UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE BIOCIÊNCIAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

THALITA MARIA SANTOS BARBOSA

INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE HABITAT E DA PAISAGEM CIRCUNDANTE NA COMUNIDADE DE BESOUROS ROLA-BOSTA (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EM BREJOS DE ALTITUDE

RECIFE

2025

THALITA MARIA SANTOS BARBOSA

INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE HABITAT E DA PAISAGEM CIRCUNDANTE NA COMUNIDADE DE BESOUROS ROLA-BOSTA (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EM BREJOS DE ALTITUDE

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dra. Luciana Iannuzzi
Coorientador: Me. Matheus L. B. Feitosa

RECIFE
2025

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

Barbosa, Thalita Maria Santos .
Influência dos tipos de habitat e da paisagem circundante na comunidade de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeinae) em Brejos de Altitude / Thalita Maria Santos Barbosa. - Recife, 2025.
35p : il., tab.

Orientador(a): Luciana Iannuzzi
Cooorientador(a): Matheus Leonydas Borba Feitosa
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2025.
Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Besouros rola-bosta. 2. Fragmentação florestal. 3. Ecologia de comunidades. 4. Urbanização. I. Iannuzzi, Luciana . (Orientação). II. Feitosa, Matheus Leonydas Borba. (Coorientação). IV. Título.

590 CDD (22.ed.)

THALITA MARIA SANTOS BARBOSA

INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE HABITAT E DA PAISAGEM CIRCUNDANTE NA COMUNIDADE DE BESOUROS ROLA-BOSTA (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) EM BREJOS DE ALTITUDE

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 21/07/2025

Nota: 8,6

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Luciana Iannuzzi
Universidade Federal de Pernambuco

Dr. Fábio Correia Costa
Universidade Federal de Pernambuco

Dr. João Carlos da Silva Regueira
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho ao meu marido, meus pais e minha irmã, que são meu guarda-chuva em meio às tempestades da vida.

AGRADECIMENTOS

Primordialmente quero agradecer a Deus por todo cuidado, zelo e bênçãos sobre minha vida durante todo o trajeto até aqui, sem Ele eu não sairia do lugar. “Que darei ao Senhor por todos os seus benefícios para comigo? (Salmos 116:12). Agradeço aos meus pais e a minha irmã por me carregar até aqui, segurando minhas mãos e me conduzindo no melhor caminho, orando por mim e me incentivando e cuidando, não me permitindo desistir.

Agradeço ao meu marido pelo amor, incentivo, alertas e cuidado durante todo percurso, me auxiliando e levantando nos dias difíceis, fingindo entender algo de biofísica e farmacologia para me ajudar a estudar para as provas. A ele que nunca mediu esforços para me ver chegar até aqui, me convencendo a não trancar o curso nos dias de surto. Tais atos jamais serão esquecidos, pois minha família me carregou e sei que me carregariam quantas vezes fossem necessárias, me aplaudindo de pé desde o início.

Sou profundamente grata à minha avó, dona Maria, que infelizmente não estará presente na conquista daquilo que ela acompanhou e torceu tanto desde o início. A perda dela durante a graduação me arrancou um pedaço mas, por ela, resolvi continuar com meus caquinhos porque tudo isso também é por ela. Te amo, vó.

Aos meus amigos da igreja, que oraram por mim e torceram, pelas piadinhas que me fizeram rir nos dias tensos, por me ajudarem com dúvidas sobre provas ou atividades, que foram essenciais na minha caminhada. Eles são rocha firme, onde não tenho medo em me firmar, além de amigos foram e são meus irmãos, bênçãos que Deus me deu.

Agradeço a Thaysa e Duda por serem minhas companhias durante todo difícil momento do EAD, na pandemia, por toda ajuda e apoio. Elas foram essenciais para a minha adaptação e ponta pé inicial na vida acadêmica. Inclusive, saudades de Thaysa e gostaria que ela tivesse continuado conosco para nos formarmos juntas. Agradeço também ao meu amigo Renan pelas boas conversas e pelo apoio de sempre.

À minha amiga Evelyn, que chegou de mansinho quase no meio da graduação e nunca soltou minha mão por nada, que me defendia nas mesas de fofoca e não permitiu

que diferenças políticas ou religiosas nos separassem. A ela que nunca me deixou para trás e sempre estava disposta a ouvir meus áudios de murmuração de cinco minutos pra cima. Agradeço por todo apoio, por me ouvir reclamar todos os dias sobre as mesmas coisas na maioria das vezes, por não me deixar comer sozinha no RU e por sempre trazer docinhos para mim, eles sempre melhoram meu dia (parece que ela sentia que eu precisava deles).

Minha eterna gratidão à minha Orientadora Prof. Dra. Luciana Iannuzzi, o anjo que Deus enviou para mim durante um processo difícil de saída de laboratório. A ela que me acolheu com tanto amor e carinho, com toda paciência e compreensão, sempre tentando me entender. Por ter me apoiado durante todas as fases que passamos juntas, pelos conselhos maravilhosos e por ser uma mãe para todos nós. Agradeço também a todo o LABTEI, cada um foi especial durante a jornada. Sou grata aos meus colegas Dr. Fábio Correia, Dr. João Regueira e Me. Lucas Matheus que aceitaram compor a minha banca do TCC e ao meu Coorientador Matheus Leonydas, sempre atencioso e disposto a sanar qualquer dúvida.

Finalmente, sou grata a Deus por ter me dado forças para suportar o processo, não permitindo que mal algum acontecesse, pelo contrário, me fazendo mais forte a cada período e me concedendo bênçãos sem medida.

RESUMO

Os besouros rola-bosta possuem importância em ecossistemas terrestres, participando da ciclagem de nutrientes do solo através de sua atividade de enterro de fezes de vertebrados. Esses animais podem ser utilizados para bioindicação de qualidade ambiental, devido a sua alta sensibilidade a habitats impactados por ação antrópica. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar como os diferentes tipos de habitats de um Brejo de altitude, influenciam a comunidade de besouros rola-bosta. Este estudo foi realizado nas cidades de Bananeiras e Solânea, localizadas em regiões de montanha, no estado da Paraíba. A coleta ocorreu em maio de 2023, durante o período chuvoso do ano, através do uso de armadilha de queda (*pitfall traps*) iscadas com fezes suínas. Foram instaladas 60 armadilhas, distribuídas em três tipos de habitats: floresta, área verde e cidade. Para verificar a normalidade e homocedasticidade dos dados, foram usados os testes Shapiro-Wilk e Barlett. Abundância e riqueza de espécies de besouros rola-bosta foram comparadas entre os tipos de habitats por meio do Kruskal-Wallis. Após apresentar diferença significativa, realizou-se uma análise post hoc com o uso do teste de Dunn com a finalidade de identificar quais grupos apresentaram diferença significativa. Para investigar a influência das métricas de paisagem sobre a abundância e riqueza de espécies de besouros rola-bosta, foi empregado um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) com distribuição de Poisson. Foram coletados 639 indivíduos de 27 espécies de besouros rola-bosta. Abundância e riqueza de besouros rola-bosta diferiram entre a cidade e os demais habitats. Foi observado que o aumento da porcentagem de área urbana na paisagem circundante dos habitats reduz a abundância e riqueza de espécies de besouros rola-bosta. Foi possível concluir que a urbanização afeta os besouros rola-bosta, afetando negativamente suas comunidades.

Palavras chaves: Ação antrópica; Ecologia de comunidades; Fragmentação florestal; Urbanização.

ABSTRACT

Dung beetles are important in terrestrial ecosystems, participating in the cycling of soil nutrients through their activity of burial of vertebrate feces. These animals can be used for bioindication of environmental quality, due to their high sensitivity to habitats impacted by anthropogenic action. In this sense, the objective of this work is to analyze how the different types of habitats of an altitude swamp influence the community of cockshot beetles. This study was conducted in the cities of Bananeiras and Solânea, located in mountain regions in the state of Paraíba. The collection took place in May 2023, during the rainy season of the year, through the use of pitfall traps baited with pig feces. 60 traps were installed, distributed in three types of habitats: forest, green area and city. To verify the normality and homoscedasticity of the data, the Shapiro-Wilk and Barlett tests were used. Abundance and richness of beetle species were compared between habitat types through Kruskal-Wallis. After presenting a significant difference, a post hoc analysis was performed using the Dunn test in order to identify which groups showed a significant difference. To investigate the influence of landscape metrics on the abundance and richness of shit beetle species, a Mixed Generalized Linear Model (GLMM) with Poisson distribution was used. 639 individuals were collected from 27 species of beetles. Abundance and richness of beetles differed between the city and the other habitats. It was observed that the increase in the percentage of urban area in the surrounding landscape of the habitats reduces the abundance and richness of beetle species. It was possible to conclude that urbanization affects the shit beetles, negatively affecting their communities.

Keywords: Anthropic action; Ecology of communities; Forest fragmentation; Urbanization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização das cidades de Bananeiras e Solânea, no Estado da Paraíba. Seta amarela - localização de Bananeiras; Seta vermelha - Solânea…….18

Figura 2: Mapa do Brasil com destaque para Paraíba na cor vermelha, estado onde foram realizadas as coletas dos besouros rola-bosta……...18

Figura 3: Instalação da armadilha de queda (*pitfall traps*) no habitat "floresta" em região de Brejo de Altitude, situada em Solânea, no estado da Paraíba. As letras em vermelho demonstram os ítens que formam a armadilha, sendo eles: A = pote plástico (*pitfall*), B = telhado, C = palito de churrasco e D = porta isca……..19

Figura 4: Desenho esquemático da distribuição das armadilhas. Cada quadrado indica um ponto amostral com quatro armadilhas, representadas por círculos. Esse padrão de instalação foi repetido 60 (sessenta) vezes, distribuídas nos três habitats do estudo (floresta, área verde e cidade). Círculos laranja e rosa representam a distribuição de quatro *pitfalls* por ponto amostral; tracejados de 1m indicam a distância entre cada armadilha; tracejado de 400m indica distância entre pontos amostrais……...20

Figura 5: Ranking de abundância de espécies encontradas em três habitats de Brejo de Altitude da Paraíba: o círculo representa o habitat floresta; o quadrado representa o habitat área verde; o triângulo representa o habitat cidade…….24

Figura 6: Variação da abundância (a), riqueza de espécies (b) dos besouros rola-bosta em diferentes habitats. Letras diferentes em cima das caixas indicam diferenças significativas ($P < 0.05$).....25

Figura 7: Abundância (A) e riqueza (B) de besouros rola-bosta sob influência da porcentagem de área urbana na paisagem. …….26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO……...……..11

2. OBJETIVOS……..13

2.1 Objetivo geral…….……...…13

2.2 Objetivo específico…….……...……13

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA……13

4. METODOLOGIA……..17

3.1 Área de estudo……...17

3.2 Coleta de besouros…….19

3.3 Desenho amostral……..20

3.4 Triagem e identificação…….20

3.5 Análise de dados……21

5. RESULTADOS……...21

6. DISCUSSÃO……..26

7. CONCLUSÃO…….28

REFERÊNCIAS…….29

1. INTRODUÇÃO

A urbanização é uma das maiores causas de impactos ambientais gerados por seres humanos, quando o meio ambiente é alterado de seu estado natural. A poluição, efeitos de mudança na composição dos gases da atmosfera e espécies exóticas são alguns dos exemplos das causas da urbanização (Salomão *et*. *al* 2019). Perda de biodiversidade, mudança na composição da vegetação, risco de predação e aumento de parasitismo são algumas das consequências geradas a partir desse processo, no qual são determinantes para as comunidades nativas desses ecossistemas (Salomão *et*. *al* 2020). Esse fenômeno gera desmatamento e fragmentação florestal, além da alteração do solo. Esse evento atinge áreas nos trópicos, como é o caso dos Brejos de Altitude, causando estresse para a biodiversidade local, visto que esse ecossistema é considerado vulnerável em razão de sua localização (Feitosa 2024).

Os Brejos de Altitude são enclaves altitudinais com vegetação úmida, possuindo condições naturais amenas, ou seja, temperaturas mais baixas quando relacionadas à Caatinga circundante. De forma geral, os Brejos são formações úmidas e isoladas dentro de uma região seca (Rodrigues *et al*. 2008) com uma altitude aproximada de 526 metros (Barbosa *et al*. 2023). Devido a essa região possuir clima bastante distinto do semiárido, sua alta umidade disponibiliza elevada quantidade de material orgânico, assim como um ambiente favorável para o desenvolvimento de muitos organismos. Dentro dos Brejos de Altitude é comum encontrar Floresta Ombrófila, conhecida como uma floresta de grande diversidade florística e altos índices de endemismo. Além disso, nesses ambientes os níveis pluviométricos tendem a ser altos e com considerável distribuição de chuvas ao longo do ano (Barbosa 2016).

A Caatinga é um dos ambientes brasileiros mais desvalorizados, altamente afetado pela ação antrópica e mal-visto no passado por acreditar-se que possuía pouca vegetação endêmica e baixa diversidade de plantas se comparado aos demais biomas (Leal *et al*. 2005). Apesar dessas implicações, sabe-se que hoje a Caatinga possui ampla variedade de vegetação e um abundante número de espécies (Melo *et al*. 2023). Esse ecossistema possui alta escassez pluvial, sendo primariamente abastecido por rios importantes, que são responsáveis por prover água para animais, a própria vegetação e populações humanas da região. Esses rios são mantidos por pequenos fragmentos

imersos na Caatinga, como os brejos, por exemplo, onde a sua conservação torna-se fundamental para a preservação da principal fonte de água desse habitat (Giulietti *et al*. 2004).

Apesar dos brejos serem locais de menor acesso às comunidades locais, ações antrópicas estão presentes. A depender da intensidade das ações humanas, o desmatamento dessas áreas resulta na fragmentação da mata (Moreira *et al*. 2022). A fragmentação florestal tem como definição a degradação de uma área contínua, dividindo-a em diversas áreas menores que a original. Essa situação ocorre principalmente devido à ocupação territorial indevida (Cunha *et al*. 2021). Da mesma forma, a utilização indiscriminada dos recursos naturais por humanos e seu esgotamento impactam diretamente a vida na terra, desde os menores aos maiores seres viventes (Vieira 2025).

Os besouros rola-bosta (Coleoptera, Scarabaeidae) correspondem a um dos grupos de animais mais diversos. A maioria desses besouros possui hábito alimentar copronecrófago, alimentando-se principalmente de massa fecal de mamíferos e restos de animais mortos (Vaz-de-Mello *et al*. 2001). Realizam importante atividade em ecossistemas terrestres, como enterro de fezes dos vertebrados no solo; dispersão de sementes; facilitação de decomposição de carcaças. Tais comportamentos aumentam a ciclagem de nutrientes no solo (Costa 2024). Esses organismos são altamente sensíveis à alteração ambiental e sofrem drasticamente as perdas de habitat ocasionadas pelos humanos (Ferreira, Lima & Lopes 2025). É possível notar a diferença numa comunidade de besouros rola-bosta em um habitat antropizado e um habitat não antropizado, pois riqueza e abundância, por exemplo, são consideravelmente afetadas por temperatura e pluviosidade, onde essas duas variáveis tornam-se relevantes em ambientes com perturbação ambiental (Oliveira 2023)

Por serem sensíveis a mudanças nas estruturas de habitat, esses animais respondem às condições do ambiente, podendo afetar a sua reprodução e alimentação. Por isso são conhecidos como importantes bioindicadores, indicando a qualidade do habitat através de sua presença ou ausência (Durães, Martins & Vaz-de-Mello 2005). O extermínio de mata nativa acarreta ausência de espécies, impactando diretamente sua comunidade, onde uma mata preservada é um habitat de refúgio para esses animais (Gonçalves, Alcântara & Iwata 2022). Desta forma, os besouros rola-bosta demonstram importância ecológica indicando qualidade ambiental, além de serem eficazes em suas

atividades ecossistêmicas terrestres, onde através de seu hábito alimentar e comportamento contribuem com o funcionamento da natureza (Nichols *et al*. 2008).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os impactos de diferentes tipos de habitat e da paisagem circundante sobre a comunidade de besouros rola-bosta em Brejos de Altitude.

2.2 Objetivo Específico

2.2.1 Avaliar os impactos dos diferentes tipos de habitat e da paisagem circundante sobre a abundância e riqueza de espécies de besouros rola-bosta;

2.2.2 Investigar as influências da presença ou ausência de vegetação em diferentes tipos de habitats sobre a composição de espécies da comunidade de besouros rola-bosta;

2.2.3 Verificar a espacialidade dos besouros rola-bosta em diferentes tipos de habitat.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Caatinga, bioma brasileiro com nome de origem tupi-guarani, que significa mata branca, faz menção às características de sua vegetação em período de estiagem, quando as folhas caem dos galhos e tomam uma aparência de paisagem seca (Alves, de Araújo & Nascimento 2009). Esse bioma compreende 54% do território do Nordeste e 11% do território brasileiro (Alves 2007). A vegetação encontrada na Caatinga pode ser determinada através de variações de clima e solo, podendo haver distinções das vegetações circundantes. Assim é possível ocorrer fragmentos de florestas tropicais úmidas e semidecíduas, como é o caso dos Brejos de Altitude, devido aos episódios constantes de chuva em regiões que não são contempladas com o período de seca. A flora presente na Caatinga apresenta abundância de famílias de suculentas *Cactaceae* e *Bromeliaceae* e gramíneas são pouco encontradas (Fernandes & Queiroz 2018).

Esse bioma tem sofrido a destruição de sua vegetação nativa para a construção de casas e instalação de cercas para a criação de gado desde o século XVI (Leal *et al*. 2005), havendo também a manipulação incorreta do solo, acarretando erosões e perda do solo saudável (Macedo et al. 2023). A elevada ação antrópica na Caatinga faz com que ocorra o fenômeno de desertificação, afetando a biota, o clima e o solo (Souza, Artigas & Lima 2015). O processo de desertificação ocorre por meio da degradação ambiental, que pode ter por motivo às mudanças climáticas e ações humanas. Esse tipo de perturbação ambiental afeta diretamente a vegetação, biodiversidade do ambiente, assim como a qualidade de vida da população (Souza, Menezes & Artigas 2015).

Os Brejos de Altitude caracterizam-se por formações florestais em regiões de Caatinga, com propriedades de floresta Atlântica litorânea, dependendo drasticamente de água. Seu clima diferenciado com pluviosidade alta é conhecido como “agreste subúmido", além de importantes rios dos Estados da Paraíba e Pernambuco possuírem suas nascentes nesta região (Pôrto, Cabral & Tabarelli 2004). Os brejos entendem-se por costas, chapadas e serras com mais de 500m de altitude, além de receberem mais de 1.200mm de chuvas funcionando como ilhas de florestas úmidas, com a Caatinga circundando. É composto principalmente por vegetação de floresta Atlântica e Amazônica (Ruiz-Esparza 2009). A biodiversidade presente nos brejos pode ser rara e singular, isso se dá devido à diversidade natural de espécies da floresta Atlântica e Amazônica (Machado, Prata & Mello 2012).

A floresta Atlântica, formação predominante nos Brejos de Altitude, é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano. Sua vegetação é composta de formações mistas de araucárias, com minuciosa dominância de lauráceas, além de floresta decídua e semidecídua. Algumas formações estão dentro deste ecossistema, como é o caso dos Brejos, florestas úmidas formadas a partir de precipitação orográfica (Tabarelli *et al*. 2005). Os Brejos são compostos de vegetação de floresta Atlântica, mas também possuem plantas com distribuição amazônica, assim como algumas espécies de florestas serranas do sul e sudeste do Brasil (Tabarelli & Santos 2004). Esse bioma estende-se para além do território brasileiro, cobrindo algumas regiões da Argentina e Paraguai. Sua rica biodiversidade é explicada pelas consideráveis variações de relevo, altos índices pluviométricos e a grande diversidade de flora (Pinto *et al*. 2006).

Devido às ameaças enfrentadas pela floresta Atlântica, a fauna e flora presentes têm sofrido impactos significativos (Branco *et al*. 2022). Ela é responsável desde a

regulação de fluxos hídricos até a determinação da fertilidade do solo, assim como controla o equilíbrio climático. Porém, essas características únicas são ameaçadas através do processo de devastação, que acontece desde a colonização do Brasil. O desmatamento, exploração da madeira, queimadas e retirada de vegetação nativa para transformação em pastagens são alguns dos principais impactos sofridos por este bioma (Cardoso 2016). Pernambuco e Paraíba possuem 31 Brejos, a partir disso denota-se que aproximadamente 1/4 da Floresta Atlântica é representada por Brejos. Entretanto, essas ilhas podem começar a desaparecer devido ao ritmo de devastação (Tabarelli & Santos 2004).

A ordem Coleoptera, composta por insetos denominados popularmente como besouros, representa grande parte dos animais mais diversos, no qual apresentam variados hábitos alimentares. O nome do grupo, Coleoptera, tem como base às suas características corporais, onde coleos significa caixinha e ptera significa asas, evidenciando a presença dos élitros, asas anteriores que protegem as asas posteriores, denominadas asas membranosas (Farias 2013). A grande riqueza representa um total de 40% das espécies de insetos e 30% de todas as espécies de animais (Iannuzzi *et al*. 2003). Tamanha diversidade pode ser explicada devido a sua morfologia singular, possuindo élitros para a proteção de suas asas e espiráculos abdominais, não permitindo a perda excessiva de água e melhor desenvolvimento de órgãos internos (Lima 1940).

Os besouros rola-bosta pertencem a uma das aproximadamente 500 famílias e subfamílias de Coleoptera (Gullan & Cranston 2017). Grande parte das espécies da subfamília Scarabaeinae tem preferência por recursos orgânicos em decomposição, tanto para larvas quanto para adultos. Eles podem ser coprófagos, necrófagos e outros hábitos (Sampaio, Arzabe & Castro 2009). São detritívoros, comumente classificados de acordo com a alocação de recursos em coprófagos, quando alimentam-se de excrementos de grandes animais, necrófagos, ao consumirem carcaças e cadáveres em decomposição, e saprófagos, onde alimentam-se de frutos em decomposição (Silva et al. 2010).

Dentre os Coleoptera, pode-se encontrar aqueles comumente conhecidos como besouros rola-bosta, 500 famílias e subfamílias de Coleoptera (Gullan & Cranston 2017). Fazem parte da família Scarabaeidae, onde grande parte das espécies da subfamília Scarabaeinae tem preferência por recursos orgânicos em decomposição, tanto para larvas quanto para adultos. Eles podem ser coprófagos, necrófagos ou

possuírem outros hábitos (Sampaio, Arzabe & Castro 2009). Também podem ser classificados de acordo com a alocação de recursos em copronecrófagos, quando alimentam-se de excrementos de grandes animais, necrófagos, ao consumirem carcaças e cadáveres em decomposição, onde alguns podem ainda se alimentar de frutos em decomposição, os saprófagos. Tem-se ainda aqueles que são detritívoros, utilizando restos orgânicos para a nutrição, podendo ser de origem animal ou vegetal (Silva *et al*. 2010).

Através de seu hábito alimentar, os besouros contribuem positivamente para a boa qualidade do ambiente, como por exemplo em pastagens, quando incorporam as massas fecais e organismos mortos no solo, além de atuarem no controle biológico de parasitas em bovinos (Da Silva *et al*. 2007). Ao enterrarem as fezes para alimentação ou nidificação, eles auxiliam na germinação das sementes que podem estar presentes nessas fezes, que geralmente são de dispersores primários. Além disso, as espécies que rolam as massas fecais também contribuem para a dispersão, já que ao rolarem essas massas para longe da planta mãe, diminuem as chances de competição entre as sementes (Almeida, Beiroz & Antonini 2020).

Por meio de seus serviços ecossistêmicos, os besouros rola-bosta são capazes de contribuir para a boa qualidade do solo, como por exemplo a aeração quando cavam túneis para o enterrio dos recursos para nidificação, além de fazerem parte da ciclagem de nutrientes, quando os besouros coprófagos e necrófagos decompõem a matéria orgânica na sua alimentação (Cardoso 2023). Podem ainda estar envolvidos em casos de predação, produtividade de plantas (ao espalharem o esterco de forma vertical e horizontal), são capazes de reduzir a emissão de gases de efeito estufa; (quando misturam o esterco com solo mineral e fazer parte do controle de pragas) (De Castro *et al*. 2023). Outrossim, esses besouros podem ainda ser utilizados no controle de moscas, pois filtram componentes líquidos do esterco como alimento, reduzindo o aparecimento de moscas que se reproduzem nesse meio (Anderson *et al*. 2024).

Um dos principais fatores que afeta as comunidades de besouros rola-bosta no qual podem demonstrar mudança em sua composição é a condição do ambiente, ou a mata/habitat em que estão inseridos, pois são determinantes para riqueza e abundância. Neste contexto, enfatiza-se que esses animais são importantes bioindicadores, apresentando sensibilidade às mudanças ambientais (Florêncio 2022). Como visto por Cortez (2021), fragmentação por ações antrópicas sofridas pela Mata Atlântica afeta

drasticamente as comunidades desses besouros, alterando seu modo de vida nesse habitat, pois as áreas preservadas apresentam maior diversidade se comparada com ambientes em perturbação, mostrando que esses besouros são capazes de indicar restauração ambiental (Coppo 2024).

As alterações propiciadas pelos humanos, popularmente conhecidas como ações antrópicas, modificam a paisagem e afetam negativamente os Brejos de Altitude (Barbosa *et al*. 2023). Esses habitats possuem considerado número de espécies endêmicas, devido ao seu isolamento geográfico (Oliveira *et al*. 2022). Entretanto, a exploração através de atividades econômicas como a agricultura e a pecuária, modificaram os Brejos em ilhas isoladas circundadas por um habitat antropizado (Siqueira *et al*. 2004). Estima-se que os Brejos podem desaparecer completamente, pois tais atos antrópicos têm reduzido a vegetação nativa causando perda de habitat, extinguindo alguns animais invertebrados responsáveis pela dispersão de diásporos (Tabarelli & Santos 2004).

A retirada da vegetação nativa de um habitat tem suas implicações devido à difícil recuperação, principalmente ao modificar camadas do solo. A fragmentação ambiental é uma das consequências advindas da perturbação antrópica, dificultando a regeneração natural (Oliveira 2023). Habitats fragmentados acarretam em empobrecimento na comunidade dos besouros rola-bosta, afetando sua abundância e riqueza (Santos *et al*. 2017).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado nas cidades de Bananeiras (6°45’13.81”S; 35°37’58.96”W), e Solânea (6°45’29.06”S; 35°39’32.93”W) (Figura 1), localizadas no estado da Paraíba (Figura 2), as quais possuem clima análogo, com temperatura variando entre 23 e 24 °C, altitude entre 550-620 masl e área 257 km e 233 km respectivamente. Na periferia das cidades encontram-se remanescentes de vegetação florestal Ombrófila, onde a maioria das residências se encontra mais concentrada nos

centros dessas cidades. Além disso, as cidades situam-se em pequenas regiões de montanha, popularmente chamadas de Brejo de Altitude.

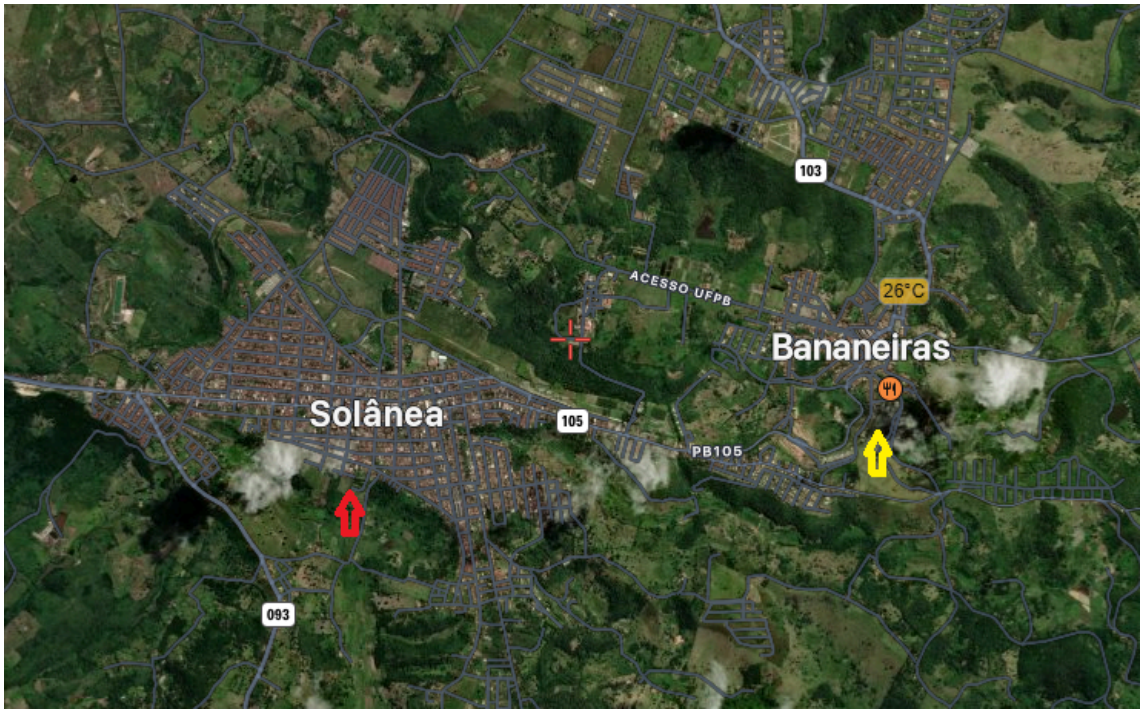

Figura 1: Localização das cidades de Bananeiras e Solânea, no Estado da Paraíba. A seta em amarelo mostra a localização de Bananeiras e a seta em vermelho, Solânea.

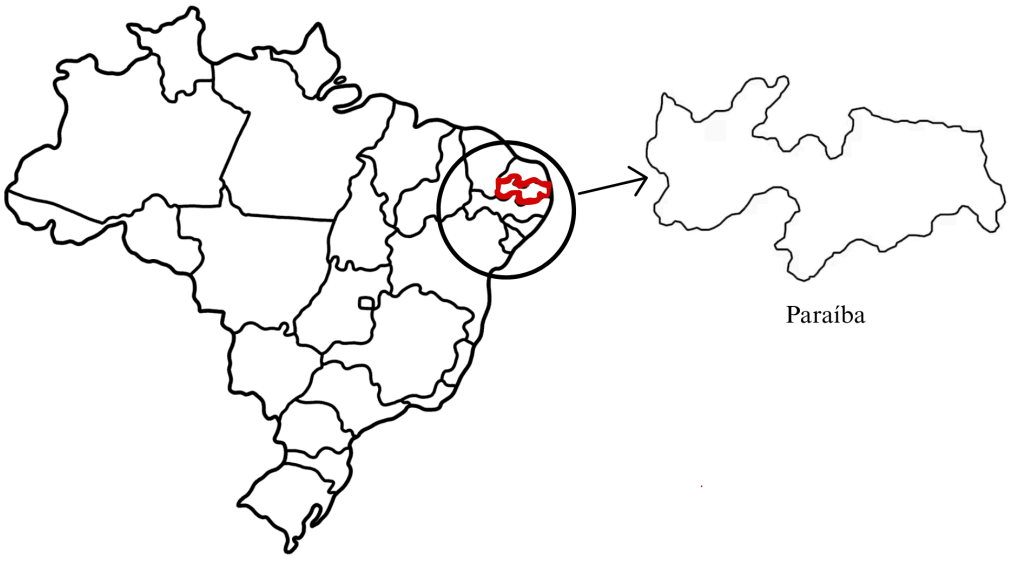

Figura 2: Mapa do Brasil com destaque para Paraíba na cor vermelha, estado onde foram realizadas as coletas dos besouros rola-bosta.

3.2 Coleta dos besouros

Os besouros foram coletados em Maio de 2023, durante o período chuvoso do ano, certificando a presença de uma quantidade significativa de indivíduos adultos, pois é neste período do ano que há aumento na emergência de besouros adultos (Hilje 1996). Foi utilizada a armadilha de queda (*pitfall traps*), que consiste em um pote plástico redondo (14cm x 10cm x 8cm) instalado em orifício rente ao chão. Acima da armadilha foi instalado um prato plástico redondo maior que o pote, sustentado por três palitos de churrasco com a finalidade de servir como um telhado de proteção contra chuva. Dentro de cada armadilha foi adicionada uma solução de 350ml de água e 50ml de detergente com o intuito de conservar os besouros coletados (Figura 3) .

Foi utilizada isca de fezes suína (40g por armadilha) no interior de um pequeno recipiente acima do pote, exposta por 48h.

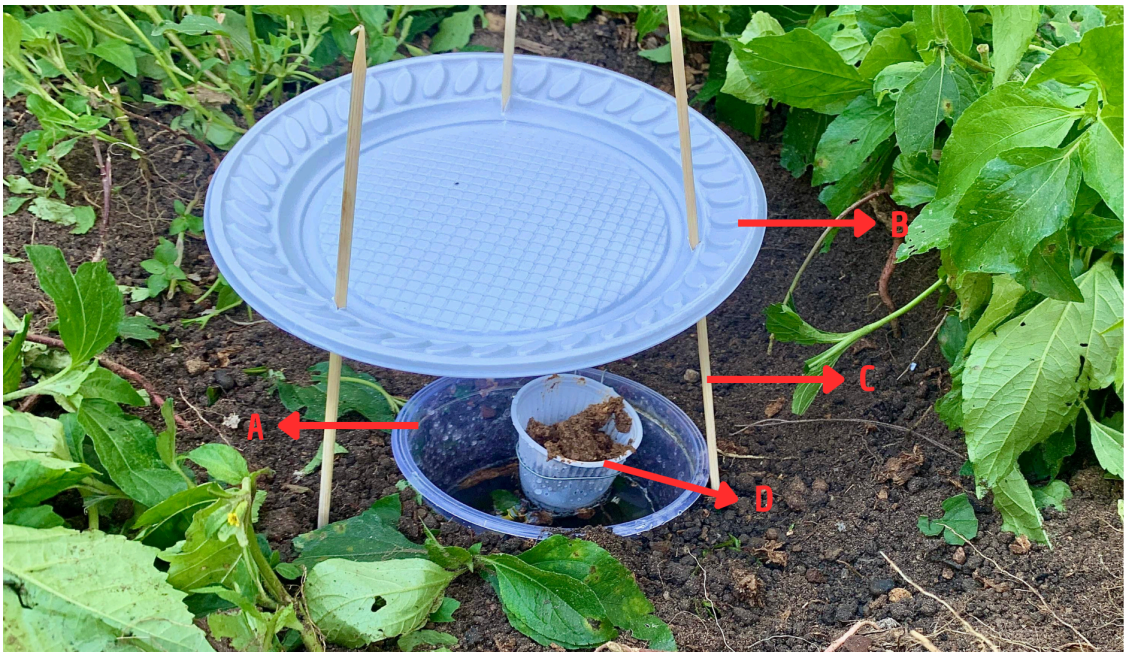

Figura 3: Instalação da armadilha de queda (*pitfall traps*) no habitat "floresta" em região de Brejo de Altitude, situada em Solânea, no estado da Paraíba. As letras em vermelho demonstram os ítens que formam a armadilha, sendo eles: A = pote plástico (*pitfall*), B = telhado, C = palito de churrasco e D = porta isca.

3.3 Desenho amostral

Através do uso do software Google Earth Pro (Versão 7.3.6.9345), foram mapeados 60 pontos de amostragem com 400m de distância um do outro. Em cada ponto foi instalado um conjunto de quatro armadilhas com distância de 1m entre si, distribuídas da mesma forma em cada tipo de habitat: cidade (n=20), no qual consiste em área atribuída ao perímetro intraurbano; área verde (n=20), que são manchas florestais encontradas dentro do perímetro intraurbano; floresta (n=20), áreas florestais situadas no perímetro exurbano (Figura 4) O perímetro intraurbano consiste em áreas delimitadas localizadas dentro do município, afastadas de áreas rurais. O perímetro exurbano possui afastamento de áreas urbanas e são próximas de áreas rurais, geralmente com maior quantidade de vegetação presente.

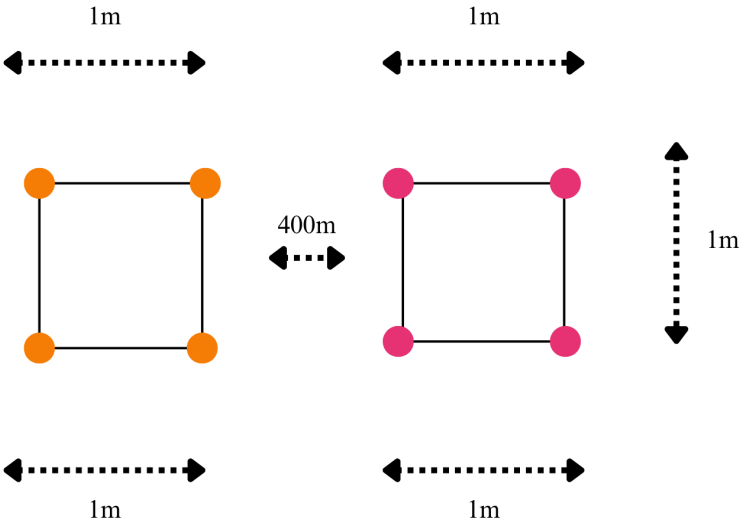

Figura 4: Desenho esquemático da distribuição das armadilhas. Cada quadrado indica um ponto amostral com quatro armadilhas, representadas por círculos. Esse padrão de instalação foi repetido 60 (sessenta) vezes, distribuídas nos três habitats do estudo (floresta, área verde e cidade). Círculos laranja e rosa representam a distribuição de quatro *pitfalls* por ponto amostral; tracejados de 1m indicam a distância entre cada armadilha; tracejado de 400m indica distância entre pontos amostrais.

3.4 Triagem e identificação

Os besouros coletados foram triados e armazenados em mantas e, após isso, identificados no Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Insetos, sendo utilizado como referência o (Vaz-de-Mello *et al*. 2011) e o auxílio da Prof.ª Dra. Luciana Iannuzzi. Além disso, para análise e identificação precisa foram acessados exemplares de

referência da Coleção Entomológica da Universidade Federal de Pernambuco (CE-UFPE). Os exemplares identificados foram depositados na mesma coleção.

3.5 Análise de dados

Primeiramente, a normalidade e a homocedasticidade dos dados foram verificadas utilizando, o teste de Shapiro-Wilk (função shapiro.test() do pacote base do R) e o teste de Bartlett (função bartlett.test() do pacote stats), respectivamente. Como os dados foram não normais, em seguida foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (função kruskal.test() do pacote stats) para comparar as variáveis de abundância e riqueza de espécies entre os diferentes tipos de habitats. Havendo diferença significativa, foi realizada uma análise post hoc utilizando o teste de Dunn (função doentes() do pacote FSA), no programa Rstudio, 2024, para identificar quais grupos específicos apresentavam diferenças significativas entre si.

Adicionalmente, para investigar a influência das métricas de paisagem sobre a abundância e riqueza de espécies de besouros rola-bosta, foi empregado um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) com distribuição de Poisson. Modelos separados foram construídos para cada variável resposta (abundância e riqueza), utilizando a função glmer() do pacote lme4. Nesses modelos, o tipo de habitat foi tratado como uma variável categórica, e a identificação da área (Site ID) foi incluída como interceptos aleatórios (random intercepts) para controlar potenciais dependências espaciais presentes no conjunto de dados.

4. RESULTADOS

No total, foram coletados 639 besouros rola-bosta, distribuídos em 27 espécies (Tabela 1). As espécies mais abundantes foram *Dichotomius gilletti* (167 indivíduos), *Canthon terciae* (136) e *Canthidium* sp. 1 (117), que juntas representaram 65,72% dos indivíduos amostrados (420 indivíduos). Em relação aos habitats, as áreas de floresta apresentaram a maior abundância (321 indivíduos; 50,23%) e riqueza (25 espécies), seguidas pelas áreas verdes urbanas (288 indivíduos; 45,07%, com 20 espécies). A área urbana (cidade) apresentou os menores valores, com apenas 30 indivíduos (4,69%) e 11 espécies.

Tabela 1: Abundância das espécies de besouros rola-bosta coletados em três habitats de Brejo de Altitude, nos municípios de Solânea e Bananeiras, estado da Paraíba.

Espécies	Floresta	Área verde	Cidade	Total
Ateuchus semicribatus (Harold, 1868)	0	1	0	**1**
Ateuchus sp. 1	7	6	0	**13**
Canthidium sp. 1	64	44	9	**117**
Canthidium sp. 2	1	3	2	**6**
Canthidium sp. 3	3	5	5	**13**
Canthidium sp. 4	1	7	0	**8**
Canthon (*Peltecanthon*) *terciae* Nunes et al., 2020	46	89	1	**136**
Canthon sp. 1	1	0	0	**1**
Canthon sp. 2	7	1	0	**8**
Canthon sp. 3	4	4	2	**10**
Canthon sp. 4	8	1	1	**10**
Canthon sp. 5	3	2	5	**10**
Canthon sp. 6	1	2	0	**3**
Canthonella sp.	0	0	1	**1**
Deltochilum (*Deltohyboma) calcaratum* Bates, 1870	1	0	0	**1**
Deltochilum (*Deltohyboma) irroratum* (Castelnau, 1840)	12	1	0	**13**
Diabroctis mimas (Linnaeus, 1758)	2	0	0	**2**

Dichotomius (*Dichotomius*) *bos* (Blanchard, 1846)	1	23	2	**26**
Dichotomius (*Selenocopris*) *geminatus* (Arrow, 1913)	4	5	0	**9**
Dichotomius (*Selenocopris*) *gilletti* Valois et al., 2017	105	59	0	**164**
Dichotomius (*Selenocopris*) *nisus* (Olivier, 1789)	2	12	1	**15**
Eurysternus caribaeus (Herbst, 1789)	6	3	0	**9**
Eurysternus nigrovirens Génier, 2009	33	17	0	**50**
Ontherus sp.	1	3	0	**4**
Onthophagus sp. 1	2	0	1	**3**
Onthophagus sp. 2	5	0	0	**5**
Uroxys sp.	1	0	0	**1**
Abundância total	321	288	30	639
Riqueza total	25	20	11	27

Com relação aos valores indicadores, *Canthon terciae* apresentou 136 indivíduos 21,28% do total*, Dichotomius gilletti* apresentou 164 indivíduos totalizando 25,66% do total e *Eurysternus nigrovirens* com 50 indivíduos totalizando 7,82% foram abundantes nos habitats floresta e área verde, e *Canthidium* sp. 1 com 117 indivíduos se destacou nos três habitats totalizando 18,30% do total (Figura 5). As espécies *Canthon* sp. 1 e *Deltochilum calcaratum* com um indivíduo cada, *Diabroctis mimas* e *Onthophagus* sp. 2 com dois indivíduos cada e *Uroxys* sp. com um indivíduo ocorreram apenas no habitat floresta. Já *Ateuchus semicribatus* ocorreu apenas no habitat área verde com um

indivíduo. *Canthonela* sp. foi a única espécie a ocorrer apenas no habitat cidade, também com um indivíduo. Todas as espécies que ocorreram apenas em um habitat foram as menos abundantes.

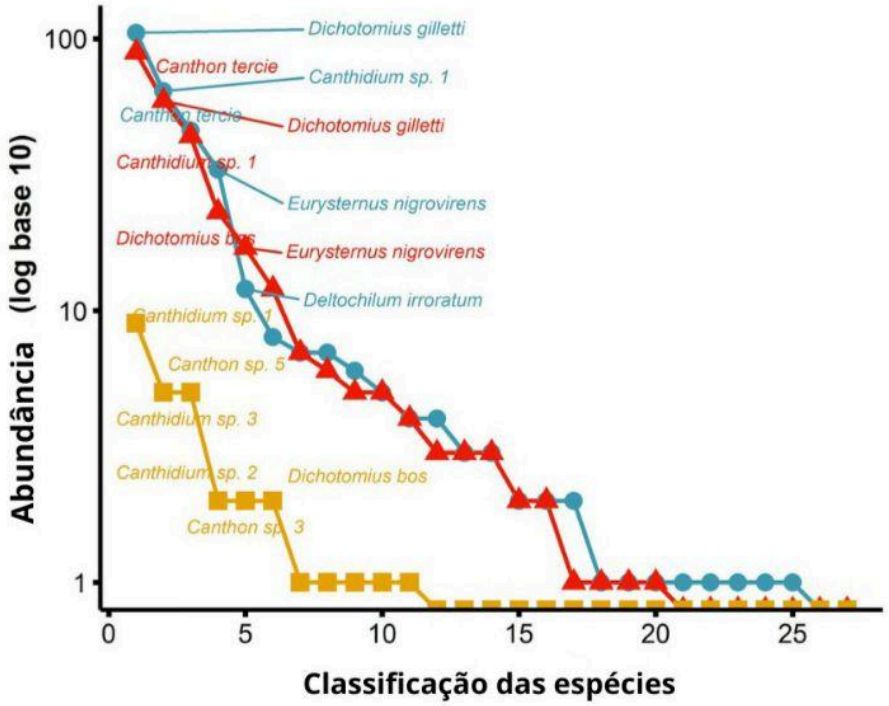

Figura 5: Ranking de abundância de espécies encontradas em três habitats de Brejo de Altitude da Paraíba: o círculo representa o habitat floresta; o quadrado representa o habitat área verde; o triângulo representa o habitat cidade.

A análise estatística Kruskal-Wallis revelou diferenças significativas na abundância e na riqueza de besouros rola-bosta entre os habitats avaliados. Para a abundância, o teste de Kruskal-Wallis indicou diferença significativa entre os grupos (χ^2 = 11,408; *df* = 2; $p < 0,01$). O teste de Dunn pós-hoc revelou diferenças significativas entre cidade e áreas verdes ($p = 0,023$), e entre cidade e floresta ($p = 0,005$), mas não entre floresta e áreas verdes ($p = 1$). De acordo com os dados observados, tanto as áreas verdes urbanas (área verde) quanto as florestas apresentaram maior abundância de besouros quando comparadas à cidade (Figura 6). Para a riqueza de espécies, o teste de Kruskal-Wallis também indicou diferença significativa (χ^2 = 9,310; *df* = 2; $p < 0,01$), com o teste de Dunn evidenciando diferenças entre cidade e áreas verdes ($p = 0,015$) e entre cidade e floresta ($p = 0,004$), enquanto não houve diferença significativa entre floresta e áreas verdes ($p = 1$). Assim como na abundância, os habitats florestais e as

áreas verdes sustentaram maior riqueza de espécies em comparação ao ambiente urbano (Figura 6).

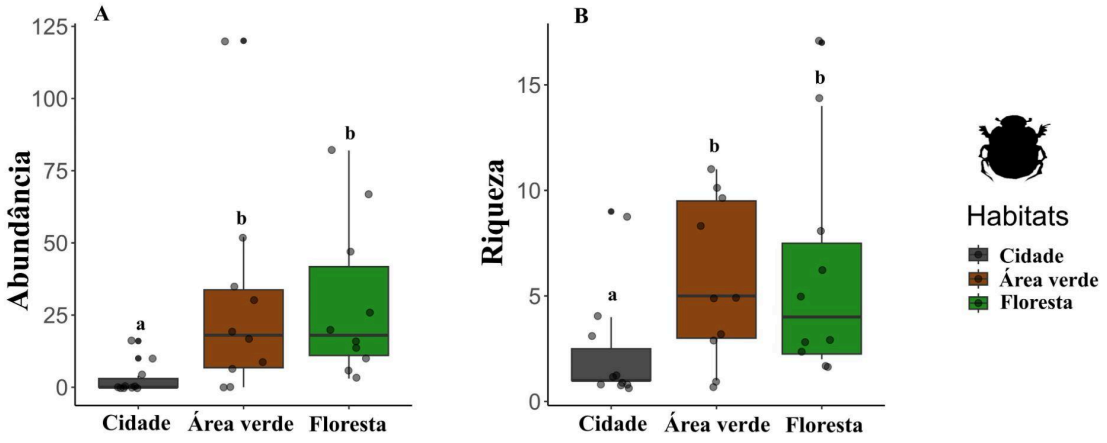

Figura 6: Variação da abundância (a), riqueza de espécies (b) dos besouros rola-bosta em diferentes habitats. Letras diferentes em cima das caixas indicam diferenças significativas (P < 0.05).

Os modelos lineares generalizados mistos (GLMMs) indicaram que tanto a abundância quanto a riqueza de besouros rola-bosta respondem à escala de paisagem. Observamos que a porcentagem de área urbana na paisagem circundante dos habitats influencia significativamente os parâmetros. Para a abundância, observou-se uma relação negativa (z = –2,301; p = 0,021), com o modelo explicando aproximadamente 21% da variação observada (R^2 = 0,21) (Figura 7). De forma semelhante, a riqueza de espécies também apresentou uma resposta negativa à mesma variável (z = –2,287; p = 0,022), com o modelo explicando aproximadamente 25% da variação observada (R^2 = 0,25) (Figura 7).

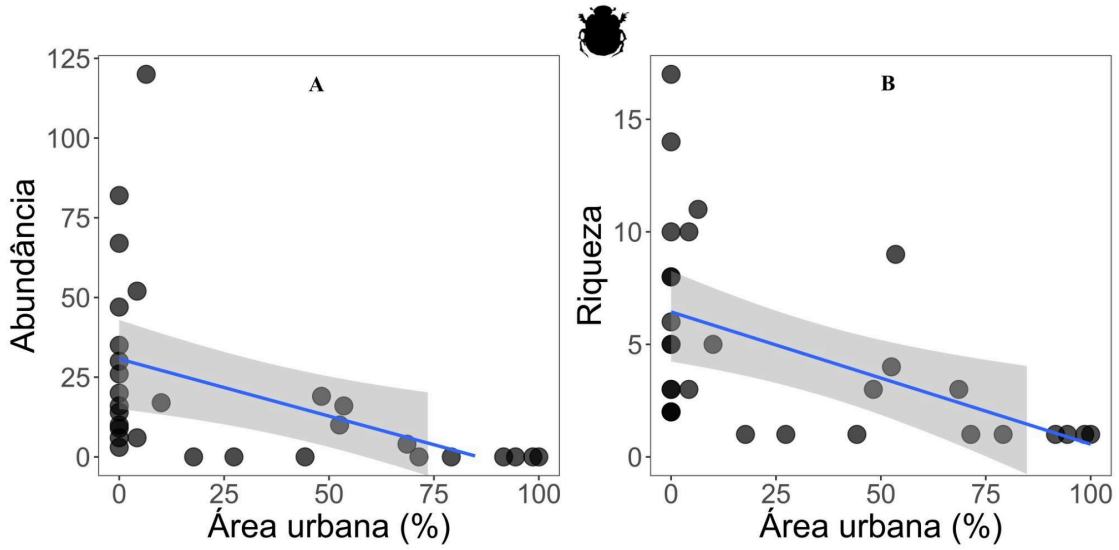

Figura 7: Abundância (A) e riqueza (B) de besouros rola-bosta sob influência da porcentagem de área urbana na paisagem.

5. DISCUSSÃO

Através dos resultados adquiridos neste trabalho, viu-se que há concordância com a literatura explorada. Verificou-se que o tipo de habitat afeta a riqueza e abundância dos besouros rola-bosta, e habitats sem vegetação mostraram-se menos diversos. A perturbação antrópica em ambientes florestais, como construção de cidades e bairros, além da urbanização modificam negativamente as comunidades de besouros rola-bosta, afetando o padrão dos besouros quanto à riqueza e abundância (Cardoso 2023).

Em duas das três áreas estudadas, *Dichotomius gilletti*, espécie pertencente ao grupo *sericeus*, se destacou pela abundância neste trabalho, nos habitats floresta e área verde, não ocorrendo no habitat cidade. Essa espécie é restrita ao Nordeste do Brasil, onde alguns besouros possuem hábito alimentar generalista, porém a maior parte das espécies é atraída por fezes e carne podre (Iannuzzi *et al*. 2023). Segundo Valois *et al*. (2017), essa espécie está presente de forma abundante na floresta Atlântica e floresta Atlântica de altitude, geralmente devido a umidade do local.

A espécie *Canthon terciae* foi a segunda mais abundante do atual trabalho, mas apesar da alta abundância nos habitats de floresta e área verde, deteve apenas um indivíduo (0,74% do total) no habitat cidade. Esse besouro é atraído por esterco e carne

podre, sendo endêmica da floresta Atlântica. (Iannuzzi *et al*. 2023). Essa espécie ocorre em maior abundância em florestas úmidas, o que pode explicar a sua ausência no habitat cidade, levando em consideração a falta de vegetação e temperatura distinta neste habitat (Cupello & Vaz-De-Mello 2018).

Canthidium sp. 1 foi uma das espécies mais abundantes encontradas no referido trabalho, com 18,30% do total. Esse gênero é comumente encontrado na região do Nordeste, como em mata úmida e algumas regiões da Caatinga. Alguns estudos relatam a ocorrência desse gênero em áreas de Brejo de Altitude com vegetação de clima subúmido (Lima *et al*. 2013). Apesar de não ser possível identificar os indivíduos especificamente, é possível afirmar que indivíduos de *Canthidium* são atraídos frequentemente por fezes e carne podre (Iannuzzi *et al*. 2023).

Houveram espécies que apresentaram no máximo nove indivíduos somados nos três habitats, sendo consideradas as menos abundantes do trabalho, como *Ateuchus semicribatus*, *Canthidium* sp. 2, *Canthidium* sp. 4, *Canthon* sp. 1, *Canthon* sp. 2, *Canthon* sp. 6, *Canthonella* sp., *Deltochilum calcaratum*, *Diabroctis mimas*, *Dichotomius geminatus*, *Eurysternus caribaeus*, *Ontherus* sp., *Onthophagus* sp. 1, *Onthophagus* sp. 2 e *Uroxys* sp. Juntas, totalizam 15 espécies (55,55% do total), correspondendo a mais da metade da quantidade total de espécies.

Quando os habitats foram comparados, os valores de abundância e riqueza de floresta e área verde não variaram significativamente, sugerindo que a vegetação influencia as comunidades de besouros rola-bosta. Por serem sensíveis à perturbação ambiental (Rocha 2016), os besouros rola-bosta demonstram padrões diferentes de organização quando estudados em ambientes de fragmento florestal ou áreas impactadas por ações antrópicas (Hernández 2007). Nesse sentido, é notável que habitats florestados, mesmo que minimamente, são detentores de maior diversidade de besouros. Esses ambientes apresentam maior quantidade de recursos disponíveis para os besouros (Dos Santos *et al*. 2012). Conforme observado por Filgueiras *et al*. (2011), a redução da área de vegetação pode causar impacto negativo aos besouros coprófagos, diminuindo sua abundância devido à falta de recursos.

Por outro lado, cidade foi onde menos viu-se riqueza de espécies, assim como abundância. Alguns estudos relatam os impactos sofridos pela comunidade de besouros rola-bosta, como fragmentação florestal e degradação de vegetação, acarretando em

diminuição e até mesmo ausência de algumas espécies nesses ambientes (Filgueiras *et al*. 2011). Os impactos causados através da fragmentação da floresta Atlântica, que possui vegetação úmida, presente nos Brejos de Altitude, mostram mudanças na sua paisagem, assim como alterações funcionais, perturbando os organismos presentes (Ferraz *et al*. 2023) assim, modificando as comunidades presentes, como é o caso dos besouros rola-bosta, altamente sensíveis às perturbações ambientais (Moura 2021). Também nesse habitat todas as espécies foram representadas por poucos indivíduos, no máximo nove. Este resultado indica que ambientes degradados afetam negativamente as comunidades de besouros e que as espécies que ocupam tais ambientes são resilientes.

Apesar das cidades do estudo estarem localizadas no ecossistema Caatinga, as coletas foram realizadas em habitats de Brejo de Altitude (Leal, Tabarelli & Silva 2003). Ainda que os Brejos de Altitude sejam uma espécie de "fragmento" de floresta Atlântica, estão situados no domínio da Caatinga. Os Brejos são compostos por vegetação alta e uma grande necessidade hídrica, influenciando também os índices pluviométricos (Pôrto, Cabral & Tabarelli 2004). Há considerável diferença de vegetação se comparado a Caatinga, ambiente com clima semiárido e vegetação seca, além de baixa precipitação (Souza, Artigas & Lima 2015). Além disso, a preservação dos Brejos eleva a permanência dos besouros rola-bosta neste habitat, preservando a sua comunidade. Visto que esses organismos possuem preferência por habitats conservados, pois são sensíveis à perturbação antrópica, sendo considerados bons bioindicadores de qualidade de habitat (Almeida, Beiroz & Antonini 2020).

6. CONCLUSÃO

As comunidades de besouros rola-bosta podem demonstrar distinções a depender do ambiente em que se encontram, assim como a disponibilidade de recursos e vegetação. Acredita-se que essas distinções podem estar ligadas a fatores bióticos e abióticos dos habitats, como por exemplo a temperatura, pluviosidade e, principalmente, ações antrópicas. A urbanização presente nos habitats desses organismos reduzem potencialmente a sua presença, onde a perturbação ambiental pode ser determinante para esses besouros, alterando fortemente sua comunidade. Portanto, o atual trabalho apresenta a importância do uso dos besouros rola-bosta como bioindicadores ambientais

em diferentes tipos de habitat para demonstração dos efeitos do ambiente em comunidades de organismos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hernani Alves; BEIROZ, Wallace; ANTONINI, Yasmini. Em Destaque-Papel dos besouros rola-bosta (Scarabaeinae) na restauração através da dispersão secundária. **Revista Cientifica MG. Biota**, v. 13, n. 1, p. 52-55, 2020.

ALVES, Jose Jakson Amancio; DE ARAÚJO, Maria Aparecida; DO NASCIMENTO, Sebastiana Santos. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

ALVES, Jose Jakson. Geoecologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 1, 2007.

ANDERSON, Daniel J. *et al*. Dung beetles increase plant growth: a meta-analysis. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 291, n. 2019, p. 20232885, 2024.

BARBOSA, David Ítallo. Zonação de myxomycetes corticícolas em ambientes de floresta úmida no Estado de Pernambuco. 2016.

BARBOSA, Fabiana dos Anjos *et al*. Análise da estrutura e distribuição espacial de Pilosocereus pachycladus subsp. pernambucoensis em vegetação da Caatinga e de brejo de altitude. **Ciência Florestal**, v. 33, n. 3, p. e66471, 2023.

BARBOSA, Luciana Gomes *et al*. A precipitação sazonal e a pressão antrópica afetam a qualidade da água dos reservatórios no Brejo de Altitude. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 35, p. e35, 2023.

BRANCO, Antonia Francivan Vieira Castelo *et al*. Avaliação da perda da biodiversidade na Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 1885-1909, 2022.

CARDOSO, Josiane Teresinha. A Mata Atlântica e sua conservação. **Revista Encontros Teológicos**, v. 31, n. 3, 2016.

CARDOSO, KAMILA DE AGUIAR. Diversidade de besouros Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) em seis fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual localizados em Itapetinga, Bahia. 2023.

COPPO, Taciana Lopes. Estrutura de comunidades de Scarabaeoidea copronecrófagos (Coleoptera) em áreas de fragmentos florestais e reflorestamentos de mata ciliar. 2024.

CORTEZ, L. O. (2021). Perda e fragmentação de habitat da Mata Atlântica: efeitos locais e da paisagem sobre a comunidade de rola-bostas (Coleoptera: Scarabaeinae).

COSTA, Mirella Lima. **Preferência e atratividade por diferentes dietas na determinação das comunidades de besouros rola bosta**. 2024. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

CUNHA, Stephany Diolino *et al*. Fragmentação florestal na paisagem no Bioma Mata Atlântica: uma revisão sistemática da literatura. 2021.

CUPELLO, Mario; VAZ-DE-MELLO, Fernando Z. A monographic revision of the Neotropical dung beetle genus Sylvicanthon Halffter & Martínez, 1977 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Deltochilini), including a reappraisal of the taxonomic history of 'Canthon sensu lato'. **European Journal of Taxonomy**, n. 467, 2018.

DA SILVA, Pedro Giovâni *et al*. Importância dos besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) para o município de Bagé, Rio Grande do Sul. **Revista Congrega URCAMP**, v. 1, p. 1-11, 2010.

DA SILVA, Pedro G. *et al*. Besouros rola-bosta: insetos benéficos das pastagens. **Cadernos de Agroecologia [Volumes 1 (2006) a 12 (2017)]**, v. 2, n. 2, 2007.

DECASTRO‐ARRAZOLA, Indradatta *et al*. A trait‐based framework for dung beetle functional ecology. **Journal of Animal Ecology**, v. 92, n. 1, p. 44-65, 2023.

DOS SANTOS, Karina Viana *et al*. Ocorrência e preferência alimentar de besouros rola-bosta (Scarabaeidae: Scarabaeinae) em três ambientes distintos no município de Senhor do Bonfim, Bahia. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

DURÃES, Renata; MARTINS, Waldney P.; VAZ-DE-MELLO, Fernando Z. Comunidade de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae) ao longo de um ecótono

natural entre floresta e cerrado em Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 721-731, 2005.

FARIAS, Paulo Roberto Silva. Manual de entomologia geral. **Belem, PA: Edufra**, 2013.

FEITOSA, Matheus Leonydas Borba *et al*. Dinâmicas urbanas no uso da terra influenciam a diversidade taxonômica, condição corporal e traços funcionais da assembleia de escorpiões em Brejos de altitudes Paraibanos. 2024.

FERNANDES, Moabe Ferreira; QUEIROZ, Luciano Paganucci de. Vegetação e flora da Caatinga. Ciência e cultura, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018.

FERRAZ, E. *et al*. Fragmentos de floresta atlântica afetados pelas perturbações antrópicas: diagnóstico e indicação de estratégias para conservação da flora lenhosa. In: **XIV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. 2023.

FERREIRA, Rodrigo; LIMA, Maiara Beatriz; LOPES, Priscila Paixão. Serviços ecossistêmicos de dispersão secundária de sementes por besouros rola-bostas (Coleoptera: Scarabaeinae) em caatingas e pastagens, em Andorinha, Bahia. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 7, n. 3, 2025.

FILGUEIRAS, Bruno KC; IANNUZZI, Luciana; LEAL, Inara R. Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities in the Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 144, n. 1, p. 362-369, 2011.

FLORÊNCIO, Sabrina Martins. Influência da estrutura da vegetação, em áreas de restauração ecológica em cronossequência, na estrutura da comunidade de besouros scarabaeidae. 2022.

GIULIETTI, Ana Maria *et al*. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília**, 2004.

GONÇALVES, Marcos Paulo Gomes; ALCÂNTARA, Jacqueline Ribeiro; IWATA, Bruna de Freitas. Dinâmica de bioindicadores escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) associados a diferentes zonas da UC Flona Palmares. In: **Congresso**

Brasileiro de Gestão Ambiental. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, 2022.

HERNÁNDEZ, Malva Isabel Medina. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) da caatinga paraibana, Brasil. **Oecologia brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 356-364, 2007.

HILJE, Luko. Estacionalidad de adultos de Scarabaeidae (Coleoptera) en Barva, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 44, n. 2B, p. 719–729-719–729, 1996.

IANNUZZI, Luciana *et al*. Dung beetles from the Atlantic Forest north of the São Francisco River: an overview of a fragile fauna. **Animal Biodiversity and Conservation in Brazil's Northern Atlantic Forest**, p. 47-84, 2023.

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.

LEAL, Inara R. *et al*. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo; SILVA, JMC da. Ecologia e conservação da caatinga: uma introdução ao desafio. **Ecologia e conservação da caatinga (pp. XIII–XVII). Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco**, 2003.

LIBERAL, Carolina Nunes *et al*. How habitat change and rainfall affect dung beetle diversity in Caatinga, a Brazilian semi-arid ecosystem. **Journal of Insect Science**, v. 11, n. 1, p. 114, 2011.

LIMA, Costa. **Insetos do Brasil**. Escola Nacional de Agricultura, 1940.

LIMA, Maria Goretti Araújo *et al*. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) no Parque Botânico do Ceará, Caucaia-CE, Brasil. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 89-94, 2013.

MACHADO, Wedna; PRATA, Ana Paula; MELLO, Anabel. Floristic composition in areas of Caatinga and Brejo de Altitude in Sergipe state, Brazil. **Check list**, v. 8, n. 6, p. 1089-1101, 2012.

MACEDO, Rodrigo Santana *et al*. Efeitos da degradação nos atributos de solos sob caatinga no semiárido brasileiro. **Revista Árvore**, v. 47, p. e4702, 2023.

MELO, Janieli de Oliveira *et al*. A Caatinga: Um bioma exclusivamente brasileiro. **Ciência e Cultura**, v. 75, n. 4, p. 01-09, 2023.

MOREIRA, Aline TR *et al*. O impacto da ação antrópica no meio ambiente: aquecimento global. **Revista Educação em foco**, v. 14, p. 22-27, 2022.

MOURA, Roberta Souza de. Efeito do manejo florestal sustentável sobre a assembleia de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em uma floresta de terra firme na Amazônia Central. 2021.

NICHOLS, E. *et al*. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological conservation**, v. 141, n. 6, p. 1461-1474, 2008.

OLIVEIRA, Bruna Raiary das Graças de. Respostas funcionais a distúrbios antrópicos e a importância de traços selecionados: um estudo de caso usando besouros rola-bosta em uma área degradada. 2023.

OLIVEIRA, Rafaella Teixeira Maciel. Escarabeíneos da região de transição Cerrado/Caatinga: contribuição para fauna de pastagens. 2015.

OLIVEIRA-SILVA, Williams *et al*. Avifauna em dois remanescentes de brejo de altitude no estado de Pernambuco, Brasil. **Oecologia Australis**, v. 26, n. 1, p. 45-51, 2022.

OLIVEIRA, Victor Hugo Fonseca *et al*. Variação na fauna de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeinae) entre habitats de cerrado, mata seca e mata ciliar em uma região de transição Cerrado-Caatinga no norte de Minas Gerais. **MG Biota**, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2011.

PINTO, Luiz Paulo *et al*. Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. **Biologia da conservação: essências. São Carlos: RiMa**, p. 91-118, 2006.

PÔRTO, Kátia C.; CABRAL, Jaime JP; TABARELLI, Marcelo. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba. **História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília, MMA**, 2004.

ROCHA, Marcus Vinícius Celani. Diversidade de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) em duas unidades de conservação do Cerrado do Brasil Central. 2016.

RODRIGUES, Paulo Cesar Guimarães *et al*. Ecologia dos Brejos de Altitude do agreste pernambucano. **Revista de Geografia**, v. 25, n. 3, p. 20-34, 2008.

RUIZ-ESPARZA, J. M. *et al*. Influência de um brejo de altitude sobre as características da avifauna da caatinga (Serra da Guia, Sergipe e Bahia). In: **Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia, São Lourenço (Brazil)**. 2009. p. 1-3.

SAMPAIO, David Valente *et al*. Consideracões sobre a fauna de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) em duas áreas de Cerrado litorâneo no Maranhão, Brasil. In: **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço, Minas Gerais**. 2009.

SANTOS, João Flávio Costa *et al*. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 15, n. 3, 2017.

SIQUEIRA-FILHO, J. A. *et al*. As bromélias nos Brejos de Altitude em Pernambuco: riqueza de espécies e status de conservação. **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente**, p. 99-110, 2004.

SOUZA, Bartolomeu Israel de; ARTIGAS, Rafael Cámara; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. Caatinga e desertificação. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, p. 131-150, 2015.

SOUZA, Bartolomeu Israel; MENEZES, Rafael; CÁMARA ARTIGAS, Rafael. Efeitos da desertificação na composição de espécies do bioma Caatinga, Paraíba/Brasil. **Investigaciones geográficas**, n. 88, p. 45-59, 2015.

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; SANTOS, André Mauricio Melo. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, Ecologia e Conservação**, v. 9, p. 17-24, 2004.

VALOIS, Marcely C.; VAZ-DE-MELLO, Fernando Z.; SILVA, Fernando AB. Taxonomic revision of the Dichotomius sericeus (Harold, 1867) species group (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Zootaxa**, v. 4277, n. 4, p. 503-530, 2017.

VAZ-DE-MELLO, F. Z.; REIS, S.; LOUZADA, J. N. C. Levantamento preliminar das espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) fimícolas das pastagens da região de Lavras. In: **Anais do X Congresso de Pós-Graduação da UFLA, NT008**. 2001. p. 1-7.

VIEIRA, Ricardo. Brejos de altitude no estado de Pernambuco: características e importância ecológica e a perspectiva pedagógica da ciência geográfica. **Revista Ciência Geográfica**, v. 29, n. 1, 2025.