



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**DIVERSIDADE FUNCIONAL DA COMUNIDADE DE BESOUROS
ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TAPACURÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

BRUNO BISPO DA SILVA

**RECIFE
2024**

BRUNO BISPO DA SILVA

**DIVERSIDADE FUNCIONAL DA COMUNIDADE DE BESOUROS
ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TAPACURÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura em Ciências Biológicas/UFRPE
como requisito parcial para a obtenção do grau
de licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Carolina Nunes Liberal

**RECIFE
2024**

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

B898d da Silva, Bruno Bispo
DIVERSIDADE FUNCIONAL DA COMUNIDADE DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TAPACURÁ, PERNAMBUCO, BRASIL / Bruno Bispo da Silva. - 2024.
35 f. : il.

Orientadora: Carolina Nunes Liberal.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2024.

1. Serviços ecossistêmicos. 2. Rola-bosta. 3. Mata atlântica. I. Liberal, Carolina Nunes, orient. II. Título

CDD 574

BRUNO BISPO DA SILVA

**DIVERSIDADE FUNCIONAL DA COMUNIDADE DE BESOUROS
ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TAPACURÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

Comissão avaliadora:

Prof^a. Dr^a. Carolina Nunes Liberal - UFRPE
Orientadora

Prof^o. Dr^o. Fábio Correia Costa - UFPE
Titular

Prof^a. Dr^a. Luciana Iannuzzi - UFPE
Titular

Dr. Marco Aurélio Paes de Oliveira - UFRPE
Suplente

*Em memória do meu pai José Ferreira, que sempre
me apoiou, em toda minha caminhada acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Eu, Bruno Bispo da Silva agradeço :

Em primeiro lugar, agradeço à minha mãe, Ladjane Bispo, por sempre me apoiar e aconselhar nas duras decisões da vida.

À toda minha família, que sempre torceu e torce por mim.

Ao meu companheiro, Gabriel, que sempre me aguenta falando os nomes científicos dos insetos que encontramos na rua; esse é o preço de viver com um entomólogo em formação.

À minha orientadora, Carolina Liberal, por ter me acolhido no LENT e aceitar me orientar. Obrigado pela paciência e acompanhamento até o final dessa etapa. Agradeço aos membros da banca pelas contribuições e sugestões ao trabalho.

Aos meus companheiros de laboratório, sem vocês eu não sei o que seria de mim durante a graduação.

E, em especial, ao meu pai, José Ferreira, que infelizmente não pode estar comigo nesse final de ciclo, mas sei que está orgulhoso de mim lá do céu. Te amo, meu velho!

RESUMO

A atratividade dos besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) por diferentes tipos de recurso faz com que eles possam ser divididos em guildas relacionadas ao comportamento (alocação de recurso, dieta e período de atividade) e às variações morfológicas (tamanho, forma e biomassa). Diferentes combinações dessas características conferem distintas capacidades competitivas entre as espécies, podendo reduzir a concorrência direta e permitindo a coexistência de espécies diferentes. O empobrecimento das comunidades de besouros escarabeíneos implica em uma ruptura nos importantes serviços ecológicos que estes oferecem. Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar a diversidade funcional da comunidade de besouros escarabeíneos da Estação Ecológica do Tapacurá, PE. Especificamente, identificar os grupos funcionais presentes na comunidade de acordo com os traços funcionais: biomassa, preferência alimentar e alocação de recursos. Para isso, foram realizadas duas coletas em 2023, uma em fevereiro (estação seca) e outra em março (estação chuvosa), em dez pontos, distribuídos de modo a formar um transecto, com distância mínima entre os pontos de 100m. Em cada um dos pontos foi instalado um conjunto com duas armadilhas de queda (pitfall) iscadas com fezes humanas e baço bovino apodrecido e exposto 48h/coleta. Um total de 940 besouros foi coletado, sendo 763 nas iscas de carne (352 na seca e 411 na chuvosa) e 177 nas iscas de fezes (90 na seca e 87 na chuvosa). Foram identificadas 19 espécies, pertencentes a oito gêneros: *Anomiopus*, *Ateuchus*, *Canthidium*, *Canthon*, *Coprophanaeus*, *Deltochilum*, *Dichotomius* e *Eurysternus*. Os besouros foram classificados em grupos funcionais com base no tamanho de acordo com a biomassa (grandes e pequenos), alocação de recurso e preferência alimentar. O estudo mostrou que a comunidade é composta principalmente por besouros pequenos, paracoprídeos ou telecoprídeos, generalistas ou necrófagos, enquanto endocoprídeos e coprófagos foram representados por uma única espécie cada. A menor quantidade de besouros nas iscas de fezes sugere uma baixa abundância de mamíferos na região, sua principal fonte de recursos. Destacando a diversidade funcional presente entre os besouros escarabeíneos da região e a importância de continuar monitorando essas comunidades para entender seu papel nos ecossistemas.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos, Rola-bosta, Mata atlântica.

ABSTRACT

The attractiveness of scarabeine beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) for different types of resources means that they can be divided into guilds related to behavior (resource allocation, diet and period of activity) and morphological variations (size, shape and biomass). Different combinations of these characteristics confer different competitive capabilities between species, which can reduce direct competition and allow the coexistence of different species. The impoverishment of dung beetle communities implies a disruption in the important ecological services they offer. Thus, the present study aimed to analyze the functional diversity of the dung beetle community at the Estação Ecológica do Tapacurá, PE. Specifically, identify the functional groups present in the community according to functional traits: biomass, food preference and resource allocation. For this, two collections were carried out in 2023, one in February (dry season) and another in March (rainy season), at ten points, distributed to form a transect, with a minimum distance between points of 100m. At each point, a set of two pitfall traps were installed, baited with human feces and rotted bovine spleen and exposed for 48 hours/collection. A total of 940 beetles were collected, 763 from meat baits (352 in the dry season and 411 in the rainy season) and 177 in the feces baits (90 in the dry season and 87 in the rainy season). 19 species were identified, belonging to eight genera: *Anomiopus*, *Ateuchus*, *Canthidium*, *Canthon*, *Coprophanaeus*, *Deltochilum*, *Dichotomius* and *Eurysternus*. Beetles were classified into functional groups based on size according to biomass (large and small), resource allocation and food preference. The study showed that the community is mainly composed of small beetles, paracoprids or telecoprids, generalists or scavengers, while endocoprids and coprophages were represented by a single species each. The lower number of beetles in the feces bait suggests a low abundance of mammals in the region, its main source of resources. Highlighting the functional diversity present among dung beetles in the region and the importance of continuing to monitor these communities to understand their role in ecosystems.

Keywords: Ecosystem services, Rola-bosta, Atlantic Forest.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
3.2 AMOSTRAGEM.....	15
3.3 ANÁLISE DE DADOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÃO.....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

Os besouros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) possuem uma importante participação no ciclo de decomposição dos ecossistemas tropicais, são detritívoros e promovem a remoção do solo e o retorno da matéria orgânica, participando da ciclagem dos nutrientes. Tanto na fase larval quanto adulta, alimentam-se de material orgânico em decomposição: excrementos de mamíferos, carcaças de animais mortos e matéria vegetal apodrecida (HALFFTER & EDMONDS, 1982).

Uma vez no estágio adulto, o tamanho do corpo destes animais é fixo, já que possuem metamorfose completa, sendo o tamanho do adulto relacionado com fatores genéticos do indivíduo e com a quantidade de recursos proporcionados pelos pais na construção da bola-ninho. Assim, o tamanho corporal dos adultos depende da quantidade de alimento ingerido durante o período larval (CELI & DÁVALOS, 2001). Por terem alta sensibilidade a mudanças ambientais (HALFFTER & FAVILA, 1993) podem ser utilizados como organismos bioindicadores, principalmente em florestas e savanas tropicais (KLEIN, 1989), respondendo a mudanças através da estrutura de sua comunidade, populações, riqueza e abundância nos diferentes ecossistemas.

Os besouros escarabeíneos são na sua maioria coprófagos ou necrófagos e geralmente realocam seu alimento no solo, deixando-o afastado da fonte inicial do recurso, o que permite armazenar alimento evitando a competição (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HALFFTER & EDMONDS, 1982; HALFFTER, 1997). Com base na preferência alimentar das espécies, houve agrupamento em categorias de especificidade, enquadrando como: coprófagas (se alimentam preferencialmente de massas fecais), necrófagas (preferência por restos de animais mortos); e copro-necrófagas (generalistas), sendo as que se alimentam dos dois tipos de materiais. (DA SILVA et al. 2008)

Devido às suas adaptações alimentares, os escarabeíneos fazem parte de um grupo importante de detritívoros nos ecossistemas, uma vez que utilizam o solo para alocação de recurso, abrigo e nidificação (HALFFTER & MATTHEWS 1966, HALFFTER & EDMONDS 1982; DAVIS et al. 2001). Dessa forma, atuam como elemento importante na ciclagem de nutrientes, na aeração do solo, como dispersores secundários de sementes e redutores de parasitas presentes nas fezes dos mamíferos

(ANDRESEN 2002, ENDRES et al. 2005).

A atratividade dos besouros escaravelheiros por diferentes tipos de recursos faz com que eles possam ser divididos em guildas funcionais (ROOT, 1967). Algumas espécies são especialistas em um tipo de recurso, outras demonstram apenas preferência e outras são generalistas (HALFFTER & MATTHEWS, 1967) sendo considerados os generalistas no presente trabalho, os indivíduos de hábito copro-necrofago. Por serem atraídos por diferentes tipos de recursos, a preferência alimentar funciona como um mecanismo para reduzir a competição, permitindo a coexistência de diferentes espécies de besouros escaravelheiros em determinado ecossistema (MARTÍN-PIERA & LOBO, 1996). Apesar de altamente especializados em excrementos de mamíferos devido a processos evolutivos, muitos escaravelheiros neotropicais apresentam alta generalidade alimentar (LARSEN et al., 2006). Quando o alimento preferencial não está disponível devido a distintos fatores limitantes, muitos escaravelheiros podem utilizar outros recursos em estado semelhante (em processo de decomposição) na alimentação, principalmente em regiões de clima mais desfavorável quando comparadas a regiões tropicais, tidas como de alto potencial de aporte de recursos alimentares para a fauna de Scarabaeinae (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HANSKI & CAMBEFORT, 1991).

Existem três tipos básicos de comportamento de nidificação utilizados por estes escaravelhos: os escavadores (ou paracoprídeos), que enterram pedaços de alimento em câmaras verticais perto ou logo abaixo do depósito inicial de alimento; os residentes (ou endocoprídeos) que vivem dentro da massa de recurso; e por último, os roladores (ou telecoprídeos), que constroem pelotas que são roladas horizontalmente até certa distância da fonte alimentar, para depois enterrá-las abaixo da superfície do solo, onde os ovos serão depositados (HALFFTER & EDMONDS, 1982).

Alterações ambientais e mudanças microclimáticas têm efeito direto tanto na diversidade taxonômica, como também na diversidade funcional, trazendo consequências nas comunidades dos besouros escaravelheiros, visto que, estes apresentam uma elevada fidelidade ambiental (SOUZA, 2022). Assim, com a crescente fragmentação e efeitos de bordas parte da diversidade biológica pode desaparecer localmente ao longo do tempo, devido às condições adversas ambientais

que as espécies possam ficar expostas, uma vez que, a estrutura populacional, a migração e a dispersão dos indivíduos podem ser afetadas (LAURANCE et al., 2009).

Medidas de diversidade funcional têm sido utilizadas nas últimas duas décadas, com contínuos avanços no campo das medidas multivariadas (PETCHEY & GASTON 2006; MOUILLOT et al., 2013). Uma baixa riqueza funcional pode indicar que alguns dos recursos potencialmente disponíveis não estão sendo aproveitados (MASON et al., 2005; CORDOBA-TAPIA & ZAMBRANO, 2015). É de extrema importância quantificar as modificações na estrutura funcional das comunidades após a perturbação humana, somado às alterações na estrutura taxonômica, pois ainda inexiste consenso na quantificação dos impactos da alteração do habitat sobre os componentes da diversidade, especialmente sobre os atributos funcionais (VILLEGER et al., 2010). Sendo a composição da vegetação e a distribuição ao longo do tempo e espaço do recurso em um habitat específico influenciam a composição da comunidade de besouros escarabeíneos.

Dentre os traços funcionais importantes no grupo dos besouros escarabeíneos estão aqueles relacionados ao comportamento (alocação de recursos, dieta e período de atividade) e às variações morfológicas (tamanho, forma e biomassa). Com isso, os besouros rola-bosta são um bom modelo para estudos de diversidade funcional devido à sua alta plasticidade fenotípica, ou seja, possuem capacidade de alterar a sua morfologia ou fisiologia de acordo com as condições ambientais e disponibilidade de recursos (MARTELETO et al., 2009). Diferentes combinações dessas características conferem distintas capacidades competitivas entre as espécies, podendo reduzir a concorrência direta e permitir a coexistência de espécies diferentes (HUTCHINSON & MACARTHUR, 1959). O empobrecimento das comunidades de besouros escarabeíneos implica em uma ruptura nos importantes serviços ecológicos que estes oferecem, principalmente em áreas antropizadas.

A Mata Atlântica, ao lado de outras 33 regiões localizadas em diferentes partes do planeta, foi apontada como um dos *hotspots* mundiais, ou seja, uma das prioridades para a conservação de biodiversidade em todo o mundo (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2004; CORTEZ, 2021) e quando se fala em mata atlântica em território brasileiro, os sucessivos impactos resultantes de diferentes ciclos de exploração, da concentração da população e dos maiores núcleos urbanos e industriais levaram a uma drástica redução na cobertura vegetal natural, que resultou

em paisagens, hoje, fortemente dominadas pelo homem (FONSECA, 1985; DEAN, 1996; CÂMARA, 2003; HIROTA, 2003; MITTERMEIER et al., 2004). Dentre as consequências dessa pressão antrópica, a perda e degradação de habitats figuram entre os principais fatores responsáveis pela extinção de espécies e consequente perda de biodiversidade do planeta (KRAUSS et al., 2010; MANTYKA-PRINGLE; MARTIN; RHODES, 2012; CORTEZ, 2021). É difícil fazer generalizações sobre os efeitos da fragmentação, uma vez que observamos respostas variadas entre os táxons (LAURANCE et al., 2002; LAURANCE, 2004; EWERS; DIDHAM, 2006; FISCHER; LINDENMAYER, 2007; LAURANCE, 2008; CORTEZ, 2021).

Apesar da quantidade de informações disponíveis, ainda é necessário compreender mais detalhadamente como as comunidades respondem ao processo de fragmentação e perda de habitat em florestas tropicais. Nesse sentido, a Mata Atlântica oferece um bom contexto para esse tipo de estudo, visto que, hoje, ela representa um dos grandes exemplos de paisagens fragmentadas do planeta. Com quase 90% de sua cobertura original tendo sido convertida e 80% dos fragmentos remanescentes com 50ha ou menos (RIBEIRO et al., 2009; RIBEIRO et al., 2011; CORTEZ, 2021).

Esse trabalho representa uma contribuição para a compreensão da diversidade funcional dos besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) em um fragmento de Mata Atlântica, investigando as respostas acerca da funcionalidade dos grupos formados para melhor entendimento da área de estudo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a diversidade funcional da comunidade de besouros escarabeíneos da Estação Ecológica do Tapacurá, PE.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

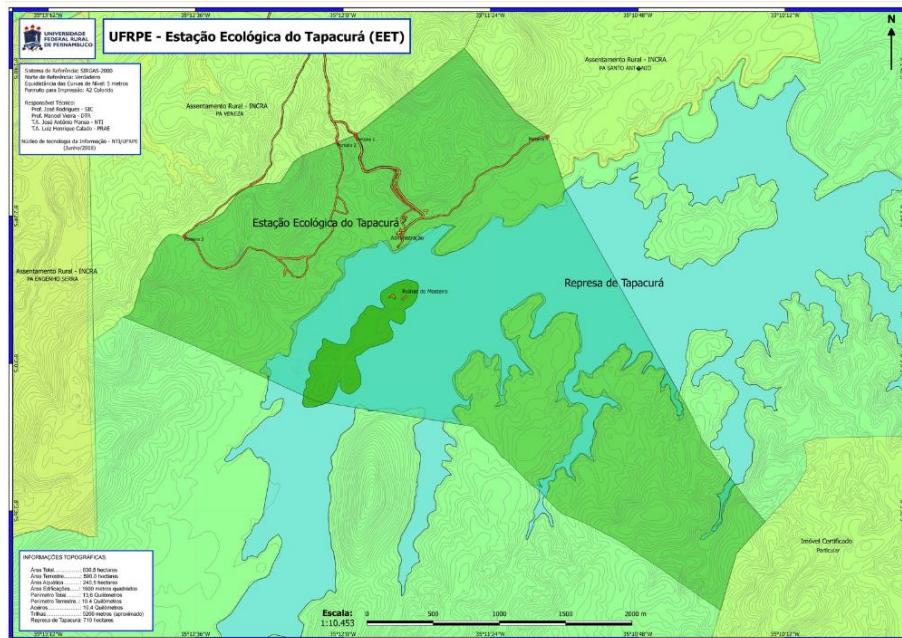
- Inventariar a fauna de besouros escarabeíneos da Estação Ecológica do Tapacurá;
- Calcular a biomassa média das espécies de besouros escarabeíneos e classificá-los de acordo com o tamanho;
- Determinar a preferência alimentar das espécies de besouros escarabeíneos;
- Categorizar os besouros escarabeíneos da estação Ecológica do Tapacurá quanto às guildas de alocação de recurso;
- Identificar os grupos funcionais presentes na comunidade de besouros escarabeíneos da estação Ecológica do Tapacurá de acordo com os traços funcionais selecionados (biomassa, preferência alimentar e alocação de recursos).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de realização do presente estudo foi na Estação Ecológica do Tapacurá (EET), localizada no estado de Pernambuco, no município de São Lourenço da Mata ($08^{\circ}01'S$, $35^{\circ}11'W$) (PRIMO, 2013). A EET abrange uma área de 776ha (UFRPE 2019), composta por três fragmentos de Mata Atlântica: Mata do Toró, Mata do Alto da Buchada e Mata do Camucim (Fig.1); O clima na região é quente e úmido, com período chuvoso de março a julho e seco de agosto a fevereiro, e precipitação média anual de 1.800mm/ano (BRAGA et al., 2010). A floresta é classificada como Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, com uma vegetação de mata seca e predominantemente arbórea (COELHO, 1979; ALMEIDA & OLIVEIRA, 2009).

Figura 1. Mapa da área correspondente à Estação Ecológica do Tapacurá, São Lourenço da Mata-PE.



Fonte: UFRPE Files(NTI-UFRPE), 2018.

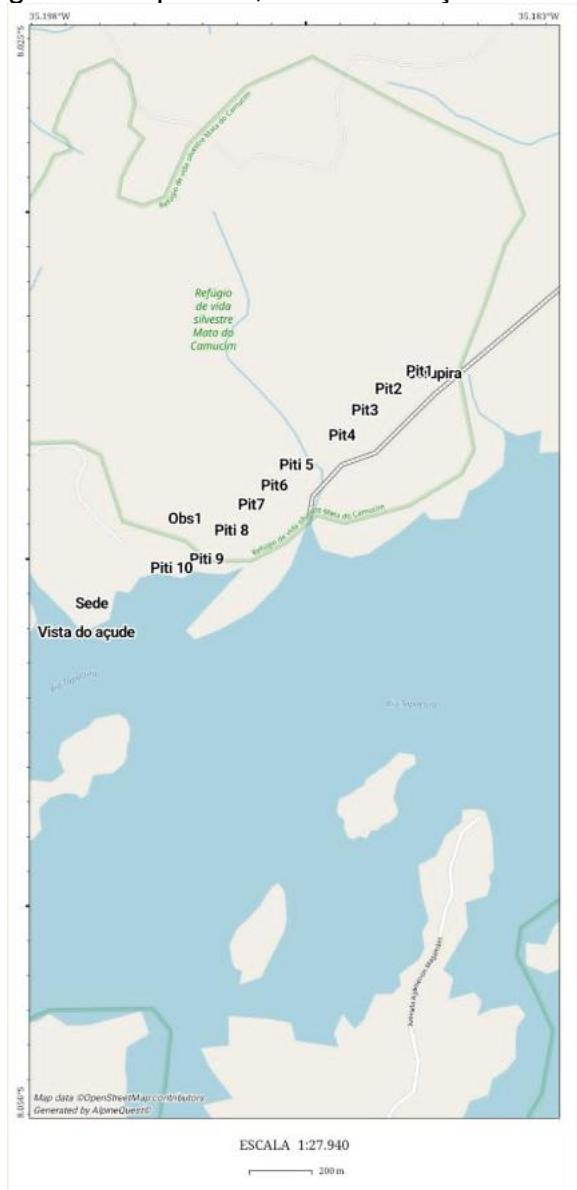
Antes da definição da área protegida, o local sofreu alterações antrópicas em razão do estabelecimento de sítios, circulação de pessoas e veículos, caça, retirada de madeira e introdução de espécies exóticas. Apesar das modificações ocorridas no

passado, a estação abriga espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, sua vegetação atualmente é composta por floresta secundária com mais de 30 anos de regeneração (FERRAZ et al., 2012).

3.2 AMOSTRAGEM

Foram realizadas duas coletas no ano de 2023 na Estação Ecológica do Tapacurá: uma durante a estação seca (fevereiro) e outra durante a estação chuvosa (março). Ao todo, estabeleceram-se dez pontos de coleta, distribuídos de forma a criar um transecto, com uma distância mínima de 100m entre eles (Fig.2). Em cada ponto, instalaram-se duas armadilhas de queda (do tipo *pitfall*), totalizando 20 armadilhas. Em cada ponto, cada armadilha continha uma das duas iscas distintas para atrair besouros escarabeíneos: fezes humanas frescas ou baço bovino em decomposição. A quantidade aproximada de 30g de cada isca foi usada por armadilha. As armadilhas de queda (*pitfall*) consistiram em recipientes plásticos (garrafas PET de 2L) com dimensões de 20cm de altura por 9,5cm de diâmetro. Esses recipientes foram enterrados no solo, com a borda superior ao nível do solo ou ligeiramente abaixo. Um funil invertido (parte superior de outra garrafa PET) foi colocado dentro de cada recipiente para evitar que os besouros capturados escapassesem. As iscas de fezes foram colocadas em potes plásticos com tampa de malha fina, fixados no interior das armadilhas. As iscas de baço ficaram suspensas em suportes metálicos perfurados (5 x 5 x 5cm), centralizados em relação às armadilhas, a uma altura de cerca de 10cm. Para proteger as armadilhas da chuva, ressecamento das iscas e entrada de material no seu interior (serapilheira), um disco de isopor com 20cm de diâmetro foi suspenso a cerca de 15cm acima do solo por hastas de madeira. As armadilhas permaneceram expostas por 48h em cada coleta. Após esse período, os besouros capturados foram coletados, colocados em recipientes com álcool 70%, etiquetados e transportados para o Laboratório de Entomologia da UFRPE. Em laboratório, os besouros foram fixados em alfinetes entomológicos ou acondicionados em mantas entomológicas. Os exemplares identificados serão depositados na Coleção Entomológica Dr. Mário Bezerra de Carvalho (CEMAB) do DB/UFRPE. A identificação das espécies foi realizada usando chaves de identificação (por exemplo, Vaz-de-Mello et al., 2011), comparação com o material entomológico da UFPE e assistência de especialistas.

Figura 2 – Transecto com dez pontos amostrais distantes no mínimo 100m um do outro, para coleta de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), com pitfalls iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido por ponto, na Estação Ecológica do Tapacurá, São Lourenço da Mata-PE, em 2023.



Três características funcionais foram consideradas: biomassa, preferência alimentar e alocação de recursos. Esses traços funcionais ajudaram a identificar grupos funcionais dentro das espécies de Scarabaeinae, cada um impactando de maneira única o ecossistema. A biomassa seca foi obtida após os indivíduos passarem por um período de 48h em estufa a 50°C, permitindo calcular o peso em balança de precisão (0,001g), 30 indivíduos de cada espécie coletada. Para espécies com menos de 30 indivíduos, todos foram pesados (Fig.3). Besouros telecoprídeos com mais de 400mg e paracoprídeos com mais de 10mg foram considerados grandes,

segundo Doube (1990). A preferência alimentar foi determinada pela escolha da isca, categorizando os besouros em coprófagos (espécies em que pelo menos 80% dos indivíduos foram encontrados em armadilhas iscadas com fezes), necrófagos (espécies em que pelo menos 80% dos indivíduos foram encontrados em armadilhas iscadas com carne) ou generalistas, que são espécies que não se enquadram nos grupos anteriores. As guildas de alocação de recursos foram inferidas a partir de dados secundários de acordo com hábitos das espécies identificadas e de acordo com Scheffler (2002).

Figura 3. Processo de pesagem dos besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) coletados com pitfalls iscados na Estação Ecológica do Tapacurá, São Lourenço da Mata, PE, em 2023.



3.3 ANÁLISE DE DADOS

Para a obtenção da diversidade funcional, foram usados os dados contínuos em relação às características das espécies, como biomassa, preferência alimentar e alocação de recursos, com base na métrica Diversidade Funcional (FD, do inglês Functional Diversity). Essa medida consistiu na soma das distâncias entre os ramos de um dendrograma funcional, quantificando a extensão da complementaridade entre os valores das características das diferentes espécies, e quando houve uma maior diferença entre os valores, isso pode indicar uma maior complementaridade funcional. Um dendrograma funcional foi construído usando o método de agrupamento não ponderado por médias aritméticas entre pares (UPGMA, do inglês Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages). O comprimento total das ramificações desse dendrograma foi calculado para quantificar a diversidade funcional. Essas

análises foram executadas no software R 3.2.5, utilizando as funções gowdis, functcomp e dbFD do pacote FD.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer desta pesquisa, foram coletados um total de 940 besouros escaravelheiros, distribuídos de forma desigual entre as iscas de carne, com 763 indivíduos, e as iscas de fezes, com 177 indivíduos. As coletas foram realizadas em dois momentos distintos do ano, durante a estação seca, no mês de fevereiro, quando 442 besouros foram obtidos, e durante a estação chuvosa, em março, quando foram coletados 498 besouros. Destes, a maioria foi encontrada nas iscas de carne, com 352 besouros em fevereiro e 411 em março, enquanto as iscas de fezes apresentaram 90 besouros em fevereiro e 87 em março. A análise taxonômica revelou a presença de cinco tribos de besouros, oito gêneros e 19 espécies. Entre as tribos, as mais abundantes estão Deltochilini, Dichotomiini e Ateuchini. Além disso, foram identificadas diferentes guildas, que incluem gêneros como *Canthon*, *Deltochilum* (telecoprídeos), *Coprophanaeus*, *Dichotomius*, *Ateuchus* e *Canthidium* (paracoprídeos), bem como *Eurysternus* (endocoprídeo). Foi notável também a diversidade de tamanhos entre os besouros coletados, categorizando-os como grandes (*Coprophanaeus*, *Dichotomius* e *Deltochilum*) e pequenos (*Ateuchus*, *Canthon*, *Eurysternus* e *Canthidium*) (Fig.4). Além disso, observou-se diferentes preferências alimentares, incluindo hábitos necrófagos, coprófagos e indivíduos com hábitos generalistas. A maioria dos besouros coletados, equivalente a 81,17%, demonstrou um hábito necrófago. Esses achados ressaltam a riqueza e a diversidade da comunidade de besouros escaravelheiros neste ambiente quando para um fragmento de mata atlântica tão antropizada, além de destacar a importância de fatores sazonais e de preferências alimentares na distribuição e comportamento desses insetos. A diversidade de escaravelheiros encontrada condiz com a de outros estudos realizados na região Neotropical (BACH et al., 2023; LIMA et al., 2022; NORIEGA et al., 2020; CAVALCANTI, 2023). A diversidade dos besouros escaravelheiros depende predominantemente de: 1) composição de espécies de mamíferos, que pode ter efeitos quantitativos nos grupos funcionais destes insetos e; 2) características ambientais e climáticas (BOGONI et al., 2018; MOURA, 2022). A

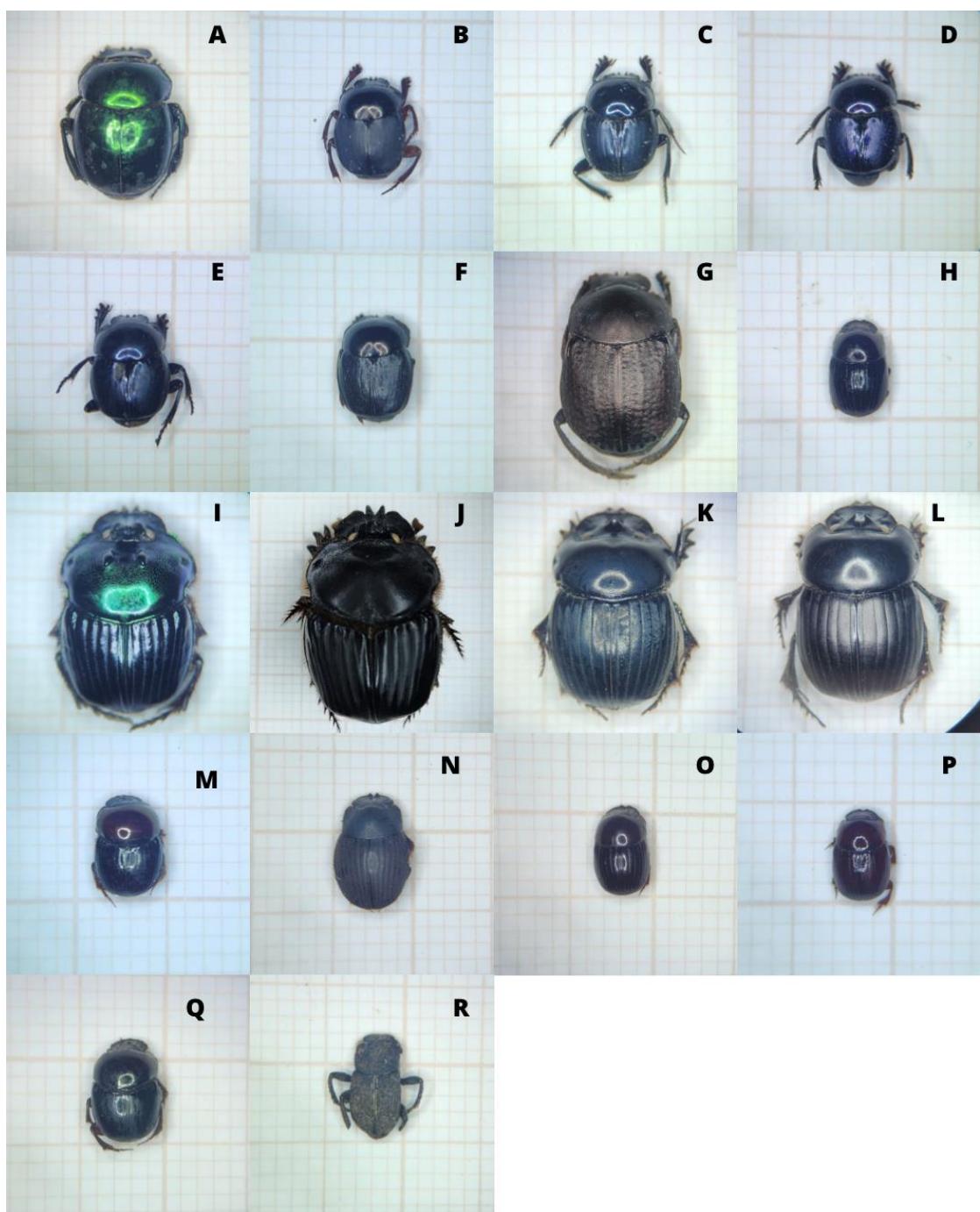
maior parte delas está associada às formações florestais. Além disso, o tamanho e isolamento dos remanescentes de Mata Atlântica, são fatores que afetam a defaunação, onde áreas muito pequenas e isoladas podem não ser suficientes para garantir a sobrevivência das espécies (BOGONI et al., 2018; MOURA, 2022).

No entanto segundo RAMOS (2019) foi produzido levantamento de mastofauna feito na ESEC do Tapacurá mostrando que dos mamíferos que ainda existem no local, a maior parte pertence à ordem Carnívora, o que facilita a presença de carcaças no ambiente.

Tabela 1. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) coletados com pitfalls iscados na Estação Ecológica do Tapacurá, São Lourenço da Mata, PE, em 2023.

Tribo espécie	Seca		Chuvosa		TOTAL
	Fezes	Carne	Fezes	Carne	
Deltochilini					
<i>Canthon terciae</i> Nunes & Nunes & Vaz-de-Mello, 2020	27	138	32	127	324
<i>Canthon nigripennis</i> Lansberge, 1874		20		25	45
<i>Canthon</i> sp.1	1	11		5	17
<i>Canthon</i> sp.2	1	16	1	9	27
<i>Canthon</i> sp.3		2			2
<i>Canthon</i> sp.4		8		5	13
<i>Deltochilum kolbei</i> Paulian, 1938	2	71	3	144	220
<i>Anomiopus</i> sp.	1				1
Phaneini					
<i>Coprophanaeus</i> sp.		1	1	1	3
<i>Coprophanaeus cyanescens</i> (d'Olsoufieff, 1924)		6		22	28
Dichotomini					
<i>Dichotomius guaribensis</i> Valois, Vaz-de-Mello & Silva, 2017	19	39	23	55	136
<i>Dichotomius geminatus</i> (Arrow, 1913)	6	2	3	2	13
Ateuchini					
<i>Ateuchus</i> sp.1	4	5	15	1	25
<i>Ateuchus</i> sp.2	6	14	2	12	34
<i>Ateuchus</i> sp.3		8			8
<i>Ateuchus</i> sp.4			6	2	8
<i>Ateuchus</i> sp.5	1		1		2
Eurysternini					
<i>Eurysternus nigrovirens</i> Génier, 2009	22	10		1	33
Incertae sedis					
<i>Canthidium</i> sp.		1			1
Abundância total		90	352	87	411
Riqueza total		11	16	10	14
					19

Figura 4. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) coletados com pitfalls iscados na Estação Ecológica do Tapacurá, São Lourenço da Mata, PE, em 2023. Guildas telecoprídeas (*Canthon* e *Deltochilum*), Endocoprídeas (*Eurysternus*) e Paracoprídeas (*Coprophanaeus*, *Dichotomius*, *Ateuchus*, *Canthidium*). (A) *Canthon terciae*, (B) *Canthon nigripennis*, (C) *Canthon* sp.1, (D) *Canthon* sp.2, (E) *Canthon* sp.3, (F) *Canthon* sp.4, (G) *Deltochilum kolbei*, (H) *Anomiopus* sp., (I) *Coprophanaeus* sp., (J) *Coprophanaeus cyanescens*, (K) *Dichotomius guaribensis*, (L) *Dichotomius geminatus*, (M) *Ateuchus* sp.1, (N) *Ateuchus* sp.2, (O) *Ateuchus* sp.3, (P) *Ateuchus* sp.4, (Q) *Ateuchus* sp.5, (R) *Eurysternus nigrovirens*.



A obtenção de dados para a elaboração do dendrograma foi feita após o agrupamentos dos dados acerca dos pontos necessários tamanho (que se equivale a biomassa), preferência alimentar e alocação de recurso onde com com base na métrica Functional Diversity (FD), foi possível formar os grupos funcionais e obteve-se cinco grupos sendo separados por maior equivalência em relação às características das espécies (Tab.2), como por exemplo: o grupo funcional 1 (GF1) tem espécies com indivíduos de tamanho grande, telecoprídeo, necrófago, e espécies com tamanho pequeno, telecoprídeos e necrófragos, compartilhando dois dos três atributos funcionais necessários para fazer parte do grupo funcional, alocação de recurso telecoprídea e preferência alimentar necrófaga. A partir desses dados o dendrograma foi elaborado com 18 das 19 espécies coletadas no trabalho, a única espécie não trabalhada nos grupos e no dendrograma foi *Anomiopus* sp., pois a mesma não tem biologia bem definida e não se sabe sobre a alocação de recurso da espécie e nesse trabalho o um único indivíduo foi coletado não podendo também definir a preferência alimentar.

Dos cinco grupos funcionais, dois agrupam mais espécies com sete cada, um agrupou duas e dois agruparam uma. Foram distintos inicialmente dois grandes grupos, à esquerda do dendrograma, representado apenas pelo Grupo Funcional 1 estão os besouros predominantemente Telecoprídeos e Necrófagos; e à direto do dendrograma os besouros Paracoprídeos/Endocoprídeos e Coprófagos/Generalistas. Podendo se observar que os indivíduos Necrófagos são maioria e se apresentam mais especializados na área de pesquisa, em contrapartida os estritamente Coprófagos quase não são representados. O grupo da direita pode ser subdividido em mais dois grupos, sendo um formado exclusivamente por uma única espécie Endocoprídea e o outro por espécies Paracoprídeas, das quais se separam ainda três grupos de acordo com a preferência alimentar (coprófagos, necrófagos e generalistas).

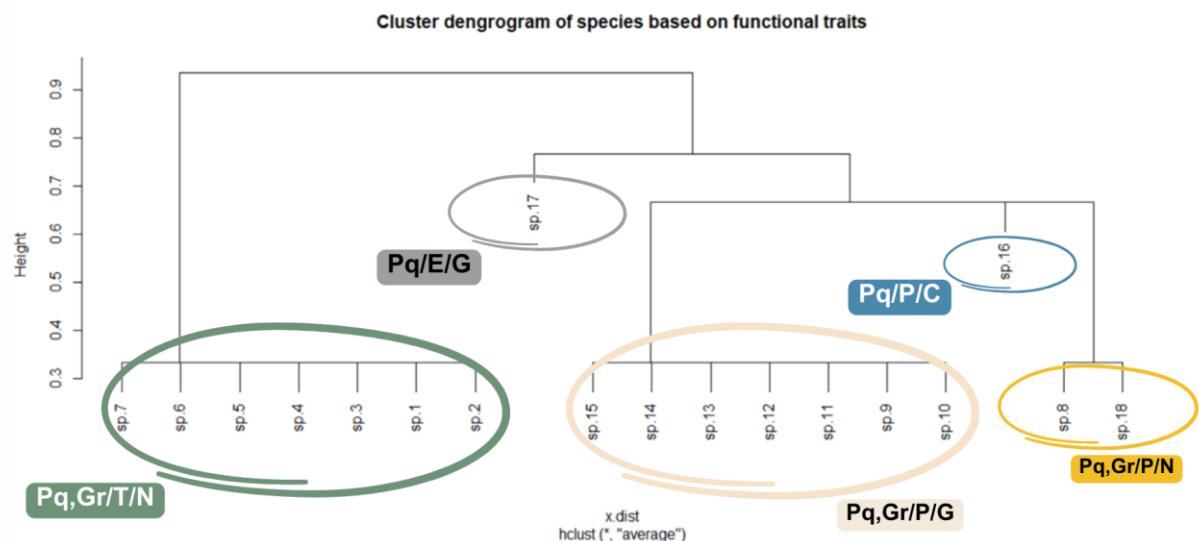
Pode-se observar que o grupo funcional com espécie exclusivamente coprófaga, foi formado por uma única espécie que foi *Atheucus* sp.5 (no dendrograma representado como “sp.16”), O grupo funcional de Paracoprídeos coprófagos, ainda pode ter a função mantida pelos paracoprídeos generalistas, pois compartilham os traços funcionais, já o grupo funcional com espécie endocoprídeo representada por *Eurysternus nigrovirens* (no dendrograma é representado por “sp.17”) é mais frágil e pode, após algum tipo de perturbação, desaparecer da área, perdendo a função no

ambiente pois não se tem espécies que compartilham traços que possam suprir a funcionalidade no habitat de estudo.

Tabela 2. Grupos funcionais e atributos funcionais das espécies de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) coletados com pitfalls iscados na Estação Ecológica do Tapacurá, São Lourenço da Mata, PE, em 2023.

Grupo funcional	Código	Espécie	Biomassa (g)	Tamanho	Alocação de recurso	Preferência alimentar
1	sp.1	<i>Canthon terciae</i> Nunes & Nunes & Vaz-de-Mello, 2020	0,034	Pequeno	Telecoprídeo	Necrófago
	sp.2	<i>Canthon nigripennis</i> Lansberge, 1874	0,0135	Pequeno	Telecoprídeo	Necrófago
	sp.3	<i>Canthon sp. 1</i>	0,017	Pequeno	Telecoprídeo	Necrófago
	sp.4	<i>Canthon sp. 2</i>	0,021	Pequeno	Telecoprídeo	Necrófago
	sp.5	<i>Canthon sp. 3</i>	0,0195	Pequeno	Telecoprídeo	Necrófago
	sp.6	<i>Canthon sp. 4</i>	0,013	Pequeno	Telecoprídeo	Necrófago
	sp.7	<i>Deltochilum kolbei</i> Paulian, 1938	0,405	Grande	Telecoprídeo	Necrófago
2	sp.17	<i>Eurysternus nigrovirens</i> Génier, 2009	0,0155	Pequeno	Endocoprídeo	Generalista
3	sp.9	<i>Coprophanaeus sp.</i>	0,278	Grande	Paracoprídeo	Generalista
	sp.10	<i>Dichotomius guaribensis</i> Valois, Vaz-de-Mello & Silva, 2017	0,0855	Grande	Paracoprídeo	Generalista
	sp.11	<i>Dichotomius geminatus</i> (Arrow, 1913)	0,152	Grande	Paracoprídeo	Generalista
	sp.12	<i>Ateuchus sp. 1</i>	0,01	Pequeno	Paracoprídeo	Generalista
	sp.13	<i>Ateuchus sp. 2</i>	0,0135	Pequeno	Paracoprídeo	Generalista
	sp.14	<i>Ateuchus sp. 3</i>	0,006	Pequeno	Paracoprídeo	Generalista
	sp.15	<i>Ateuchus sp. 4</i>	0,0085	Pequeno	Paracoprídeo	Generalista
4	sp.16	<i>Ateuchus sp. 5</i>	0,0125	Pequeno	Paracoprídeo	Coprófago
5	sp.8	<i>Coprophanaeus cyanescens</i> (d'Olsoufieff, 1924)	0,3985	Grande	Paracoprídeo	Necrófago
	sp.18	<i>Canthidium sp.</i>	0,009	Pequeno	Paracoprídeo	Necrófago

Figura 4. Dendograma dos grupos funcionais de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) coletados com pitfalls iscados na Estação Ecológica do Tapacurá, São Lourenço da Mata, PE, em 2023. (Legenda : Pq = Pequeno; Gr= Grande; E = Endocoprido; P =Paracoprido; T= Telecoprido; C= Coprófago; G= Generalista; N= Necrófago).



As consequências de distúrbios à biodiversidade são usualmente investigadas usando medidas de diversidade (como a riqueza de espécies ou índices de Shannon ou Simpson) que não levam em conta que algumas espécies são mais diferentes que outras quanto às características de suas histórias de vida ou nichos ecológicos (CHALCRAFT & RESETARITIS, 2003; CHOWN et al., 2004). Por outro lado, a diversidade funcional incorpora as similaridades ecológicas entre as espécies coexistentes em uma comunidade (TILMAN, 2001). Dessa maneira, medidas de diversidade funcional podem ser usadas para representar a estrutura fenotípica das comunidades (GÓMEZ et al., 2010). Essa perspectiva conecta dois elementos essenciais da biodiversidade: a abundância e a configuração de espécies.

Essa estruturação é usualmente interpretada como um resultado de dois mecanismos distintos: filtro ambiental, em que espécies coexistentes tendem a ser mais similares do que se esperaria ao acaso, pois as condições ambientais atuam como um filtro selecionando e possibilitando a persistência de um espectro

relativamente pequeno de traços funcionais das espécies (KEDDY, 1992); e similaridade limitante, que limita a diversidade de espécies funcionalmente similares. A diversidade funcional pode nos ajudar a esclarecer os processos que determinam o funcionamento das comunidades, pois é um conceito que liga organismos e comunidades por meio de mecanismos como complementaridade no uso de recursos e facilitação (PETCHY & GASTON 2006). Sendo assim, torna-se importante a análise das relações entre a estrutura ambiental e a diversidade funcional das espécies, pois distúrbios na fauna local (como antropização) podem afetar a diversidade funcional por meio de modificações na estrutura do ambiente.

A perda das interações bióticas em áreas tropicais, sujeitas a perturbações de origem antrópica, é um problema de conservação muito mais sutil que a extinção de espécies. (JANZEN, 1974), a rápida (em tempo ecológico) remoção antrópica de alta biomassa ou de diversas espécies da fauna de um ecossistema, fenômeno este definido como defaunação (DIRZO & MIRANDA 1991), a existência de uma defaunação diferenciada, ou seja, espécies animais de médio e grande porte devem ser as primeiras as serem afetadas (BODMER 1995; PERES 2000, 2001; DIRZO 2001). A defaunação na mata atlântica, têm trazido ainda mais perdas para a mastofauna da região. O centro de endemismo de Pernambuco (CEP), onde a Estação Ecológica do Tapacurá está inserida, é um dos locais mais críticos no quesito defaunação, onde uma quantidade significativa dos mamíferos de grande porte e alguns de médio porte estão localmente extintos (BOGONI et al., 2018; GARBINO et al., 2018; CAVALCANTI, 2023), diminuindo a disponibilidade de excrementos como recurso alimentar para os escaravelheiros (CULOT et al., 2013; CAVALCANTI, 2023). Habitats altamente fragmentados resultaram em comunidades de besouros escaravelheiros empobrecidas, com distribuição alterada da abundância, além de apresentar redução no tamanho corporal médio dos indivíduos (NICHOLS et al., 2007; FILGUEIRAS; IANNUZZI; LEAL, 2011; CORTEZ, 2021). A baixa divergência funcional encontrada em áreas degradadas é uma resposta a ambientes perturbados, onde as espécies mais comuns competem por recursos semelhantes. Espécies que poderiam levar a uma maior divergência funcional não conseguiram estabelecer-se em grande número, devido à fase inicial da sucessão ecológica na qual o ambiente se encontra (ROCHA, et al., 2018). Rola-bosta menores são mais abundantes em áreas desmatadas (VULINEC, 2002; OLIVEIRA, 2023), provavelmente sendo mais

resistentes que os besouros maiores e por necessitarem de uma menor quantidade de recursos para sua manutenção (OLIVEIRA, 2023).

Com isso a captura de espécimes menores vai de encontro com a pressão gerada por essa alta antropização na área de estudo, como também a falta de mamíferos de grande e médio porte, pressionando os escarabeíneos da Estação Ecológica do Tapacurá apresentar essa redução corporal.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo desempenhou um importante papel no entendimento acerca dos besouros escarabeíneos no fragmento de Mata Atlântica presente na Estação Ecológica do Tapacurá. A representação das guildas e grupos funcionais destaca a resiliência e a variedade de espécies presentes no ecossistema. Apesar do déficit observado em espécies estritamente coprófagas e besouros em sua maioria pequenos, os resultados sugerem que a biodiversidade de escarabeíneos ainda desempenham um papel significativo na manutenção dos serviços ecossistêmicos na área tendo presente uma espécie do gênero *Eurysternus* é um indicativo de boa qualidade ambiental, porém se a espécie *Eurysternus nigrovirens* desse mesmo gênero sendo endocoprídeo deixar de estar presente na Estação Ecológica à funcionalidade será perdida, por isso é necessário que mais pesquisas sejam feitas na área para melhor entendimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUDINO, L.D. 2007. Resposta da comunidade de Scarabaeidae à degradação e substituição de área de campo nativo por pastagem cultivada na região da Campanha, município de Bagé, RS. Monografia de graduação. Universidade da Região da Campanha, 67p.
- ANDRESEN E (2002) Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers Ecol Entomol 27: 257-270
- ALMEIDA, A. V., OLIVEIRA, M. A. B. A história da Estação Ecológica do Tapacurá (São Lourenço da Mata, PE) baseada no relatório de Vasconcelos Sobrinho de 1976. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2009. 61p.
- BACH, A.; MATEUS, L. A. F.; PERES, C. A.; HAUGAASEN, T.; LOUZADA, J.; HAWES, J. E.; AZEVEDO, R. A.; LUCENA, E. F.; FERREIRA, J. V. A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Bait attractiveness changes community metrics in dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Ecology and Evolution*, 2023. 13, e9975.
- BODMER, R.E. 1995. Managing Amazonian wildlife: biological correlates of game choice by detribalized hunters. *Ecological Applications* 5: 872-877.
- BOGONI, J.A., PIRES, J.S.R., GRAIPEL, M.E., PERONI, N. & PERES, C.A. Wish you were here: How defaunated is the Atlantic Forest biome of its medium- to largebodied mammal fauna? *Plos One*. 13, 1–23. 2018
- BRAGA, R.A.P.; MONTENEGRO, S.M.G.; CABRAL, J.J.S.P. & AZEVEDO, J.R.G. 2010.
- CÂMARA, I. G. 2003. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In C. GalindoLeal & I. G. Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. p. 31-42. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press. Washington, D.C.
- CAVALCANTI, J.F. Diversidade e período de atividade de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) da Estação Ecológica do Tapacurá. 2023. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2023.
- CELI, Y., DÁVALOS, A. 2001. Manual de monitoreo: Los escarabajos peloteros como indicadores de la calidad ambiental. Quito, EQ. EcoCiencia. 71p.
- COÊLHO, A. G. M. As aves da Estação Ecológica do Tapacurá, Pernambuco. *Notulae Biologicae* 2 a ed. Recife, 1979. p.1-18.

- CORDOBA-TAPIA F, ZAMBRANO L. La diversidade funcional em la ecologia de comunidades. *Ecosistemas*. 2015; 24(3): 78-87
- L. O. (2021). Perda e fragmentação de habitat da Mata Atlântica: Efeitos locais e da paisagem sobre a comunidade de rola-bostas (Coleoptera: Scarabaeinae).
- CULOT, L.; BOVY, E.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; GUEVARA, R.; GALETTI, M. Selective defaunation affects dung Beetle communities in continuous Atlantic rainforest. *Biological Conservation*, 2013. 163: 79-89.
- CHALCRAFT, D. R. & RESETARITIS, J. W. J. 2003. Mapping functional similarity of predators on the basis of trait similarities. *American Naturalist* 162: 390-402.
- CHOWN, S. L., GASTON, K. J. & ROBINSON, D. H. 2004. Macrophysiology: large-scale patterns in physiological traits and the ecological implications. *Functional Ecology* 18: 159-167.
- DA SILVA, Pedro Giovâni; GARCIA, M. A. R.; VIDAL, Mariana Brasil. Espécies de besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) da Região da Campanha do Rio Grande do Sul. *Rev. Ciências Agroveterinárias*, v. 7, p. 143-149, 2008.
- DAVIS A J, HOLLOWAY J D, HUIJBREGTS H (2001) Dung beetles as indicator of change in the forests of northern Borneo. *J Appl Ecol* 38: 593-616
- DEAN, W. (1996). A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Companhia das Letras, São Paulo
- DIRZO, R. AND A. MIRANDA. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. Pp
- DIRZO, R. 2001. Tropical Forests. Pp 251-276, in Global biodiversity in a changing environment. Scenarios for the 21st Century (F.S Chapin III, Oe. Sala and E. HuberSannwald, eds). Berlin: Springer. Ecological Studies. No. 152.
- DOUBE,B.M., 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecol. Entomol.* 15, 371-383.
- ENDRES, A. A.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; CREÃO-DUARTE, A. J. Considerações sobre *Coprophanaeus ensifer* (Germar) (Coleoptera, Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 2005. 49: 427–429.
- EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews*, v. 81, n. 4, p.117-142, 2006.

- FERRAZ, E. M. N.; MOURA, G. J. B.; CASTRO, C. C.; ARAUJO, E. L. Características Ambientais e Diversidade Florística da Estação Ecológica do Tapacurá. In: Geraldo Jorge Barbosa de Moura; Severino Mendes de Azevedo Júnior; Ana Carla Asfora El-Deir. (Org.). A Biodiversidade da Estação Ecológica do Tapacurá - Uma Proposta de Manejo e Conservação. 1 ed. Recife: UFRPE, 2012, v. 1, p. 63-97.
- FILGUEIRAS, B.K.C., Tabarelli, M., Leal, I.R., Vaz-De-Mello, F.Z. & Iannuzzi, L. Dung beetle persistence in human-modified landscapes: Combining indicator species with anthropogenic land use and fragmentation-related effects. *Ecological Indicators*, 55, 65–73. 2015.
- FILGUEIRAS, B. K. C.; IANNUZZI, L.; LEAL, I. R. Habitat fragmentation alters the structure of dung beetles communities in the Atlantic Forest. *Biological Conservation*, v. 144, n. 1, p. 362–369, 2011.
- FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, v. 16, n. 3, p. 265-280, 2007.
- FONSECA, G. A. B. (1985). The vanishing Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 34(17-34).
- GILL, B. D. 1991. Dung Beetles in American Tropical Forest, p. 211– 229. In: I. Hanski & Y. Cambefort (eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton. 481 p.
- GÓMEZ, J. P. et al.. 2010. A phylogenetic approach to disentangling the role of competition and hábitat filtering in community assembly of Neotropical forest birds. *Journal of Animal Ecology* 79: 1181-1192.
- HALFFTER, G.; EDMONDS, W.D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecologic and evolutive approach. México D.F.: Man and Biosphere Program UNESCO, 14p.
- HALFFTER, G. 1997. Subsocial behaviour in Scarabaeinae beetles. p. 237-259. In: CHOE, J. C. & CRESPI, B. J. (Eds.). *The Evolution of social behaviour in insects and arachnids*. Cambridge University Press, Cambridge. 552p.
- HALFFTER, G.; FAVILA, M.H. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera), an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology Internship* 27: 15-21.
- HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. 1966. The natural history of dung beetles of the

- subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomologica Mexicana* 12-14: 1–312.
- HANSKI, I.; Y. CAMBEFORT. Dung beetles ecology. New Jersey, Princeton University Press, 1991. 481 p
- HIROTA, M. M. 2003. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. In Galindo-Leal C. & I. G. Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. p. 60-65. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press. Washington, D.C.
- HUTCHINSON, G. E.; MACARTHUR, R. H. 1959. A theoretical ecological model of size distributions among species of animals. *The American Naturalist* 93: 117–125
- JANZEN, D.H. 1974. The deflowering of Central America. *Natural History* 83: 49-53.
- KEDDY, P. A. 1992. Assembly and response rules-2 goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science* 3: 157-164.
- KLEIN, B.C. 1989. Effects of Forest Fragmentation on Dung and Carrion Beetle Communities in Central Amazonia. *Ecology* 70: 1715–1725.
- KRAUSS, J.; BOMMARCO, R.; GUARDIOLA, M.; HEIKKINEN, R. K.; HELM, A.; KUUSSAARI, M. et al.. Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels. *Ecology Letters*, v. 13, p. 597–605, 2010.
- LAURANCE, W.F.; VASCONCELOS, H.L. Ecological consequences of forest fragmentation in the amazon. *Oecologia Brasiliensis* 13: 434–451. 2009.
- LAURANCE, W. F. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 359, n. 1443, p. 345-352, 2004.
- LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ, A. K. M.; SCHROTH, G.; FEARNSIDE, P. M.; VENTINCINQUE, E.; DA COSTA, C. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*, v. 29, n. 5/6, p. 737-748, 2002.
- LAURANCE, W. F. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation*, v. 141, n. 7, p. 1731- 1744, 2008.
- LARSEN, T., LOPERA, A. & FORSYTH, A. 2006. Extreme trophic and habitat specialization by Peruvian dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin* 60 (4): 315-324.
- LIMA, R. C.; HOFFMANN, M. VICENTE, R. E. Community Structure of Dung Beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) in The Atlantic Forest of the Reserva Natural Vale.

- Linhares, Espírito Santo, Brazil. *Biodiversidade Brasileira*, 2022. 12(4).
- MARTELETO, P. B. et al., (2009) Respostas fisiológicas, morfológicas e comportamentais de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) associadas ao consumo de diferentes variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Neotropical Entomology*, v. 38, n. 2, p. 178–185.
- MASON, NORMAN. ET AL.. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, Lund, v. 111, n.1, p. 112-118, out. 2005.
- MARTÍNEZ, A. 1959. Catalogo de los Scarabaeidae Argentinos (Coleoptera). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5: 1-126
- MARTÍN-PIERA, F. & LOBO, J.M. 1996. A comparative discussion of trophic preferences in dung beetles communities. *Miscellania Zoológica* 19: 13-31.
- MANTYKA-PRINGLE, C. S.; MARTIN, T. G.; RHODES, J. R. Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis. *Global Change Biology*, v. 18, p. 1239–1252, 2012.
- MITTERMEIER, R. A., P. R. Gil, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, J. BROOKS, C. G. MITTERMEIER, J. LAMOUREUX & G. A. B. FONSECA. 2004. *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Cemex. Washington, DC.
- MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- MOUILLOT D, GRAHAM NA, VILLÉGER S. MASON NW, BELLWOOD D.R. A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in ecology & evolution*. 2013; (28): 167– 177.
- NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A.L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M.; VULINEC, K. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation*, v. 137, p. 1–19, 2007.
- NORIEGA, J. A.; ZAPATA-PRISCO, C.; GARCÍA, H.; HERNÁNDEZ, E.; HERNÁNDEZ, J.; MARTÍNEZ, R.; SANTOS-SANTOS, J. H.; PABLO-CEA, J. D.; CALATAYUD, J. Does ecotourism impact biodiversity? Na assessment using dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) as bioindicators in a tropical dry forest natural park. *Ecological Indicators*, Volume 117, 2020, 106580, ISSN 1470-160X.

- OLIVEIRA-FILHO A T, RATTER J A (2002) Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome, p.91-120. In Oliveira P S, Marquis R J (eds) The cerrados of Brazil – ecology and natural history of a neotropical savanna. University Presses of California, Columbia and Princeton, New York, 424p.
- OLIVEIRA, B. R. D. G. D. (2023). Respostas funcionais a distúrbios antrópicos e a importância de traços selecionados: um estudo de caso usando besouros rola-bosta em uma área degradada.
- OTRONEN, M. 1988. Intra- and intersexual interactions at breeding burrows in the horned beetle, *Coprophanaeus ensifer*. *Animal Behaviour* 36: 741–748
- PERES, C.A. 2000. Effects of subsistence hunting on vertebrate community structure in Amazonian forests. *Conservation Biology* 14: 240-253.
- PERES, C.A. 2001. Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazonian forest vertebrates. *Conservation Biology* 15: 1490-1505.
- PETCHEY, O.L. & GASTON, K.J. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecol. Lett.* 9(6):741-758.
- PRIMO LM, DUARTE JÁ, MACHADO IC (2013) Hawkmoth fauna (Sphingidae, Lepidoptera) in a semi-deciduous rainforest remnant: composition, temporal fluctuations, and new records for northeastern Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc* 85: 77-88
- RAMOS, D. M. S. Levantamento e monitoramento de mastofauna da Estação Ecológica de Tapacurá, Pernambuco, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso. Recife, Pernambuco, Brasil. 2019. 28 p
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining Forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, p. 1141–1153, 2009.
- RIBEIRO, M. C.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M.; SCARANO, F.; FORTIN, M.J. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos F. E., Habel J. C. (ed) *Biodiversity hotspots*. Springer, Berlin, p. 405–434, 2011.
- ROOT, R. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37: 317–350.
- SILVA, P.G.; GARCIA, M.A.R. & VIDAL, M.B. 2009A. Adultos de Scarabaeidae sensu stricto (Coleoptera) coletados em áreas naturais de campo e de floresta, em Bagé,

- RS. Revista de Ciências Agroveterinárias 8 (1): 62-65.
- SOUZA, M.R. 2022. Padrão de distribuição de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) na Mata Atlântica e Caatinga. 46p. Trabalhos de Conclusão de Curso. Recife-PE, UFPE.
- SCHEFFLER, P. Y. 2002. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) ecology in the intact and modified landscape of Eastern Amazonian. Thesis of Doctored in Ecology, The Pennsylvania State University.
- TILMAN, D. 2001. Functional diversity. Em Levin, S. A. Encyclopaedia of biodiversity. Academic, San Diego. Pp. 109-120.
- Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Disponível em: <http://www.ufrpe.br/br/content/campi-avan%C3%A7ados>.
- Usos da terra e suas implicações sobre o reservatório da Barragem na Bacia do Rio Tapacurá. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M. & Albuquerque, U.P. (Orgs.). Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo. Nupeea. Bauru. Pp. 361–402.
- VILLÉGER, SJ, RAMOS-MIRANDA J, FLORES-HERNANDEZ D, MOUILLOT D. Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. Ecological Applications. 2010; 20: 1512-1522