



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

CAMILA ROSA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE DROSOFILÍDEOS
NEOTROPICAIS E INVASORES EM UM FRAGMENTO CONSERVADO
DE MATA ATLÂNTICA DO RIO DE JANEIRO**

RECIFE

2025

CAMILA ROSA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE DROSOFILÍDEOS
NEOTROPICAIS E INVASORES EM UM FRAGMENTO CONSERVADO
DE MATA ATLÂNTICA DO RIO DE JANEIRO**

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.

RECIFE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Lorena Teles – CRB-4 1774

O48a Oliveira, Camila Rosa de.
Avaliação da abundância de drosofilídeos neotropicais e invasores em um fragmento conservado de Mata Atlântica do Rio de Janeiro / Camila Rosa de Oliveira. – Recife, 2025.
34 f.; il.

Orientador(a): Martín Alejandro Montes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado
em Ciências Biológicas, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Biodiversidade. 2. Drosophilidae - Controle. 3. Invasão biológica. 4. Drosophilidae - Aspectos ambientais I. Montes, Martín Alejandro, orient. II. Título

CDD 574

CAMILA ROSA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE DROSOFILÍDEOS
NEOTROPICAIS E INVASORES EM UM FRAGMENTO CONSERVADO
DE MATA ATLÂNTICA DO RIO DE JANEIRO**

Aprovado em: 21/03/2025

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.

BANCA EXAMINADORA

Prof. O Dr. Martín Alejandro Montes (Orientador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Me. Júlia Isabelle Freire Peres Quintas (Examinador Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. A Dra. Ana Cristina Lauer (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha família:

Minha mãe e meus avós.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha gratidão à Universidade Federal Rural de Pernambuco, não apenas pela formação profissional e acadêmica, mas também pelo acolhimento desde que ingressei na instituição, em 2020.

Sou especialmente grata ao professor Martín Montes, por confiar em mim e abrir espaço para minha breve contribuição em sua pesquisa, além de oferecer suporte em todo o processo. À professora Ana Garcia, cujo vasto conhecimento sobre drosofilídeos foi essencial para mim e para o nosso grupo.

Aos membros do GPEGE, com destaque para Júlia Quintas e Maria de Fátima, profissionais que admiro profundamente, pelo apoio na identificação dos drosofilídeos, pela acolhida desde o início e pelas sugestões inovadoras na elaboração deste trabalho. Aos meus amigos de laboratório, Jhonatan, Alícia e Millena, pelo suporte e parceria durante todo o meu treinamento e tempo no grupo.

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro por meio do PIBIC no último ano, permitindo a continuidade dos meus estudos. Também sou grato aos professores do curso de graduação, que ampliaram minha visão sobre a biologia e suas múltiplas vertentes. Ao professor Marcus Sperandio, coordenador do curso, que esteve sempre disponível para esclarecer dúvidas durante a construção da monografia.

Levo comigo lembranças e amizades que guardarei com carinho. Sou grata pelos desafios compartilhados, pelos momentos de apoio e pelas conquistas vividas durante a graduação ao lado de Roseane, Maria Clara Eugênio, Maria Clara Almeida, Maria Vitória, André Rodrigues e Ana Beatriz.

Por fim, e não menos importante, agradeço à minha família, minha base e maior rede de apoio, em especial à minha mãe, Dayse, e aos meus avós, que vibram comigo em cada conquista e me confortam nas frustrações. Aos amigos de longa data, João, Pedro, Vitória, Matheus, Fernando, Bruna e Lucas, que caminham comigo e me apoiaram desde sempre.

RESUMO

As invasões biológicas representam uma séria ameaça à biodiversidade global, e a família Drosophilidae já demonstrou seu potencial invasivo. Este estudo teve como objetivo avaliar a abundância de drosofilídeos nativos e invasores na Mata Atlântica do Rio de Janeiro, além de analisar seus padrões sazonais. Foram realizadas quatro coletas de drosofilídeos, sendo duas durante o período de menor pluviosidade e duas no período de maior pluviosidade. Para cada coleta, foram utilizadas 10 armadilhas com iscas de banana para atrair os drosofilídeos. No total, foram coletados 9.028 indivíduos da família Drosophilidae, distribuídos em 37 espécies de quatro gêneros. A análise revelou que 78,16% das espécies eram exóticas invasoras, sem variação significativa em sua abundância ao longo das estações do ano. Em contrapartida, as espécies nativas da região neotropical mostraram maior abundância durante os períodos de maior precipitação. Ao comparar os dados deste estudo com pesquisas anteriores na ecorregião da Serra do Mar, observa-se o aumento significativo na abundância de drosofilídeos invasores nas últimas décadas. A elevada abundância de drosofilídeos invasores sugere um potencial impacto cumulativo sobre a fauna nativa, podendo comprometer ainda mais a dinâmica de espécies nativas em áreas de alta importância ecológica.

Palavras-chave: Biodiversidade, Família Drosophilidae, Invasões biológicas, Sazonalidade.

ABSTRACT

Biological invasions pose a serious threat to global biodiversity, and the Drosophilidae family has already demonstrated its invasive potential. This study aimed to evaluate the abundance of native and invasive drosophilids in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, as well as to analyze their seasonal patterns. Four collections of drosophilids were conducted, with two during the period of lower rainfall and two during the period of higher rainfall. For each collection, 10 traps with banana baits were used to attract the drosophilids. A total of 9,028 individuals from the Drosophilidae family were collected, distributed among 37 species across four genera. The analysis revealed that 78.16% of the species were exotic invaders, with no significant variation in their abundance throughout the seasons. In contrast, native species from the Neotropical region showed greater abundance during periods of higher precipitation. When comparing the data from this study with previous research in the Serra do Mar ecoregion, a significant increase in the abundance of invasive drosophilids over the past decades is observed. The high abundance of invasive drosophilids suggests a potential cumulative impact on native fauna, potentially further compromising the dynamics of native species in areas of high ecological importance.

Keywords: Biodiversity, Drosophilidae Family, Biological Invasions, Seasonality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Invasões biológicas.....	11
2.2 Família Drosophilidae.....	13
2.3 Mata Atlântica.....	14
2.4 Sazonalidade.....	15
3. OBJETIVOS.....	17
4. METODOLOGIA.....	18
5. RESULTADOS.....	21
6. DISCUSSÃO.....	23
7. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

As invasões biológicas representam uma das principais ameaças à biodiversidade global (Shackleton et al. 2019). Espécies exóticas, ao se estabelecerem em novas regiões, podem se tornar invasoras quando ameaçam à biodiversidade local, devido a ausência de predadores e vantagens competitivas sobre as espécies locais, como alta reprodução e comportamento competitivo. Dessa forma, levando à redução de espécies nativas, e alterações nas cadeias alimentares e impactos nos serviços ecossistêmicos (Elton 1958, Dickey et al. 2018).

Pertencente à ordem Diptera, a família Drosophilidae destaca-se por sua diversidade, com mais de 4.700 espécies descritas (Bächli, 2025). Popularmente conhecidas como "moscas do vinagre". São amplamente distribuídas pelo mundo, ocupando diversos climas e biomas terrestres, exceto as regiões polares. Adapta-se exclusivamente a ambientes terrestres, não tendo registros de espécies que apresentam estágio de vida aquática em seu desenvolvimento (Duarte, 2018).

A família Drosophilidae já demonstrou grande potencial invasivo, com impactos observados tanto na biodiversidade quanto na agricultura. No Brasil, mais de 360 espécies de drosofilídeos foram registradas, das quais 14 são consideradas invasoras (Tidon et al., 2025). Algumas dessas espécies têm provocado prejuízos relevantes no setor agrícola: *Zaprionus indianus*, por exemplo, é reconhecida como praga em plantações de figo, enquanto *Drosophila suzukii* afeta a produção de frutas de epicarpo delgado, como morango e cereja (Roque et al., 2017; Santos et al., 2017). A presença de portos e aeroportos em regiões de Mata Atlântica contribui para a introdução e o estabelecimento dessas espécies exóticas (Dechoum et al., 2021).

A Mata Atlântica, um dos biomas mais biodiversos do mundo, é particularmente vulnerável a invasões biológicas devido à fragmentação dos habitats e à intensa intervenção humana (Fabricante et al. 2012). Um dos biomas mais importantes do Brasil, é uma floresta tropical úmida que cobre cerca de 15% do território nacional, abrangendo 17 estados, além de áreas na Argentina e no Paraguai (Fundação SOS Mata Atlântica, 2025). Reconhecida como um hotspot global de biodiversidade, essa região possui menos de 25% de sua vegetação original, abriga uma elevada diversidade de espécies ameaçadas de extinção e

conta com mais de 1.500 plantas endêmicas (Lee, 2011).

A porção norte da Mata Atlântica, composta por estados como Maranhão, Piauí, Ceará e parte de Pernambuco, é marcada pela influência das chuvas nas características sazonais da região, apresentando uma amplitude térmica menos extensa e apenas duas estações: a chuvosa e a seca (Colombo & Joly, 2010). Em contraste, a porção sul, que inclui estados como Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, exhibe mudanças acentuadas de temperatura e precipitação ao longo do ano, caracterizando-se por quatro estações distintas. Além disso, a sazonalidade e as chuvas influenciam a abundância de drosofilídeos na Mata Atlântica, sendo um tema de estudos significativos no Brasil (Dobzhansky & Pavan, 1950; Saavedra et al., 1995; De Toni et al., 2007; Bizzo et al., 2010; Garcia et al., 2012)

A sazonalidade é um fator determinante na ecologia dos drosofilídeos, influenciando sua abundância, riqueza e distribuição. A família Drosophilidae é altamente sensível às variações ambientais, o que a torna um excelente modelo para investigar os efeitos das mudanças nos padrões sazonais sobre a dinâmica populacional desses insetos (Coutinho-Silva et al., 2017). A pluviosidade, por sua vez, é um dos principais fatores climáticos que influenciam a abundância das comunidades de insetos em ecossistemas tropicais (Pinheiro et al., 2002; Vasconcellos et al., 2010; Coutinho-Silva et al., 2017). Essa relação reforça a importância de investigar como as flutuações climáticas influenciam essas condições ambientais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Invasões biológicas

Conforme definido pela Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (ONU 1992), espécies exóticas são aquelas que se expandem para regiões fora de sua área de distribuição original. Ao se estabelecerem, essas espécies podem se tornar extremamente abundantes, aumentando sua área de ocorrência (Colautti & Maclsaac 2004). Beneficiadas pela falta de predadores naturais e por suas vantagens competitivas, essas espécies tornam-se invasoras ao colocarem em risco as espécies nativas, podendo reduzir sua diversidade e modificar sua abundância por meio da competição por recursos e predação (Elton 1958, Primack & Rodrigues 2001, Dickey et al. 2018). Assim, as espécies invasoras podem ocupar nichos anteriormente utilizados por espécies nativas, provocar extinções locais e gerar desequilíbrios ambientais, ameaçando ecossistemas, habitats ou espécies. Também auxiliam a homogeneização biótica, que corresponde ao aumento da semelhança entre as biotas (Shackleton et al. 2019, Muthukrishnan et al. 2020, Petsch et al. 2022).

Um exemplo emblemático desse processo é o coral-sol (*Tubastraea spp.*), que se destaca como uma das espécies invasoras de maior sucesso nos dias atuais. Natural da região Indo-Pacífica (Fenner & Banks 2004), foi introduzido no Oceano Atlântico na década de 1940 e, desde então, expandiu sua presença para o Caribe, o Golfo do México e o Atlântico Sudoeste. Hoje, é reconhecido como o coral de águas rasas com a mais ampla distribuição geográfica conhecida (Creed et al. 2017). Por ter maior taxa de reprodução e crescimento, o coral-sol compete diretamente com o coral-cérebro (*Mussismilia braziliensis*), nativa dos recifes e chapeirões de Abrolhos, ameaçando outras espécies da região. Esponjas e algas, que também formam os recifes, são sufocadas pelo avanço do coral-sol, resultando na homogeneização dos recifes e na redução drástica da biodiversidade local.

Além de afetar a comunidade natural, as espécies invasoras podem causar problemas para a saúde humana e para a agricultura, sendo vetores de doenças ou pragas agrícolas (Mazza et al. 2014, Diagne et al. 2021). Um exemplo é o caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*), originário do leste da África, considerado uma das espécies invasoras mais prejudiciais do mundo, podendo hospedar parasitas e servir como criadouro do *Aedes aegypti*. Além de estar associado à transmissão do nematódeo *Angiostrongylus cantonensis*, causador da meningite eosinofílica, e do *Angiostrongylus costaricensis*, responsável pela angiostrongilíase abdominal, ambos com registros no Brasil (Secretária de Saúde do Paraná, 2025).

Em países de grande produção agrícola, como o Brasil, espécies invasoras são frequentemente comuns como "pestes agrícolas", resultando em perdas bilionárias anuais e afetando a segurança alimentar (Paini et al., 2016). Um exemplo notável é a espécie *Helicoverpa armigera*, também chamada de lagarta do algodão, lagarta da espiga do milho ou lagarta do algodão do Velho Mundo (Africana). Nativa da Ásia e da África, essa praga tem causado prejuízos econômicos expressivos, estimados em mais de US\$ 3 bilhões anuais, devido ao impacto nas plantações de algodão, milho, soja e outras culturas agrícolas (Haile et al., 2021; Sharma, 2005).

Nas últimas décadas, as invasões biológicas têm se expandido consideravelmente, impulsionadas pela ampliação das rotas de transporte, pelo aumento do comércio global e pelo turismo internacional (Seebens et al. 2018). Além disso, fatores como a fragmentação de habitats e as mudanças climáticas têm favorecido o estabelecimento de novas espécies em áreas previamente não ocupadas (Diez et al. 2012, Pyšek et al. 2020). As invasões biológicas são a segunda principal causa de perda de biodiversidade (Shackleton et al. 2019) e ocorrem amplamente em diversos grupos de organismos, incluindo os drosofilídeos, que têm se mostrado particularmente suscetíveis a essas invasões. Esses pequenos insetos, frequentemente associados a ambientes urbanos e agrícolas, têm se espalhado por várias regiões do mundo, alterando dinâmicas ecológicas e impactando ecossistemas locais.

2.2 Família Drosophilidae

A família Drosophilidae, pertencente à classe Hexapoda e à ordem Diptera, é composta por pequenas moscas popularmente conhecidas como "moscas do vinagre". Com 77 gêneros e mais de 4.700 espécies descritas, é uma das maiores famílias dentro dos dípteros. O gênero *Drosophila* destaca-se como o mais diverso, representando mais de 30% de toda a riqueza da família (Bächli 2025).

Os drosofilídeos adultos medem entre 1 e 6 milímetros e apresentam uma ampla variedade morfológica. Seus olhos são vermelhos e o corpo pode ser amarelo, marrom ou preto. O abdômen geralmente possui listras ou faixas, o tórax pode apresentar padrões de listras ou manchas, e as asas, em algumas espécies, exibem áreas escuras ou sombreadas (Wheeler 1987). A família drosophilidae possui espécies holometábolos, passando por um ciclo de vida completo com as fases de ovo, larva, pupa e adulto (Va et al. 2009).

Esses organismos utilizam uma variedade de substratos para alimentação e reprodução. A maioria das espécies é especializada em obter aminoácidos, vitaminas e outros nutrientes não calóricos das leveduras que crescem em materiais orgânicos, como cactos em decomposição, cogumelos, flores, seiva de plantas e frutas deterioradas (Jennings 2011, Steck et al. 2018). Sua abundância, facilidade de coleta na natureza e sensibilidade às mudanças ambientais, aliadas à presença de espécies tanto nativas quanto invasoras, fazem dos drosofilídeos um grupo de grande interesse para estudos ecológicos (Powell 1997, Va et al. 2009, Elbrense et al. 2021).

No cenário brasileiro, os drosofilídeos invasores têm causado impactos importantes na agricultura. A espécie africana *Zaprionus indianus* prejudica especialmente as plantações de figo nas regiões Sul e Sudeste (Roque et al. 2017). Já a mosca asiática *Drosophila suzukii* tem sido responsável por danos em culturas de morango e cereja no sul do país, comprometendo a produção dessas frutas (Atallah et al. 2014; Santos et al. 2017).

No Brasil, os drosofilídeos se destacam pela elevada riqueza de espécies e pela grande abundância de indivíduos (Batista e Klaczko 2013, Coutinho-silva et al. 2017). Já foram registradas mais de 360 espécies de drosofilídeos no país, sendo 14 invasoras (Tidon et al. 2025). A presença de diversos portos e aeroportos

localizados em cidades no domínio da Mata Atlântica brasileiro aumenta a vulnerabilidade desse bioma à introdução de espécies invasoras, facilitando sua chegada e potencial estabelecimento (Dechoum et al. 2021).

2.3 Mata Atlântica

O Brasil destaca-se como um dos países mais ricos em biodiversidade, abrigando cerca de 10% das espécies conhecidas no planeta e 30% das florestas tropicais globais (Mittermeier et al. 1992, Almeida 2016).

A Mata Atlântica, primeiro bioma avistado pelos navegadores europeus ao chegar ao Brasil, também foi o primeiro a ser explorado pelos colonizadores (Magali, 1996). Ao longo da história, vastas áreas desse bioma foram desmatadas para a implantação de culturas como a cana-de-açúcar e o café, além da exploração do pau-brasil (CEDAE, 2025).

Entre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica é uma floresta tropical úmida de grande importância, cobrindo aproximadamente 15% do território nacional e se estendendo por 17 estados, além de áreas na Argentina e no Paraguai (Fundação SOS Mata Atlântica 2025).

A Mata Atlântica destaca-se por suas características marcantes, como altos índices de precipitação anual, que variam entre 1.000 e 4.000 mm, e temperaturas médias anuais entre 15°C e 29°C. Embora o solo seja pouco fértil, o bioma mantém um dossel denso e perenemente verde, composto por árvores que podem ultrapassar 25 metros de altura e possuem folhas largas (Câmara 2003, Turner 2004).

Atualmente, a Mata Atlântica é reconhecida como um hotspot global de biodiversidade, atendendo aos critérios necessários para essa classificação: possui menos de 25% de sua cobertura vegetal original, apresenta uma alta biodiversidade

ameaçada de extinção e abriga, pelo menos, 1.500 espécies de plantas endêmicas (Lee 2011).

Esse contexto de intensa intervenção humana contribui para a intensificação das invasões biológicas, agravando ainda mais os impactos ambientais (Fabricante et al. 2012, Santos-Pereira et al. 2014). Espécies invasoras têm o potencial de causar grandes prejuízos ao meio ambiente, especialmente em ecossistemas fragilizados, como a Mata Atlântica (Simberloff et al. 2013, Dechoum et al. 2021). Nesse cenário, os drosofilídeos, devido à sua capacidade de responder rapidamente às alterações ambientais, tornam-se modelos ideais para estudar o impacto nos padrões de pluviosidade e precipitação sobre a dinâmica de suas populações, oferecendo insights valiosos sobre os efeitos das invasões biológicas em ecossistemas alterados (Coutinho-Silva et al. 2017).

2.4 Sazonalidade

A sazonalidade refere-se às variações periódicas e previsíveis nas condições ambientais, como temperatura, precipitação e luz solar, que ocorrem ao longo do ano, e essas variações têm um impacto significativo no ciclo de vida de diversos grupos biológicos, como os insetos. Dessa forma, a sazonalidade influencia diretamente a abundância das espécies invasoras ao afetar os recursos disponíveis e as condições ambientais em que essas espécies se desenvolvem. Fatores como pluviosidade, umidade e temperatura alteram o comportamento reprodutivo, a dispersão e a sobrevivência das espécies.

No caso dos drosofilídeos, esses fatores são particularmente relevantes, pois afetam a taxa de desenvolvimento das larvas e a abundância de alimentos disponíveis. A sazonalidade pode favorecer determinadas espécies invasoras em períodos específicos, permitindo que elas se estabeleçam e se proliferem mais rapidamente, em detrimento das espécies nativas (Coutinho-Silva et al. 2017, Aranda et al. 2021, White & Hastings 2019).

A precipitação é um dos principais fatores climáticos que interfere na abundância das comunidades de insetos em ecossistemas tropicais (Pinheiro et al. 2002, Vasconcellos et al. 2010, Coutinho-silva et al. 2017). Em relação aos drosofilídeos, Coutinho-silva et al (2017), avaliando estes insetos na porção ao norte da Mata Atlântica do Brasil, observaram que as espécies exóticas invasoras eram mais abundantes na estação de menor pluviosidade e o padrão inverso foi registrado

para as espécies neotropicais. A capacidade dos drosofilídeos de responderem a alterações no ambiente os torna excelentes modelos para investigar como as variações na precipitação afetam a dinâmica populacional desses organismos (Coutinho-silva et al. 2017).

Na biologia da conservação, entender a sazonalidade das espécies exóticas invasoras é fundamental para avaliar seus efeitos sobre a biodiversidade local. Esse entendimento é necessário para estabelecer estratégias adequadas de controle e para restaurar o equilíbrio dos ecossistemas invadidos (Saxe et al. 2007, Rohde et al. 2010, Vasconcelos et al. 2010).

3. OBJETIVOS

3.2 Geral

Avaliar a abundância de drosofilídeos nativos e invasores na Mata Atlântica do Rio de Janeiro.

3.3 Específicos

- a) Avaliar as variações sazonais dos drosofilídeos nativos e invasores na Mata Atlântica do Rio de Janeiro.

4. METODOLOGIA

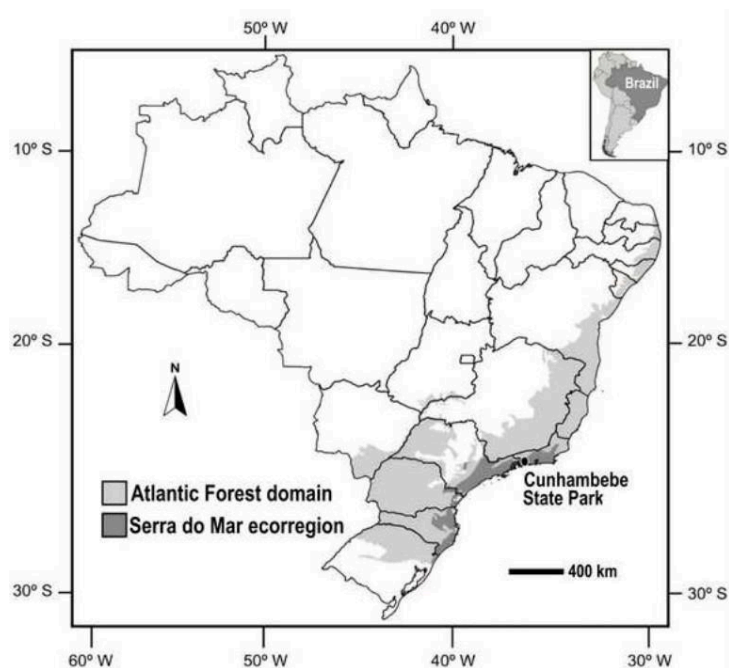
Área de estudo

Os drosofilídeos foram coletados no Parque Estadual Cunhambebe, uma Unidade de Conservação que abrange os municípios de Angra dos Reis, Rio Claro, Mangaratiba e Itaguaí, no estado do Rio de Janeiro. Localizado na ecorregião Serra do Mar, dentro da Mata Atlântica (da Silva et al. 2023).

A Serra do Mar é uma ecorregião que se estende do estado do Rio de Janeiro até o norte do Rio Grande do Sul, ocupando cerca de 111.580 km² (Galindo-Leal & Câmara 2005). Considerada a parte mais bem preservada da Mata Atlântica no Brasil, ela ainda mantém 32,2% de sua vegetação original (Ribeiro et al. 2009, Fernandes et al. 2023).

A ecorregião Serra do Mar apresenta alta umidade e um clima tropical úmido sem estação seca bem definida, classificado como Af, com temperatura média anual de 23,2°C e precipitação média anual entre 2.000 a 2.500 mm, apresentando maiores níveis de chuva no verão (de dezembro a março), enquanto os meses de inverno (de maio a outubro) apresentam menos chuvas (Köppen 1948, Galindo-Leal & Câmara 2005, Zhang & Cheng 2022).

Figura 1. No canto superior direito, apresenta-se um mapa da América do Sul com o Brasil em destaque. Na ampliação, é possível observar a distribuição da Mata Atlântica em cinza claro e da ecorregião da Serra do Mar em cinza escuro, bem como a indicação do Parque Estadual de Cunhambebe, situado no Rio de Janeiro, local onde ocorreram as amostragens de drosofilídeos.



Fonte: Garcia ACL (2025).

Coleta e identificação das espécies

Quatro coletas de drosofilídeos foram realizadas, sendo duas no período de menor pluviosidade (junho e julho de 2021) e duas no período de maior pluviosidade (dezembro de 2021 e janeiro de 2022). Para cada coleta, os insetos foram capturados utilizando 10 armadilhas feitas com garrafas plásticas, contendo isca à base de banana, conforme descrito por Tidon e Sene (1988).

As armadilhas foram posicionadas a 100 metros da borda do fragmento florestal, penduradas em árvores a uma altura de 1,5 metros do solo e espaçadas a cada 40 metros entre si. Permaneceram no local por três dias consecutivos. Após a coleta, os drosofilídeos de cada armadilha foram armazenados em tubos falcon que continham etanol 96% e transportados para o laboratório.

As moscas foram identificadas a nível de espécie, através da análise da morfologia externa e da terminália. Para identificação das espécies crípticas, as extremidades dos abdomens dos espécimes foram retirados, dissecadas em glicerol, tratadas com hidróxido de potássio (KOH) e coradas com fucsina ácida a 10%, seguindo o protocolo descrito por Wheeler & Kambysellis (1966).

Análises ecológicas

Para analisar a diferença na abundância de drosofilídeos entre os períodos de maior e menor pluviosidade, foi aplicado o teste qui-quadrado, considerando um nível de significância de 0,05. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software BioEstat 2.0 (Ayres & Ayres Jr. 2000).

5. RESULTADOS

Ao longo do estudo, foram coletados 9.028 indivíduos da família *Drosophilidae*, distribuídos em 37 espécies pertencentes a quatro gêneros: *Drosophila*, *Neotanygastrella*, *Scaptodrosophila* e *Zaprionus*.

As moscas coletadas pertenceram a quatro gêneros: *Drosophila*, *Neotanygastrella*, *Zaprionus* e *Scaptodrosophila*. *Drosophila* foi o mais abundante, com 33 espécies coletadas, enquanto *Zaprionus* ficou em segundo lugar, com duas espécies. Já os gêneros *Scaptodrosophila* e *Neotanygastrella* foram representados por uma única espécie cada um, destacando-se pela menor riqueza dentro da amostra coletada.

A análise da composição das populações revelou uma predominância de espécies exóticas-invasoras, que corresponderam a 78,16% do total de drosofilídeos amostrados (figura 2).

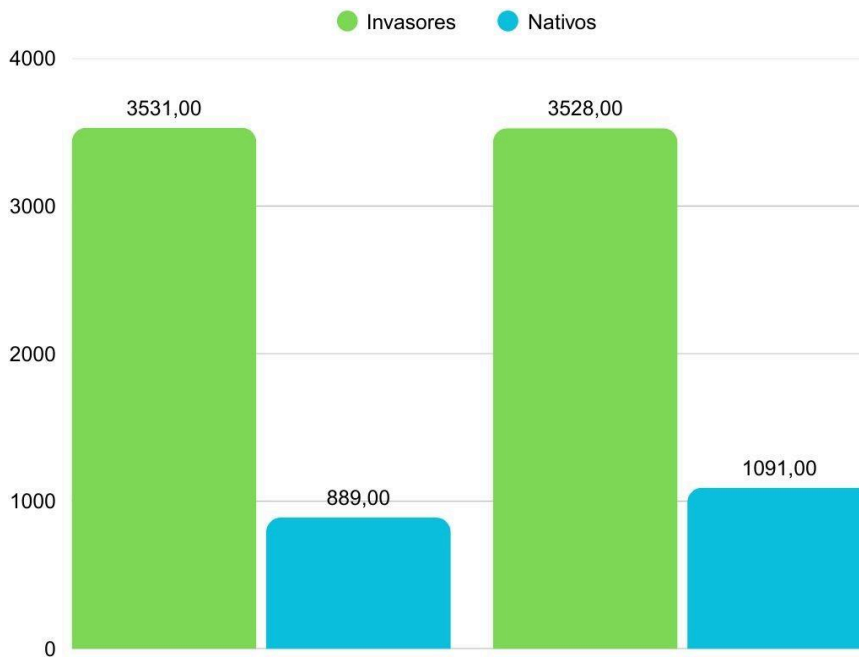
Figura 2. Abundância absoluta de drosofilídeos nativos e exóticos coletados na área do Parque de Cunhambebe em Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil.



Fonte: Autor, 2025.

Considerando a sazonalidade, durante o período de maior pluviosidade, as espécies nativas representaram 12% da amostra total, enquanto as invasoras corresponderam a 88%. Já no período de menor pluviosidade, as nativas representaram 9,85% e as invasoras 90,15%, mantendo-se proporcionalmente dominantes em ambos os períodos. As nativas apresentaram uma abundância significativamente maior durante o período de maior pluviosidade ($X^2 = 18,518$, $p < 0,0001$). Os drosofilídeos exóticos-invasores não revelaram diferenças significativas entre as estações ($X^2 = 0,001$, $p = 0,9715$).

Figura 3. Abundância absoluta de drosofilídeos nativos e exóticos, considerando a sazonalidade, coletados em Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil.



Fonte: Autor, 2025

6. DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo revelam que as espécies exóticas invasoras de drosofilídeos dominam as comunidades amostradas, representando cerca de 80% da abundância total. Essa dominância foi observada em todas as coletas realizadas, indicando que as espécies invasoras estão superando as nativas em termos de abundância. A presença significativa dessas espécies já foi registrada em diferentes biomas brasileiros, como a Caatinga (Montes et al., 2021) e Cerrado (Montes et al., 2022)

Espécies invasoras são reconhecidas como uma das principais ameaças à biodiversidade mundial, estando frequentemente associadas à redução significativa das populações nativas, devido a diversos fatores que lhes conferem vantagens competitivas nos ecossistemas invadidos como ausência de predadores naturais, maior adaptabilidade entre outras (Morrison, 2002; Herrera e Dudley, 2003; Bøhn et al., 2008). A presença dessas espécies pode impactar o funcionamento dos ecossistemas locais, modificando interações ecológicas fundamentais e alterando padrões de abundância ao longo do tempo, comprometendo assim a estabilidade e a resiliência dos ecossistemas afetados (Roque et al., 2009).

Os dados também indicam que a abundância de espécies nativas foi maior durante a estação chuvosa, um padrão semelhante ao observado em estudos conduzidos no Cerrado brasileiro (Emerich, 2011). Isso pode estar relacionado à maior disponibilidade de recursos tróficos nesse período, favorecendo as espécies nativas (Buriel et al., 2013; Davide et al., 1983; Döge et al., 2015).

Coutinho-Silva et al. (2017) observaram que as espécies exóticas invasoras de drosofilídeos tendem a ser mais abundantes durante a estação seca na Mata Atlântica, possivelmente devido ao seu hábito generalista. No entanto, o presente estudo não encontrou diferença significativa na abundância dessas espécies entre as estações. A comparação entre o norte e o sul da Mata Atlântica revela importantes diferenças na disponibilidade de recursos, influenciadas pelas variações climáticas e geográficas.

No norte, o clima tropical úmido favorece uma vegetação densa e abundante, resultando em alta produtividade e diversidade de espécies. Já no sul, o clima subtropical, com uma estação seca mais pronunciada, limita a oferta de recursos,

refletindo em uma vegetação mais aberta e em estratégias adaptativas nas espécies para lidar com a escassez de recursos. Essas diferenças influenciam a dinâmica ecológica e a distribuição das espécies, incluindo as invasoras, que podem se beneficiar em ambientes com recursos mais abundantes e menos sazonais.

A sobreposição das espécies exóticas invasoras sobre as nativas ao longo de todo o ano pode indicar uma potencial competição entre as espécies, levando ao declínio das populações nativas. Esse padrão já foi identificado em pesquisas anteriores, como as de Quintas (2023), que apontam a disponibilidade de alimentos como um fator crítico para a sobrevivência das espécies nativas, especialmente em períodos de estiagem.

A presença de espécies invasoras em comunidades de drosofilídeos tem sido associada a alterações significativas na composição e riqueza de espécies nativas. Silva (2014) demonstrou que a introdução e o aumento numérico de espécies exóticas invasoras, podem resultar na redução da abundância e diversidade de drosofilídeos nativos, devido à competição por recursos e espaço. Ribeiro (2023) também observou que comunidades com elevada presença de espécies invasoras tendem a apresentar menor representatividade de espécies endêmicas, e pode indicar que a superioridade competitiva das exóticas invasoras pode levar ao declínio das nativas.

7. CONCLUSÃO

Diante desse cenário, a dominância das espécies invasoras da família Drosophilidae, aliada à sua alta capacidade adaptativa e à competição por recursos, reforça a necessidade de ações urgentes para a proteção dos ecossistemas e das espécies endêmicas. Em uma unidade de conservação da Serra do Mar, considerada a ecorregião mais preservada da Mata Atlântica no Brasil (Ribeiro et al., 2009), a presença dessas espécies sugere um potencial impacto cumulativo sobre a fauna nativa, podendo comprometer ainda mais a dinâmica de espécies nativas em áreas de alta importância ecológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida DS. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. Editus, Ilhéus. 2016.

AMORIM DS. O lugar dos insetos na biodiversidade. *Jornal da USP*. 2023.

Anu A, Sabu TK, PJ V. Seasonality of litter insects and relationship with rainfall in a wet evergreen forest in south Western Ghats. *J Insect Sci*, 9:46. 2009.

Aranda R, Peil A, Rebello N, Bordin RO, de Souza TMMR, de Oliveira VTN. Abundance and seasonality of insects in urban fragments of the Brazilian Cerrado. *EntomoBrasilis*, 14:933. 2021.

Ayres M & Junior Ayres M. *BioEstat 2.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá, Belém. 2000

Bächli, G. The database on taxonomy of Drosophilidae. *Taxodros*. 2025.

Batista M, Klaczko LB. Mudanças genéticas observadas na população de *Drosophila mediopunctata* do Parque Nacional do Itatiaia, RJ, Brasil. *Ministério do Meio Ambiente*, 17:1-58, 2013.

Bellard, C.; Cassey, P.; Blackburn, T. M. Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters*, v. 12, n. 4, 2016.

Bióicos. O coral-sol: um astro invasor. 2025

Bizzo, L., Gottschalk, M.S., De Toni, D.C. & Hofmann, P.R.P. Seasonal dynamics of a drosophilid (Diptera) assemblage and its potencial as bioindicator in open environments. *Iheringia Série zoologia* 100, 185–191. 7. 2010.

Bøhn T, Amundsen PA, Sparrow A. Competitive exclusion after invasion? *Biol Invasions* 10: 359–368. 2008

Brockhoff EG, Liebhold AM. Ecology of forest insect invasions. *Biol. Invasions* 19:3141-3159. 2017.

Buril, M.T., Melo, A., Alves-Araújo, A. & Alves, M. *Plantas da Mata Atlântica: Guia de árvores e arbustos da Usina São José*. Recife, Editora Livro rápido. 2013.

Campanili M, Schaffer WB. *Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros*. MMA, Brasília. 2010.

CAVALCANTI, F. A. et al. Geographic Expansion of an Invasive Fly: First Record of

Zaprionus tuberculatus (Diptera: Drosophilidae) in the Americas. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 115, n. 3, p. 267–274, 2021.

CEDAE. A Mata Atlântica. 2025

Colautti RI, Macisaac HJ. Uma terminologia neutra para definir invasiva espécies. *Divers Distribuição* 10:135–141, 2004.

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.

Creed JC, Fenner D, Sammarco P, Cairns SD, Capel K, Junqueira AOR, Cruz I, Miranda RJ, Carlos-Junior L, Mantelatto MC, Oigman-Pszczol S, Marcelo C, Mantelatto C, Le RJM, Oigman-Pszczol S. The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biol Invasions* 19:283–305. 2017.

David, J.R., Allemand, R., van Herrewege, J. & Cohet, Y. Ecophysiology: abiotic factors. pp. 105–170 in Ashburner, M., Carson, H. & Thompson, J.N. Jr. (Eds) *Genetics and Biology of Drosophila*. New York, Academic Press. 1983.

Diagne, C. et al. High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, v. 592, n. 7855, p. 571-576, 2021.

Dickey JWE, Cuthbert RN, Rea M, Laverty C, Crane K, South J, Briski E, Chang X, Coughlan NE, MacIsaac HJ, Ricciardi A, Riddell GE, Xu M, Dick JTA. Assessing the relative potential ecological impacts and invasion risks of emerging and future invasive alien species. *NeoBiota* 40:1-24. 2018.

Dechoum MS, Sühs RB, de Melo Futada S, Ziller SR. Distribution of Invasive Alien Species in Brazilian Ecoregions and Protected Areas. In: Pullaiah T (ed), Michael R. Ielmini MR (ed) *Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World*, 1rd edn. Wiley-Blackwell, Hoboken, pp 24-42. 2021.

De Toni, D.C., Gottschalk, M.S., Cordeiro, J., Hofmann, P.R.P. & Valente, V.L.S. Study of the Drosophilidae (Diptera) communities on Atlantic Forest islands of Santa Catarina State, Brazil. *Neotropical Entomology* 36, 356–375. 2007.

Diez JM, D'antonio CM, Dukes JS, Grosholz ED, Olden JD, Sorte CJB, Blumenthal DM, Bradley BA, Early R, Ibáñez I, Jone SJ, Lawler JJ, Miller LP. Will extreme climatic

events facilitate biological invasions? *Front Ecol Environ* 10:249–257, 2012.

Döge, J.S., Valadão, H. & Tidon, R. Rapid response to abiotic and biotic factors controls population growth of two invasive drosophilids (Diptera) in the Brazilian Savanna. *Biological Invasions* 17, 2461–2474. 2015.

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.

Elbrense H, Montaser O, El-Aasr M, Meshrif WS. Potential anti-diabetic effect of certain plant extracts from the Egyptian flora on type II diabetes using *Drosophila melanogaster* as an animal model. *Egypt J Cancer Biomed Res* 4:121-133. 2021.

Elton CS. *The ecology of Invasion by Animals and Plants*. Springer, Berlin. 1958.

Fabricante JR, Araújo KCT, Andrade LA, Ferreira JVA. Invasão biológica de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) em um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: impactos sobre a fitodiversidade e os solos dos sítios invadidos. *Acta bot bras* 26: 399-407. 2012.

Fenner D, Banks K. Orange cup coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of Mexico. *Coral Reefs* 23:505–507. 2004.

Fernandes NBG, Moraes AM, Milward-de-Azevedo MA. Diversity of the *Passiflora* L. in the Serra do Mar ecoregion and the relationships with environmental gradients, South and Southeast, Brazil. *Acta bot bras* 37:1-14. 2023.

Galindo-leal C, Câmara IG. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Fundação SOS Mata Atlântica, Belo Horizonte. 2005.

Garcia, C.F., Hochmüller, C.J.C., Valente, V.L.S. & Schmitz, H.J. Drosophilid assemblages at different urbanization levels in the City of Porto Alegre, State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Neotropical Entomology* 41, 32–41. 2012.

Haile, F. , Nowatzki, T. , & Storer, N. Visão geral do status de praga, risco potencial e considerações de manejo de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) para os EUA. Produção de soja. *Journal of Integrated Pest Management* , 12, 2021.

Herrera AM, Dudley TL. Reduction of riparian arthropod abundance and diversity as a consequence of giant reed (*Arundo donax*) invasion. *Biol invasions* 5:167-177. 2003.

- Instituto de Ciência Hoje. Exóticas e invasoras: desafio para a biodiversidade. 2023.
- Jennings, B. H. *Drosophila*-a versatile model in biology & medicine. *Materials Today*, v. 14, n. 5, p. 190–195, 2011.
- Kennedy TA, Naeem S, Howe KM, Knops JM, Tilman D, Reich P. Biodiversidade como barreira à invasão ecológica. *Natureza* 417(6889):636–638, 2002.
- Köppen W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Econômica, México. 1948.
- Lee, J. S. H.; Garcia-ulloa, J.; Koh, L. P. Impacts of biofuel in biodiversity hotspots. *Biodiversity hotspots*. p. 277–293, 2011.
- Leão, B. et al. What happens when exotic species arrive in a new area? The case of drosophilids in the Brazilian Savanna. *Drosophila Information Service*, v. 100, p. 65-69, 2017.
- Magali, R. M. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira*. História, Ciências, Saúde-Manguinhos. 1996.
- 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.
- Medeiros HF, Klaczko LB. 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 Neotrop* 4:1-11. 2004.
- Medeiros HF, Monteiro MP, Caçador AWB, Pereira CM, Praxedes CLB, Montes, M.A., Neves, C.H.C.B., Ferreira, A.F. Et Al. Invasion and Spreading of *Drosophila nasuta* (Diptera, Drosophilidae) in the Caatinga Biome, Brazil. *Neotrop Entomol* 50, 571–578. 2021.
- Montes MA, Neves CHCB, Ferreira AF, Dos Santos MFS, Quintas JIFP, Manetta GDÂ, de Oliveira PV, Garcia ACL. Invasion and Spreading of *Drosophila nasuta* (Diptera, Drosophilidae) in the Caatinga Biome, Brazil. *Neotrop Entomol*. 2021.
- Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C. *Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots*. Springer Nature 1:3-22, 2011.

Morri C, Montefalcone M, Gatti G, Vassallo P, Paoli C, Bianchi CN. An alien invader is the cause of homogenization in the recipient ecosystem: a simulation-like approach. *Diversity* 11:146. 2019.

Morrison LW. Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. *Ecology* 83:2337-2345. 2002.

Muthukrishnan, R.; Larkin, D. J. Invasive species and biotic homogenization in temperate aquatic plant communities. *Global Ecology and Biogeography*, v. 29, n. 4, p. 656-667, 2020.

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

Oliveira, G. F. et al. Are conservation units in the Caatinga biome, Brazil, efficient in the protection of biodiversity? An analysis based on the drosophilid fauna. *Journal for Nature Conservation*, v. 34, p. 145–150, 2016.

Oliveira GH. Avaliação da homogeneização biótica e preferência ambiental de drosofilídeos invasores no norte da Floresta Atlântica. Dissertation, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2021.

Paini, D. R. et al. Global threat to agriculture from invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 113, n. 27, p. 7575–7579, 2016.

Pinheiro F, Diniz IR, Coelho D, Bandeira MPS. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecol* 27:132-136, 2002.

Poppe, J. L. et al. Changes in the structure of drosophilidae (Diptera) assemblages associated with contrasting environments in the pampas biome across temporal and spatial scales. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 109, n. 4, p. 567–573, 2016.

Primack RB, Rodrigues E. *Biologia da Conservação*. Editora Planta, Londrina, 2001.

Pyšek, P. et al. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, v. 95, n. 6, p. 1511–1534, 25 jun. 2020.

Quintas JIFP, Santos MFS, Júnior EJO, Garcia ACL, Montes MA. Decline in the abundance and richness of neotropical drosophilids after the introduction of invasive

drosophilids in the last 25 years in the Serra do Mar ecoregion of the Atlantic Forest, Brazil. *Neotropical Entomology* (artigo submetido para publicação). 2025.

Quintas, J. I. F. P.; Silva, A. E. S.; Martins, T. C. S. L.; Garcia, A. C. L.; Montes, M. A. Abundância de drosofilídeos neotropicais e exóticos no recurso trófico *Spondias mombin* (cajá). In: III Congresso Brasileiro de Biodiversidade Virtual, 2023.

Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* 142:1141–1153. 2009.

RIBEIRO, C. H. Estrutura de comunidades de drosofilídeos (Diptera, Drosophilidae) em áreas naturais e impactadas do nordeste do Brasil. 2023.

Rohde C, Monteiro AGF, Cabral WBM, Silva DMIO, Oliveira GF, Montes MA, Garcia ACL. The importance of identification of the *willistoni* subgroup of *Drosophila* at the species level: the first evidence of *D. equinoxialis* in the Northeast region of Brazil. *Dros Inf Serv* 93:118-12. 2010.

Roque, F. et al. Brazilian Fig Plantations Are Dominated by Widely Distributed *Drosophilid* Species (Diptera: Drosophilidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v. 110, n. 6, p. 521–527, 2017.

Santos RSS. *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), (Diptera: Drosophilidae) atacando frutos de morangueiro no Brasil. *Encicl Biosf* 10:4005–4011. 2014.

Santos, L. A. et al. Global potential distribution of *Drosophila suzukii* (Diptera, Drosophilidae). *PLoS ONE*, v. 12, n. 3, p. 1–13, 2017.

Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KA (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biol Conserv* 232: 8-27. 2019.

Saavedra, C.C.R., Callegari-Jacques, S.M., Naap, M. & Valente, V.L.S. A descriptive and analytical study of four neotropical drosophilid communities. 1995.

Stachowicz JJ, Brown JH, Bruno JF, Dawson MN, Gaines SD, Grosberg RK, Hastings A, Holt RD, Mayfield MM, O'Connor MI, Rice WR. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 33, 62–74 Sax DF, Ecological and evolutionary insights from species invasions. *Trends Ecol Evol* 22:465-47. 2007.

Secretaria de Saúde do Paraná. Caramujo Africano (*Achatina fulica*). 2025.

Seebens H, Blackburn TM, Dyer EE, et al. Global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools. *Proc Natl Acad Sci U S A* 115: 2264– 2273, 2018.

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.

Sene FM, Val FC., Vilela CR, Pereira MAQR. Preliminary data on the geographical distribution of *Drosophila* species within morphoclimatic domains of Brazil. *Pap Avulsos Zool* 33: 315-326. 1980.

Silva DG, Schmitz HJ, Medeiros HF, Rohde C, Montes MA, Garcia ACL. Geographic expansion and dominance of the invading species *Drosophila nasuta* (Diptera, Drosophilidae) in Brazil. *J Insect Conserv* 24:525–534. 2020.

Silva, Jordany Gomes da. Efeitos da urbanização na assembleia de drosofilídeos (diptera, insecta) no domínio da Floresta Atlântica na região Nordeste do Brasil. Vitória de Santo Antão, 2014. 56 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro Acadêmico de Vitória, Programa de Pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, 2014.

Sharma, HC. Lagarta do Algodão/Broca da Vagem das Leguminosas, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Noctuidae: Lepidoptera): Biologia e Manejo. *Comp. de Protecção de Cultivos CAB Int'l.*, Wallingford, 70 p. 2001.

Simberloff D, Martin JL, Genovesi P, Maris V, Wardle DA, Aronson J, Courchamp F, Galil B, García-Berthou E, Pascal M, Pysek P, Sousa R, Tabacchi E, Vilà M. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends Ecol Evol* 28: 58–66. 2013.

SOS MATA ATLÂNTICA. Conheça a Mata Atlântica. 2025.

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.

Stork, N. E. How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? *Annual Review of Entomology*, v. 63, p. 31–45, 2018.

Shackleton RT, Shackleton CM, Kull CA. The role of invasive alien species in shaping local livelihoods and human well-being: a review. *J Environ Manage* 229:145–157. 2019.

Tabacchi E, Vilà M. Impactos das invasões biológicas: o que é o quê e o caminho a

seguir. *Tendências Ecol Evol* 28:2858–2866, 2013.

Tabarelli M, Pinto LP, Silva JMC, Hirota M, Bedê L. Challenges and opportunities for Biodiversity Conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conserv Biol* 19:695-700, 2005.

Tidon R, Gottschalk MS, Schmitz HJ, Martins MB, Costa SC. *Drosophilidae* in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. 2025.

Tidon R, Sene FM. A trap that retains and keeps *Drosophila* alive. *Dros Inf Serv* 67: 89. 1988.

Turner IM. *The ecology of trees in the tropical rainforest*. Cambridge University Press, Cambridge. 2004.

Va DP, Sa AA, Paul SF. Wonder animal model for genetic studies - *Drosophila melanogaster* - its life cycle and breeding methods - a review. *Sri Ramachandra J Med* 2:33-38, 2009.

Vasconcellos A, Andreazze R, Almeida AM, Araujo HF, Oliveira ES, Oliveira U. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Rev Bras Entomol* 54:471-476, 2010.

Wang S, Deng T, Zhang J, Li Y. Global economic costs of mammal invasions. *Sci Total Environ*. Jan 20;857(Pt 2):159479. Epub 2022 Oct 18. PMID: 36265628, 2023.

Wheeler MR (1987). *Drosophilidae*. *Manual of Nearctic Diptera* 2:1011- 1018.

Wheeler MR, Kambysellis MP. Notes on the *Drosophilidae* (Diptera) of Samoa. *University of Texas Publications* 6615: 533-565, 1966.

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

Wolda H. Insect seasonality: why? *Annu Rev Ecol Syst* 19: 1-18. WWF Brasil, 1988

Yuzuki K, Tidon R. Identification key for drosophilid species (Diptera, *Drosophilidae*) exotic to the Neotropical Region and occurring in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 64:1-9, 2020.

Zhang Y, Cheng Q. *Landslides*. IntechOpen, 264 p, 2022.