



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE BIOCIÊNCIAS**  
**DÉBORA PIRES AZEVEDO**

**COLEOPTEROFAUNA (HEXAPODA, INSECTA) EM  
REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA E MATRIZ DE  
CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR, PERNAMBUCO, BRASIL**

**RECIFE**

**2024**

**DÉBORA PIRES AZEVEDO**

**COLEOPTEROFAUNA (HEXAPODA, INSECTA) EM  
REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA E MATRIZ DE  
CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR, PERNAMBUCO, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso do Bacharelado em Ciências  
Biológicas, da Universidade Federal de Pernambuco,  
como parte dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Fábio Correia Costa

Co-orientador: Msc. João Carlos da Silveira Regueira

**RECIFE**

**2024**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Azevedo, Débora Pires.

Coleopterofauna (Hexapoda, Insecta) em remanescente de floresta atlântica e  
matriz de cultivo de cana-de-açúcar, Pernambuco, Brasil / Débora Pires  
Azevedo. - Recife, 2024.

39 : il., tab.

Orientador(a): Fábio Correia Costa Coorientador(a):

João Carlos da Silveira Regueira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2024.

1. Insecta. 2. Coleoptera. 3. Floresta Atlântica. 4. Cultivo de cana-de-açúcar.  
5. Besouros. I. Costa, Fábio Correia. (Orientação). II. Regueira, João Carlos da  
Silveira. (Coorientação). IV. Título.

590 CDD (22.ed.)

**DÉBORA PIRES AZEVEDO**

**COLEOPTEROFAUNA (HEXAPODA, INSECTA) EM REMANESCENTE DE  
FLORESTA ATLÂNTICA E MATRIZ DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR,  
PERNAMBUCO, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso do Bacharelado em Ciências  
Biológicas, da Universidade Federal de Pernambuco,  
como parte dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

---

Dr. Fábio Correia Costa

Departamento de Zoologia/UFPE

---

Dra. Lilian Maria Araujo de Flores (1º Titular)

Departamento de Zoologia/UFPE

---

Dra. Luciana Iannuzzi (2º Titular)

Departamento de Zoologia/UFPE

---

Dr. Gilberto Nicacio Batista (Suplente)

Departamento de Zoologia/UFPE

**RECIFE**

**2024**

Dedico este trabalho a minha irmã, que é  
meu alicerce.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha irmã Letícia, por todo amor e apoio nessa etapa da minha vida.

Ao meu orientador Fábio Correia, pelos ensinamentos, pelas instruções e pela paciência.

Ao meu coorientador João Carlos Regueira, pela orientação e ensinamentos.

À Dra. Luciana Iannuzzi, por abrir as portas do laboratório e pelos conselhos.

Ao Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Insetos, por ser um lugar de ensinamentos e amizades.

À Universidade Federal de Pernambuco, pelo curso de graduação.

Aos meus amigos e colegas de laboratório: Vitor, Antônio, Everton, Lucas, Jamille, Maria Clara e Mirella, pela troca de experiências e por fazer os dias mais leves.

Aos meus amigos: Millena, Nicholas, Jennyfer, Samantha, Vitória, Luana, Jayrla, Sabrina, Gabriela, Thamirys, Hauanna, Giovanna, Júlia, pelos bons momentos que passamos juntos.

Então vai, que é hora de voar  
e é só no ar que as asa abre  
Só quando tu saltar,  
vai ver se as penas são de verdade  
(Kozyreff; Piracés-Ugarte, 2021).

## RESUMO

A floresta Atlântica vem sofrendo perdas significativas, restando apenas cerca de 12,5% desse território com 1,5 milhões de km<sup>2</sup> de extensão, torna-se essencial estudos sobre o bioma. Na região Nordeste brasileiro, esta caracteriza-se por fragmentos isolados cercados por cultivos de cana-de-açúcar. Contudo, há diversidade de habitats mesmo nessas condições desafiadoras. Dessa forma, faz-se necessário conhecer a estrutura das comunidades, como de coleópteros, tendo em vista a importância ecológica destes, que atuam como indicadores ambientais. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar e comparar a estrutura de famílias da ordem Coleoptera em fragmentos de floresta Atlântica e áreas de cultivo de cana-de-açúcar. O estudo foi realizado em remanescentes de floresta Atlântica, no Refúgio de Vida Silvestre Matas de Água Azul em Pernambuco, Brasil e em áreas de cultivo de cana-de-açúcar, em quatro áreas no total, perfazendo 16 pontos de amostragem. As coletas dos besouros foram realizadas no período seco de 01/2023 utilizando a armadilha luminosa Pennsylvania. Os besouros foram identificados a nível de família e por guildas tróficas. Para verificar os padrões de sobreposição de famílias nos diferentes ambientes foi realizado um diagrama de Venn. Além disso, os besouros foram comparados quanto a abundância e riqueza através de test T student entre os ambientes. A composição foi comparada por meio do índice de similaridade de Bray-Curtis e Jaccard (SJ) entre os diferentes tipos de ambientes. Por fim, a suficiência amostral foi verificada, através do estimador Jackknife 2. Foram identificadas 39 famílias de um total de 3.671 indivíduos de Coleoptera. Curculionidae foi a família mais prevalente, representando 46,85% dos indivíduos coletados, seguida por Scarabaeidae (18,16%) e Melolonthidae (9,99%). Essas três famílias compreendem 75% do total de indivíduos, enquanto as demais famílias somam os 25% restantes. A diversidade e as guildas tróficas dos besouros apresentam variações de acordo com o ambiente. Quanto às guildas tróficas, os carnívoros e herbívoros sobressaíram. A conversão do ambiente natural para um ambiente antropizado impacta a estrutura da comunidade de Coleoptera em remanescentes de floresta Atlântica.

**Palavras-chave:** Besouro; Mata Atlântica; Grupos tróficos; Abundância; Riqueza.

## ABSTRACT

The Atlantic Forest has suffered significant losses, with only around 12.5% of this 1.5 million km<sup>2</sup> territory remaining, making studies on the biome essential. In Brazil's Northeast region, it is characterized by isolated fragments surrounded by sugarcane plantations. However, there is a diversity of habitats even in these challenging conditions. It is therefore necessary to know the structure of communities, such as coleoptera, in view of their ecological importance as environmental indicators. In this sense, this study aims to analyze and compare the structure of families of the order Coleoptera in fragments of Atlantic Forest and areas of sugarcane cultivation. The study was carried out in remnants of the Atlantic Forest, in the Matas de Água Azul Wildlife Refuge in Pernambuco, Brazil, and in areas of sugar cane cultivation, in four areas in total, totaling 16 sampling points. The beetles were collected in the dry season of 2023 using the Pennsylvania light trap. The beetles were identified at family level and by trophic guilds. A Venn diagram was used to check the patterns of overlap between families in the different environments. In addition, the beetles were compared in terms of abundance and richness using the Student's T-test. The composition was compared using the Bray-Curtis and Jaccard (SJ) similarity index between the different types of environment. Finally, sample sufficiency was checked using the Jackknife 2 estimator. 39 families were identified out of a total of 3,671 individuals. Curculionidae was the most prevalent family, accounting for 46.85% of the individuals collected, followed by Scarabaeidae (18.16%) and Melolonthidae (9.99%). These three families made up 75% of the total number of individuals, while the other families accounted for the remaining 25%. The diversity and trophic guilds of the beetles vary according to the environment. In terms of trophic guilds, carnivores and herbivores stood out. The conversion of the natural environment to an anthropized environment has an impact on the structure of the Coleoptera community in Atlantic forest remnants.

**Keywords:** Beetle; Atlantic Rainforest; Trophic groups; Abundance; Richness.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Refúgio de Vida Silvestre Matas de Água Azul em Timbaúba, Pernambuco, Brasil.....18
- Figura 2** - A: Mapa do Brasil; B: Mapa do estado de Pernambuco; C: Refúgio de Vida Silvestre Matas de Água Azul entre os municípios de Vicência, Timbaúba e Macaparana, Pernambuco, Brasil.....18
- Figura 3** - Armadilha Pennsylvania utilizada para coleta de insetos no Refúgio de Vida Silvestre Matas de Água Azul em Timbaúba, Pernambuco, Brasil.....20
- Figura 4** - Diagrama de Venn indicando as famílias exclusivas das áreas de Floresta Atlântica e Cultivo de Cana de Açúcar em remanescentes de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil. Círculo verde: Floresta Atlântica ; Círculo amarelo: Cultivo de Cana-de-Açúcar.....24
- Figura 5** - Quantidade de famílias de Coleoptera classificadas por guildas tróficas identificadas em remanescentes de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil.....25
- Figura 6** - Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) baseado na abundância (índice de Bray-Curtis) das famílias identificadas por ambiente de coleta. M1 e M2 = Mata 1 e 2; C1 e C2 = Cana 1 e 2.....28
- Figura 7** - Dendrogramas de agrupamento por similaridade das famílias de Coleoptera entre as áreas de coleta. A. Riqueza das famílias por ambiente; B. Abundância das famílias por ambiente. M1 e M2 = Mata 1 e 2; C1 e C2 = Cana 1 e 2.....29

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Abundância e riqueza de famílias identificadas da ordem Coleoptera em área de cultivo de Cana-de-açúcar e remanescentes de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil.....21

**Tabela 2** - Guildas tróficas predominantes, segundo Marinoni *et al.*(2001), para as famílias de Coleoptera identificadas em remanescentes de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil.....25

## SUMÁRIO

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                                                    | <b>12</b> |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>                                         | <b>13</b> |
| 2.1 FLORESTA ATLÂNTICA                                                  | 13        |
| 2.2 COLEOPTERA <i>Linnaeus, 1758</i>                                    | 14        |
| <b>3. OBJETIVO GERAL</b>                                                | <b>16</b> |
| 3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                               | 17        |
| 3.2 HIPÓTESES                                                           | 17        |
| <b>4. METODOLOGIA</b>                                                   | <b>17</b> |
| 4.1 ÁREA DE ESTUDO                                                      | 17        |
| 4.2 COLETA DOS BESOUROS                                                 | 18        |
| 4.3 IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA                                            | 19        |
| 4.4 CLASSIFICAÇÃO DAS GUILDAS TRÓFICAS                                  | 19        |
| 4.5 ANÁLISE DE DADOS                                                    | 20        |
| <b>5. RESULTADOS</b>                                                    | <b>20</b> |
| 5.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DAS FAMÍLIAS DE COLEOPTERA                     | 20        |
| 5.2 DIAGRAMA DE VENN                                                    | 23        |
| 5.3 GUILDAS TRÓFICAS                                                    | 24        |
| 5.4 AMBIENTES: FLORESTA ATLÂNTICA VS CULTIVO DE<br>CANA-DE-AÇÚCAR.....  | 27        |
| <b>6. DISCUSSÃO</b>                                                     | <b>29</b> |
| 6.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DAS FAMÍLIAS DE COLEOPTERA                     | 29        |
| 6.2 DIAGRAMA DE VENN                                                    | 30        |
| 6.3 GUILDAS TRÓFICAS                                                    | 31        |
| 6.4 AMBIENTES: FLORESTA ATLÂNTICA VC CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR<br>..... | 32        |
| <b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                          | <b>32</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                      | <b>32</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A floresta Atlântica sofreu perdas significativas de sua cobertura, onde era encontrada 1,5 milhões de km<sup>2</sup> de extensão, só restou cerca de 12,5% desse território (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2001; Galindo Leal; Câmara, 2003; Fundação SOS Mata Atlântica, 2016). No Nordeste, a floresta Atlântica se caracteriza por pequenos e isolados fragmentos frequentemente cercados por matriz de cana-de-açúcar, mesmo nessas condições, os fragmentos revelam grande diversidade de habitats (Prance, 1987). São reconhecidos, cinco áreas de endemismo e três áreas de transição (Silva & Casteleti, 2003). A Floresta Atlântica, inserida entre os 25 *hotspots* globais, destaca-se por sua extraordinária biodiversidade, sendo considerada de alto risco devido às atividades humanas (Myers *et al.*, 2000). A atual situação da Floresta Atlântica reflete séculos de exploração intensiva de recursos, como extração de madeira, conversão para terras agrícolas, plantação de espécies exóticas e atividades de caça (Laurance, 2009). Estas ações antrópicas têm resultado em uma diminuição da biodiversidade (Turner *et al.*, 2007).

A ordem Coleoptera, comumente conhecida como besouros, se destaca como uma ordem megadiversa distribuídas em quase todo o globo, exceto na Antártida, compreende aproximadamente 25% de todas as espécies conhecidas e representa cerca de 40% de todos os insetos (Lawrence; Ślipiński, 2013; Ślipiński *et al.*, 2011; McKenna *et al.*, 2015; Bouchard *et al.*, 2011). Os besouros podem desempenhar o papel de indicadores de distúrbios em ecossistemas florestais, mesmo em situações de perturbações de baixa intensidade (Uehara-Prado *et al.*, 2009). Possuem diversos grupos tróficos, desta forma, prestam diversos serviços ecossistêmicos, como, a ciclagem de nutrientes do solo (Bornemissza; Williams, 1970), aeração e fertilização do solo (Mittal, 1993), controle de parasitas e patógenos (Fincher, 1973) e polinização (Bernhardt, 2000). Além disso, sua presença é fundamental como bioindicadores ambientais, refletindo mudanças na comunidade decorrentes de fatores bióticos e abióticos (Hernández e Vaz-de-Mello, 2009).

Nesse contexto, torna-se importante a compreensão do impacto da fragmentação da Floresta Atlântica na diversidade de coleópteros. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi identificar as famílias de Coleoptera nas áreas de fragmentos de Floresta Atlântica e cultivo de cana-de-açúcar, assim como, identificar os grupos tróficos de besouros em diferentes ambientes. Para que, dessa forma seja possível entender se a diversidade de

Coleoptera apresenta diferentes padrões de acordo com as áreas de estudo e com os grupos tróficos das famílias.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 FLORESTA ATLÂNTICA

A Floresta Atlântica possui um inestimável valor, tanto do ponto de vista histórico e cultural como do ambiental. Inicialmente abrangia cerca de 92% do território brasileiro, com 1,5 milhões de km<sup>2</sup> de extensão (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2001; Galindo Leal; Câmara, 2003). Esta é caracterizada como um conjunto de florestas perenes e decíduas, estendendo-se por 3.000 quilômetros ao longo da costa brasileira e se expandindo para o oeste, alcançando o Paraguai e a Argentina (Tabarelli *et al.*, 2010). As áreas de floresta que englobam esse ecossistema possui uma ampla variedade de fitofisionomias, como a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Aberta, a Floresta Estacional Semidecidual, áreas de tensão ecológica, além de formações pioneiras e brejos de altitude (Pôrto *et al.*, 2004). A floresta possui latitude 4° à 32°S, com elevação variando desde o nível do mar até 2.900 metros. Quanto à formação do solo, observam-se variações no tipo e na profundidade, juntamente com oscilações na temperatura média do ar (Mantovani, 2003). O solo apresenta grande diversidade de tipos, podendo ser encontrado em alguns pontos como argiloso e rico em nutrientes e em outros arenosos e pobres em nutrientes (Cantidio & Souza, 2019). No Nordeste do Brasil, a média de temperatura mensal da Floresta Atlântica está acima de 18°C, enquanto a precipitação anual oscila entre 750 e 1500 mm, de acordo com o seu verão seco e outono e inverno chuvoso (Tabarelli *et al.*, 2006; Alvares *et al.*, 2013).

Atualmente, identificam-se cinco Centros de Endemismo (Brejos Nordestinos, Pernambuco, Bahia, Diamantina e Serra do Mar) e três áreas de transição (Floresta de Araucária, florestas do interior e florestas do São Francisco) (Silva; Casteleti, 2003). Os Centros de Endemismo ocupam um pouco mais de 25% da área original total da Floresta Atlântica, mas concentram a maioria das espécies endêmicas desse sistema, aquelas cuja ocorrência natural se restringe a uma região específica do planeta (Myers *et al.*, 2000). Esses Centros exibem uma ampla distribuição altitudinal, abrangendo áreas que se estendem desde o nível do mar até altitudes de aproximadamente 600 metros, com algumas áreas alcançando altitudes de até 1.200 metros (Tabarelli *et al.*, 2010). Já as áreas de transição representam

regiões situadas entre áreas com origens biológicas distintas (Tabarelli *et al.*, 2010). Estas abrangem quase 75% da extensão original da Floresta Atlântica, entretanto, ao contrário dos centros de endemismo, a distribuição altitudinal das áreas de transição é mais concentrada, predominantemente situada em altitudes que variam de 400 a 1.200 metros acima do nível do mar (Tabarelli *et al.*, 2010). Portanto, fica evidente que a biodiversidade na Floresta Atlântica se distribui de maneira heterogênea, ao longo de extensos gradientes ambientais relacionados a variações nas latitudes e altitudes (Tabarelli *et al.*, 2010). Essas características têm implicações significativas para a conservação da diversidade biológica, especialmente diante das mudanças nas paisagens naturais, resultantes da conversão em paisagens alteradas pela ação humana (Tabarelli *et al.*, 2012).

A Floresta Atlântica é considerada um dos 25 *hotspots* globais, estas podem ser definidas como pontos de grande biodiversidade que estão em alto risco por ações humanas e possuir grande biodiversidade endêmica (Myers *et al.*, 2000). São catalogadas cerca de 20.000 espécies de plantas e mais de 1.800 espécies de vertebrados, das quais aproximadamente 40% são endêmicas. Entretanto, apesar da diversidade encontrada no ecossistema, a atual situação da Floresta Atlântica é reflexo de séculos de exploração de recursos, que incluem a extração de madeira, conversão para terras agrícolas, plantação de árvores exóticas, caça, dentre outras atividades (Laurance, 2009). Considera-se que apenas 1% da floresta original está protegida em reservas, enquanto a maior parte do restante foi degradada ou fragmentada em aproximadamente 250.000 pequenos fragmentos florestais, dentre esses fragmentos que sobreviveram, cerca de 80% são de tamanho reduzido, com menos de 0,5 km<sup>2</sup> de área, e muitos deles estão em mosaicos florestais, tornando-se altamente suscetíveis aos impactos decorrentes das bordas da floresta (Laurance, 2009).

Desenvolvimentos em estudos da ecologia de comunidades e compreensão da funcionalidade dos ecossistemas habitados são essenciais (Barua *et al.*, 2012) para sua conservação. Para isto, diversos grupos de organismos vêm sendo utilizados para mensurar os efeitos da degradação e perda da biota nos diversos biomas. Dentro do grupo de organismos, os invertebrados, como aracnídeos, e diversas categorias dos coleópteros. Dentre os insetos, a ordem Coleoptera, popularmente conhecida por besouros, pode servir como marcador de distúrbios em ecossistemas florestais, mesmo em casos de perturbações de baixa intensidade (Uehara-Prado *et al.*, 2009).

## 2.2 COLEOPTERA *Linnaeus, 1758*

Coleoptera é considerado o grupo mais diverso dentre todos os organismos, com cerca de 400.000 espécies (Lawrence; Ślipiński, 2013). A ordem abrange aproximadamente 25% de todas as espécies conhecidas e cerca de 40% de todos os insetos (Ślipiński *et al.*, 2011; McKenna *et al.*, 2015). Acredita-se que esse êxito esteja associado a características morfofisiológicas relacionadas aos élitros (Lawrence; Britton, 1991). Quando comparado aos vertebrados, é possível afirmar que os coleópteros correspondem a cerca de dez vezes o número de espécies (Neves, 2009). A sua abundância ainda não é totalmente conhecida e pode demorar a ser, visto que 70 a 90% das espécies de coleópteros ainda não foram descritas (Grove; Stork, 2000). Por isso, fez-se necessário a classificação e organização desse grupo, Latreille introduziu o conceito de família do ponto de vista taxonômico (Latreille, 1802). Coleoptera está dividida em quatro subordens: Archostemata, Myxophaga, Adephaga e Polyphaga (Smith; Marcot, 2015). No mundo, são conhecidas cerca de 180 famílias de Coleoptera atualmente (Bouchard *et al.*, 2011; Lawrence; Ślipiński, 2013), das quais 113 são encontradas em território brasileiro (Rafael *et al.*, 2024). Dentre estas, seis são consideradas megadiversas (Carabidae Latreille, 1802, Cerambycidae Latreille, 1802, Chrysomelidae Latreille, 1802, Curculionidae Latreille, P.A., 1802, Scarabaeidae Latreille, 1802 e Staphylinidae Latreille, 1802) reunindo mais de 60% das espécies descritas, enquanto 27% estão alocadas nas demais famílias (Bouchard *et al.*, 2017). Evolutivamente, coleópteros conseguiram ocupar a maior parte do globo, com exceção das áreas de mar aberto, a evolução de seus hábitos alimentares também possibilitou variadas possibilidades alimentares, exceto hematofagia (Crowson, 1981; Lawrence; Britton, 1991). Os coleópteros possuem diferentes hábitos alimentares, podendo ser classificados em cinco diferentes guildas tróficas, carnívoros, detritívoros, algívoros, fungívoros e herbívoros (Marinoni *et al.*, 2001).

Os besouros exercem funções essenciais nos ecossistemas terrestres e aquáticos, incluindo a ciclagem de nutrientes do solo (Bornemissza; Williams, 1970), aeração e fertilização do solo (Mittal, 1993), controle de parasitas e patógenos (Fincher, 1973), e polinização (Bernhardt, 2000). Além disso, sua presença é essencial como indicadores ambientais, refletindo alterações na comunidade resultantes de fatores bióticos e abióticos (Hernández e Vaz-de-Mello, 2009). Sendo essenciais na polinização, onde aproximadamente 34 famílias de plantas com flores (Angiospermas), possuem pelo menos uma espécie polinizada principalmente por besouros (Bernhardt, 2000). Em certas florestas tropicais úmidas, os besouros são responsáveis por mais de 45% da polinização de palmeiras e ervas (Seres; Ramirez, 1995). A redução de polinizadores, sejam eles nativos ou não, em escala

global, tem sido associada ao uso de pesticidas, à degradação do habitat, à perda de diversidade de plantas e a práticas agrícolas inadequadas (Allen-Wardell *et al.*, 1998).

Podem também estar relacionados com a remoção de fezes advindas da pecuária, as principais famílias que estão associados a remoção são Scarabaeidae e Geotrupidae (Latreille, 1802), considerados coprófagos, que usam o esterco como alimento para suas larvas, dessa maneira, promovendo a decomposição (Bouchard *et al.*, 2017). O enterro de fezes por esses besouros impacta a economia, tendo em vista que nos Estados Unidos a presença desses animais evita perda de estimadas em 0,38 bilhões de dólares, por conta da aceleração do processo (Losey; Vaughan, 2006).

Espécies de plantas daninhas, vem se espalhando com facilidade por conta do comércio global (Mason *et al.*, 2002), especialmente quando não há espécies de besouros herbívoros associados a eles, levando ao uso exacerbado de pesticidas quando o uso de inimigos naturais podem reduzir a disseminação, dito isto, estudos aprofundados da biologia dos besouros nos países de origem das plantas invasoras e nos países de destino são essenciais para um controle seguro e eficaz (O'Brien, 1995; Rea, 1997; Lindgren *et al.*, 2002). Como exemplo do *Cynoglossum officinale* com a utilização de um gorgulho (Curculionidae) (De Clerck-Floate *et al.*, 2005) e o controle da *Lythrum salicaria* com duas espécies de besouros foliares (Lindgren *et al.*, 2002).

Apesar da Floresta Atlântica possuir o maior número de táxons válidos isso não reflete nos números do Nordeste, que fica em último lugar, com 2.556 táxons, quando comparado com as cinco regiões do Brasil, no que se trata de Pernambuco são 351 táxons, deixando o estado em décimo sétimo lugar no número de táxons válidos por estado, dessa forma é provável que ocorra uma falta de estudos a fim de conhecer a coleopterofauna desses locais (Monné & Costa, 2023). Diante disto, o entendimento da estrutura das famílias de Coleoptera, podem fornecer estratégias fundamentais para a preservação de espécies e ecossistemas, incluem-se as pesquisas relacionadas à diversidade biológica de uma determinada área, abrangendo tanto a composição quanto a distribuição destas (Maddock; Samways, 2000; Pullin *et al.*, 2004). Dessa forma, faz-se necessário conhecer a estrutura das comunidades de famílias de coleópteros, tendo em vista a importância ecológica dos besouros, que atuam como indicadores ambientais. Pretende-se entender os impactos da substituição de habitats naturais por cultivos agrícolas, contribuindo para estratégias de conservação.

### **3. OBJETIVO GERAL**

Analisar e comparar a estrutura de famílias da ordem Coleoptera em fragmentos de Floresta Atlântica e áreas de matriz de cana-de-açúcar.

#### **3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as famílias de Coleoptera nas áreas de fragmentos de Floresta Atlântica e cultivo de cana-de-açúcar;
- Identificar os grupos tróficos de besouros em diferentes ambientes e verificar a distribuição dos grupos em cada ambiente;
- Comparar abundância, riqueza e composição de Coleoptera nas áreas florestadas e de cultivo de cana-de-açúcar.

#### **3.2 HIPÓTESES**

- Diversidade das famílias de Coleoptera apresenta diferentes padrões de acordo com as áreas de estudo e com os grupos tróficos das famílias;
- Os besouros herbívoros são menos afetados pela fragmentação quando comparados com os besouros das demais guildas.

### **4. METODOLOGIA**

#### **4.1 ÁREA DE ESTUDO**

O presente trabalho foi realizado em remanescentes de Floresta Atlântica localizados no Refúgio de Vida Silvestre Matas de Água Azul em Pernambuco, Brasil (Figura 1). A área é uma recente unidade de conservação integral, criada em 2014 com 3.800ha. Esta estende-se pelos municípios de Vicência, Timbaúba e Macaparana, localizados no nordeste do Estado (Figura 2). A área é composta por parcelas de floresta nativa e florestas secundárias, intercaladas com trechos de mata secundária, áreas de pastagem para criação de gado e extensas plantações de cana-de-açúcar, sendo esta última associada à Usina Cruangi (SEMAS,2014).

**Figura 1** - Refúgio de Vida Silvestre Matas de Água Azul em Timbaúba, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Acervo SEMAS (2014).

**Figura 2** - A: Mapa do Brasil; B: Mapa do estado de Pernambuco; C: Refúgio de Vida Silvestre Matas de Água Azul entre os municípios de Vicência, Timbaúba e Macaparana, Pernambuco, Brasil. MapBiomas Brasil versão 6.



Fonte: Autora (2023).

O clima predominante na região é tropical e apresenta uma variedade de vegetações, incluindo florestas semidecíduas e decíduas, chegando até a floresta ombrófila densa, que forma extensos blocos florestais, além de diversos fragmentos menores ao redor (Pietrobon; Barros, 2003; Lucena, 2009). A temperatura média anual varia entre 22°C e 26°C (Beltrão; Macedo, 1994), com distinção entre os períodos chuvosos e secos, que ocorrem nos meses de maio a julho e outubro a dezembro, respectivamente (SEMAS, 2014).

## 4.2 COLETA DOS BESOUROS

Os besouros foram coletados em quatro pontos, dois em áreas florestadas e duas em áreas de vegetação não-nativa, em matriz de cana-de-açúcar. Para garantir a independência das amostras entre os locais de coleta, foram selecionadas áreas com ao menos 1 km de distância entre elas. O desenho amostral seguiu a metodologia proposta por Correa *et al.* (2020), com adaptações. Em cada área, foram dispostas quatro armadilhas nos vértices de um quadrado de 100 metros de lado. As áreas foram nomeadas de acordo com o ambiente Mata 1 e 2, para os pontos de coleta do ambiente de floresta Atlântica e Cana 1 e 2 para o cultivo de cana-de-açúcar. Cada conjunto de armadilhas foi instalado a uma distância mínima de 100 metros da borda dos fragmentos, sempre que possível.

Para a captura dos besouros, foram utilizadas armadilhas Pennsylvania (Figura 3). Essas armadilhas consistiram em um tubo fluorescente de 8W utilizado para atrair os besouros. Duas placas de polipropileno transversais foram fixadas para interceptar insetos, juntamente com um funil e um recipiente que coletou os insetos caídos. Este recipiente continha álcool a 70%. A fonte luminosa foi mantida por meio da energia elétrica proveniente de um cabo de 12V, conectado a uma bateria ácida (Stork; Nakashizuka, 2002). A coleta foi realizada no mês de janeiro considerado período seco, as armadilhas foram instaladas durante dois dias do período vespertino até o diurno (17h00 até 05h00), em cada uma das áreas. Cada armadilha correspondeu a uma amostra, totalizando 16 amostras. Foi realizado apenas um evento amostral.

**Figura 3** - Armadilha Pennsylvania utilizada para coleta de insetos no Refúgio de Vida Silvestre Matas de Água Azul em Timbaúba, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Everton Souza Juvino da Silva (2023).

### 4.3 IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA

Os exemplares coletados foram identificados em nível taxonômico de família de Coleoptera. Para isso foram utilizadas as seguintes literaturas: Arnett *et al.*, 2002 e Rafael *et al.*, 2012, além de comparação com material entomológico da Coleção Entomológica da UFPE e quando necessário, auxílio de especialista.

### 4.4 CLASSIFICAÇÃO DAS GUILDAS TRÓFICAS

A classificação das guildas tróficas de Coleoptera foi utilizada a proposta por Arnett (1963), Erwin (1983), Hammond et al. (1996) e Marinoni (2001). Os vouchers do material coletado foram depositados nas Coleções Entomológicas da Universidade Federal de Pernambuco (CE-UFPE).

### 4.5 ANÁLISE DE DADOS

As análises foram realizadas utilizando-se os dados das famílias identificadas. Para ilustrar os possíveis padrões de sobreposição de famílias nos diferentes ambientes, foi elaborado um diagrama de Venn (MAGURRAN, 2011). O gráfico foi confeccionado no programa Past versão 4.12 (HAMMER, HARPER & PAUL, 2001).

Com intuito de investigar a coleopterofauna, quanto a abundância das famílias entre os diferentes tipos de ambiente foi utilizada análise de variância (Teste t) realizado no programa Python versão 3.10.12, sendo o valor de significância  $p=0,05$ . Para verificar a composição dos besouros foi realizada através da comparação entre os diferentes tipos de ambiente, por meio do índice de similaridade de Jaccard (SJ) e Bray-Curtis. As análises estatísticas foram realizadas no software Primer. Os dados foram transformados em logaritmo ( $\log X + 1$ ).

A fim de se verificar a eficiência de amostragem, foi analisada a riqueza das ordens entre os pontos amostrais, por meio de estimadores Jackknife 2 (GOTELLI & COLWELL, 2001; COLWELL, 2013) utilizando o software EstimatesS versão 9.1.0.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DAS FAMÍLIAS DE COLEOPTERA

A partir do evento amostral realizado nas áreas de estudo foi obtido um total de 3.671 indivíduos coletados, sendo identificadas 39 famílias de Coleoptera, aproximadamente 34,5% das 113 famílias registradas no Brasil (Tabela 1). Dentre as famílias identificadas Curculionidae representa 46,85% do total de indivíduos coletados (N=1.720), seguida de Scarabaeidae com 18,16% (N=667) e Melolonthidae com 9,99% (N=367), juntas representam 75% do total de indivíduos. As demais famílias identificadas somatizam 25% (N=917) do total.

Quanto aos ambientes investigados, nas áreas de Floresta Atlântica foram coletados um total de 2.266 indivíduos, pertencentes a 35 famílias. Curculionidae foi a família mais expressiva para este ambiente, representando 71,62% (N=1.623) do total coletado na área, seguida de Melolonthidae com 5,2% (N=118) e Nitidulidae com 3,4 (N=78). Quanto às áreas de cultivo de cana-de-açúcar, foram coletados um total de 1.405 indivíduos, distribuídos em 20 famílias. Diferentemente da área de Floresta Atlântica, Scarabaeidae foi a família mais representativa para o ambiente, com 46,76% (N=657) indivíduos, seguida das famílias Melolonthidae com 17,72% (N=249) e Elateridae com 17,01% (N=239).

**Tabela 1** - Abundância e riqueza de famílias identificadas da ordem Coleoptera em área de cultivo de Cana-de-açúcar e remanescentes de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil.

| Táxons        | Ambientes |      |
|---------------|-----------|------|
|               | Floresta  | Cana |
| Anobiidae     | 28        | 5    |
| Biphyllidae   | 2         | 0    |
| Boridae       | 1         | 0    |
| Bostrichidae  | 5         | 0    |
| Bothrideridae | 18        | 0    |
| Brentidae     | 8         | 0    |
| Cantharidae   | 53        | 1    |
| Carabidae     | 16        | 62   |

|                 |       |     |
|-----------------|-------|-----|
| Cerambycidae    | 13    | 8   |
| Ceratocanthidae | 9     | 0   |
| Chrysomelidae   | 8     | 15  |
| Cleridae        | 4     | 1   |
| Coccinellidae   | 18    | 2   |
| Curculionidae   | 1.623 | 97  |
| Dytiscidae      | 0     | 5   |
| Erotylidae      | 6     | 0   |
| Elateridae      | 25    | 239 |
| Eucnemidae      | 23    | 0   |
| Geotrupidae     | 0     | 1   |
| Gyrinidae       | 0     | 1   |
| Hydrophilidae   | 0     | 7   |
| Lampyridae      | 17    | 0   |
| Laemophloeidae  | 43    | 0   |
| Meloidae        | 1     | 0   |
| Melolonthidae   | 118   | 249 |
| Mordellidae     | 5     | 0   |
| Mycetophagidae  | 1     | 0   |
| Nitidulidae     | 78    | 4   |
| Nosodendridae   | 2     | 0   |
| Oedemeridae     | 5     | 0   |
| Passalidae      | 13    | 0   |
| Phengodidae     | 33    | 0   |
| Rhipiceridae    | 8     | 0   |
| Scarabaeidae    | 10    | 657 |

|                            |              |              |
|----------------------------|--------------|--------------|
| Silvanidae                 | 18           | 0            |
| Staphylinidae              | 33           | 1            |
| Throscidae                 | 12           | 2            |
| Tenebrionidae              | 7            | 41           |
| Trogossitidae              | 2            | 7            |
| <b>Abundância Total</b>    | <b>2.266</b> | <b>1.405</b> |
| <b>Riqueza de famílias</b> | <b>35</b>    | <b>20</b>    |

Fonte: Autora (2023).

## 5.2 DIAGRAMA DE VENN

O padrão de sobreposição das famílias de besouros, representado pelo Diagrama de Venn (Figura 4), mostra que das 35 famílias identificadas, na floresta atlântica, 19, representando aproximadamente 48,7% do total das famílias identificadas, são exclusivas do ambiente de Floresta Atlântica: Biphylidae, Boridae, Bostrichidae, Bothrideridae, Brentidae, Ceratocanthidae, Erotylidae, Eucnemidae, Lampyridae, Laemophloeidae, Meloidae, Mordellidae, Mycetophagidae, Nosodendridae, Oedemeridae, Passalidae, Phengodidae, Rhipiceridae e Silvanidae.

O padrão de sobreposição das famílias de besouros (Figura 4), apresenta que das 20 famílias identificadas para área de cultivo de cana-de-açúcar, quatro foram exclusivas, representando 10,2% do total de famílias identificadas neste ambiente: Dytiscidae, Geotrupidae, Gyrinidae e Hydrophilidae. Foram identificadas 16 famílias compartilhadas entre as áreas de Floresta Atlântica e cultivo de cana-de-açúcar, corresponderam a 41% do total de famílias identificadas, sendo elas: Anobiidae, Cantharidae, Carabidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Cleridae, Coccinellidae, Curculionidae, Elateridae, Melolonthidae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Staphylinidae, Throscidae, Tenebrionidae e Trogossitidae.

**Figura 4** - Diagrama de Venn indicando as famílias exclusivas das áreas de Floresta Atlântica e Cultivo de Cana de Açúcar em remanescentes de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil. Círculo verde: Floresta Atlântica ; Círculo amarelo: Cultivo de Cana-de-Açúcar.



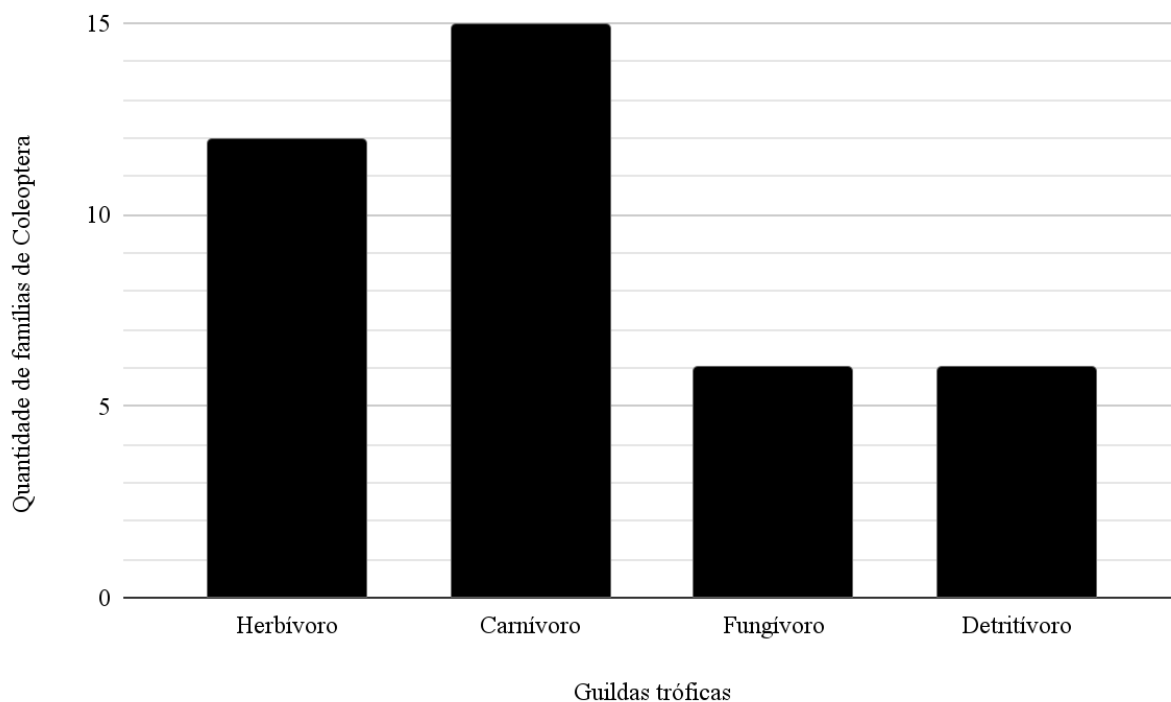
Fonte: Autora (2023).

### 5.3 GUILDAS TRÓFICAS

No que se refere às guildas tróficas, foram identificadas quatro: carnívoros, detritívoros, fungívoros e herbívoros. Dentre as 39 famílias identificadas, 15 foram classificadas como carnívoras (38,46% do total classificado), seguidas de 12 como herbívoras (30,76% do total classificado), 6 como fungívoras e 6 detritívoras somando juntas, 30,76% do total classificado (Figura 5). Entre os ambientes, foi possível verificar que as guildas tróficas variam entre si. No ambiente de Floresta Atlântica, as guildas dos herbívoros e carnívoros foram predominantes, com 6 famílias cada, identificadas no ambiente, seguido da guilda dos fungívoros com 6 e detritívoros com 5 famílias identificadas.

No ambiente de cana-de-açúcar, predominam carnívoros, com 9 do total de 20 famílias identificadas no ambiente, seguido da guilda dos herbívoros com 6, e de detritívoros com 4 identificados. A guilda dos fungívoros obteve apenas uma família.

**Figura 5** - Quantidade de famílias de Coleoptera classificadas por guildas tróficas identificadas em remanescentes de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autora (2023).

**Tabela 2** - Guildas tróficas predominantes, segundo Marinoni *et al.*(2001), para as famílias de Coleoptera identificadas em remanescentes de Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil.

| Guildas Tróficas Identificadas |           |             |           |           |
|--------------------------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| Táxons                         | Carnívoro | Detritívoro | Fungívoro | Herbívoro |
| Anobiidae                      |           |             |           | X         |
| Biphyllidae                    |           |             | X         |           |
| Boridae                        |           | X           |           |           |
| Bostrichidae                   |           |             |           | X         |
| Bothrideridae                  | X         |             |           |           |
| Brentidae                      |           |             | X         | X         |
| Cantharidae                    | X         |             |           |           |
| Carabidae                      | X         |             |           |           |

|                 |   |   |   |   |
|-----------------|---|---|---|---|
| Cerambycidae    |   |   |   | X |
| Ceratocanthidae |   | X |   |   |
| Chrysomelidae   |   |   |   | X |
| Cleridae        | X |   |   |   |
| Coccinellidae   | X |   |   |   |
| Curculionidae   |   |   |   | X |
| Dytiscidae      | X |   |   |   |
| Erotylidae      |   |   | X |   |
| Elateridae      |   |   |   | X |
| Eucnemidae      |   |   |   | X |
| Geotrupidae     |   | X | X |   |
| Gyrinidae       | X |   |   |   |
| Hydrophilidae   | X |   |   | X |
| Lampyridae      | X |   |   |   |
| Laemophloeidae  |   |   | X |   |
| Meloidae        | X |   |   |   |
| Melolonthidae   |   |   |   | X |
| Mordellidae     |   |   |   | X |
| Mycetophagidae  |   |   | X |   |
| Nitidulidae     | X | X | X | X |
| Nosodendridae   | X |   |   |   |
| Oedemeridae     |   |   |   | X |
| Passalidae      |   |   |   | X |
| Phengodidae     | X |   |   |   |
| Rhipiceridae    | X |   |   |   |
| Scarabaeidae    |   | X |   | X |

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| Silvanidae    |   | X |
| Staphylinidae | X |   |
| Throscidae    |   | X |
| Tenebrionidae |   | X |
| Trogossitidae | X | X |

---

Fonte: Autora (2023).

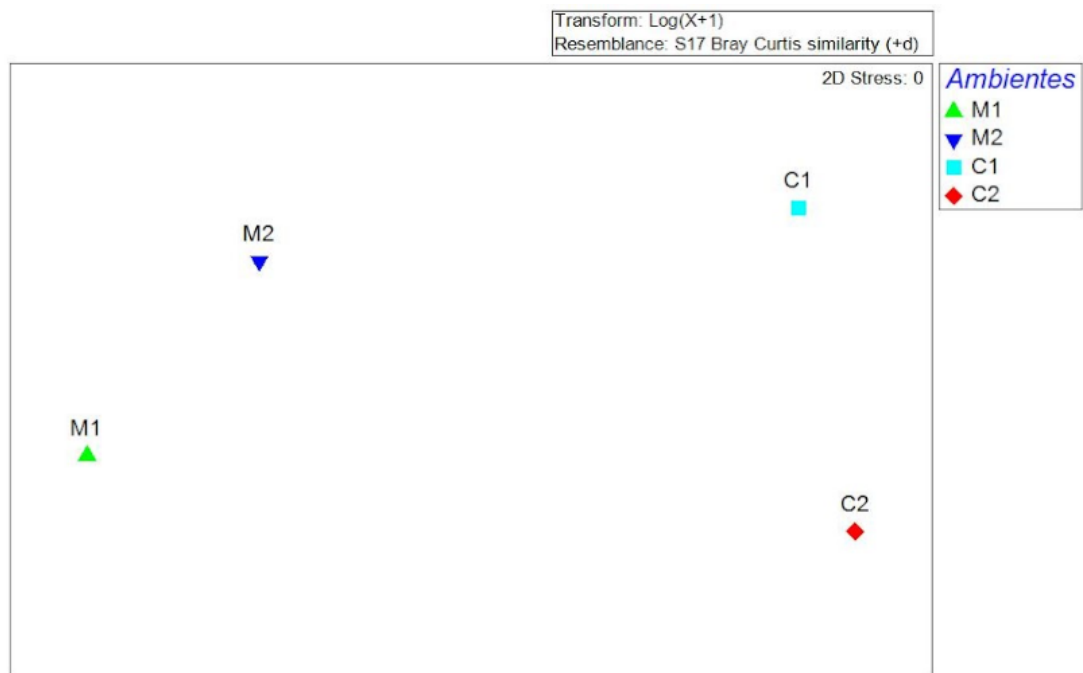
Quanto à coleopterofauna entre os diferentes tipos de ambiente não verificou-se diferença significativa a partir do Teste t ( $p=0.627$ ).

Verifica-se ainda que a partir do estimador Jackknife 2 as áreas de Floresta Atlântica 84,7% indicando um percentual alto de famílias presentes no local, das 46 famílias esperadas no ambiente foi identificado 39, enquanto na área de cultivo de cana-de-açúcar representou cerca de 74% das famílias que poderiam ser encontradas no ambiente das 27 famílias esperadas no ambiente foi identificado 20.

#### 5.4 AMBIENTES: FLORESTA ATLÂNTICA VS CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

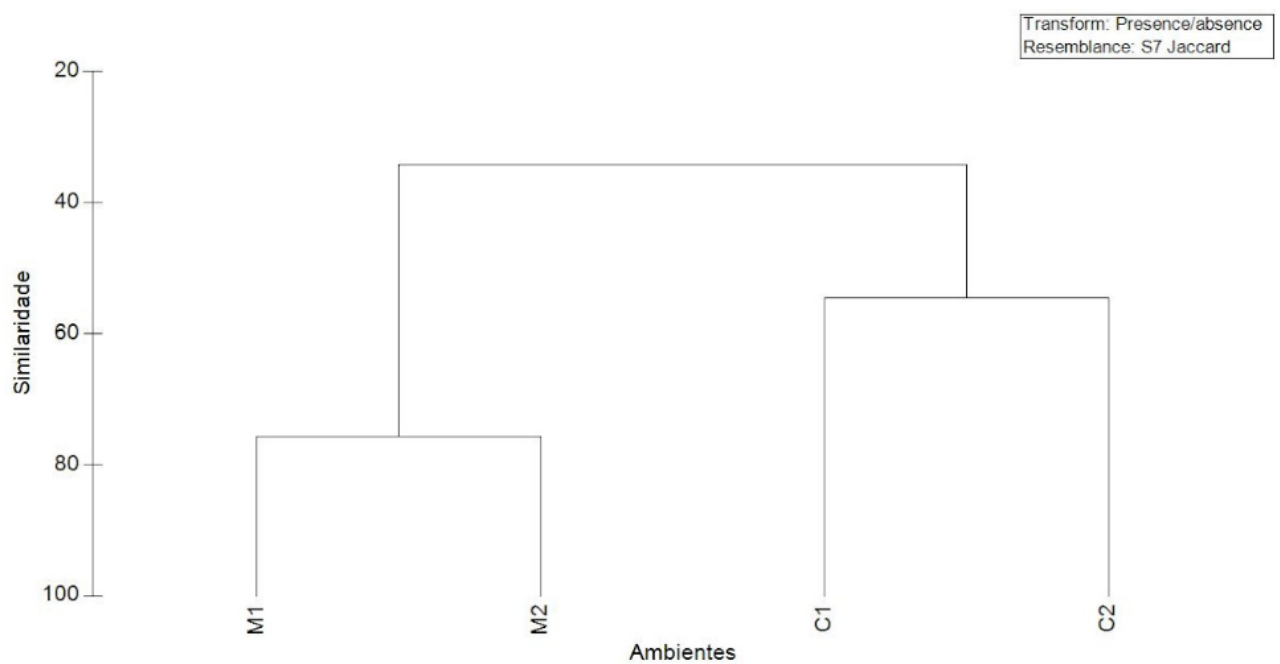
Os resultados do nMDS seguido de ANOSIM, revelaram que não há diferença significativa ( $R_{\text{global}} = 0,573$ ;  $p = 0,627$ ) na composição baseada na abundância (Figura 6) das famílias entre os ambientes amostrados. Contudo, ao observarmos os dendrogramas de agrupamento, baseado na abundância e riqueza, verifica-se uma separação entre os ambientes amostrados (Figura 7).

**Figura 6** - Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) baseado na abundância (índice de Bray-Curtis) das famílias identificadas por ambiente de coleta. M1 e M2 = Mata 1 e 2; C1 e C2 = Cana 1 e 2.

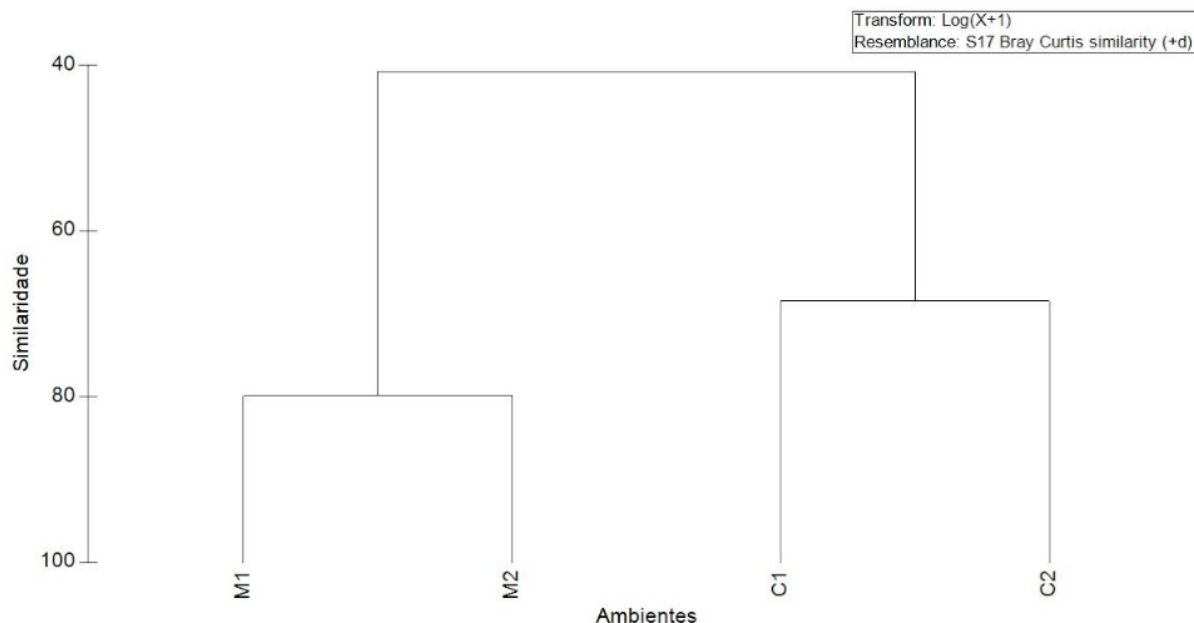


**Figura 7** - Dendrogramas de agrupamento por similaridade das famílias de Coleoptera entre as áreas de coleta. A. Riqueza das famílias por ambiente; B. Abundância das famílias por ambiente. M1 e M2 = Mata 1 e 2; C1 e C2 = Cana 1 e 2.

A.



B.



## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DAS FAMÍLIAS DE COLEOPTERA

Este estudo investigou o padrão de distribuição da coleopterofauna em diferentes tipos de ambientes. Nossos resultados evidenciaram que a ocorrência e as guildas tróficas de besouros variam conforme a estrutura do ambiente.

Podemos perceber que abundância de besouros coletados, com a armadilha luminosa Pennsylvania, foi menor em relação a outros estudos, como de Oliveira *et al.* (2021) onde foram coletados 21.100 indivíduos, utilizando a mesma armadilha. Acreditamos que o número de indivíduos elevado quando comparado ao presente estudo pode ser explicado pelo maior esforço amostral, Oliveira realizou uma amostragem por mês durante cerca de doze meses.

Contudo, quando comparamos a riqueza de famílias de Coleoptera identificadas podemos observar valores similares a outros trabalhos de levantamento, apesar de armadilhas diferentes, como Marinoni e Ganho (2003) identificaram um total de 35 famílias em áreas florestadas no Paraná; Iannuzzi *et al.* (2003) identificaram 42 famílias na Caatinga e Oliveira *et al.* (2021) identificaram 34 famílias no bioma Cerrado. Dessa forma, verificamos

esforço amostral adequado devido à alta porcentagem indicada no estimador de riqueza, evidenciando que o ambiente de floresta apresenta-se bem conservado, nesse caso, indicando também que, com uma amostragem adicional, seja possível atingir a riqueza total do ambiente.

Quanto às famílias identificadas em nosso estudo, observa-se que algumas famílias obtiveram maior representatividade, como Curculionidae. Outros estudos como o de Teixeira *et al.* (2009) ou o de Grossi *et al.* (2015) a família de Coleoptera também estava entre as mais abundantes. A abundância de Curculionidae, que é um grupo megadiverso, pode ser explicada devido a sua capacidade de voo e atração por diferentes armadilhas de captura, devido a sua grande diversidade é possível encontrar representantes da família em variados ambientes sendo capturados de diferentes formas. Outra família bastante representativa em nosso estudo foi Scarabaeidae, assim como outros estudos como os de Oliveira *et al.* (2021), Silveira (2010) e Iantas *et al.* (2010), onde também foi destacado sua abundância diante das demais famílias identificadas. Acreditamos que a abundância pode ser devido ao fato de grande parte dos indivíduos serem atraídos por luz, levando-os à armadilha.

Ainda quanto às famílias mais representativas, observamos que o grupo-irmão de Scarabaeidae, Melolonthidae, em estudos de levantamento de Coleoptera, não se encontra entre as famílias mais abundantes como nos estudos de Santos (2005) e Junior *et al.* (2023). Dessa forma, acreditamos que sua grande abundância no presente estudo é devido ao seu hábito crepuscular ou noturno, constituindo assim um dos fatores para a elevada quantidade de indivíduos capturados nas armadilhas luminosas.

## 6.2 DIAGRAMA DE VENN

Nossos resultados apresentaram um padrão de exclusividade e sobreposição das famílias de besouros de acordo com os ambientes. Dentre as exclusivas, podemos destacar Laemophloeidae e Silvanidae. Ao comparar com o estudo de Follett *et al.* (2016) observamos Laemophloeidae e Silvanidae como famílias que atingem plantações de café, diferindo do estudo atual onde não foi encontrada na área de monocultura. Esse fato pode indicar uma variação nas dinâmicas ecológicas das famílias.

Já para o cultivo de cana-de-açúcar, quatro famílias foram exclusivas, dentre elas, as famílias Dytiscidae, Hydrophilidae e Gyrinidae, besouros aquáticos, apresentaram exclusividade para o ambiente com pouca disponibilidade hídrica. No estudo de Cunha (2015), tais famílias são classificadas no grupo ecológico como adultos submersos, por

passarem a maior parte da vida adulta submersos, ou parcialmente como é o caso de Gyrinidae, porém representantes desse grupo podem ser encontrados fora da água durante voos de dispersão na fase adulta, em busca no calor do sol ou quando as condições aquáticas não estão favoráveis (Cunha, 2015). Dessa forma, acreditamos que durante os voos de dispersão, alguns indivíduos foram atraídos pela luz da armadilha.

As famílias mais abundantes neste estudo, Curculionidae, Scarabaeidae e Melolonthidae, também se destacaram como as predominantes em ambos os ambientes investigados. Em um estudo anterior conduzido por Gómez-Cifuentes *et al.* (2017), foi notado que os besouros rola-bosta apresentaram similaridade entre as assembleias encontradas nas plantações de erva-mate e na floresta nativa. Surpreendentemente, a assembleia na monocultura foi identificada como um subconjunto da assembleia da floresta. O autor explicou esse fato inesperado, sugerindo que a combinação de sombra e áreas abertas entre as fileiras de árvores na monocultura permite a coexistência de espécies adaptadas de espécies de áreas abertas, como *Canthon podagricus*, e espécies de áreas nativas, como *Coprophanaeus cyanescens*, resultando em uma sobreposição significativa. Inferindo assim que a alta sobreposição pode ser fruto de adaptações de táxons encontrados dentro da mesma família.

### 6.3 GUILDAS TRÓFICAS

No que se refere às guildas tróficas, podemos notar que herbívoros e carnívoros foram predominantes no ambiente de floresta atlântica. No estudo realizado por Silveira (2010), os herbívoros foram predominantes dentre as demais famílias, também em área florestada, o autor também relaciona a herbivoria com as famílias mais abundantes da ordem Coleoptera. Já para os carnívoros, o autor indica que em alguns pontos de coleta a guilda obteve o mesmo número de famílias que os herbívoros e em outros ficou logo em seguida. A predominância da herbivoria no ambiente de floresta Atlântica pode ser explicada pelas plantas fazerem tanto o papel de alimento como o papel de abrigo, já a predação é resultado de uma grande diversidade alimentar presente na floresta.

No ambiente de cultivo de cana-de-açúcar, os carnívoros prevaleceram sob as demais guildas. No estudo de Moraes (2011), em que comparou área florestada, monocultura de eucalipto e pastagem, coleópteros predadores foram identificados em maior abundância, indicando também que há uma maior homogeneização em ambientes antropizados caso a

ausência de predadores. Acreditamos que devido a limitação alimentar dos demais coleópteros favorece a predominância de predadores que buscam por presas alternativas.

#### 6.4 AMBIENTES: FLORESTA ATLÂNTICA VS CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

A análise do nMDS e dos dendrogramas de agrupamento revelaram diferenças notáveis nos ambientes de Floresta Atlântica e no canavial, indicadas pela disparidade de abundância e riqueza dos táxons nos ambientes. Essa variação pode ser atribuída à proximidade dos pontos de coleta, uma vez que o número de indivíduos coletados foi comparável entre eles. Além disso, a presença de alguns táxons exclusivos para cada ambiente contribui para essa diversidade, por exemplo, Mordellidae, Mycetophagidae e Phengodidae, que foram encontradas exclusivamente em área florestada. No estudo realizado por Reis et al. (2023), foi indicado um gradiente de diversidade em uma família de besouro entre a floresta nativa, sistema agroflorestal (SAF) e monocultura, demonstrando que enquanto a floresta e o SAF apresentaram composição de espécies semelhantes, a monocultura apresentou uma assembleia muito distinta. Dessa maneira, podemos entender que o ambiente afeta a composição das comunidades de besouros.

### 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos a partir de nossos resultados que a transformação do ambiente natural, em um ambiente antropizado, afeta a estrutura da comunidade de Coleoptera em remanescentes de floresta Atlântica. Para as guildas tróficas identificadas, os herbívoros sobressaíram nos dois ambientes, apesar da forte presença de carnívoros na área florestada. O presente trabalho além de levantar as famílias de Coleoptera no estado de Pernambuco, também enfatiza os impactos das ações antrópicas na floresta Atlântica, podendo levar a uma homogeneização da comunidade de coleópteros. Contudo, acreditamos que para o melhor entendimento da distribuição da comunidade de Coleoptera, novas amostras necessitam ser realizadas, a fim de compreender a diversidade de besouros.

### REFERÊNCIAS

ALLEN-WARDELL, Gordon et al. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation biology**, p. 8-17, 1998.

- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDERSON, Robert S.; ASHE, James S. Leaf litter inhabiting beetles as surrogates for establishing priorities for conservation of selected tropical montane cloud forests in Honduras, Central America (Coleoptera; Staphylinidae, Curculionidae). **Biodiversity & Conservation**, v. 9, p. 617-653, 2000.
- ARNETT, R. H. J. **The beetles of United States**. Washitons, D.C.: The Catholic University of American Press, xi+1112p.
- BARUA, Maan et al. Selecting flagships for invertebrate conservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 1457-1476, 2012.
- BERNHARDT, Peter. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. **Pollen and pollination**, p. 293-320, 2000.
- BORNEMISSZA, G. F. et al. An effect of dung beetle activity on plant yield. **Pedobiologia**, v. 10, p. 1-7, 1970.
- BOUCHARD, Patrice et al. Biodiversity of coleoptera. **Insect biodiversity: science and society**, p. 337-417, 2017.
- BOUCHARD, Patrice et al. Family-group names in Coleoptera (Insecta). **ZooKeys**, n. 88, p. 1, 2011.
- CANTIDIO, Luiza S.; SOUZA, Alexandre F. Aridity, soil and biome stability influence plant ecoregions in the Atlantic Forest, a biodiversity hotspot in South America. **Ecography**, v. 42, n. 11, p. 1887-1898, 2019.
- CARLTON, C. E.; ROBISON, H. W. Diversity of litter-dwelling beetles in the Ouachita Highlands of Arkansas, USA (Insecta: Coleoptera). **Biodiversity & Conservation**, v. 7, p. 1589-1605, 1998.
- CARLTON, Chris; BAYLESS, Victoria. Documenting beetle (Arthropoda: Insecta: Coleoptera) diversity in Great Smoky Mountains National Park: beyond the halfway point. **Southeastern Naturalist**, v. 6, n. sp2, p. 183-192, 2007.
- CHANDLER, Donald S.; PECK, Stewart B. Diversity and seasonality of leiodid beetles (Coleoptera: Leiodidae) in an old-growth and a 40-year-old forest in New Hampshire. **Environmental Entomology**, v. 21, n. 6, p. 1283-1293, 1992.
- CROWSON, R. A. **The Biology of the Coleoptera**. London: Academic Press. xii+ 802 pp. 1981.
- CUNHA, Janaina Câmara Siqueira da. **Levantamento da coleopterofauna (Insecta) aquática em Unidades de Conservação da Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

DA SILVA, J. M. C. et al. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats and outlook**, p. 43-59, 2003.

DE CLERCK-FLOATE, R. A.; WIKEEM, B.; BOURCHIER, R. S. Early establishment and dispersal of the weevil, *Mogulones cruciger* (Coleoptera: Curculionidae) for biological control of houndstongue (*Cynoglossum officinale*) in British Columbia, Canada. **Biocontrol Science and Technology**, v. 15, n. 2, p. 173-190, 2005.

ERWIN, Terry L. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging. **Tropical rain forest: ecology and management**, p. 59-75, 1983.

FINCHER, G. Truman. Dung beetles as biological control agents for gastrointestinal parasites of livestock. **The Journal of Parasitology**, p. 396-399, 1973.

FOLLETT, Peter A. et al. Predation by flat bark beetles (Coleoptera: Silvanidae and Laemophloeidae) on coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae) in Hawaii coffee. **Biological Control**, v. 101, p. 152-158, 2016.

GANHO, Norma G.; MARINONI, Renato C. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil: abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas malaise. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 727-736, 2003.

GÓMEZ-CIFUENTES, Andrés *et al.* Influence of land use on the taxonomic and functional diversity of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in the southern Atlantic forest of Argentina. **Journal of Insect Conservation**, v. 21, n. 1, p. 147-156, 2017.

GRIMALDI, David; ENGEL, Michael S. **Evolution of the Insects**. Cambridge University Press, 2005.

GROSSI, LUIZ EDUARDO; CONTE, HÉLIO. FAMÍLIAS DE COLEOPTERA COM OCORRÊNCIA NO PARQUE DO INGÁ, MARINGÁ, PARANÁ-BRASIL. **Revista Uningá**, v. 47, n. 1, 2016.

GROVE, Simon J.; STORK, Nigel E. An inordinate fondness for beetles. **Invertebrate Systematics**, v. 14, n. 6, p. 733-739, 2000.

HAMMOND, P. M. Insect abundance and diversity in the Dumoga-Bone National Park, N. Sulawesi, with special reference to the beetle fauna of lowland rain forest in the Toraut region. **Insects and the rain forests of South East Asia (Wallacea)**, 1990.

HAMMOND, P.M.. The composition and richness of the tree-crown Coleoptera assemblage in an Australian subtropical forest. **Ecotropica**, v. 2, p. 99-108, 1996.

HERNÁNDEZ, Malva I. Medina; VAZ-DE-MELLO, Fernando Z. Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae s. str.) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 607-613, 2009.

IANNUZZI, Luciana et al. Padrões locais de diversidade de Coleoptera (Insecta) em vegetação de Caatinga. **Ecologia e conservação da caatinga**. Editora Universitária da Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 822p, p. 367-389, 2003.

IANTAS, Jucélia et al. Distribuição das famílias de Coleoptera em ambiente de sucessão florística de ombrófila mista em União da Vitória-Paraná. **Biodiversidade Pampeana**, v. 8, n. 1, 2010.

JÚNIOR, Edison Cardoso Pinheiro; DA SILVA, Natanael Charles. Levantamento da fauna de coleoptera em um fragmento florestal no município de Abaetetuba-PA. **Revista Scientia Vitae**, v. 13, n. 36, p. 56-66, 2023.

LAURANCE, William F. Conserving the hottest of the hotspots. **Biological Conservation**, 2009.

LAWRENCE, J. F.; BRITTON, E. B. Coleoptera. The insects of Australia. **CSIRO. Carlton, Victoria. Melbourne University press**, v. 2, p. 543-683, 1991.

LAWRENCE, J. F.; ŚLIPIEŃSKI, A. Australian Beetles, Volume 1, Morphology, Classification and Keys. **Melbourne: CSIRO Publishing**, 2013.

LINDGREN, C. J.; CORRIGAN, J.; CLERCK-FLOATE, RA de. *Lythrum salicaria* L., purple loosestrife (Lythraceae). In: **Biological Control Programmes in Canada, 1981-2000**. Wallingford UK: CABI Publishing, 2001. p. 383-390.

LOPES, Ariadna Valentina et al. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1154-1165, 2009.

LOSEY, John E.; VAUGHAN, Mace. The economic value of ecological services provided by insects. **Bioscience**, v. 56, n. 4, p. 311-323, 2006.

MADDOCK, Ant H.; SAMWAYS, Michael J. Planning for biodiversity conservation based on the knowledge of biologists. **Biodiversity & Conservation**, v. 9, p. 1153-1169, 2000.

MADGE, Ronald B. A catalogue of the family-group names in the Geodephaga, 1758-1985 (Coleoptera: Carabidae s. lat.). **Insect Systematics & Evolution**, v. 19, n. 4, p. 459-474, 1988.

MANTOVANI, W. 2003. A degradação dos biomas brasileiros. In: W.C. Ribeiro (ed.). Patrimônio ambiental brasileiro. pp. 367- 439. **Editora Universidade de São Paulo**, São Paulo.

- MARINONI, Renato Contim. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta): compilação, organização de dados e novas informações sobre alimentação nas famílias de coleópteros**. Holos, Editora Ltda., 2001.
- MASON, P. G.; HUBER, J. T. Biological control programmes in Canada, 1981–2000 CABI Publishing. **Wallingford, United Kingdom**, 2002.
- MCKENNA, Duane D. et al. The beetle tree of life reveals that Coleoptera survived end-Permian mass extinction to diversify during the Cretaceous terrestrial revolution. **Systematic Entomology**, v. 40, n. 4, p. 835-880, 2015.
- MITTAL, I. C. Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. **Tropical Ecology**, v. 34, n. 2, p. 150-159, 1993.
- Monné M.L., Costa C. 2023. Coleoptera in **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/223>>. Acesso em: 29 nov. 2023
- MORAES, J.; KÖHLER, Andreas. Análise faunística de besouros (Coleoptera) em três diferentes fitofisionomias em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**, v. 23, n. 1, p. 34, 2011.
- MORÓN, M. A.; RODRÍGUEZ-DEL BOSQUE, L. A. Importancia, historia y retos. **Plagas del suelo. Mundi-Prensa México**, p. 3-17, 2010.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, fev. 2000.
- NEVES, Ricardo Cardoso et al. Cyclophorid dwarf males break the rule: high complexity with low cell numbers. **The Biological Bulletin**, v. 217, n. 1, p. 2-5, 2009.
- O'BRIEN, Charles W. et al. Curculionidae, premiere biocontrol agents (Coleoptera: Curculionidae). **Memoirs of the Entomological Society of Washington**, n. 14, p. 119-128, 1995.
- OLIVEIRA, Charles M.; FRIZZAS, Marina R. Field biology of the beetle *Aegops bolboceridus* in Brazil, with a list of host plants. **Journal of Insect Science**, v. 13, n. 1, p. 48, 2013.
- OLIVEIRA, Cristielle Pereira de et al. Seasonality and distribution of Coleoptera families (Arthropoda, Insecta) in the Cerrado of Central Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, 2021.
- PECK, Stewart Blaine et al. distributional checklist of the beetles (Coleoptera) of Florida. 1998.
- RAFAEL, José Albertino et al. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Editora INPA, 2024.

REA, N. Biological control: Premises, ecological input and *Mimosa pigra* in the wetlands of Australia's Top End. **Wetlands Ecology and Management**, v. 5, p. 227-242, 1997.

REGINA DE ALBUQUERQUE SANTOS, Silvia. **Diversidade de Coleoptera em um fragmento de Mata Atlântica da Reserva Ecológica Gurjaú, Cabo de Santo Agostinho-PE**. 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

REIS, Clemensou *et al.* Biodiversity impacts of land use simplification: a case study of dung beetles in a landscape of the Brazilian Atlantic forest. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 43, n. 6, p. 2045-2056, 2023.

RITCHER, Paul O. Biology of scarabaeidae. **Annual review of entomology**, v. 3, n. 1, p. 311-334, 1958.

SANTOS, Jessie P. et al. Effects of landscape modification on species richness patterns of fruit-feeding butterflies in Brazilian Atlantic Forest. **Diversity and Distributions**, v. 26, n. 2, p. 196-208, 2020.

SERES, Alberto; RAMIREZ, Nelson. Biología floral y polinización de algunas monocotiledóneas de un bosque nublado Venezolano. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 61-81, 1995.

SIKES, Derek S. **The beetle fauna of Rhode Island: an annotated checklist**. Rhode Island Natural History Survey, 2004.

SILVEIRA, Maria Aurea Pinheiro de Almeida. **Análise faunística de insetos nas margens do alto rio Madeira, Porto Velho, Rondônia, Brasil**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOS Mata Atlântica. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/>>.

TABARELLI, Marcelo *et al.* A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciencia**, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2012.

TABARELLI, Marcelo *et al.* Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

TABARELLI, Marcelo et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.

TABARELLI, Marcelo; SIQUEIRA FILHO, José Alves de; SANTOS, André M. Melo. A Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco. **Diversidade biológica e conservação da floresta atlântica ao norte do rio São Francisco**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 23-37, 2006.

TAKADA, H. M.; FILHO, A. Batista; HOJO, H. DIVULGAÇÃO TÉCNICA. **Biológico, São Paulo**, v. 76, n. 1, p. 35-39, 2014.

“Te conduzi até a borda, cê não arredou o pé / Disse: Voa, passarinho! / Não moveu um membro sequer [...]”. (KOZYREFF; PIRACÉS-UGARTE, 2021)

TEIXEIRA, Cíntia Cristina Lima; HOFFMANN, Magali; SILVA-FILHO, Gilson. Comunidade de Coleoptera de solo em remanescente de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 91-95, 2009.

UEHARA-PRADO, Marcio et al. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1220-1228, 2009.

ŚLIPIŃSKI, S. A.; LESCHEN, R. A. B.; LAWRENCE, J. F. Order Coleoptera Linnaeus, 1758. **Animal Biodiversity**: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa, Auckland, v. 3148, p. 203–208, 2011.