



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VINÍCIUS ALCÂNTARA CARVALHO LIMA SANTOS

COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE DROSOFILÍDEOS (INSECTA, DIPTERA)
EM UM FRAGMENTO PRESERVADO DE FLORESTA ATLÂNTICA
COMPARADO COM UM AMBIENTE DEGRADADO NAS SUAS IMEDIAÇÕES

RECIFE, 2021

VINÍCIUS ALCÂNTARA CARVALHO LIMA SANTOS

**COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE DROSOFILÍDEOS (INSECTA, DIPTERA)
EM UM FRAGMENTO PRESERVADO DE FLORESTA ATLÂNTICA
COMPARADO COM UM AMBIENTE DEGRADADO NAS SUAS IMEDIAÇÕES**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para a obtenção de título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Martín Alejandro Montes

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Cristina Lauer Garcia

RECIFE, 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)

S237c

Santos, Vinícius Alcântara Carvalho Lima
COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE DROSOFILÍDEOS (INSECTA, DIPTERA) EM UM
FRAGMENTO PRESERVADO DE FLORESTA ATLÂNTICA COMPARADO COM UM AMBIENTE
DEGRADADO NAS SUAS IMEDIAÇÕES / Vinícius Alcântara Carvalho Lima Santos. - 2021.
38 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. Invasões biológicas. 2. Biodiversidade. 3. Unidades de Conservação. I. Montes, Martin Alejandro,
orient. II. Garcia, Ana Cristina Lauer, coorient. III. Título

CDD 574

VINÍCIUS ALCÂNTARA CARVALHO LIMA SANTOS

**COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE DROSOFILÍDEOS (INSECTA, DIPTERA)
EM UM FRAGMENTO PRESERVADO DE FLORESTA ATLÂNTICA
COMPARADO COM UM AMBIENTE DEGRADADO NAS SUAS IMEDIAÇÕES**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, do Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito para a obtenção de título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Data da Defesa: 06/08/2021

Local: Sala virtual

Banca Examinadora:

Titulares:

Prof. Dr Martín Alejandro Montes– UFRPE

Me. Carlos Henrique Campos Bezerra Neves – UFPB

Ma. Tereza Cristina dos Santos Leal Martins – UFRPE

Suplente:

Ma. Iêda Ferreira de Oliveira - UFRPE

Dedico este trabalho à minha família:
Meus pais e minha avó.
E à diversidade biológica e cultural

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco, que além da formação profissional e acadêmica, proporcionou acolhida nos tempos difíceis que o Brasil enfrenta, especialmente desde o ano do meu ingresso na instituição, 2016; e agravados com a pandemia, em curso, da COVID-19.

Ao Parque Estadual de Dois Irmãos, que permitiu as coletas.

À CNPq que me deu apoio financeiro por meio do PIBIC nos últimos 2 anos.

Ao meu Professor orientador, Martín Montes, que sempre agiu com profissionalismo e humanismo, e que esteve presente fazendo sugestões em todos os momentos da elaboração do trabalho.

À Professora Ana Garcia, que sempre ajudou a mim e ao nosso grupo com seu amplo conhecimento sobre drosofilídeos, e que sugeriu alterações na elaboração deste trabalho.

A Carlos Campos, que em momentos anteriores me ajudou pessoalmente com a identificação dos drosofilídeos e na utilização de programas de análise ecológica, conhecimentos que foram essenciais.

A Gustavo Oliveira, que ajudou na identificação de algumas amostras e realizou as coletas nas duas áreas sozinho, algumas vezes com a saúde debilitada, sem o seu esforço não teríamos conseguido fazer nossos trabalhos a tempo.

Aos professores do curso de graduação, que mostraram um pouco do mundo chamado biologia.

Ao coordenador do curso, Marcus Sperandio, por sempre ter estado disponível para ajudar com as dúvidas que surgem no processo de escrever uma monografia.

Aos técnicos e biólogos do Departamento de Biologia, que além de ajuda física, como suporte e manutenção de equipamentos, deram também contribuições intelectuais; especialmente Lêda Oliveira, que nos tempos que passei na monitoria em genética, sempre deu dicas para polir a forma como apresento e escrevo meus trabalhos.

Aos outros membros do Grupo de Pesquisa em Ecologia, Genética e Evolução, que por meio de conversas descontraídas no laboratório me ajudaram em questões pertinentes para o trabalho em questão e realizaram algumas identificações.

Aos meus amigos e colegas, que me deram apoio emocional e me ajudaram no meu desenvolvimento pessoal.

Aos meus pais e à minha avó, que me apoiaram em todos os âmbitos, e que me deram as bases morais e intelectuais para ser quem sou.

RESUMO

As espécies invasoras estão entre as maiores causas de perda de biodiversidade no planeta. As invasões biológicas continuam crescendo ao redor do mundo, inclusive na família Drosophilidae. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo observar a diversidade de drosofilídeos da Unidade de Conservação Parque Estadual de Dois Irmãos e de uma área externa, a Universidade Federal Rural de Pernambuco e seus padrões sazonais. Foram realizadas quatro coletas em cada área, duas no período seco e duas no período chuvoso. Em cada amostragem foram utilizadas 5 armadilhas com isca de banana para a atração dos drosofilídeos. Foram coletados 25.108 drosofilídeos, pertencentes a quatro gêneros e 21 táxons. Os locais apresentaram uma composição similar, com grande predominância das espécies exóticas, as quais representaram 91,4% do total de drosofilídeos coletados. *Drosophila malerkotliana* foi a espécie mais abundante entre os drosofilídeos e representou 70,4% da abundância total. Percebeu-se que esta espécie dominou a composição também da Unidade de Conservação, algo que não ocorreu em um estudo anterior no mesmo local, no qual as espécies nativas do subgrupo willistoni foram as mais abundantes da assembleia. Ainda é cedo para afirmar o que pode ter causado os resultados aqui registrados, sendo necessários estudos futuros para observar se a tendência de domínio das espécies exóticas seguirá em amostragens futuras.

Palavras-chave: Invasões biológicas, Biodiversidade, Unidades de Conservação.

ABSTRACT

Invasive species are among the biggest causes of biodiversity loss on the planet. Biological invasions continue to grow throughout the world, including in the Drosophilidae family. The present study aimed to observe the diversity of Drosophilidae assemblages from a protected area, the Dois Irmãos State Park and an outside area near it, the Universidade Federal Rural de Pernambuco (Federal Rural University of Pernambuco) and their sazonal patterns. There were four collecting expeditions in each area, two in the dry season, two in the rainy season, using five banana bait traps to attract the drosophilids. A total of 25,108 drosophilids of 4 genera and 21 taxa were collected. The sites presented a composition of similar richness and abundance, with a great predominance of exotic species, which represented 91.4% of the total, and only one species, *Drosophila malerkotliana*, was the most abundant and represented 70.4% of the abundance alone. It was noticed that this species also dominated the composition of the protected area, that was not the case in a previous study in the same place, in which native species of the willistoni subgroup dominated the assemblage. It is still too early to say what may have caused the results shown here, and further studies are necessary to observe whether the trend of the dominance of the assemble by exotic species will stay in future samplings.

Keywords: Biological invasions, Biodiversity, Protected areas.

LISTA DE ABREVIATURAS/SIGLAS

IUCN – União Internacional Para a Conservação da Natureza

ONU – Organização das Nações Unidas

PEDI – Parque Estadual de Dois Irmãos

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UC – Unidade de Conservação

UFRPE- Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Família Drosophilidae.....	13
2.2 Floresta Atlântica.....	14
2.3 Unidades de Conservação da Natureza.....	16
2.4 Parque Estadual Dois Irmãos.....	17
3. OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivos Gerais:.....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
4. METODOLOGIA.....	21
4.1 Locais de amostra.....	21
4.2 Coleta e identificação das espécies.....	23
4.3 Análises ecológicas.....	24
5. RESULTADOS.....	25
6. DISCUSSÃO.....	29
7. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1.INTRODUÇÃO

Espécies exóticas, de acordo com o que foi definido pela Convenção Internacional da Diversidade Biológica (ONU, 1992), são espécies que se expandiram além de sua área de distribuição original. Quando causam danos socioeconômicos, ambientais ou de saúde humana, sua denominação se torna “espécie invasora” (ONU, 2002). Espécies invasoras geralmente possuem vantagens competitivas em relação às espécies nativas, tendo assim a capacidade de causar extinções locais ou globais por meio da exclusão competitiva (MCNEELY et al, 2001). Além disso, essas espécies também são grandes responsáveis pelo fenômeno da homogeneização biótica, ou seja, a perda de diversidade taxonômica, genética e de funções ecológicas que faz ambientes anteriormente com biodiversidade distintas se tornarem similares (NETO, 2018).

As espécies invasoras já são consideradas a segunda maior causa de extinções no planeta de acordo com dados da IUCN (BELLARD, 2016). O número de invasões ao redor do mundo continua crescendo, inclusive as protagonizadas por insetos, com estimativas de que o número de espécies exóticas ao redor do mundo aumente em 36% até o ano de 2050 (SEEBENS et al, 2021). Já foram registrados diversos casos de invasão dentro da família Drosophilidae ao redor do mundo, e algumas espécies, como *D. sukuzii* e *Z. Indianus*, causam grandes prejuízos econômicos, na casa dos milhões de dólares (MAZZI et al, 2017).

A família Drosophilidae pertence à ordem Diptera (BROWN, 2005), e é composta por mais de 4200 espécies divididas em 76 gêneros (BÄCHLI, 2021), sendo encontradas em diversos habitats e biomas, inclusive a Floresta Atlântica, onde possivelmente ainda existem diversas espécies desconhecidas pela ciência (MEDEIROS e KLACZKO, 2004; MENDES, 2021). A sazonalidade afeta bastante os padrões desse grupo, registrando diferenças significativas na composição das assembleias entre os períodos seco e chuvoso (DOBZHANSKY e PAVAN, 1950; SILVA et al, 2020).

No século XVI, no momento da chegada dos europeus, a Floresta Atlântica ocupava mais de 1,6 milhões de km². Desde o contato inicial dos colonizadores até a data corrente, é um dos biomas mais pressionados pela civilização brasileira (MAGALI, 1996). Estima-se que 72% da população brasileira resida em

áreas originalmente de Floresta Atlântica e essa área é responsável por 70% do PIB brasileiro (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021). Atualmente, resta de 12 a 28% da área original desse bioma (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021).

Ao passar do tempo, os efeitos da perda da cobertura vegetal, especialmente os que afetavam diretamente os seres humanos, como a perda de serviços ecossistêmicos, começaram a se tornar perceptíveis (MEDEIROS, 2005). Visto isso, o Poder Público começou a pôr em prática a restauração ou preservação da Floresta Atlântica para objetivos práticos, como captação de recursos hídricos, esse foi o caso da Floresta da Tijuca e do Parque Estadual de Dois Irmãos, que atualmente são Unidades de Conservação (MEDEIROS, 2005; PERNAMBUCO, 2014).

As Unidades de Conservação são definidas, de acordo com a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação [(SNUC); BRASIL, 2000], como espaços territoriais sob administração especial, que têm como objetivo a conservação de seus recursos ambientais, incluindo sua fauna. Portanto, é importante observar o quão efetiva está sendo a unidade de conservação na sua função de preservação da fauna nativa e o que estaria ocorrendo caso se perceba que seu intuito não está sendo alcançado. Os drosofilídeos são insetos numerosos na natureza, de fácil captura, constituídos por espécies nativas e exóticas na região neotropical e sensíveis às mudanças ambientais, sendo, portanto, organismos favoráveis a essa abordagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Família Drosophilidae

A família Drosophilidae é composta por insetos da ordem Diptera, subordem Brachycera, sendo popularmente conhecidas como moscas-da-fruta. Há atualmente mais de 4200 espécies, divididas em 76 gêneros (BÄCHLI, 2021), apresentando distribuição global, habitando a maioria dos climas e biomas terrestres, com exceção da região polar, apresentando um modo de vida terrestre sem nenhuma espécie com fase aquática conhecida (DUARTE, 2018).

Utilizam uma quantidade variável de substratos para alimentação e reprodução, a maioria das espécies se especializou em retirar aminoácidos, vitaminas e outros elementos não calóricos de leveduras que se proliferam em materiais biológicos, como: cactos apodrecidos, cogumelos, flores, seiva de plantas, e frutas em decomposição (JENNINGS, 2011; STECK et al, 2018).

No Brasil, esses animais estão presentes em todos os biomas terrestres, Caatinga, Pampa, Floresta Atlântica, Pantanal, Amazônia e Cerrado. Algumas espécies de drosofilídeos são cosmopolitas e generalistas, podendo ser encontrados em vários ecossistemas ao redor do mundo, enquanto outras estão restritas à utilização de poucas espécies de plantas ou cogumelos (HASSON et al, 2019).

Os drosofilídeos, especialmente os do gênero *Drosophila* e mais especificamente *Drosophila melanogaster* são utilizados como organismo modelo, no caso dessa espécie, há mais de 100 anos, e em diversas áreas da biologia, como a genética, embriologia, ecologia, entre outras (STEPHENSON e METCALFE, 2013).

Em relação às invasões biológicas, os dípteros dessa família já revelaram seu potencial invasivo em diversos locais ao redor do mundo, incluindo a supracitada *Drosophila melanogaster*, que adquiriu uma distribuição cosmopolita em decorrência de sua associação com o homem, mas estava originalmente restrita às áreas tropicais do continente africano (DAVID E CAPY, 1988); e uma espécie relacionada, *D. simulans* (NOLTE, 2008) com história natural também similar. Pode-se citar outros exemplos como *D. subobscura* (AYALA et al., 1989), uma espécie anteriormente restrita à Europa e atualmente encontrada na América, e *D.*

malerkotliana, nativa da Ásia e hoje presente na África e América do Sul (YUZUKI e TIDON, 2020). Outro caso marcante é da *D. suzukii*, uma espécie nativa da Ásia que causa danos econômicos por atacar plantações de culturas como o morango ou a cereja, pois possui a habilidade de atacar frutos incólumes com seu ovipositor adaptado (ATALLAH et al, 2014). A espécie já está presente no território nacional e há estimativas que sua distribuição possa chegar a atingir a região norte da Floresta Atlântica (BENITO, 2016).

No estado de Pernambuco, entre as espécies exóticas dominantes pode-se destacar *D. malerkotliana*, que apresenta abundâncias relativas expressivas em vários estudos (SILVA, 2012; MONTES et al, 2021). Outra espécie bem abundante é *D. nasuta*, que já chegou a representar 40% dos drosofilídeos coletados em alguns locais amostrados ao norte da Floresta Atlântica por Silva et al (2020). Dois gêneros de drosofilídeos exóticos são comumente encontrados em amostragens no estado: *Scaptodrosophila* e *Zaprionus*, representados pelas espécies *Scaptodrosophila latifasciaeformis* e *Zaprionus indianus*, respectivamente, que podem apresentar abundâncias consideráveis (COUTINHO-SILVA et al, 2017). Entre os drosofilídeos, a sazonalidade muda consideravelmente seu padrão de distribuição em áreas tropicais como a Floresta Atlântica (DOBZHANSKY e PAVAN, 1950), e as espécies exóticas tendem a predominar durante o período seco (SILVA et al, 2020).

2.2 Floresta Atlântica

A Floresta Atlântica, também chamada de Mata Atlântica, é a segunda maior floresta tropical da América do Sul (RIBEIRO et al, 2011), possuindo uma área original de 1,6 milhões de hectares, a maior parte desse bioma é encontrado no Brasil, que concentra 93% do total da Floresta Atlântica, sendo encontrada em 17 estados brasileiros; os outros 7% são divididos entre Paraguai e Argentina (MARQUES et al, 2021). A Floresta Atlântica é heterogênea na sua composição, abarcando diferentes relevos e formações vegetais como mangues, restingas, campos rupestres, entre outros (RIBEIRO et al, 2011).

O bioma Floresta Atlântica foi o primeiro avistado pelos navegadores europeus que aportaram no Brasil, sendo também o primeiro a experimentar a exploração por parte dos colonizadores, que no desenrolar dos diversos ciclos

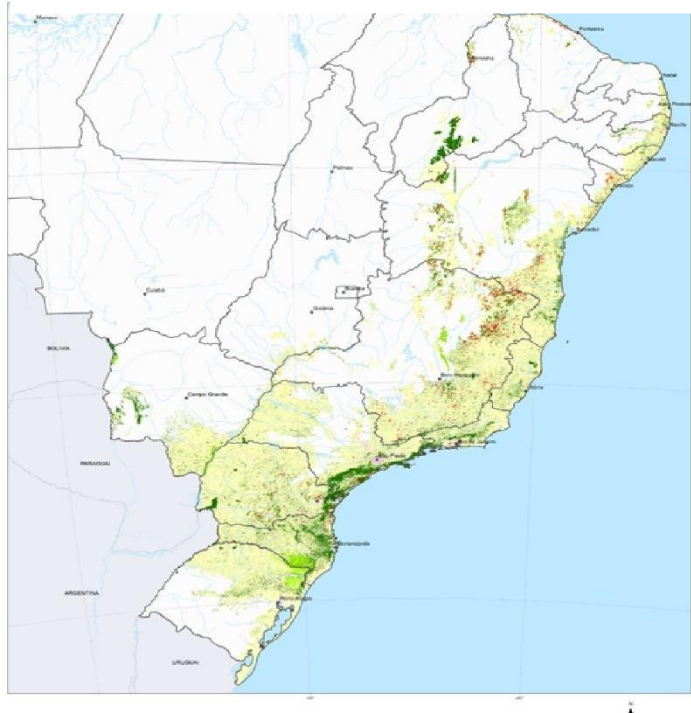
econômicos da história brasileira seguiram pressionando cada vez mais a floresta (MAGALI, 1996).

No caso do Nordeste do Brasil, a Floresta Atlântica começou a sofrer considerável influência antrópica ainda no século XVI, com o desmatamento seletivo de pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) e caça comercial de algumas espécies de mamíferos (BUENO, 1998), mas o ambiente só começou a mudar de forma drástica com a destruição da floresta primária para a instauração da monocultura da cana-de-açúcar (COLOMBO e JOLY, 2010).

Nas caravelas, além dos colonizadores que por sua ação direta ajudaram na causa principal da perda de biodiversidade, a destruição e fragmentação de habitats (IUCN, 2007), vieram também as primeiras espécies exóticas de plantas e animais, introduzidas de forma deliberada ou acidental, trazidas da Europa, África e Ásia, em um processo que colocou em contato espécies que nunca haviam convivido até então, e evoluíram separadas por grandes massas de água, os oceanos (MOONEY, 2005). Embora a maioria das espécies que chegaram não conseguiram se estabelecer no ambiente, algumas dessas espécies vieram a se tornar invasoras (MOONEY, 2005). No âmbito dos drosofilídeos, pode-se citar as espécies *D. melanogaster* e *D. simulans*, com invasões bastante antigas em território nacional, provavelmente ainda dos tempos coloniais (YUZUKI e TIDON, 2020). Outras invasões de drosofilídeos no Brasil ocorreram em momentos mais recentes, já no século XX, provavelmente por comércio de frutas (YUZUKI e TIDON, 2020).

A Floresta Atlântica é considerada hoje um *hotspot* global de biodiversidade, pois atende as duas condições necessárias para ser assim considerado: ter menos de 30% da sua vegetação original e pelo menos 1500 espécies de plantas endêmicas (LEE, 2011). O bioma, dependendo da estimativa, pode ter entre 11% e 28% de cobertura original (Figura 1), com cerca de 8 mil espécies vegetais endêmicas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021).

Figura 1: Mapa da configuração original da Floresta Atlântica contrastando com seus remanescentes atuais no Brasil.



Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Fundação SOS Mata Atlântica

2.3 Unidades de Conservação da Natureza

Historicamente, um dos primeiros ímpetus de se preservar um local de natureza, em teoria, ainda “inalterada” pela ação humana, foi a criação do Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos da América, em 1872, sendo a primeira área desse tipo no mundo (COELHO, 2018). No Brasil, durante o período colonial, já existiam medidas para controlar a exploração de certos recursos naturais, sendo uma das medidas mais emblemáticas o “Regimento do Pau Brasil” de 1604, que controlava quem poderia explorar economicamente a árvore, mas sem nenhuma medida legal relacionada à criação de áreas protegidas (MEDEIROS, 2005). Porém, no período imperial, o Brasil, fez algo mais próximo do que seria conhecido atualmente como uma Unidade de Conservação, com a desapropriação de fazendas na área do atual Parque Nacional da Tijuca para realizar o reflorestamento do local, tendo como objetivo a restauração de recursos hídricos perdidos pela retirada da cobertura vegetal, realizada anteriormente com o intuito de abrir espaço para a *plantation* cafeeira (MEDEIROS, 2005).

O primeiro Parque Nacional do Brasil foi o do Itatiaia, criado em 1937, nessa data já haviam parques nacionais em países como Argentina, África do Sul e México (MEDEIROS, 2005; COELHO, 2018). Um ponto crucial na legislação brasileira sobre as áreas protegidas foi a criação do SNUC em 2000, que unificou disposições anteriores sobre esse assunto, e também instituiu o termo Unidade de Conservação, que é unicamente utilizado no Brasil (COELHO, 2018).

Unidades de Conservação da Natureza são, de acordo com Lei nº 9.985 de 2000, espaços territoriais legalmente instituídos pelo Poder Público, que possuem como objetivo a conservação da natureza e estão sob regime especial de administração (BRASIL, 2000). Por determinação dessa mesma lei, foi criado o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, sendo o conjunto das UCs federais, estaduais e municipais, e passou a definir a forma como seriam governadas as UCs e como seriam classificadas de acordo com suas características e propósitos (BRASIL, 2000). Assim, foram criados dois grandes grupos, Uso Sustentável e Área de Proteção Permanente (BRASIL, 2000). Áreas de Proteção Permanente são classificadas como sítios onde o objetivo básico é a preservação ambiental mais restrita, seus recursos naturais sendo utilizados pela população apenas de forma indireta (BRASIL, 2000). As áreas classificadas no grupo Uso Sustentável procuram realizar um uso direto dos recursos naturais da UC, mas de forma sustentável (BRASIL, 2000).

Além dos grupos, foram criadas as categorias que estão inclusas dentro desses, inclusive a de Parque, a categoria da UC onde foi realizado esse trabalho, sendo uma Área de Proteção Permanente que tem como objetivo a preservação de ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica, (BRASIL, 2000).

2.4 Parque Estadual Dois Irmãos

O Parque Estadual Dois Irmãos é uma Unidade de Conservação localizada no estado de Pernambuco, dentro dos limites do município de Recife, tendo sido instituída pela Lei Estadual nº 11.622, em 1998 (PERNAMBUCO, 1998). Possui atualmente 1158,57 hectares, é composto por uma vegetação do tipo Floresta Ombrofólia Densa, com um clima definido pela classificação de Koppen como As' (ALVARES et al, 2013; PERNAMBUCO, 2014), sendo úmido e quente com

temperatura superior à 23°C, com período seco ocorrendo entre Setembro e Fevereiro, e período chuvoso entre Março e Agosto, com precipitação anual média de 2460 mm. (COUTINHO et al, 1998). Dentro de seus limites abriga quatro açudes artificiais, o do Prata, do Meio, de Dois Irmãos, e dos Macacos; foram criados ainda na primeira metade do século XIX com o objetivo de captação de água, sendo os açudes do Meio e do Prata ainda usados com esse objetivo até hoje (ARAUJO, 2011). Os quatro açudes correspondem a 12,6% da área do Parque (PERNAMBUCO, 2014).

As terras do atual Parque Estadual pertenceram inicialmente ao Engenho São Pantaleão (MELLO, 2012). No ano de 1577, suas terras foram divididas para a criação do Engenho de Apipucos ou Ibiupurá. No começo do século XIX, sofre mais uma divisão, na qual parte das terras do Engenho são vendidas para os irmãos Antônio e Tomás Lins Caldas, gerando o Engenho de Dois Irmãos (LINS, 2011). Em 1855, a propriedade Dois Irmãos é desapropriada pelo governador da província de Pernambuco, para a captação das águas provenientes da Microbacia do Prata (PERNAMBUCO, 2014). Em 1916 o local recebe o nome de "Horto Florestal de Dois Irmãos" e passa a ser administrado pela Prefeitura do Recife (PERNAMBUCO, 2014). Começa a ser designado como Reserva Ecológica em 1987, e por fim, mudou de categoria para Parque Estadual, recebendo a designação de Parque Estadual de Dois Irmãos em 1998 (PERNAMBUCO, 2014). No ano de 2014 a Fazenda Brejo dos Macacos, de 774,09 ha, foi desapropriada e adicionada na área do Parque, aumentando consideravelmente sua área original que consistia em 384,42 ha (AGUIAR, 2016). No entanto, a área da antiga Fazenda Brejo dos Macacos (Figura 2) está em estado de regeneração, enquanto a área original do Parque é considerada uma área de floresta primária, madura (PERNAMBUCO, 2014).

Figura 2: Área do Parque Estadual de Dois Irmãos, e da antiga Fazenda Brejo dos Macacos destacados em verde no mapa.



Fonte: PERNAMBUCO, 2014 (Modificado)

Dentro dos limites do Parque, há 14 hectares de área construída do Zoológico de Recife, abrigando também o Museu de Ciências Naturais do Parque Estadual de Dois irmãos, e possui um fluxo de pessoas relativamente grande na sua área construída (PERNAMBUCO, 2021). Porém no ano em que esse trabalho foi realizado, as atrações estavam fechadas para o público em geral como forma de evitar a disseminação da COVID-19 (DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2021)

3.OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais:

Observar a diversidade de drosofilídeos dentro e fora da Unidade de Conservação Parque Estadual de Dois Irmãos e seus padrões sazonais

3.2 Objetivos Específicos:

Mensurar a riqueza de espécies de drosofilídeos

Determinar a abundância das diferentes espécies de drosofilídeos, com ênfase nas espécies exóticas.

Comparar a similaridade entre as áreas.

4. METODOLOGIA

4.1 Locais de coleta

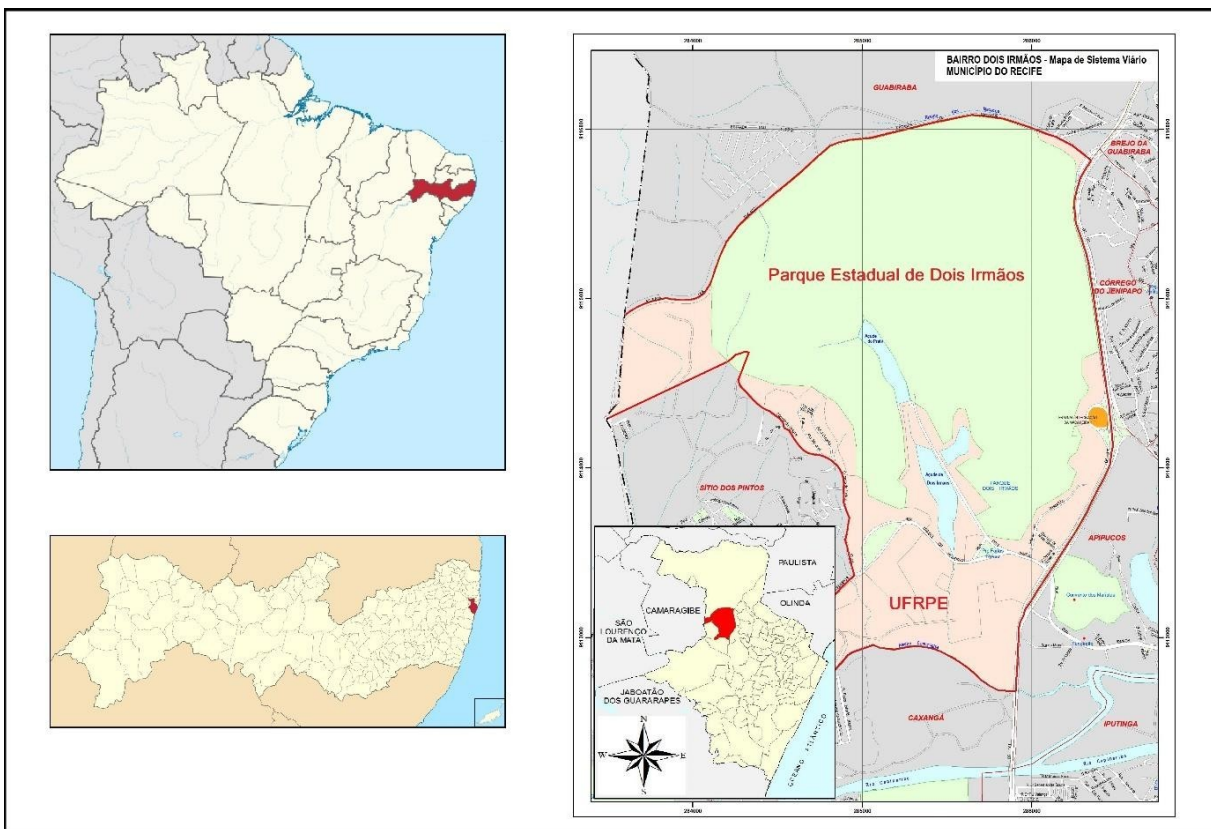
As coletas dos drosofilídeos ocorreram em dois locais, sendo uma Unidade de Conservação, o Parque Estadual Dois Irmãos; e uma área externa com alto grau de antropização nas suas imediações, a Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Foram realizadas quatro coletas em cada local, duas na estação chuvosa e duas na estação seca, um resumo mais detalhado sobre os locais se encontra logo abaixo:

O **Parque Estadual Dois Irmãos** (PEDI, 8° 0'19.31"S; 34°56'59.54"O) foi instituído em 7 de julho de 1997, possuindo hoje 1158,57 hectares, sendo 14 deles ocupados pelo Zoológico do Recife. A área de reserva florestal é uma das maiores do estado de Pernambuco. O parque é dividido entre a área original de 1987 (Figura 3 e 4), com uma floresta madura e densa, onde foram realizadas as coletas; e uma área proveniente de uma antiga propriedade privada, com uma vegetação em processo de regeneração (PERNAMBUCO, 2014; AGUIAR, 2016). As coletas foram realizadas nas imediações do açude do Prata.

A **Universidade Federal Rural de Pernambuco** (UFRPE, 8° 1'13.23"S; 34°56'50.05"O) é uma das mais tradicionais do estado, tendo uma história de mais de 100 anos, ocupa cerca de 77 ha, o campus da UFRPE é classificado como um Imóvel de Proteção de Área Verde pela Prefeitura do Recife, por esse motivo deve preservar 70% de sua vegetação, possui uma extensa área verde (Figura 3 e 4), contando com uma cobertura vegetal composta por árvores e arbustos, sendo de espécies tanto exóticas quanto nativas (GOMES, 2019). As coletas ocorreram nas imediações da Transrural, uma via de acesso com vegetação pioneira e predomínio de espécies vegetais exóticas (SANTOS et al, 2010).

Figura 3: Mapa esquemático da localização do Bairro de Dois Irmãos, onde as coletas foram realizadas. As áreas de coleta, Parque Estadual Dois Irmãos e Universidade Federal Rural de Pernambuco(UFRPE) estão destacados.



Fontes: Wikimedia Commons e Prefeitura do Recife, modificado pelo autor.

Figura 4: Vista aérea do PEDI e UFRPE, locais de coleta destacados em amarelo, áreas residenciais no entorno estão destacadas com círculos vermelhos.



Fonte: Google Earth, 2021. Edições de áreas em destaque pelo autor.

4.2 Coleta e identificação das espécies

Foram realizadas quatro coletas em cada área, duas no período chuvoso e duas no seco, para se observar a sazonalidade. Utilizou-se em cada coleta 5 armadilhas com iscas de banana, feitas de garrafas PET, seguindo o método de Tidon e Sene (1988). As armadilhas (Figura 5) foram distribuídas aleatoriamente pelos locais, em áreas sombreadas, penduradas a um metro e meio do chão, separadas por quarenta metros entre si e colocadas no interior da vegetação, para se evitar o efeito de borda. As armadilhas foram postas em locais entre 10 e 100 metros acima do nível do mar, e permaneceram no campo por três dias. Os drosofilídeos foram retirados da armadilha pela parte superior, a colocando de ponta-cabeça e utilizando uma bucha sintética embebida com álcool para atordoá-las. Depois, por meio de ação mecânica (batidas na lateral) as moscas, já atordoadas, caem em um tubo do tipo Falcon preenchido com álcool absoluto, onde foram acondicionadas. A identificação dos drosofilídeos ocorreu por meio de análise da morfologia externa, utilizando bibliografia especializada (FREIRE-MAIA e PAVAN 1949; VILELA e BÄCHLI 1990; YUZUKI e TIDON, 2020). As espécies crípticas foram identificadas até o nível de grupo ou subgrupo.

Figura 5: Armadilha similar às utilizadas durante o trabalho.



Fonte: Arquivo pessoal, 2021

4.3 Análises ecológicas

Para comparar a similaridade entre as amostras foram calculados o Índice de Morisita e o Índice de Jaccard, e gerados gráficos através do software Past 4.03 (HAMMER et al, 2001). Os dois índices apresentam características próprias para classificar a similaridade entre as áreas. O Índice de Jaccard leva em conta apenas a presença e ausência de espécies para calcular a similaridade, enquanto o Índice Morisita leva em conta também sua abundância; o valor dos índices varia de 0 a 1 (MAGURRAN, 2004). Nos gráficos, as áreas foram divididas em UFRPE Seco, UFRPE Chuvoso, PEDI Seco e PEDI Chuvoso; em detrimento de uma classificação por coletas individuais.

5. RESULTADOS

Foram identificados 25.108 drosofilídeos, quando possível até o nível de espécie. Apresentando uma riqueza de 21 táxons, sendo 8 deles nativos (5 identificados até o nível de grupo ou subgrupo, e 3 identificados até o nível de espécie), 7 espécies exóticas e 6 desconhecidas.

O Parque Estadual de Dois Irmãos apresentou um total de 13.662 drosofilídeos, a UFRPE apresentou 11.446, desses 1211 e 993, respectivamente, são drosofilídeos nativos. As espécies exóticas foram as mais abundantes, representando 91,4% do total de drosofilídeos coletados (Tabela 1), enquanto as espécies nativas foram representadas por 8,5%.

Considerando a sazonalidade, no período chuvoso o percentual de espécies nativas foi 19,8%, enquanto no seco foi 6,8%. Observando as duas áreas individualmente, o percentual mais favorável para as espécies nativas ocorreu na estação chuvosa no Parque Estadual de Dois Irmãos, representando 33,5 % dos drosofilídeos (Tabela 1, Figura 6).

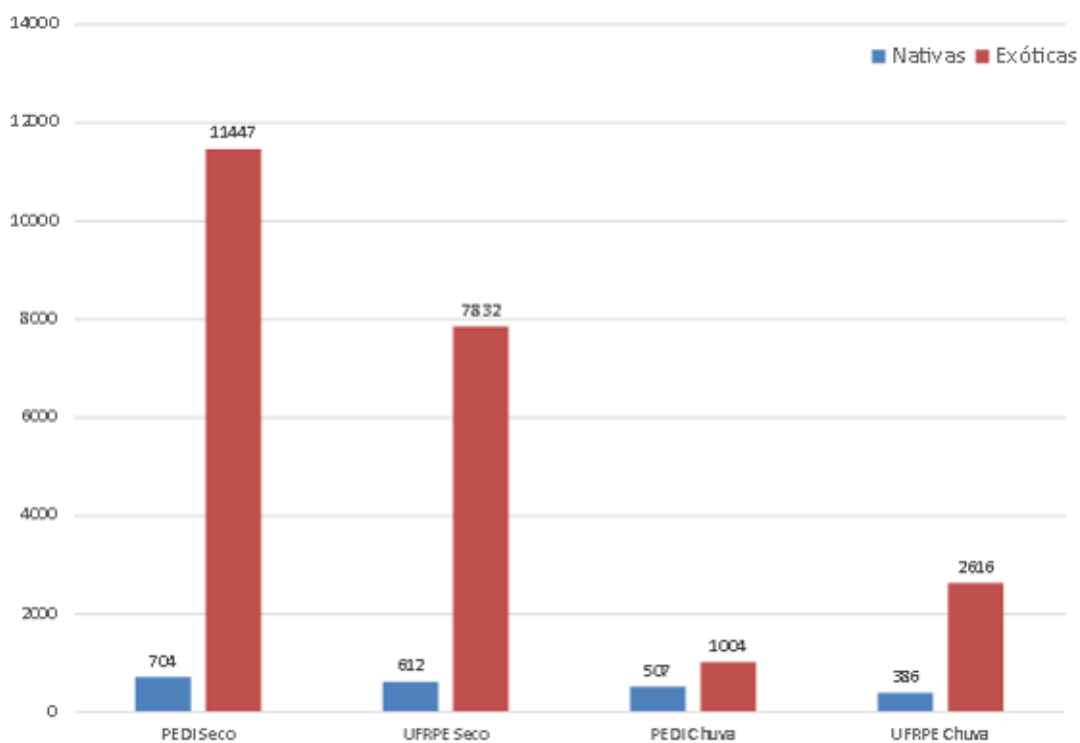
Tabela 1: Abundância absoluta dos drosofilídeos coletados na Floresta Atlântica de Pernambuco, especificamente no Parque Estadual Dois Irmãos e na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). "Grupo" ou "Subgrupo" estão dentro do gênero *Drosophila*.

Espécies Nativas/Sps	Áreas								Total
	Parque Estadual Dois Irmãos				UFRPE				
	12/01/21	11/02/21	07/05/21	27/05/21	10/01/21	11/02/21	07/05/21	27/05/21	
Grupo <i>anulimana</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	10
<i>D. nebulosa</i>	6	24	4	13	0	2	0	0	49
<i>Rhinoleucophe nga punctulata</i>	0	2	1	0	0	7	0	0	10
<i>D. capricorni</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Grupo <i>cardini</i>	1	0	0	0	0	0	4	2	7
Grupo <i>repleta</i>	0	1	2	1	5	5	64	26	104
Grupo <i>saltans</i>	7	141	176	270	46	444	209	63	1356
Subgrupo <i>willistoni</i>	110	412	37	2	33	65	4	3	666
<i>Sp1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Sp2</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Sp3</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Sp4</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Sp5</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Sp6</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1

									TOTAL	2209
Espécies Exóticas										
<i>D. ananassae</i>	13	150	1	2	14	68	17	9	274	
<i>D. melanogaster</i>	0	4	0	0	0	17	3	0	24	
<i>D. malerkotliana</i>	2097	7704	217	392	2403	3257	1157	463	17690	
<i>D. nasuta</i>	57	867	266	48	115	327	187	77	1944	
<i>D. simulans</i>	14	13	0	0	7	82	8	0	124	
<i>S. latifasciaeformis</i>	0	5	10	65	0	195	610	68	953	
<i>Zaprionus indianus</i>	0	523	2	1	20	1327	15	2	1890	
									TOTAL	22899

Fonte: Autor, 2021

Figura 6: Abundância absoluta de drosofilídeos nativos e exóticos, considerando as áreas e a sazonalidade, coletados em Recife, Pernambuco, Brasil. PEDI = Parque Estadual Dois Irmão, UFRPE = Universidade Federal Rural de Pernambuco



Fonte: Autor, 2021.

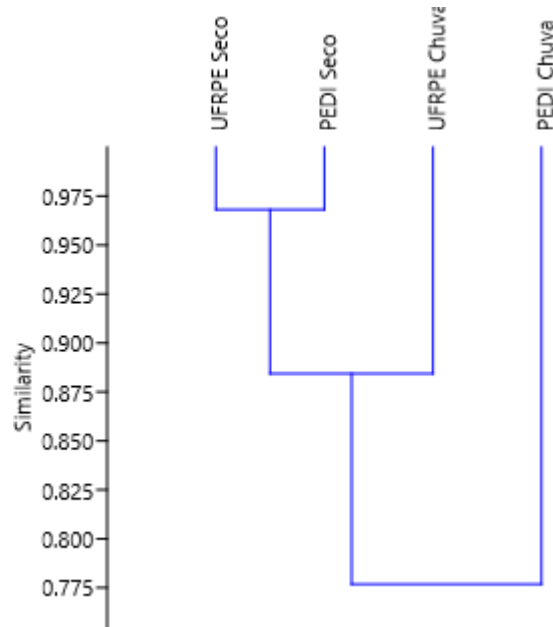
As moscas coletadas pertenceram a quatro gêneros, *Drosophila*, *Rhinoleucophenga*, *Zaprionus* e *Scaptodrosophila*; os dois últimos gêneros não são nativos da região neotropical. O gênero *Drosophila* é representado por espécies

nativas e exóticas e foi o gênero mais abundante e diverso, com 22.314 indivíduos e 18 espécies, representando 88,9% do total. Os outros gêneros coletados ficaram restritos à uma espécie, e todos apresentaram abundância relativa inferior a 10%. Dos drosofilídeos coletados, seis indivíduos não foram identificadas ao nível específico e foram aqui designadas como Sp. Houve cinco espécies do gênero *Drosophila* que só puderam ser classificadas até o nível de grupo ou subgrupo.

Considerando as duas áreas, a abundância relativa de *D. malerkottiana* chamou a atenção por representar 70,4% do total de drosofilídeos coletados, todas as outras espécies apresentaram menos de 10% do total. As abundâncias relativas das demais espécies exóticas, em nível decrescente, foram estas: *D. nasuta* (7,7%), *Zaprionus indianus* (7,5%), *Scaptodrosophila latifasciaeformis* (3,7%), *D. ananassae* (1,1%), *D. simulans* (0,5%) e *D. melanogaster* (0,01%).

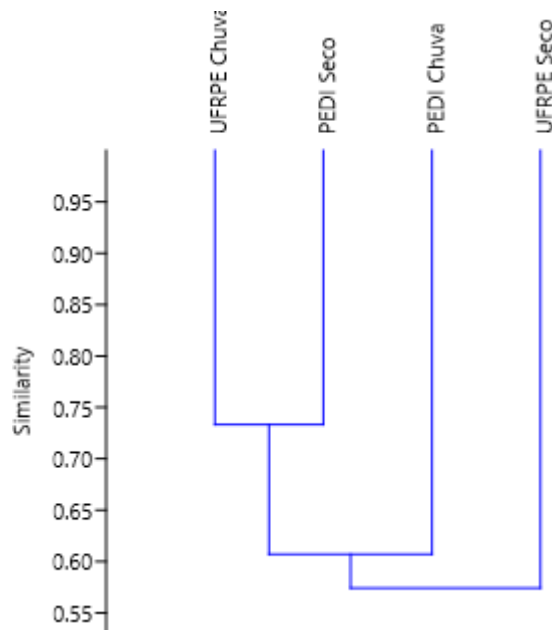
Foram obtidos os índices de similaridade de Jaccard e Morisita. Comparando as áreas como um todo, a similaridade entre o PEDI e UFRPE pelo Índice de Morisita foi 0,97; enquanto o de Jaccard, 0,62. Para observar as áreas levando em consideração a sazonalidade, foi obtido o dendrograma de similaridade pelo Índice de Morisita (Figura 7), onde as áreas foram divididas como período chuvoso ou seco. Nesse índice a área mais distinta foi o PEDI no período chuvoso, já citada anteriormente por possuir a maior abundância relativa de espécies nativas. Também foi obtido um dendrograma pelo índice de Jaccard (Figura 8), onde a área mais divergente foi a UFRPE no período seco.

Figura 7: Dendrograma de similaridade pelo Índice de Morisita comparando as composições de drosofilídeos nas áreas de estudo de acordo com a sazonalidade (seco e chuvoso) no fragmento de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2021

Figura 8: Dendrograma de similaridade pelo Índice de Jaccard comparando as composições de drosofilídeos nas áreas de estudo de acordo com a sazonalidade (seco e chuvoso) no fragmento de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2021

6. DISCUSSÃO

No trabalho foi constatado uma maior quantidade de drosofilídeos coletados na área conservada que na antropizada, sendo um resultado já observado em outro estudo (SILVA et al, 2020), porém o mesmo padrão não foi observado em áreas de manguezal no nordeste do Brasil (OLIVEIRA, 2011).

A predominância das espécies de drosofilídeos nativas no período chuvoso em áreas conservada já foi constatada em diversos estudos no estado de Pernambuco, inclusive em estudo anterior realizado na área do PEDI (OLIVEIRA, 2011; COUTINHO-SILVA et al, 2017; MONTES et al, 2021), no entanto esse padrão não foi observado no presente estudo, onde os drosofilídeos exóticos predominaram em todas as áreas e períodos. Porém, durante o período chuvoso, a abundância relativa dos drosofilídeos nativos foi maior que no período seco.

A alteração da composição da assembleia de drosofilídeos entre a estação seca e chuvosa em áreas tropicais já é bastante conhecida e demonstrada em vários estudos (COUTINHO-SILVA et al, 2017; STEPHANE, 2019). Essa relação se deve por mudanças em parâmetros abióticos como temperatura, umidade e pluviosidade (SANTOS e GOTTSCHALK, 2008; COUTINHO-SILVA et al, 2017; STEPHANE, 2019).

Acredita-se que as chuvas sejam mais importantes que outros fatores abióticos como temperatura ou incidência solar em áreas tropicais, pois esses fatores são relativamente constantes nessas áreas (DOBZHANSKY e PAVAN, 1950). Porém, a altitude do local de coleta pode afetar parâmetros como riqueza de espécies (GUPTA, 2015).

Na parte norte da Floresta Atlântica, assim como em outros lugares, a mudança da composição da assembleia de drosofilídeos pode ser carreada, principalmente, pelo aumento de locais para a oviposição e alimentação durante a estação chuvosa (BRNCIC, 1985); porque nos meses de chuva, nessa região, ocorre maior floração e frutificação de plantas (BURIL, 2013). A maior oferta de recursos tróficos pode reduzir a competição por sítios de reprodução e alimentação entre as espécies nativas e exóticas, como o segundo grupo tende a ganhar do primeiro quando competem diretamente pelos mesmos recursos, as espécies

nativas acabam tendo uma abundância relativa maior durante a estação chuvosa (DOBZHANSKY e PAVAN, 1950; MARTINS, 2001).

A alta abundância das espécies exóticas é observada em diversos locais do Nordeste brasileiro (COUTINHO-SILVA, 2017; MONTES et al, 2021), com estudos que chegaram a abundâncias até mesmo superiores às registradas nesse estudo (OLIVEIRA, 2011).

A espécie *D. malerkotliana* foi a mais abundante em praticamente todas as coletas. Grandes números dessa espécie foram registrados em outras áreas ao norte da Floresta Atlântica, mas em outros estudos essa espécie apresenta uma abundância absoluta similar, ou até mesmo inferior, àquelas de espécies do subgrupo *willistoni*, como *D. willistoni* (MONTEIRO, 2016; COUTINHO-SILVA et al, 2017; SILVA, 2012). Em estudo anterior no Parque Estadual de Dois Irmãos, as espécies do subgrupo *willistoni* apresentavam abundância superior à *D. malerkotliana* (OLIVEIRA, 2011).

Porém, no estudo presente, no PEDI, mesmo apresentando abundância mais favorável às espécies do subgrupo que a UFRPE, é certo que nenhuma espécie se aproximou da abundância dessa espécie invasora, que representou mais de 70% do total de moscas coletadas. Trabalhos anteriores demonstram que essa espécie já foi registrada em todos os biomas brasileiros, algumas vezes com alta abundância (MARTINS, 2001; GARCIA et al, 2005; MONTES et al, 2021). Acredita-se que isso se deva ao fato de essa espécie apresentar características generalistas (MARTINS, 2001).

A segunda espécie em abundância foi *D. nasuta*, que é a espécie exótica mais recente no bioma Floresta Atlântica, tendo sido coletada pela primeira vez em 2015 (VILELA e GOÑI, 2015), e que pelo visto demonstra estar bem estabelecida. Uma característica marcante dessa espécie é sua distribuição: costuma ter uma abundância relativa maior no período chuvoso (MONTES et al, 2021), exatamente o contrário das outras espécies exóticas nessa área, além de preferir ambientes conservados em detrimento dos antropizados (COUTINHO-SILVA et al, 2017).

Porém, os resultados também demonstraram uma tendência sazonal parecida em *Scaptodrosophila latifasciaeformis* uma espécie que geralmente se comporta como as demais exóticas, tendo o pico de sua abundância no período seco

(OLIVEIRA, 2011; SILVA, 2012; COUTINHO-SILVA et al, 2017). Porém, nesse estudo a espécie permaneceu preferindo ambientes antropizados.

No entanto, outras espécies mantiveram sua distribuição comum para a região, como *Zaprionus indianus*, com abundância relativa maior no período seco e preferência por ambientes degradados (SILVA et al, 2020); ou *D. ananassae* que geralmente é rara em ambientes naturais (YUZUKI, 2020), algo que também foi registrado nesse trabalho. *D. simulans* e *D. melanogaster* são espécies antigas na região neotropical e costumam apresentar baixa abundância nas amostragens (YUZUKI e TIDON, 2020; SILVA et al, 2020). Dobzhansky e Pavan (1950) chegaram a citar *D. simulans* como uma espécie considerada naturalizada em ambientes brasileiros, os resultados demonstraram que *D. simulans* e *D. melanogaster* continuaram a apresentar abundâncias pouco expressivas.

Em relação à riqueza, não foi possível identificar 6 espécies através da literatura especializada, podendo se tratar de novas espécies para a área; e um subgrupo e quatro grupos do gênero *Drosophila* não foram identificados até o nível de espécie, fazendo com que a riqueza, possivelmente, seja maior que os dados apresentados nos resultados, caso a determinação de espécies crípticas pela terminália externa fosse realizada. O Parque apresentou o melhor percentual para as espécies nativas em abundância relativa, especialmente no período chuvoso, algo esperado para um ambiente conservado (COUTINHO-SILVA et al, 2017).

O índice de Jaccard (0,62), foi menor que o de Morisita (0,97), pois leva em conta apenas presença e ausência de espécies (MAGURRAN, 2004), e a UFRPE apresentou cinco espécies não identificadas que foram coletadas exclusivamente nesse local.

Algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar esses resultados, uma é que a UFRPE, apesar de não ser uma Unidade de Conservação, possui carácter especial na jurisdição municipal do Recife, é um Imóvel de Proteção de Área Verde, isso significa que possui uma área arbustiva ou arbórea contínua, e 70% de sua vegetação deve ser protegida (RECIFE, 1996). As coletas nesse local foram realizadas na Transrural, um local que, apesar de possuir uma vegetação repleta de espécies pioneiras, tem uma área sombreada considerável, com espécies arbóreas comuns em ambientes antropizados do Recife, de origem nativa ou exótica, como embaúbas ou jambolões (SANTOS et al, 2010).

Enquanto o PEDI, mesmo sendo uma área protegida, está cercado de habitações humanas, e apresenta áreas com grande proporção de espécies vegetais invasoras; algumas delas frutíferas, que por sua vez causam incursões de moradores de áreas vizinhas para coleta de seus frutos, além de incursões para coleta de lenha, banhos nos açudes do parque, ou mesmo a visitação nas dependências do zoológico (PERNAMBUCO, 2014; AGUIAR, 2016), podendo os resultados presentes serem demonstrações de um ambiente fragilizado. Já foi demonstrado em outras áreas que *D. malerkotliana* é mais comum em ambientes fragmentados (MARTINS, 2001), e isso foi observado também nos resultados aqui observados, já que a área coletada na UFRPE possuiu uma dominância maior dessa espécie. Porém, ainda é cedo para se afirmar sobre tendências nos padrões de distribuição sazonal dos drosofilídeos nas áreas, sendo necessário a realização levantamentos futuros para examinar se os padrões continuam similares aos encontrados nesse trabalho.

7. CONCLUSÃO

Nesse estudo observou-se que a diversidade e abundância de drosofilídeos foi similar entre a Unidade de Conservação e a área externa. Alguns dados inéditos para o Parque Estadual de Dois Irmãos foram revelados, como uma maior abundância de *S. latifasciaeformis* no período da chuva, um domínio de *D. markotliana* nas áreas como um todo, e as espécies exóticas predominando inclusive no período chuvoso, servindo de alarme para um acompanhamento de tendências populacionais futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Maria Manuela Bandeira de. **Sucessão florestal em cronosequência na floresta atlântica : capacidade de resiliência e influência do meio**. 2016. 62 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

ALBUQUERQUE, M. Fechado ao público há um ano, Parque Dois Irmãos é santuário para animais em risco. **Diário de Pernambuco**, 2021. Disponível em: <<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2021/03/pandemia-tambem-afeta-rotina-de-animais-no-zoologico-do-parque-dois-ir.html>> Acesso em: 09/07/2021 às 17:42

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ARAUJO, R. C. S; OLIVEIRA, F. H. P. C. Análise De Parâmetros Limnológicos Da Água Dos Açudes Do Prata E Do Meio (Pernambuco-Brasil). **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. pp. 1–19. 2011.

ATALLAH, J. et al. The making of a pest: The evolution of a fruit-penetrating ovipositor in *Drosophila suzukii* and related species. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1781, 2014.

AYALA, F.J.; SERRA, L. PREVOSTI, A.A grand experiment in evolution: the *Drosophila subobscura* colonization of the Americas. **Genome** 31: 246-255. 1989

BÄCHLI, G. TaxoDros: The Database on Taxonomy of Drosophilidae. <<https://www.taxodros.uzh.ch/>> Acesso 20/07/2021

BELLARD, C.; CASSEY, P.; BLACKBURN, T. M. Alien species as a driver of recent extinctions. **Biology Letters**, v. 12, n. 4, 2016.

BENITO, N. P.; LOPES-DA-SILVA, M.; DOS SANTOS, R. S. S. Potential spread and economic impact of invasive *Drosophila suzukii* in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 571–578, 2016.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000

BRNCIC, D.; BUDNIK, M. GUINES, R. An analysis of a Drosophilidae community in Central Chile during a three years period. **Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung** 23:90-100. 1985

BROWN, B. V. Malaise trap catches and the crisis in neotropical dipterology. **American Entomologist**, v. 51, n. 3, p. 180–183, 2005.

BUENO, E. **Náufragos, traficantes e degredados: as primeiras expedições ao Brasil, 1500-1531**. Rio de Janeiro: Objetiva, 204p. 1998

BURIL, M.T. *et al.* **Plantas da Mata Atlântica: Guia de árvores e arbustos da Usina São José**. Recife, Editora Livro rápido. 2013

COELHO, B. H. S. Evolução histórica e tendências das áreas naturais protegidas: de sítios sagrados aos mosaicos de unidades de conservação. **Diversidade e Gestão**, v. 2, p. 106-121, 2018.

COLOMBO, A. F.; JOLY, C. A. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: The most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3. 2010

COUTINHO, R.Q. *et al.* Características climáticas, geológicas, geomorfológicas e geotécnicas da Reserva Ecológica de Dois Irmãos. 1998

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**, 55, 1–11. 2017

DAVID, J.R.; CAPY, P. Genetic variation of *Drosophila melanogaster* natural populations. **Trends in Genetics**. p 106-111. 1988

DOBZHANSKY, T.; PAVAN, C. Local and seasonal variations in relative frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. **Journal of Animal Ecology** 19(1):1-14. 1950

DUARTE, L. B.; GOTTSCHALK, M. S.; ROBE, L. J. Assemblage of drosophilids (Diptera, Drosophilidae) inhabiting flooded and nonflooded areas in the extreme South of Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 62, n. 1, p. 29–35, 2018.

FREIRE-MAIA, A.; PAVAN, C. Introdução ao estudo da drosófila. **Cultus** 1, 3–66. 1949.

GARCIA, A. C. L. *et al.* First evidence of *Drosophila malerkotliana* in the extreme South of Brazil (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil). **Drosophila Information Service**, v. 88, n. January, p. 28–30, 2005.

GOMES, M. S. **Detecção de árvores individuais por meio do lidar para a gestão da arborização do campus-Dois Irmãos da UFRPE**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2019.

GUPTA, K.K.; MAHATO, S.P. Elevational variation and the relative biodiversity of family Drosophilidae in Sikkim, India. **International Journal of Recent Scientific**. 2015.

HAMMER, O. *et al.* PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, no. 1, p. 1-9. 2001.

HASSON, E. *et al.* Host Plant Adaptation in Cactophilic Species of the *Drosophila buzzatii* Cluster: Fitness and Transcriptomics. **Journal of Heredity**, v. 110, n. 1, p. 46–57, 2019.

- JENNINGS, B. H. *Drosophila*-a versatile model in biology & medicine. **Materials Today**, v. 14, n. 5, p. 190–195, 2011.
- LEE, J. S. H.; GARCIA-ULLOA, J.; KOH, L. P. Impacts of biofuel in biodiversity hotspots. **Biodiversity hotspots**. p. 277–293, 2011.
- LINS, R. C. O Cabo e as revoluções pernambucanas. **Ciência & Trópico**, [S. l.], v. 9, n. 1, 2011. Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/article/view/255>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- MAGALI, R. M. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**. 1996.
- MAGURRAN, A. **Ecological diversity and its measurement**. Cambridge University Press. 75 p. 2004
- MARQUES, C. *et al.* The Atlantic Forest: An Introduction to the Megadiverse Forest of South America. **The Atlantic Forest**. 2021.
- MARTINS, M.B. *Drosophilid* fruit-fly guilds in Forest fragments. **Lessons from Amazonia: the Ecology and Conservation of a Fragmented Forest**. New Haven, CT, Yale University Press. 2001
- MAZZI, D. *et al.* Economic impact of the introduction and establishment of *drosophila suzukii* on sweet cherry production in Switzerland. **Insects**, v. 8, n. 1, 2017.
- MCNEELY, J.A. *et al.* Global Strategy on Invasive Alien Species. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. 50 pp. 2001.
- MEDEIROS, H. F. DE; KLACZKO, L. B. How many species of *Drosophila* (Diptera , *Drosophilidae*) remain to be described in the forests of São Paulo, Brazil species lists of three forest remnants. **Biota Neotropica**. v. 4, p. 1–12, 2004.
- MEDEIROS, R. Áreas Protegidas No Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n. 1, p. 42–64, 2005.
- MELLO, E. C. **O Bagaço da Cana**. Edt. Penguin & Companhia das Letras. São Paulo, 2012.
- MENDES, M. F. *et al.* Temporal edge effects structure the assemblages of *Drosophilidae* (Diptera) in a Restinga forest fragment in Southern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 16, n. 2, p. 299–315, 2021.
- MONTES, M.A. *et al.* Invasion and Spreading of *Drosophila nasuta* (Diptera, *Drosophilidae*) in the Caatinga Biome, Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**. 2021
- MOONEY, H. A. **Invasive Alien Species : a New Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

NETO, J. H. **Homogeneização taxonômica, filogenética e funcional de comunidades: causas, consequências e implicações para a conservação**. 2018. 118 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

NOLTE, V.; SCHLÖTTERER, C. African *Drosophila melanogaster* and *D. simulans* populations have similar levels of sequence variability, suggesting comparable effective population sizes. **Genetics**, v. 178, n. 1, p. 405–412, 2008.

OLIVEIRA, G. F. **Diversidade de drosofilídeos (Insecta, Diptera) em manguezais de Pernambuco**; 2011; Dissertação (Mestrado em PPG em Saúde Humana e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico de Vitória.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Convenção sobre a diversidade biológica, 1992.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Sexta conferência das partes, decisão VI/23. 2002.

PERNAMBUCO, Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano de Manejo - Parque Estadual de Dois Irmãos**, 2014.

PERNAMBUCO, Secretaria do Meio Ambiente e Sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.portaisgoverno.pe.gov.br/web/parque-dois-irmaos/>> Acesso em 09/07/2021 às 18:26

PERNAMBUCO. Lei Estadual Nº 11.622. 29 de dezembro, 1998. Dispõe sobre a mudança de categoria de manejo das Reservas Ecológicas de Caetés e Dois Irmãos, e da outras providências. Recife. 1998.

RECIFE. Lei Municipal Nº 16.176 de 9 de abril de 1996. Estabelece a lei de uso e ocupação do solo da cidade do Recife. 1996

RIBEIRO M.C. *et al.* **The Brazilian Atlantic Forest: A Shrinking Biodiversity Hotspot. Biodiversity Hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011

SANTOS, A.P., GOTTSCHALK, M.S. Impacto do fogo na assembleia de *Drosophilidae* (Diptera) de um Fragmento de Mata Estacional Semidecidual. **IV Congresso Interno de Iniciação Científica da Universidade do Estado de Mato Grosso**, Cárceres. 2008.

SANTOS, W. *et al.* Georreferenciamento, Mapeamento e Reconhecimento de algumas espécies arbóreas no campus da UFRPE. **X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO E SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. 2010.

SEEBENS, H. *et al.* Projecting the continental accumulation of alien species through to 2050. **Global Change Biology**, v. 27, n. 5, p. 970–982, 2021.

SILVA D. G. *et al.* Geographic expansion and dominance of the invading species *Drosophila nasuta* (Diptera, Drosophilidae) in Brazil. **Journal of Insect**

Conservation. v.24. p 525–534. 2020.

SILVA, R. D. C. **Diversidade de drosofilídeos (Insecta, Diptera) na Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil**. 2012

SOS MATA ATLÂNTICA. **Conheça a Mata Atlântica**. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/conheca/mata-atlantica/>>. Acesso em 21/07/2021.

STECK, K. *et al.* Internal amino acid state modulates yeast taste neurons to support protein homeostasis in *Drosophila*. **eLife**, v. 7, p. 1–29, 2018.

STEPHENSON, R. METCALFE, N. *Drosophila melanogaster*: a fly through its history and current use. **The journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh**. 43. 70-75. 2013.

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

UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. 2007. Disponível em <https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/species_extinction_05_2007.pdf>. Acesso em 21/07/2021.

VILELA, C. R.; GOÑI, B. Is *Drosophila nasuta* Lamb (Diptera, Drosophilidae) currently reaching the status of a cosmopolitan species? **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, n. 4, p. 346–350, 2015.

VILELA, C.R.; BÄCHLI, G. Taxonomic studies on neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). **Mitt schweiz ent Ges** 63(supplement):1–332. 1990.

YUZUKI, K.; TIDON, R. Identification key for drosophilid species (Diptera, Drosophilidae) exotic to the Neotropical Region and occurring in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 2020.