manejo da espécie. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 32, n. 6, p. 1041-1049, dez. 2008.

GARCIA, Ana Cristina Lauer et al. Abundance and Richness of Cryptic Species of the willistoni Group of *Drosophila* (Diptera: drosophilidae) in the biomes caatinga and atlantic forest, northeastern brazil. **Annals Of The Entomological Society Of America**, [S.L.], v. 107, n. 5, p. 975-982, 1 set. 2014.

GARCIA, Cf et al. Drosophilid Assemblages at Different Urbanization Levels in the City of Porto Alegre, State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 32-41, fev. 2012.

GLEASON, Kevin. "Sex Limited Inheritance in *Drosophila*" (1910), by Thomas Hunt Morgan. **Embryo Project Encyclopedia**, Tempe, 22 mai. 2017. Disponível em: <http://embryo.asu.edu/handle/10776/11509>. Acesso em: 8 ago. 2021.

GOMES, Edson Dantas. **Influência de fatores sazonais na composição da anurofauna do município de Picuí-PB**. 2015. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2015.

GOTTSCHALK et al, 2008: GOTTSCHALK, Marco S et al. Drosophilidae: historical occurrence in brazil. **Check List**, [S.L.], v. 4, n. 4, p. 485, 1 nov. 2008.

GROSHOLZ, E. D.. Recent biological invasion may hasten invasional meltdown by accelerating historical introductions. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 102, n. 4, p. 1088-1091, 18 jan. 2005.

GUEDES, Rozileudo da Silva. **Caracterização fitossociológica da vegetação lenhosa e diversidade, abundância e variação sazonal de visitantes florais em um fragmento de caatinga no Semiárido Paraibano**. 2010. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

GUO, Qinfeng. Intercontinental biotic invasions: what can we learn from native populations and habitats?. **Biological Invasions**, [S.L.], v. 8, n. 7, p. 1451-1459, out. 2006.

HANYA, Goro et al. Seasonality in fruit availability affects frugivorous primate biomass and species richness. **Ecography**, [S.L.], v. 34, n. 6, p. 1009-1017, 7 mar. 2011.

HOFFMANN, A. A.; HALLAS, R. J.; DEAN, J. A.; SCHIFFER, M.. Low Potential for Climatic Stress Adaptation in a Rainforest *Drosophila* Species. **Science**, [S.L.], v. 301, n. 5629, p. 100-102, 4 jul. 2003.

JENNINGS, 2011: JENNINGS, Barbara H.. *Drosophila* – a versatile model in biology & medicine. **Materials Today**, [S.L.], v. 14, n. 5, p. 190-195, maio 2011.

KIMURA, Masahito T. Prevalence of exotic frugivorous *Drosophila* species, *D. simulans* and *D. immigrans* (Diptera: drosophilidae), and its effects on local parasitoids in sapporo, northern japan. **Applied Entomology And Zoology**, [S.L.], v. 50, n. 4, p. 509-515, 30 jul. 2015.

LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso da. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 2003. 822 p.

MÁCA, Jan; OTRANTO, Domenico. *Drosophilidae* feeding on animals and the inherent mystery of their parasitism. **Parasites & Vectors**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 1-8, 18 nov. 2014.

MACK, Richard N. et al. Biotic Invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. **Ecological Applications**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 689-710, jun. 2000.

MALHEIROS, Roberto. A Influência da Sazonalidade na dinâmica da vida no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 113-128, 17 out. 2016.

MATA, Renata Alves da; MCGEOCH, Melodie; TIDON, Rosana. *Drosophilid* assemblages as a bioindicator system of human disturbance in the Brazilian Savanna. **Biodiversity And Conservation**, [S.L.], v. 17, n. 12, p. 2899-2916, 7 maio 2008.

MELLO, Thayná Jeremias. **Subsídios para o controle de *Leucaena leucocephala*, espécie exótica invasora, na Ilha de Fernando de Noronha**. Fernando de Noronha, 2012. 3 p.

MITSUI, Hideyuki et al. Geographical distributions and host associations of larval parasitoids of frugivorous Drosophilidae in Japan. **Journal Of Natural History**, [S.L.], v. 41, n. 25-28, p. 1731-1738, 1 set. 2007.

MONTEIRO, Amanda Gabriela Felix. **Identificação das espécies do subgrupo willistoni de Drosophila (Diptera, Drosophilidae) em ambientes de Floresta Atlântica, Caatinga e Manguezal de Pernambuco**. 2010. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2010.

MONTES, Martín Alejandro et al. Invasion and Spreading of *Drosophila nasuta* (Diptera, Drosophilidae) in the Caatinga Biome, Brazil. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 50, n. 4, p. 571-578, 1 abr. 2021.

Moyle PB, Ellsworth S. Alien invaders. **MarineBio Conservation Society**, 2004. Disponível em: <https://www.marinebio.org/creatures/essays-on-wildlife-conservation/11/>. Acesso em: 13 ago. 2021.

MYERS, Judith H. et al. Eradication revisited: dealing with exotic species. **Trends In Ecology & Evolution**, [S.L.], v. 15, n. 8, p. 316-320, ago. 2000.

OGUTU, J. O. et al. Rainfall influences on ungulate population abundance in the Mara-Serengeti ecosystem. **Journal Of Animal Ecology**, [S.L.], v. 77, n. 4, p. 814-829, jul. 2008.

OLDEN, Julian D.; ROONEY, Thomas P.. On defining and quantifying biotic homogenization. **Global Ecology And Biogeography**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 113-120, 28 fev. 2006.

OLIVEIRA, G F et al. Contributions of Dryland Forest (Caatinga) to Species Composition, Richness and Diversity of Drosophilidae. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 45, n. 5, p. 537-547, 2 jun. 2016.

OLIVEIRA, Georgia Fernanda. **Diversidade de drosofilídeos (Díptera, Insecta) em manguezais de Pernambuco**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Humana e Meio Ambiente, Programa de Pós- Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

OLIVEIRA, Rafaela Alves de. **Distribuição de Drosophila nebulosa (DIPTERA, DROSOPHILIDAE) em diferentes fitofisionomias do nordeste brasileiro**. 2017. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2017.

PAVAN, Crodowaldo. **Relações entre populações naturais de Drosophila e o meio ambiente**. 1959. 126 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biologia Geral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1952.

PEARSON, David L. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London. Series B: Biological Sciences**, [S.L.], v. 345, n. 1311, p. 75-79, 29 jul. 1994.

PEREIRA, Glauco Alves; AZEVEDO JÚNIOR, Severino Mendes de. Variação Sazonal de Aves em uma área de Caatinga no Nordeste do Brasil. **Ornitologia Neotropical**, Recife, v. 24, n. 4, p. 387-399, 2013.

PLETCHER, Scott D.; LIBERT, Sergiy; SKORUPA, Danielle. Flies and their Golden Apples: the effect of dietary restriction on drosophila aging and age-dependent gene expression. **Ageing Research Reviews**, [S.L.], v. 4, n. 4, p. 451-480, nov. 2005.

POPPE, J L et al. Environmental Determinants on the Assemblage Structure of Drosophilidae Flies in a Temperate-Subtropical Region. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 44, n. 2, p. 140-152, 6 mar. 2015.

POWELL, Jeffrey R. **Progress and prospects in evolutionary biology: The Drosophila model**. New York: Oxford University Press, 1997. 562 p.

PRIGENT, Stéphane R. et al. Seasonal and altitudinal structure of drosophilid communities on Mt Oku (Cameroon volcanic line). **Comptes Rendus Geoscience**, [S.L.], v. 345, n. 7-8, p. 316-326, jul. 2013.

REIS, A.C. Clima da caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 48, p. 325-335. 1976.

REJMÁNEK, M, **Invasive plants and invisable Ecosystems**. In: SANDLUND, O T; SCHEI, P J; VIKEN, A. Invasive species and biodiversity management. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999. p. 79-102.

ROHDE, C. et al. Espécies invasoras da família Drosophilidae (Diptera, Insecta) em ambientes da Caatinga de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 7, p. 227-240, 2010.

ROHDE, Cláudia et al. Richness and abundance of the cardini group of Drosophila (Diptera, Drosophilidae) in the Caatinga and Atlantic Forest biomes in northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S.L.], v. 86, n. 4, p. 1711-1718, dez. 2014.

ROQUE, Francisco. **Dinâmica metapopulacional e diversidade β de drosofilídeos (Insecta, Diptera) associados a matas de galeria no cerrado do Distrito Federal**. 2013. 103 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

ROQUE, Francisco; MATA, Renata Alves da; TIDON, Rosana. Temporal and vertical drosophilid (Insecta; Diptera) assemblage fluctuations in a neotropical gallery forest. **Biodiversity And Conservation**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 657-672, 14 fev. 2013.

SAMPAIO, Alexandre Bonesso; SCHMIDT, Isabel Belloni. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 32-49, 17 set. 2013.

SAMPAIO, Everardo V S B. **Overview of the Brazilian Caatinga**. In: BULLOCK, Stephen H.; MOONEY, Harold A.; MEDINA, Ernesto. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. p. 35-63.

SAX, D et al. Ecological and evolutionary insights from species invasions. **Trends In Ecology & Evolution**, [S.L.], v. 22, n. 9, p. 465-471, set. 2007.

SAZIMA, Ivan; ETEROVICK, Paula Cabral. Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. **Amphibia-Reptilia**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 439-461, 2000.

SCHMITZ, Hermes J.; VALENTE, Vera L.s.; HOFMANN, Paulo R.P. Taxonomic survey of Drosophilidae (Diptera) from mangrove forests of Santa Catarina Island, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 53-64, fev. 2007.

SENE, F M et al. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. **Papeis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 33, n. 22, p. 315-326, nov. 1980.

SILVA, Danubia Guimarães et al. Geographic expansion and dominance of the invading species *Drosophila nasuta* (Diptera, Drosophilidae) in Brazil. **Journal Of Insect Conservation**, [S.L.], v. 24, n. 3, p. 525-534, 14 fev. 2020.

SILVA, Dayane Coutinho da. **Diversidade de drosofilídeos (Insecta, Diptera) na Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil**. 2012. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2012.

SILVA, José Maria Cardoso da; LEAL, Inara R; TABARELLI, Marcelo. *Caatinga - The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. Switzerland: Springer, 2017. 482 p.

SILVA, Kionara Sarabella Turíbio e; LIMA, André; ALMEIDA, Adriana Monteiro de. Estudo da sazonalidade da Caatinga com dados do sensor MODIS. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Curitiba, p. 1881-1887, 2011.

SILVA, Norma M. da et al. Population dynamics of the invasive species *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: drosophilidae) in communities of drosophilids of porto alegre city, southern of brazil. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 34, n. 3, p. 363-374, jun. 2005.

SIMBERLOFF, Daniel et al. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. **Trends In Ecology & Evolution**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 58-66, jan. 2013.

SIMBERLOFF, Daniel. Biological invasions - How are they affecting us, and what can we do about them?, *Western North American Naturalist* *Western North American Naturalist*, [S.L.], v. 61, n. 3, p. 308-315, 27 jul. 2001.

SNIRATH, B S; SHIVANNA, N. Seasonal variation in natural populations of *Drosophila* in Dharwad, India. **Journal Of Entomology And Zoology Studies**, Dharwad, v. 2, n. 4, p. 35-41, jun. 2014.

SPASSKY, B. et al. Geography of the Sibling Species Related to *Drosophila Willistoni*, and the Semispecies of the *Drosophila Paulistorum* Complex. **Evolution**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 129-143, mar. 1971.

SPITZER, Karel et al. Habitat Preferences, Distribution and Seasonality of the Butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) in a Montane Tropical Rain Forest, Vietnam. **Journal Of Biogeography**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 109, jan. 1993.

TEIXEIRA, Maríla Gomes. **Unidades de conservação da caatinga: distribuição e contribuições para conservação**. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

TIDON R; SENE, F. M. A trap that retains and keeps *Drosophila* alive. **Drosophila Information Service**, v. 67, p. 89, 1988.

TIDON, Rosana. Relationships between drosophilids (Diptera, Drosophilidae) and the environment in two contrasting tropical vegetations. **Biological Journal Of The Linnean Society**, [S.L.], v. 87, n. 2, p. 233-247, 13 fev. 2006.

TIDON, Rosana; LEITE, Denise Ferreira; LEÃO, Bárbara Ferreira Dobbin. Impact of the colonisation of *Zaprionus* (Diptera, Drosophilidae) in different ecosystems of the Neotropical Region: 2 years after the invasion. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 112, n. 3, p. 299-305, ago. 2003.

TONI, Daniela C. de et al. Study of the Drosophilidae (Diptera) communities on Atlantic Forest islands of Santa Catarina State, Brazil. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 356-375, jun. 2007.

VALADÃO, Henrique; HAY, John Du Vall; TIDON, Rosana. Temporal Dynamics and Resource Availability for *Drosophilid* Fruit Flies (Insecta, Diptera) in a Gallery Forest in the Brazilian Savanna. **International Journal Of Ecology**, [S.L.], v. 2010, p. 1-7, 2010.

VASCONCELLOS, Alexandre et al. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, [S.L.], v. 54, n. 3, p. 471-476, 2010.

VIEIRA, Júlia Gabriela Aleixo et al. Níveis de infestação de *Zaprionus indianus* (Diptera: drosophilidae) em diferentes frutos hospedeiros. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 268-273, 31 jul. 2019.

VILELA, Carlos Ribeiro; SILVA, Antônio Fernando Gouvêa da; SENE, Fábio de Melo. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. III. The cardini group. **Revista Brasileira de Entomologia**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 139-148, 2002.

WHEELER M R. **Additions to the catalog of the world's Drosophilidae**. In: ASHBURNER M, CARSON HL, THOMPSON JN Jr (Eds). *Genetics and biology of Drosophila*. New York: Academic Press, 1986. p. 395-409.

WHEELER M R. **The Drosophilidae: a taxonomic overview**. In: ASHBURNER M, CARSON HL, THOMPSON JN Jr (Eds). *Genetics and biology of Drosophila*. New York: Academic Press, 1981. p. 1-97.

WHITE, Easton R.; HASTINGS, Alan. Seasonality in ecology: progress and prospects in theory. **Ecological Complexity**, [S.L.], v. 44, p. 100867, dez. 2020.

WOLDA, H. Insect Seasonality: why?. **Annual Review Of Ecology And Systematics**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 1-18, nov. 1988.

WOLFE, Lorne M.. Why Alien Invaders Succeed: support for the escape from enemy hypothesis. **The American Naturalist**, [S.L.], v. 160, n. 6, p. 705-711, dez. 2002.

YASSIN, Amir. Phylogenetic classification of the Drosophilidae Rondani (Diptera): the role of morphology in the postgenomic era. **Systematic Entomology**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 349-364, 21 jan. 2013.

ZILLER, Sílvia R.; ZILLER, Sílvia R.. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 8-15, out. 2007.