



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

LAURA FREIRE ARAÚJO DA SILVA

**INTERAÇÕES ENTRE BESOUROS ROLA-BOSTA E PRIMATAS NÃO HUMANOS:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**RECIFE
2025**

LAURA FREIRE ARAÚJO DA SILVA

**INTERAÇÕES ENTRE BESOUROS ROLA-BOSTA E PRIMATAS NÃO HUMANOS:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Ciências
Biológicas da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Luciana Iannuzzi

Coorientador: Msc. Lucas Matheus Nascimento Silva

RECIFE
2025

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

Silva, Laura Freire Araújo da .

Interações entre besouros rola-bosta e primatas não humanos: uma revisão integrativa. / Laura Freire Araújo da Silva. - Recife, 2025.

55 p. : il.

Orientador(a): Luciana Iannuzzi

Cooorientador(a): Lucas Matheus Nascimento Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2025.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Interação ecológica. 2. Coprofagia. 3. Primatas. 4. Scarabaeinae. 5. Besouros . I. Iannuzzi, Luciana . (Orientação). II. Silva, Lucas Matheus Nascimento. (Coorientação). IV. Título.

590 CDD (22.ed.)

LAURA FREIRE ARAÚJO DA SILVA

**INTERAÇÕES ENTRE BESOUIROS ROLA-BOSTA E PRIMATAS NÃO HUMANOS:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 24/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Luciana Iannuzzi (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Fábio Correia Costa (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Msc. Juliana Carneiro de Lacerda (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho aos meus pais, que tiveram poucas portas abertas na vida, mas nunca deixaram de construir caminhos para mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que nunca deixou faltar força, luz ou esperança em meu caminho. Foi Nele que encontrei refúgio nos dias difíceis e motivação para seguir acreditando em uma ciência mais justa, sensível e transformadora. Graças a Ele, mantive viva a chama do sonho da Laurinha de anos atrás, aquela menina que acreditava que tudo era possível com amor, coragem e dedicação.

Agradeço à minha família, tanto àquela com a qual tive a sorte de nascer, quanto à que escolhi ao longo da vida. Cada lembrança com vocês é um alicerce na construção de quem sou. Em especial, aos meus pais e ao meu irmão, Bibi, vocês são meu porto seguro, meus maiores incentivadores e minha fortaleza diária. Obrigada por acreditarem em mim mesmo quando eu mesma vacilei, por me levantarem com palavras de fé e gestos de carinho. Eu amo vocês mais do que cabe em qualquer linha escrita neste mundo. À minha avó Gracinha, a quem dedico minhas orações e minha saudade mais profunda. Dói saber que não poderei dividir essa vitória com você aqui, mas consigo imaginar que, de alguma forma, você me acompanha do céu. Sua ausência é um vazio imenso, mas o amor que deixou em mim é ainda maior.

À minha orientadora querida, Luciana Iannuzzi, a quem carrego uma dívida eterna de gratidão. Obrigada por me apoiar com tanto carinho e confiança, mesmo sem perceber o quanto sua presença foi decisiva para que eu não desistisse da graduação. Seu olhar acolhedor e sua fé no meu trabalho me deram forças em momentos silenciosos. Jamais poderei retribuir à altura tudo o que recebi da Sra. Ao meu co-orientador, Lucas, por quem tenho um orgulho imenso e uma profunda admiração. De colega de laboratório, você se tornou um guia atencioso, cuidadoso e presente. Obrigada por caminhar ao meu lado com tanta dedicação, mal posso esperar para celebrar suas próximas conquistas, que tenho certeza, serão muitas.

Às minhas amigas-irmãs, Cel e Lu, que caminham comigo desde sempre, dividindo fotografias, risos e os capítulos mais doces da minha história. Com vocês aprendi, de forma profunda, que família é também aquilo que o coração escolhe. À Talles, meu amigo de alma e irmão de vida, que surgiu quando eu já nem sabia que ainda era possível criar laços tão profundos. Obrigada por estar ao meu lado com tanto acolhimento e lealdade. À Maurício, que é abrigo, compreensão e cuidado. Sua presença ilumina meus dias, não sei como a vida me presenteou com alguém tão essencial e bom. Você me fortalece de um jeito que palavras não alcançam. Aos meus amigos franquianos, Kau, Yale, Aninha, Will, Tiago e Matheus, com quem vivi o melhor ano da minha vida e compartilhei momentos que guardarei para sempre. A saudade que sinto de vocês é diária, e minha gratidão pela existência de cada um é imensa. Vocês foram, e continuam sendo, um dos maiores presentes que a vida me deu. À Ritinha e à Cammis, amigas de alma, sempre tão leais, cuidadosas e presentes. Obrigada por cada gesto de carinho, pelas palavras certas nos momentos difíceis e por se importarem de verdade. Ter vocês por perto é uma sorte imensa. Aos meus irmãos e parceiros da família Crisma, que, com tanto amor, dedicam seu tempo a rezar e torcer por mim. Vocês são luz no meu caminho, que Deus continue abençoando a vida de cada um.

E por fim, mas nunca menos importante, agradeço profundamente àqueles com quem compartilhei anos da minha vida diariamente: meus amigos de curso, que agora também serão meus colegas de profissão. Vocês estiveram ao meu lado na batalha diária que é se

formar em uma universidade pública, onde tantas vezes a ciência é desvalorizada. Sem vocês, sinceramente, não sei o que teria sido de mim. Tenho certeza de que não conseguiria chegar até aqui sozinha. Aos meus bezerrinhos, Maju, Rafa, Rose e Bia Luna, vocês foram abrigo e respiro nos dias mais difíceis. Obrigada por todas as risadas espontâneas, pelas conversas infinitas, pela leveza que trazem e pelos laços que criamos. Guardo com carinho cada memória: dos almoços apressados aos surtos coletivos, das danças inesperadas no D.A às piadas internas. Vocês são um capítulo doce dessa história. Às minhas amigas de jornada desde o primeiro dia, Bea e Letis, que, mesmo seguindo caminhos diferentes, nunca deixaram de estar presentes a cada passo da minha caminhada. Obrigada por permanecerem, por torcerem, por existirem. À Renanzinho, Hebert, Nara, Léo e Marley, que se fizeram presentes de tantas formas ao longo do caminho, trazendo alegria, força e cor aos meus dias. Vocês são incríveis, e sou grata por cada lembrança compartilhada. À Caio, Guga, Jotinha, Thayana, Maíra, Carol e Clarinha, meus calouros favoritos para sempre. É um orgulho imenso ver cada um de vocês trilhando caminhos tão lindos, com coragem e brilho próprio. Vocês me inspiram! À Gabie, amigo, aliado e anjo da reta final deste trabalho. Sua ajuda foi essencial, da revisão cuidadosa ao apoio emocional, passando pela paciência e pelo carinho em cada detalhe. Não sei o que teria feito sem você. Este trabalho também tem as suas digitais, e jamais esquecerei isso. Aos meus queridos Juli e Renan, meu trio amado, que ultrapassou qualquer definição de amizade. O apoio incondicional, o cuidado sincero e a presença constante de vocês são tesouros que carrego no coração. Obrigada por serem casa onde encontro paz, colo onde encontro conforto e a força que me mantém firme nos momentos mais desafiadores. Amo vocês profundamente e para sempre. E à Bibia, minha irmã de alma, amiga de todas as horas, confidente desde o primeiro dia de aula. Quebramos todas as estatísticas que diziam que amizades de primeiro dia não duram. Agora sei que seguiremos juntas até o último dia de nossas vidas. Obrigada por ser meu alicerce tantas vezes, por me ouvir, me amparar e chorar comigo quando preciso.

Amo cada um de vocês. Vocês são parte essencial deste trabalho e, em muitos momentos, foi por vocês que encontrei forças para continuar. Levo cada um no coração, com gratidão eterna.

RESUMO

As interações entre besouros rola-bosta e mamíferos, em especial os primatas, desempenham um papel ecológico relevante, contribuindo para processos como a dispersão de sementes e o equilíbrio dos ecossistemas. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo compilar informações sobre as interações ecológicas entre primatas não humanos e besouros rola-bosta, por meio de uma revisão bibliográfica integrativa, fornecendo uma visão abrangente do estado atual da pesquisa e evidenciando as lacunas existentes nesse campo. Para isso, foi elaborado um levantamento bibliográfico integrativo em bases de dados internacionais e nacionais, sem restrição de período ou idioma, seguido de triagem e análise dos estudos selecionados. Os critérios de busca utilizaram palavras-chave organizadas em grupos temáticos, como: "*primatas*", "*besouros rola-bosta*", "*dispersão de sementes*", "*defaunação*", "*preferência alimentar*" e "*interações ecológicas*". Ao final, 45 artigos atenderam aos critérios de inclusão, permitindo uma análise abrangente sobre os aspectos temáticos dessas interações. Os resultados indicam um crescimento progressivo das pesquisas nas últimas décadas, com destaque para estudos na América do Sul e Ásia, além de evidenciar a predominância dos temas relacionados à dispersão secundária de sementes e à atratividade dos besouros pelas fezes de primatas. Foram identificadas 292 espécies de besouros rola-bosta, associadas a 35 espécies de primatas de diferentes regiões do planeta. Apesar dos avanços, as análises revelaram lacunas significativas de informações, como a baixa representatividade da ciência local em alguns países e a sub-representação de regiões da África e do Sudeste Asiático, que, embora abriguem elevada diversidade de primatas e besouros rola-bosta, ainda carecem de estudos. Conclui-se que as interações entre rola-bostas e primatas representam um elo essencial para o funcionamento dos ecossistemas tropicais e que o fortalecimento das pesquisas, sobretudo em regiões sub-exploradas, é crucial para subsidiar estratégias de conservação. Futuramente, o estímulo à pesquisa local poderá aprofundar o entendimento dessas associações e contribuir para a resiliência e conservação dos ambientes florestais.

Palavras-chave: coprofagia; interação ecológica; Primates; Scarabaeinae.

ABSTRACT

The interactions between dung beetles and mammals, especially primates, play an ecologically relevant role by contributing to processes such as seed dispersal and ecosystem balance. In this context, the present study aimed to compile information on the ecological interactions between non-human primates and dung beetles through an integrative literature review, providing a comprehensive overview of the current state of research and highlighting existing knowledge gaps in the field. For this purpose, an integrative bibliographic survey was conducted using international and national databases, with no restriction on publication period or language, followed by screening and analysis of the selected studies. Search criteria included keywords organized into thematic groups, such as "primates", "dung beetles", "seed dispersal", "defaunation", "food preference", and "ecological interactions". In total, 45 articles met the inclusion criteria, allowing for a broad analysis of the thematic aspects of these interactions. The results indicate a progressive increase in research over recent decades, with emphasis on studies conducted in South America and Asia, and a predominance of topics related to secondary seed dispersal and the attractiveness of primate feces to dung beetles. A total of 292 dung beetle species were identified, associated with 35 primate species from different regions of the world. Despite these advances, the analysis revealed significant gaps in knowledge, such as the limited representation of local science in some countries and the underrepresentation of African and Southeast Asian regions, which, although rich in primate and dung beetle diversity, remain poorly studied. It is concluded that interactions between dung beetles and primates constitute a key link in the functioning of tropical ecosystems and that strengthening research, especially in underexplored regions, is crucial to support conservation strategies. In the future, encouraging local research may deepen the understanding of these associations and contribute to the resilience and conservation of forest ecosystems.

Keywords: coprophagy; ecological interaction; Primates; Scarabaeinae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Classificação dos besouros de acordo com a maneira que alocam seus recursos.....	15
Figura 2 -	Fluxograma do processo de inclusão e exclusão dos artigos na revisão integrativa.....	19
Figura 3 -	Evolução do número de publicações científicas sobre interações entre primatas não humanos e besouros rola-bosta ao longo dos anos.....	20
Figura 4 -	Mapa de calor evidenciando a frequência entre os gêneros de besouros rola-bosta e as espécies de primatas não humanos.....	21
Figura 5 -	Número de estudos por país conforme o local de execução da pesquisa.....	22
Figura 6 -	Número de estudos por país conforme a afiliação institucional.....	23
Figura 7 -	Distribuição dos temas abordados por espécies de primatas.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Interações ecológicas.....	13
2.2 Primatas: classificação, interações e conservação.....	13
2.3 Besouros rola-bosta (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae).....	14
2.4 O papel conjunto de primatas não humanos e besouros rola-bosta na manutenção das florestas tropicais.....	15
3 OBJETIVOS.....	17
3.1 Objetivo geral.....	17
3.2 Objetivos específicos.....	17
4 METODOLOGIA.....	18
5 RESULTADOS.....	20
5.1 Caracterização dos artigos conforme a localização geográfica.....	21
5.2 Caracterização dos artigos conforme o tema abordado.....	23
5.2.1 Besouros rola-bosta bioindicadores de diversidade.....	24
5.2.2 Dispersão secundária de sementes pelos besouros rola-bosta.....	25
5.2.3 Atratividade dos besouros rola-bosta por fezes de primatas.....	26
5.2.4 Impacto da redução de primatas nos besouros rola-bosta.....	27
5.2.5 Comportamento de senta-e-espera e competição por fezes entre besouros rola-bosta.....	28
5.2.6 Dinâmica comportamental de besouros coprófagos em resposta às fezes de primatas.....	28
6 DISCUSSÃO.....	30
7 CONCLUSÃO.....	34
8 REFERÊNCIAS.....	35
9 ANEXO.....	41

1 INTRODUÇÃO

As interações entre espécies desempenham um papel essencial na manutenção dos ecossistemas e, conseqüentemente, na conservação da biodiversidade. Relações ecológicas como predação, competição, mutualismo e comensalismo, por exemplo, estão diretamente associadas ao fluxo de energia e à ciclagem de nutrientes entre os diferentes níveis tróficos (Ollerton et al., 2006; Cerqueira, 2021). Nesse contexto, redes ecológicas com maior complexidade estrutural, especialmente aquelas baseadas em interações mutualísticas, tendem a apresentar maior estabilidade e resiliência frente a distúrbios naturais ou antrópicos, os quais impactam diretamente a integridade e o funcionamento dos ecossistemas, como mudanças climáticas ou perdas locais de espécies (Baruah, 2024). Tal evidência reforça a necessidade de conservar não apenas as espécies individualmente, mas também as interações ecológicas que elas estabelecem entre si, considerando que essas relações são fundamentais para sustentar o equilíbrio e a funcionalidade dos ecossistemas (Bascompte, 2023).

Os insetos desempenham um papel essencial no funcionamento dos ecossistemas, esses organismos participam diretamente de processos que envolvem tanto o ambiente quanto as relações com outras espécies animais. Dentre suas funções, destacam-se a ciclagem de nutrientes, a decomposição da matéria orgânica, o controle de populações de outros organismos e a manutenção do equilíbrio ecológico (Parra et al., 2002; Casari et al., 2024). Os besouros da subfamília Scarabaeinae, conhecidos popularmente como rola-bostas, apresentam uma estreita relação com as fezes de mamíferos, como bovinos e humanos, que servem de principal fonte de alimento tanto para as larvas quanto para os adultos. Embora algumas espécies também consumam carniça ou matéria vegetal em decomposição, a importância desses excrementos para sua nutrição e reprodução permanece vital (Halffter & Matthews, 1966). Essa dependência torna os rola-bostas, essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas, contribuindo diretamente para a ciclagem de nutrientes, o controle de parasitas e a aeração do solo (Rafael et al., 2012; Monteiro et al., 2008).

Dentre os mamíferos que fornecem recursos para os besouros rola-bosta, destacam-se os primatas. A associação biológica entre primatas e insetos, em especial os rola-bostas, vai além da simples coprofagia e desempenha um papel relevante em processos ecológicos, como a dispersão de sementes. As fezes desses vertebrados, frequentemente ricas em sementes, tornam-se um recurso atrativo para os rola-bostas, que, ao manipular e enterrar esse material, contribuem diretamente para o processo de germinação de sementes (Vulinec, 2000; Feer, 1999). Esse mecanismo de dispersão secundária promovido pelos besouros tem sido apontado como um fator potencialmente importante para a regeneração florestal, favorecendo o recrutamento de plântulas e a manutenção da diversidade vegetal (Carvalho, 2016).

Nesse contexto, compreender as interações ecológicas entre primatas e rola-bostas é fundamental não apenas para aprofundar o conhecimento científico sobre as redes ecológicas, mas também para embasar estratégias de conservação que garantam a preservação desses animais e dos habitats que ajudam a sustentar (Chapman et al., 2013). Apesar dos avanços já alcançados neste campo, o conhecimento científico sobre a complexidade e as implicações ecológicas dessa interação ainda é bastante inicial, o que reforça a necessidade de novos estudos que explorem os diferentes contextos ecológicos em que essa associação se estabelece. Portanto, revisões de literatura representam um passo fundamental, pois

sistemizam o conhecimento existente e indicam lacunas que ainda precisam ser exploradas (Brizola, 2016).

Dessa forma, este estudo adotou a revisão integrativa, uma metodologia de caráter rigoroso, que permite a combinação de estudos, integrando seus resultados com diferentes delineamentos sejam eles experimentais ou não (Mattos, 2015). Essa abordagem possibilita reunir e aplicar, de forma prática, o conhecimento produzido por pesquisas relevantes, promovendo uma compreensão ampla e aprofundada acerca do estado atual da investigação na área (Souza, 2010).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo compilar informações sobre as interações ecológicas entre primatas não humanos e besouros rola-bosta, por meio de uma revisão bibliográfica integrativa, fornecendo uma visão abrangente do estado atual da pesquisa e evidenciando as lacunas existentes nesse campo. Para isso, serão analisados: 1) o número de publicações existentes; 2) os principais autores e instituições envolvidas; 3) a representatividade de pesquisadores locais que estudam suas próprias faunas; 4) as espécies de primatas e besouros rola-bosta analisadas; 5) os períodos de maior atividade científica; 6) as regiões geográficas mais investigadas e os países e continentes com maior concentração de estudos. Por fim, busca-se compreender como esses dois grupos interagem em seu ambiente natural.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Interações ecológicas

Interações ecológicas são compreendidas como as relações estabelecidas entre espécies que convivem em uma mesma comunidade (ACIESP, 1997). Essas relações podem ocorrer tanto entre indivíduos da mesma espécie, caracterizando interações intraespecíficas, quanto entre espécies diferentes, nesse caso interações interespecíficas. Tais interações surgem da necessidade comum dos organismos por recursos essenciais, como alimento, água, espaço, abrigo, luz ou parceiros reprodutivos (Odum & Barret, 2007).

Atualmente, acredita-se que praticamente todas as espécies do planeta participam de uma ou mais interações ecológicas, que podem ser classificadas como positivas, negativas ou neutras, de acordo com os efeitos que produzem sobre os organismos envolvidos (Bronstein et al., 2006; Cerqueira, 2021). As interações positivas incluem o mutualismo, no qual ambos os organismos são beneficiados; o comensalismo, em que um se beneficia sem causar prejuízo ao outro; e a protocooperação, uma associação vantajosa, porém não indispensável para as espécies envolvidas (Begon et al., 1996; Cassin, 2005; Pompeu, 2020). Por outro lado, as interações negativas, como o parasitismo e a competição, trazem prejuízo a pelo menos um dos organismos envolvidos. Já o neutralismo ocorre quando duas espécies coexistem no mesmo ambiente sem que haja efeitos positivos ou negativos entre elas, embora autores ressaltem que, na prática, essa interação é inexistente, já que mudanças sempre ocorrem nos organismos (Malcom, 1966; Diller et al., 2020).

É importante destacar que os efeitos negativos se referem ao impacto desfavorável sobre os indivíduos, mas não necessariamente sobre as populações ou o ecossistema como um todo. As interações negativas são fundamentais para manter o equilíbrio e a complexidade dos ambientes naturais (Cerqueira, 2021). Além disso, interações positivas como o mutualismo e a protocooperação são consideradas pilares essenciais para a vida na Terra, assegurando o funcionamento harmonioso dos sistemas naturais (Santos, 2024).

2.2 Primatas: classificação, interações e conservação

Os primatas constituem uma ordem da classe Mammalia, englobando os prossímios (lêmures, lóris, társsios e gálagos), os macacos (incluindo os do Novo Mundo e os do Velho Mundo) e os grandes primatas, como orangotango, gorila, chimpanzé e humanos (Da Rocha et al., 2024). A classificação desses animais pode ser realizada com base em critérios anatômicos ou filogenéticos. De acordo com a proposta de Colin Groves, que utiliza relações evolutivas e clados verdadeiros como referência, os primatas são divididos em duas sub-ordens: Strepsirrhines e Haplorrhines (Fortes, 2005; Sigrist, 2012).

Dentro dos Haplorrhines, estão os Platyrrhini do Novo Mundo e Catarrhini do Velho Mundo. Os Platyrrhini são encontrados apenas nas Américas e são exclusivamente arborícolas como: macaco-aranha, mico-leão e entre outros. Já os Catarrhini, nativos da África e Ásia, incluem tanto espécies arborícolas quanto terrestres como: gorilas, chimpanzés e humanos (Fortes, 2005).

Os primatas são considerados importantes engenheiros ecológicos (Chapman et al. 2013). O comportamento social complexo e a elevada mobilidade desses animais ampliam sua capacidade de dispersar sementes a longas distâncias, favorecendo a diversidade e a

conectividade entre fragmentos florestais (Estrada et al., 2017). As espécies folívoras contribuem para a estruturação da paisagem por meio da herbivoria, enquanto os frugívoros, que representam cerca de 40% da biomassa de vertebrados frugívoros nas florestas tropicais, atuam como dispersores de sementes (Chapman et al. 2013; Culot et al., 2010). Entretanto, em escala global, mais da metade das espécies de primatas enfrenta ameaças, o que é bastante preocupante, considerando a relevância desses animais para o funcionamento dos ecossistemas e a manutenção de processos ecológicos essenciais (Campos, 2016).

2.3 Besouros rola-bosta (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae)

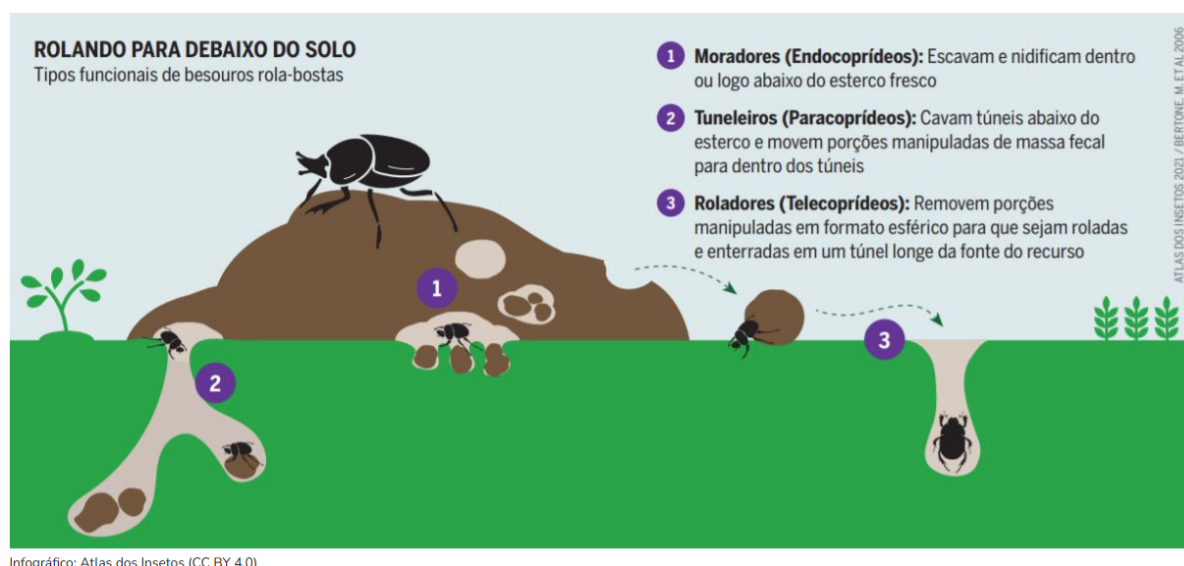
Os besouros escarabeíneos, popularmente conhecidos como “rola-bosta”, têm o hábito característico de coletar, moldar e rolar bolas de fezes de animais, que utilizam tanto como fonte de alimento quanto como local para a oviposição, garantindo assim a sobrevivência das larvas (Lima et al., 2019). Presentes em praticamente todos os ambientes, esses insetos participam ativamente de processos ecológicos essenciais, como a dispersão secundária de sementes, a ciclagem de nutrientes e o controle de população de moscas parasitas, este sendo especialmente importante nas áreas de criação de gado (De Camargo et al., 2017; Vulinec, 1999). Além disso, podem ser utilizados como importantes bioindicadores da qualidade ambiental (Nichols et al., 2007).

A ampla diversidade e distribuição dos besouros rola-bosta estão relacionadas aos diferentes hábitos alimentares, que os agrupam em guildas tróficas como coprófagos, consumidores de fezes; necrófagos, consumidores de carcaças; e saprófagos, consumidores de matéria vegetal em decomposição (Halffter & Matthews, 1966). Embora a coprofagia seja um comportamento relativamente raro entre os insetos, ela é predominante neste grupo. Durante a fase larval, o suprimento alimentar depende diretamente da quantidade e qualidade do material fecal disponibilizado pelos pais, composto majoritariamente por fibras presentes nas fezes, especialmente de animais herbívoros (Rafael et al., 2012; Halffter & Matthews, 1966).

Os besouros da subfamília Scarabaeinae podem ser classificados de acordo com a maneira como utilizam e alocam seus recursos. Os telecoprídeos (roladores); os paracoprídeos, (escavadores); e os endocoprídeos (residentes) (Halffter & Edmonds, 1982). Os besouros roladores retiram o recurso alimentar, geralmente fezes, moldam-no em forma de bola e o transportam até um local apropriado para alimentação ou reprodução. Por sua vez, os escavadores cavam túneis abaixo ou próximo do local onde encontram o recurso, utilizando essas estruturas para armazenar o alimento. Já os residentes permanecem no próprio local da fonte alimentar, onde também realizam a nidificação (Figura 1) (Scheffler, 2002).

Essa dinâmica de comportamento permite que os besouros explorem diferentes recursos ambientais ao longo do seu desenvolvimento, evidenciando uma estreita dependência ecológica das interações com vertebrados, como os primatas, cujas fezes representam um recurso fundamental para a sobrevivência e perpetuação desses insetos (Rafael et al., 2012; Vulinec, 1999; Chapman et al., 2013).

Figura 1- Classificação dos besouros de acordo com a maneira que alocam seus recursos.



Fonte: (Montenegro e Simoni, 2022)

2.4 O papel conjunto de primatas não humanos e besouros rola-bosta na manutenção das florestas tropicais

Nas florestas tropicais, muitas árvores adotam estratégias específicas para dispersar suas sementes a certa distância da planta-mãe, evitando assim a propagação de predadores naturais e patógenos, como fungos, para sua prole (Vulinec, 1999). Uma das formas mais comuns de dispersão envolve frutos consumidos por vertebrados, cujas sementes são defecadas e depositadas no solo. A ação de primatas nesse processo inicialmente frequentemente desencadeia a chamada dispersão secundária, realizada por outros organismos, como os besouros escarabeíneos (Vulinec, 1999; Andresen, 2002). Esses insetos enterram as sementes presentes nas fezes, aumentando suas chances de sobrevivência, ao protegê-las da predação e ocultá-las no solo da floresta (Estrada & Coates-Estrada, 1991; Shepherd & Chapman, 1998; Feer, 1999; Andresen, 2000).

Algumas espécies possuem potencial uso na vigilância epidemiológica de enfermidades, como a malária, representando uma alternativa ambientalmente segura, pois não impacta os primatas protegidos, tornando-se uma ferramenta promissora para o monitoramento de doenças (Silva, 2020). Além do potencial aplicado na vigilância epidemiológica, a relação entre primatas e besouros rola-bosta também desempenha um papel ecológico fundamental. A interação entre esses grupos configura-se como uma relação mutualística indireta, na qual ambos são beneficiados, ainda que de maneira não intencional (Cerqueira, 2021). Ao mediar processos como a dispersão e o enterramento de sementes, essa interação favorece não apenas os organismos diretamente envolvidos, mas também influencia de forma significativa a composição e diversidade da flora local, afetando as cadeias tróficas e a dinâmica ecológica como um todo (Carvalho, 2016).

Ao longo do tempo, essa relação pode ter exercido pressões seletivas significativas, favorecendo espécies vegetais que produzem frutos carnosos e nutritivos, capazes de atrair esses dispersores, bem como sementes adaptadas para resistir ao trânsito pelo sistema digestivo dos animais. Segundo Vulinec (1999), estudos como os de Lambert (1999), Rowell

& Mitchell (1991), Chapman (1989) e Idani (1986) demonstraram que para muitas plantas, essa passagem é essencial, pois estimula ou até possibilita a germinação. A presença dessas adaptações evidencia um processo de coevolução, no qual plantas e vertebrados dispersores evoluíram de maneira interdependente, moldando-se mutuamente ao longo da história evolutiva (Dirzo & Domínguez, 1986).

Entretanto, conforme apontado por Estrada et al. (1999), a fragmentação do habitat, ao provocar a redução das populações de primatas, como os bugios, desencadeia também uma diminuição expressiva nas populações de besouros rola-bosta, afetando profundamente a dinâmica ecológica das florestas. Esse desequilíbrio compromete a capacidade regenerativa dos ecossistemas, uma vez que interfere na atuação desses dispersores. Além disso, a interação ecológica entre bugios e besouros é intensamente alterada, impactando os processos naturais responsáveis pela estruturação e equilíbrio das florestas tropicais.

Nesse contexto, a diminuição ou até mesmo a extinção de populações de primatas e besouros representa uma séria ameaça à oferta de serviços ecossistêmicos fundamentais. Assim, destaca-se a necessidade urgente de priorizar a conservação desses grupos, não apenas em nível local, mas em escala global (Galetti et al., 2013).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo compilar informações sobre as interações ecológicas entre primatas não humanos e besouros rola-bosta, a partir de uma revisão bibliográfica integrativa, fornecendo uma visão abrangente do estado atual da pesquisa.

3.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a produção científica relacionada à essas interações ao longo do tempo;
- Conhecer a distribuição geográfica dos estudos;
- Verificar a relação entre a localização geográfica dos autores dos artigos e dos dados investigados.
- Identificar os tipos de interação ecológica entre primatas e besouros rola-bosta;
- Verificar as lacunas de conhecimento das interações ecológicas entre os dois grupos de organismo.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho consistiu em uma revisão integrativa sobre as interações ecológicas entre primatas não humanos e besouros rola-bosta. Para isso, foi elaborada uma estratégia de busca com a realização de um levantamento bibliográfico durante os meses de maio e junho de 2025, sem restrição temporal, visando incluir a primeira publicação disponível nas bases de dados sobre o tema. Foram utilizadas as seguintes bases de dados: SciELO (Scientific Electronic Library Online), *Science Direct*, *Web of Science* e Google Acadêmico. Essas plataformas foram escolhidas por sua ampla cobertura de publicações científicas, incluindo literatura cinzenta, nacionais e internacionais, permitindo uma coleta diversificada e representativa da produção acadêmica sobre o tema.

Na definição dos critérios de busca, foram utilizadas palavras-chave relacionadas ao tema do estudo, organizadas em grupos temáticos, sendo elas: termos relacionados a primatas, como "*primate*" OR "*monkey*" OR "*macaco*" OR "*bugio*" OR "*sagui*" OR "*guariba*" OR "*mammal*"; termos associados a besouros rola-bosta, como "*dung beetle*" OR "*rola bosta*" OR "*rola-bosta*" OR "*Scarabaeidae*" OR "*Scarabaeinae*" OR "*escarabeídeos*"; termos ligados a dispersão de sementes e processos ecológicos, como "*secondary dispersal*" OR "*dispersão secundária*" OR "*seed secondary dispersal*" OR "*dispersão secundária de sementes*" OR "*ecological*" OR "*ecológico**"; além de termos relacionados à defaunação, como "*defaunação*" OR "*defaunation*" OR "*mammal defaunation*" OR "*declínio de mamíferos*"; e ainda termos sobre preferência alimentar e interações ecológicas, como "*attractive**" OR "*atrativ**" OR "*food preference*" OR "*preferência alimentar*" OR "*preferência*" OR "*preference*" OR "*interaction**" OR "*interaç**" OR "*ecological interaction**" OR "*interação ecológica*" OR "*interações ecológicas*". Não houve restrição quanto ao idioma ou ano de publicação. Os critérios de exclusão foram: a) artigos duplicados; b) documentos sem texto completo disponível; c) publicações que apenas mencionam primatas ou besouros rola-bosta sem relacioná-los ecologicamente; d) textos opinativos ou que não seguem metodologia científica.

O levantamento inicial resultou em um total de 290 artigos. Posteriormente, os artigos foram triados por meio da plataforma Rayyan. Os artigos foram triados inicialmente pelo título e, em seguida, pelo resumo e texto completo. Tal triagem foi realizada por três autores, concatenados com os critérios de elegibilidade previamente estabelecidos.

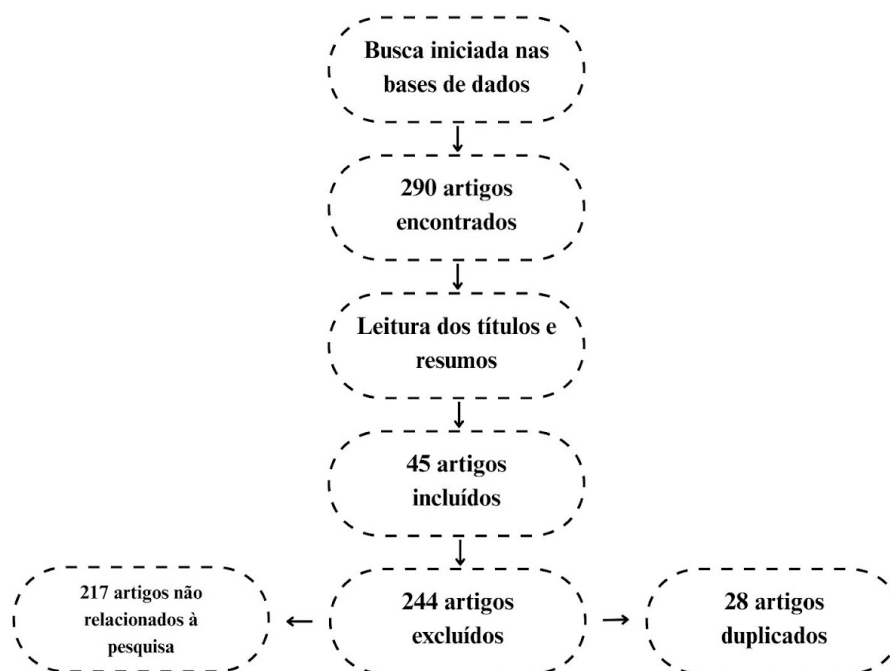
Após essa etapa de seleção, as referências incluídas foram organizadas em uma planilha eletrônica, com o objetivo de facilitar o registro dos dados. Para cada estudo selecionado, foram registrados o título do trabalho, o ano de publicação, a instituição de afiliação dos autores e o local de realização da pesquisa. Durante o processo de triagem, foram excluídos 217 artigos que não se enquadram no escopo da pesquisa e outros 28 artigos foram eliminados por duplicidade. Dessa forma, o corpus final utilizado para a elaboração desta revisão foi composto por 45 artigos (Figura 2).

Na etapa de organização e sistematização das fontes, foi utilizado o software Microsoft Excel para compilar e estruturar os estudos elegíveis. As informações foram organizadas em uma tabela contendo as seguintes variáveis: número do estudo, ano de publicação, local de realização da pesquisa, tipo de interação ecológica abordada, instituição de afiliação dos autores e bioma correspondente. Em seguida, todos os dados coletados foram processados e analisados no software RStudio. Com o uso do pacote *heatmap*, foi elaborado

um mapa de calor, no qual foram avaliadas todas as espécies de besouros mencionadas nos artigos interagindo com primatas (Figura 4). Posteriormente, as espécies identificadas foram agrupadas por gênero, permitindo visualizar de forma clara e organizada os diferentes gêneros presentes em cada tipo de interação registrada nos estudos. A utilização dessas ferramentas proporcionou não apenas uma visualização mais acessível e interpretável das informações, mas também maior precisão analítica, por meio da aplicação de algoritmos e técnicas estatísticas robustas.

A integração dessas abordagens resultou na geração de dados que possibilitaram a elaboração de mapas temáticos, como os que ilustram o número de estudos por país, com base no local de realização das pesquisas e afiliação institucional. Para esse fim, foi utilizada a plataforma MapChart. Além disso, a utilização conjunta das ferramentas analíticas possibilitou a criação de tabelas, gráficos multivariados e análises complementares, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos investigados e fortalecendo a base metodológica desta pesquisa.

Figura 2 - Fluxograma do processo de inclusão e exclusão dos artigos na revisão integrativa.



Fonte: Autora (2025)

5 RESULTADOS

Foram selecionados, após a triagem e a aplicação dos critérios de elegibilidade, 45 artigos que compuseram o corpus final desta revisão integrativa. A partir dos estudos selecionados, foi possível realizar uma análise abrangente, contemplando a distribuição geográfica das pesquisas, o perfil institucional dos autores, os biomas investigados e os grupos taxonômicos envolvidos nas interações ecológicas. Quanto à produção científica sobre o tema, verifica-se que os primeiros registros encontrados nas bases de dados consultadas correspondem a artigos publicados entre os anos de 1991 e 1993. A partir desse período, observa-se um crescimento progressivo no número de publicações sobre o tema, com destaque para o aumento expressivo nas últimas duas décadas (2010) e (2020) (Figura 3).

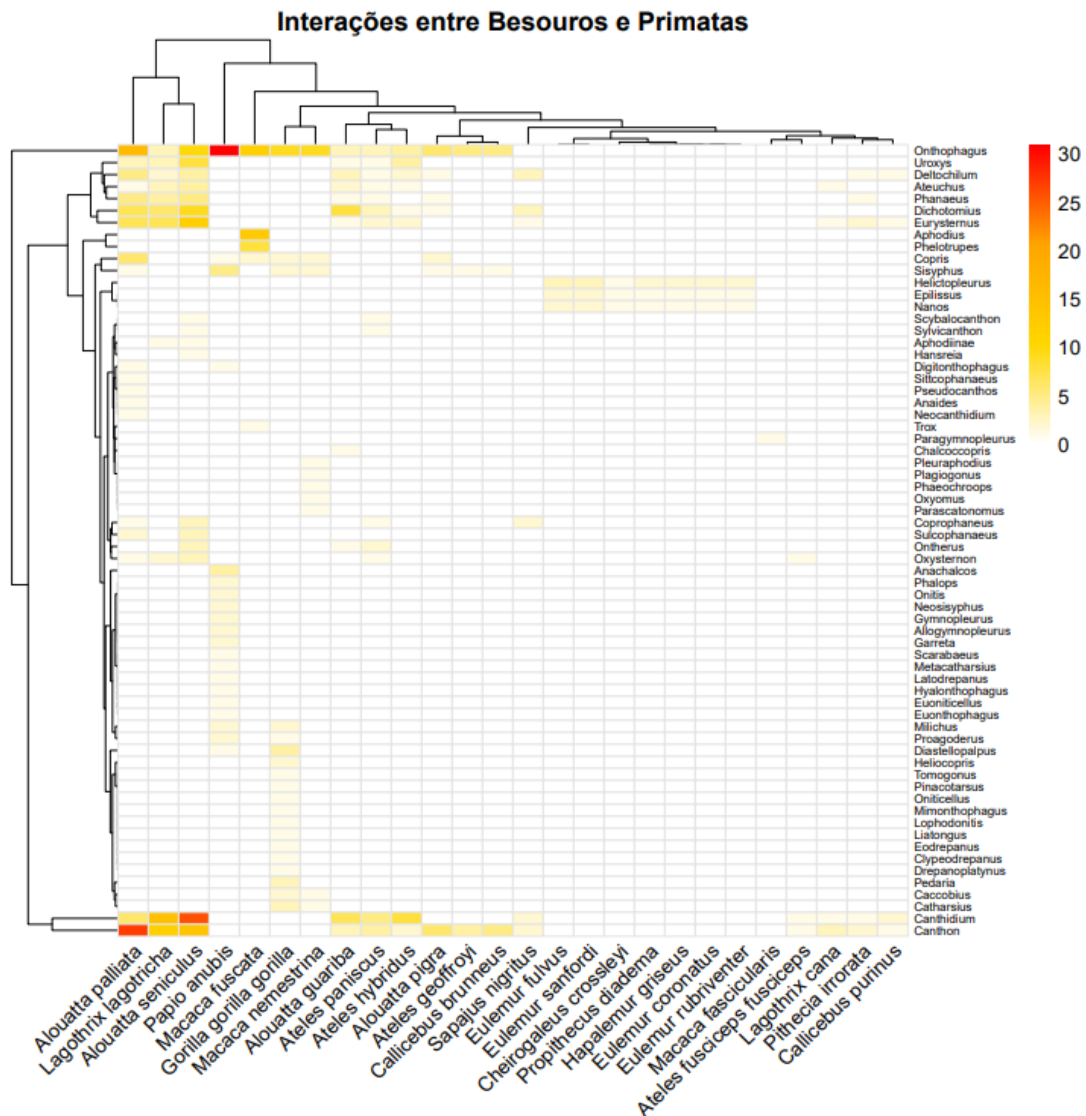
Nesse contexto, foram identificadas 292 espécies de besouros rola-bosta distribuídas em 63 gêneros e 4 famílias, enquanto, entre os primatas, foram registradas 35 espécies, 18 gêneros e 8 famílias. Além disso, os dados analisados permitiram evidenciar, por meio de um mapa de calor, a frequência das interações entre os gêneros de besouros rola-bosta e as espécies de primatas não humanos. (Figura 4).

Figura 3 - Número de publicações científicas sobre interações entre primatas não humanos e besouros rola-bosta ao longo dos anos.



Fonte: Autora (2025)

Figura 4 - Mapa de calor evidenciando a frequência entre os gêneros de besouros rola-bosta e as espécies de primatas não humanos.



Fonte: Autora (2025)

5.1 Caracterização dos artigos conforme a localização geográfica

O Brasil destacou-se com o maior número de publicações, totalizando 13 artigos, seguido pelo Japão, com seis estudos; Peru e México, com cinco estudos cada; Colômbia, com quatro estudos; Guiana Francesa, com três estudos; Madagascar, com dois estudos; e Equador, Costa Rica, Guatemala, Costa do Marfim, Camarões, Malásia e Tailândia, cada um com um estudo (Figura 5).

Além da localização geográfica das pesquisas, foi analisada também a afiliação institucional do primeiro autor, com o objetivo de identificar quais países lideraram a produção científica sobre o tema (Figura 6). Observa-se que, no Brasil, apenas seis estudos tiveram como principal instituição de afiliação uma organização brasileira, representando cerca de 46% dos trabalhos.

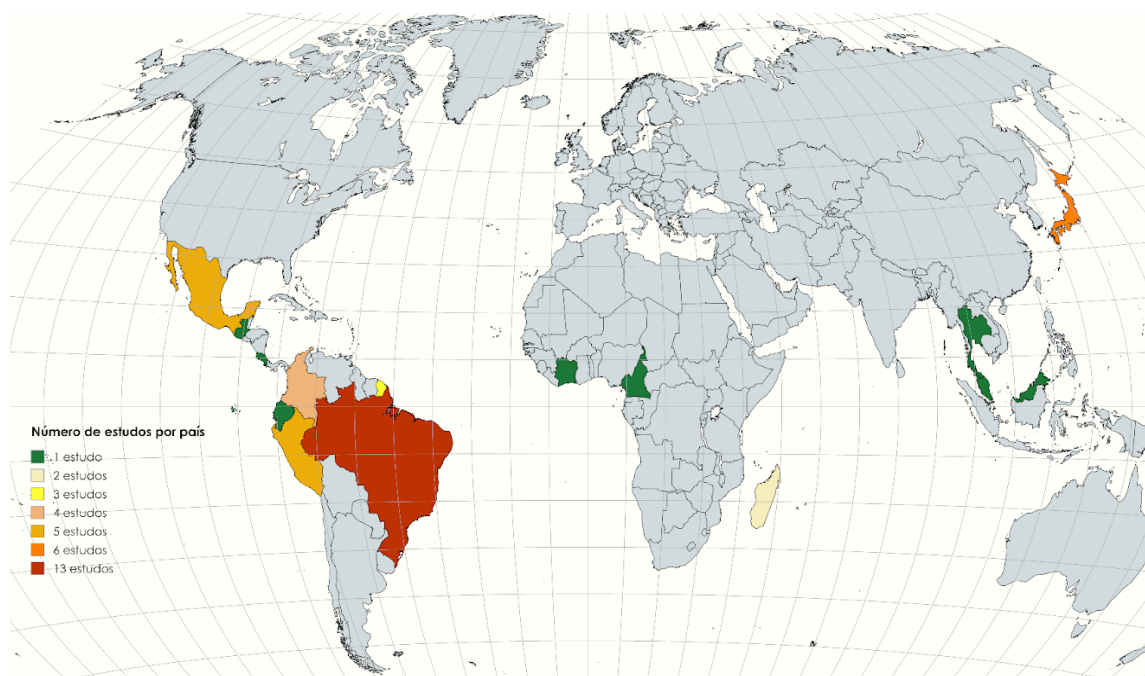
Os demais artigos estão vinculados a instituições estrangeiras, com destaque para os Estados

Unidos, responsáveis por cinco publicações (38%), e o Reino Unido com dois estudos (15%). No Japão, todos os seis artigos (100%) foram conduzidos por instituições japonesas, demonstrando autonomia científica nesse contexto.

Em relação ao Peru, nenhum estudo contou com instituições peruanas como responsáveis principais. Em vez disso, verificou-se que dois artigos tiveram instituições dos Estados Unidos como afiliação do primeiro autor, correspondendo a 40% das pesquisas, outros dois foram vinculados a instituições da Bélgica (40%), enquanto um artigo contou com uma instituição brasileira (20%).

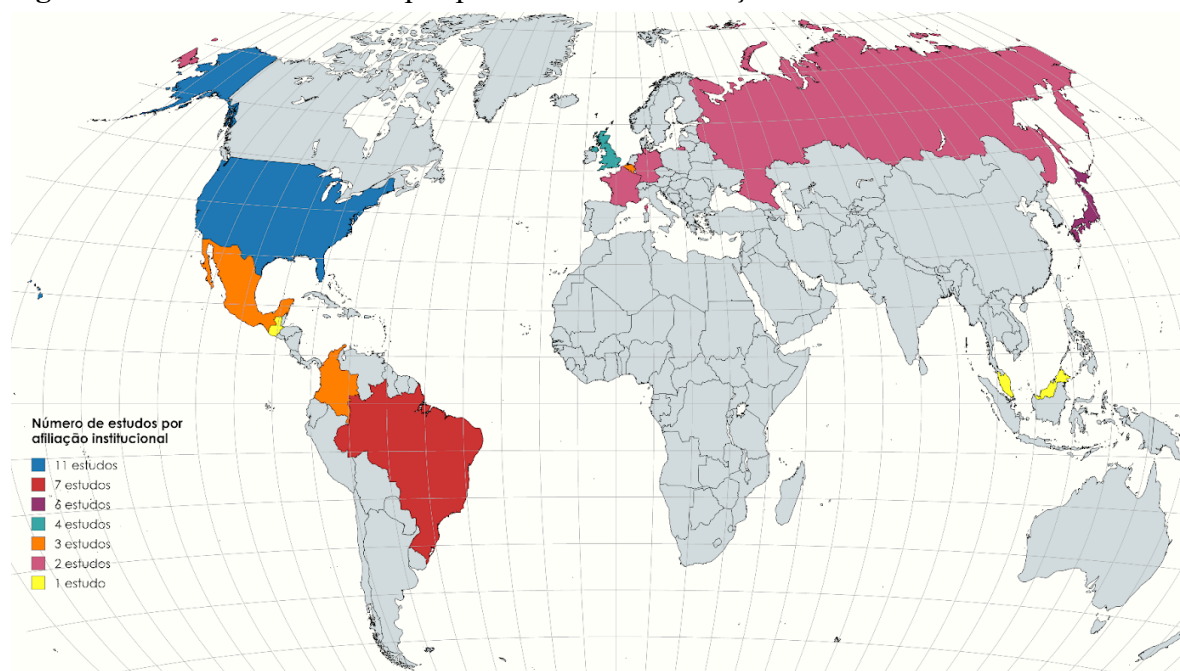
No caso do México, três estudos tiveram instituições mexicanas como principais responsáveis, correspondendo a 60% do total. Os demais estudos foram liderados por instituições dos Estados Unidos e do Reino Unido (40%). A Colômbia apresentou quatro estudos, dos quais três tiveram instituições colombianas como responsáveis principais, correspondendo a 75% do total, enquanto um estudo foi liderado por uma instituição dos Estados Unidos, representando 25% do trabalho. Na Guiana Francesa, dos três estudos realizados, dois foram conduzidos por instituições da França, correspondendo a aproximadamente 67% dos trabalhos publicados, enquanto um foi liderado por uma instituição do Reino Unido (33%). Já ambos os estudos conduzidos em Madagascar tiveram instituições da Rússia como principais responsáveis. Da mesma forma, os trabalhos realizados na Tailândia e na Costa Rica foram liderados por instituições dos Estados Unidos, enquanto os estudos no Equador e na Costa do Marfim contaram com a liderança de instituições alemãs. Por fim, o estudo conduzido em Camarões teve como principal instituição uma organização da Bélgica, ou seja, nesses cinco países, o protagonismo científico local foi ausente, uma vez que as pesquisas foram majoritariamente conduzidas por instituições estrangeiras.

Figura 5 - Número de estudos por país conforme o local de execução da pesquisa.



Fonte: Autora (2025)

Figura 6 - Número de estudos por país conforme a afiliação institucional.

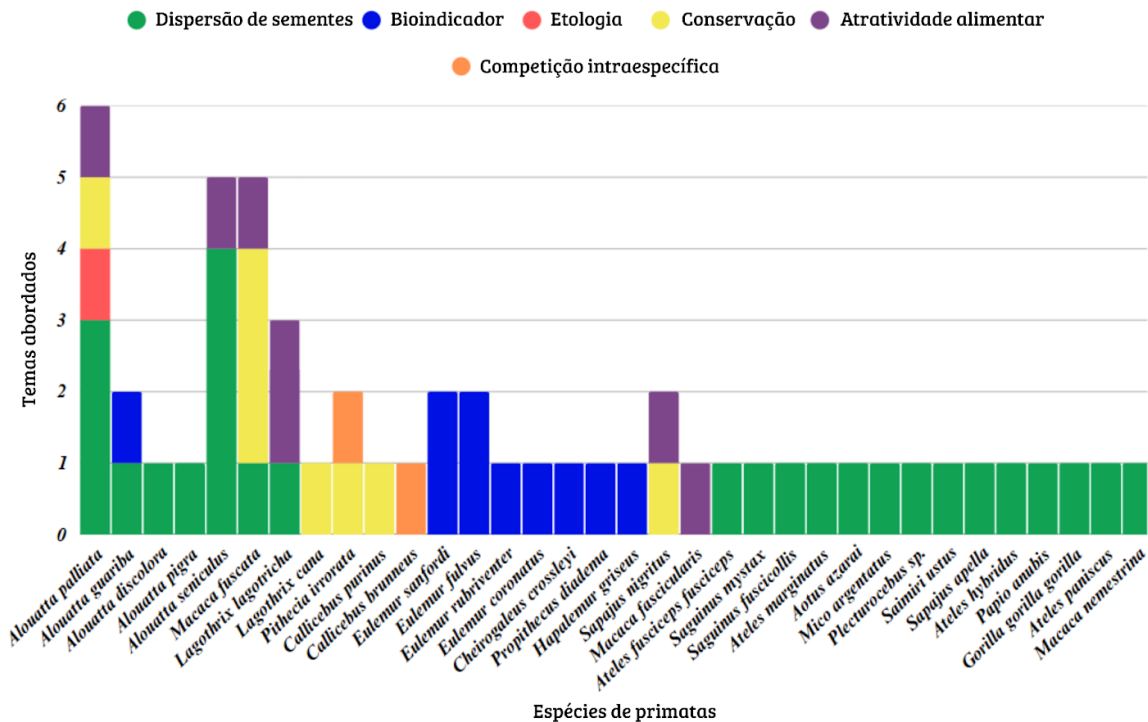


Fonte: Autora (2025)

5.2 Caracterização dos artigos conforme o tema abordado

Foram identificados sete temas principais abordados na literatura, os quais representam diferentes enfoques sobre as interações entre primatas não humanos e besouros rola-bosta. O tema mais recorrente foi o da dispersão secundária de sementes, presente em 23 estudos, correspondendo a aproximadamente 51% dos trabalhos, evidenciando essa interação como o aspecto mais investigado até o momento. Em seguida, destacam-se as pesquisas relacionadas à atratividade alimentar, nas quais se avaliou o uso das fezes de primatas como recurso atrativo para os besouros, contabilizando nove estudos, o que representa 20% das pesquisas. O tema da conservação, que aborda os impactos da perda ou declínio das populações de primatas sobre as comunidades de besouros, foi explorado em sete trabalhos, totalizando 15%. Já o uso dos besouros como bioindicadores, seja de parasitas ou como ferramenta para a amostragem da diversidade de vertebrados, foi identificado em quatro estudos, correspondendo a 8% deles.

Por fim, os temas de etologia, relacionado ao comportamento dos besouros diante das fezes dos primatas, e competição intraespecífica, que aborda o comportamento dos besouros presos ao orifício anal dos primatas a espera da saída do recurso de forma prioritária, foram observados em um estudo cada, correspondendo a aproximadamente 5% do total (Figura 5).

Figura 7 - Distribuição dos temas abordados por espécies de primatas.

Fonte: Autora (2025)

5.2.1 Besouros rola-bosta bioindicadores de diversidade

Quatro estudos analisados nesta revisão abordaram o uso dos besouros rola-bosta como bioindicadores, evidenciando o potencial desse grupo para o monitoramento da fauna de vertebrados e para a detecção de patógenos em ambientes naturais. No estudo de Saranholi e colaboradores (2024), o uso do DNA derivado de ingestão (iDNA) demonstrou ser uma estratégia eficiente para a detecção indireta de mamíferos, com destaque para o potencial dos besouros rola-bosta como amostradores nessa metodologia. A pesquisa testou e aperfeiçoou a aplicação do iDNA desses insetos para monitorar a presença de mamíferos, analisando de que forma fatores biológicos e metodológicos podem influenciar os resultados. Os achados indicaram que a ampla distribuição dos besouros, aliada à facilidade de coleta e à diversidade de suas fontes alimentares, torna-os ferramentas promissoras no monitoramento da fauna de mamíferos em diferentes ambientes. Como resultado, foram detectados representantes de 10 ordens de mamíferos, incluindo sete espécies de primatas, evidenciando a eficácia dessa abordagem na identificação da diversidade de vertebrados presentes nas áreas investigadas.

Avançando nessa perspectiva, Frolov e colaboradores (2024) exploraram diretamente as relações tróficas entre besouros e primatas, por meio da análise metagenômica do conteúdo intestinal de três espécies endêmicas de besouros rola-bosta de Madagascar, são elas: *Helictopleurus clouei*, *Epilissus apotolamproides* e *Nanos dubitatus*. Essa investigação revelou a presença de material genético de três espécies de lêmures: *Eulemur sanfordi*, *Eulemur fulvus*, ambos da Família Lemuridae, e *Cheirogaleus crossleyi* da Família Cheirogaleidae, demonstrando o potencial desses insetos como indicadores da presença de mamíferos em áreas de difícil acesso, caracterizadas por vegetação densa, terrenos irregulares

ou distribuição restrita das espécies. Além desses resultados, um outro estudo feito também por Frolov e colaboradores (2023) ampliou o conhecimento sobre o tema ao identificar, também por meio de análise do conteúdo intestinal, o DNA de seis espécies de primatas: *Eulemur coronatus*, *Eulemur fulvus*, *Eulemur rubriventer*, *Eulemur sanfordi*, *Hapalemur griseus*, ambos da Família Lemnidae, e *Propithecus diadema*, pertencendo a Família Indridae. Esses resultados reforçam o papel dos besouros rola-bosta como ferramenta eficaz para a detecção indireta de mamíferos, especialmente em ambientes tropicais onde o monitoramento direto dessas espécies pode ser limitado.

Por fim, Silva (2020) investigou uma aplicação menos usual, mas igualmente relevante, ao avaliar o uso de besouros rola-bosta como bioindicadores de agentes infecciosos, com foco na detecção do protozoário causador da malária. Nessa pesquisa, o DNA do *Plasmodium* (Protista) foi detectado em duas espécies de besouros da Família Scarabaeidae, *Onthophagus haematopus* e *Canthon* aff. *ibarragrasoi*, sendo que *O. haematopus* apresentou maior frequência de positividade. Além disso, esses besouros foram encontrados associados às fezes de bugios, o que sugere a possibilidade de utilizá-los como indicadores da circulação de macacos infectados em áreas com risco de transmissão zoonótica. A autora destacou ainda que os besouros podem atuar como um filtro biológico, contribuindo para a redução de contaminantes nas amostras e aumentando, assim, a eficiência das análises moleculares.

5.2.2 Dispersão secundária de sementes pelos besouros rola-bosta

Entre os estudos analisados, a dispersão secundária de sementes foi o tema mais recorrente, evidenciando o papel complementar entre primatas e besouros rola-bosta nos processos de regeneração florestal, especialmente em áreas degradadas ou de floresta secundária. Em diferentes contextos, os trabalhos demonstraram que as fezes dos primatas atuam como recurso alimentar ou reprodutivo para os besouros, que, ao manipular o material fecal, levam as sementes para longe da planta-mãe e promovem o enterramento delas, favorecendo sua proteção e potencial germinação.

Os dados revelaram que a espécie de primata e as características das fezes influenciam diretamente esse processo. Segundo Amato & Estrada (2010), *Alouatta palliata* (Primates: Atelidae) esteve associada a uma maior quantidade de besouros roladores e à dispersão de sementes de menor porte, enquanto *Alouatta pigra* favoreceu a dispersão de sementes maiores, mediada por besouros escavadores. Resultados semelhantes foram observados em um estudo com saguis, realizado por Culot e colaboradores (2018), no qual *Leontocebus nigrifrons* (Primates: Callitrichidae) apresentou fezes maiores e mais odoríferas, atraindo 12,9% mais besouros em comparação ao primata da mesma família, *Saguinus mystax*, o que reforça a importância das características dos primatas na atração dos besouros e, consequentemente, na eficácia da dispersão secundária.

A influência dessa interação ecológica também foi observada em áreas onde houve reintrodução de primatas. Em um estudo realizado na Mata Atlântica brasileira, Genes e colaboradores (2019) demonstraram que a recente presença dos bugios-ruivo (*Alouatta guariba*) contribuiu para o restabelecimento das interações entre plantas, primatas e besouros, refletindo diretamente na dispersão de sementes. Contudo, algumas espécies de besouros anteriormente associadas a esses primatas, como *Canthon ibarragrasoi* e *C. aff. oliverioi*,

não foram mais encontradas na região, sugerindo um possível declínio populacional ou extinção local decorrente da defaunação.

O papel dos besouros também foi evidenciado em ambientes de clima temperado, além dos tropicais já mencionados, como no Japão. Enari e colaboradores (2014) investigaram o sistema diplocórico de dispersão de sementes, composto pela ação conjunta de macacos-japoneses (*Macaca fuscata*), primatas da família Cercopithecidae, e besouros dos gêneros *Onthophagus* e *Phelotrupes* (Coleoptera: Geotrupidae). Por meio de experimentos com sementes simuladas de diferentes tamanhos, observou-se variação na frequência e na profundidade de enterramento, influenciada pelo tipo de floresta e pela estação do ano. Mesmo em ambientes considerados de baixa biodiversidade, foi registrado um banco de sementes diverso, atribuído à atuação combinada desses dispersores.

De forma semelhante, um estudo realizado por Estrada & Coates-Estrada (1991) em florestas neotropicais da Guiana Francesa, evidenciou o papel dos besouros escavadores no enterrio de sementes em camadas mais profundas do solo, contribuindo para reduzir sua exposição à predação, especialmente quando o enterramento ocorre a profundidades superiores a 2,5 cm. No entanto, sementes depositadas a mais de 5 cm de profundidade, embora mais protegidas, apresentaram menor taxa de germinação, possivelmente devido ao maior esforço exigido para a emergência das plântulas. Além disso, Feer e colaboradores (2013) observaram que áreas mais frequentadas por primatas concentraram maior quantidade de sementes e material fecal, o que, por um lado, aumentou o número e a diversidade de sementes armazenadas no solo, mas, por outro, foi associado à redução da viabilidade de parte dessas sementes, possivelmente em função da maior incidência de patógenos. Ressalta-se, ainda, o papel dos besouros de maior porte no enterramento de sementes de árvores de grande tamanho, reforçando a relação entre as características desses insetos e o sucesso no recrutamento de plantas. Os estudos também indicaram que a ausência de dispersores primários ou secundários compromete diretamente o processo de regeneração florestal.

5.2.3 Atratividade dos besouros rola-bosta por fezes de primatas

Os estudos revisados revelam padrões consistentes relacionados à atratividade de besouros rola-bosta por diferentes tipos de fezes de mamíferos, especialmente em ambientes tropicais. Em uma floresta amazônica colombiana, Noriega (2012) avaliou o uso das fezes de dois primatas simpátricos, ambos da família Atelidae, *Lagothrix lagotricha* e *Alouatta seniculus* pela comunidade local de besouros. Foram registradas 18 espécies de besouros rola-bosta atraídas às fezes de *L. lagotricha* e 19 às de *A. seniculus*, sendo que algumas ocorreram exclusivamente em um dos tipos de excremento. Ambos os recursos atraíram espécies de diferentes estratégias de forrageamento, como roladoras (telecóprides) e cavadoras (paracóprides), enquanto as residentes (endocóprides) foram registradas apenas nas fezes de *A. seniculus*.

Em Los Tuxtlas, no México, Estrada e colaboradores (1993) observaram que as fezes de *Alouatta palliata* (macaco-barrigudo), herbívoro estrito, e as do quati (*Nasua narica*), onívoro, atraíram diferentes grupos de besouros. As fezes de quati foram predominantemente exploradas por *Dichotomius pseudoparile* e *Canthon martinezi* durante o período noturno, enquanto as de macaco-barrigudo atraíram majoritariamente *Canthon femoralis* durante o dia

e *C. martinezi* e *Copris laeviceps* à noite. De forma especial, foi relatado que as fezes de *A. palliata* são fundamentais para o sucesso reprodutivo de *C. femoralis*, evidenciando a importância ecológica desses recursos.

Na Mata Atlântica brasileira, um experimento feito por Bogoni & Hernández (2014) avaliou a atratividade de besouros por fezes de mamíferos com diferentes dietas. As fezes do onívoro *Sapajus nigritus* (macaco-prego-preto) foi uma das mais atrativas para a maioria das espécies de besouros rola-bosta, enquanto as fezes do herbívoro *Tapirus terrestris* (anta) apresentaram menor atratividade. Resultado semelhante foi observado na Tailândia, onde Sites e colaboradores (2018) observaram que as fezes de macacos onívoros atraíram maior abundância e diversidade de besouros, enquanto as de herbívoros apresentaram menor atratividade. Já um estudo feito nas montanhas de Shirakami, no Japão, Enari e colaboradores (2011) demonstraram que *Aphodius eccoptus*, uma espécie de besouro associada às fezes de *Macaca fuscata*, apresenta alta frequência de ocorrência e ampla tolerância ecológica, inclusive quanto ao frescor das fezes, o que reforça o papel das fezes desses primatas como recurso alimentar relevante em diferentes contextos ambientais.

Esses resultados, obtidos em distintos biomas e com diferentes espécies de primatas, indicam de forma consistente que a atratividade alimentar de besouros rola-bosta está diretamente relacionada às características do recurso, como tipo de dieta do mamífero produtor, composição física e química das fezes e disponibilidade espacial e temporal.

5.2.4 Impacto da redução de primatas nos besouros rola-bosta

As fezes de mamíferos desempenham um papel fundamental para a manutenção das comunidades de besouros rola-bosta, fornecendo alimento e local adequado para a oviposição e o desenvolvimento das larvas. Diversos estudos realizados em diferentes regiões do mundo têm demonstrado a relação direta entre a presença de mamíferos e a estrutura das comunidades desses insetos, assim como as consequências ecológicas associadas à perda ou recuperação desses vertebrados.

Em Los Tuxtlas no México, uma pesquisa conduzida por Estrada e colaboradores (1999) apontou que a destruição e o isolamento dos fragmentos florestais, acompanhados da redução ou desaparecimento de espécies como os bugios-de-manto (*Alouatta palliata*), resultaram em declínios significativos nas populações de besouros coprófagos. Nesses ambientes, a abundância de besouros rola-bosta mostrou-se diretamente associada à presença dos primatas. De maneira semelhante, ao longo de um gradiente de defaunação seletiva em áreas contínuas da Floresta Atlântica brasileira, Culot e colaboradores (2013) demonstraram que a redução da biomassa de mamíferos, incluindo os primatas, teve efeitos significativos sobre as comunidades de besouros rola-bosta. Nessas áreas, observou-se o aumento da abundância de besouros em ambientes com menor biomassa de mamíferos, acompanhado, no entanto, pela redução na riqueza de espécies e pela diminuição do tamanho corporal dos besouros, evidenciando um empobrecimento funcional dessas comunidades.

Além disso, Raine e colaboradores (2018), ao modelarem redes quantitativas de interações entre mamíferos e besouros rola-bosta, observaram que a extinção de grandes mamíferos, como *Sapajus nigritus*, tem potencial para comprometer significativamente a estrutura e o funcionamento dessas comunidades, mesmo diante do comportamento generalista dos besouros. As redes analisadas apresentaram alto aninhamento e baixa

especialização trófica, e os cenários de extinção baseados em características como tamanho corporal e volume de fezes mostraram impactos maiores do que perdas aleatórias de espécies.

Em ambientes temperados, como no Japão, resultados semelhantes foram observados. Enari e colaboradores (2018) revelaram que a recuperação populacional de grandes mamíferos, como *Cervus nippon* (servo-sika), *Sus scrofa* (javali) e *Macaca fuscata* (macaco-japonês), impulsionada por iniciativas de conservação e pela redução das populações humanas, mostrou-se um fator importante para o fornecimento de recursos alimentares aos besouros rola-bosta. No entanto, em áreas com um histórico mais intenso de defaunação e distúrbios ambientais, a abundância de besouros escavadores manteve-se reduzida, indicando que o retorno dos grandes mamíferos nem sempre é suficiente, ao menos inicialmente, para restaurar as comunidades originais desses insetos.

5.2.5 Comportamento de senta-e-espera e competição por fezes entre besouros rola-bosta

Durante o estudo conduzido por Jacobs e colaboradores (2008), foi registrada uma interação incomum entre besouros rola-bosta da espécie *Canthon* aff. *quadriguttatus* e duas espécies de primatas no Peru, *Callicebus brunneus* e *Pithecia irrorata*. Foram observados besouros aderidos às regiões da cauda e genital de *C. brunneus* e *P. irrorata*, aguardando a defecação. Ao caírem junto com as fezes, iniciavam imediatamente a manipulação das bolotas fecais, antes mesmo de atingirem o solo.

Esse comportamento forético foi observado de maneira consistente em apenas um dos grupos monitorados, no qual todos os indivíduos apresentavam besouros presos ao corpo e as fezes frescas nunca eram encontradas sem a presença desses insetos. Nos demais grupos de primatas analisados, o comportamento foi esporádico e pouco expressivo, sugerindo uma adaptação comportamental dos besouros para maximizar o acesso a um recurso alimentar disputado em ambientes florestais tropicais.

5.2.6 Dinâmica comportamental de besouros coprófagos em resposta às fezes de primatas

No estudo de Halffter & Favila (2023), avaliou-se o conhecimento atual sobre a interação entre macacos e besouros coprófagos, destacando a dinâmica comportamental desses insetos em resposta às fezes dos primatas na região Neotropical. Na África, essa associação envolve poucas espécies-chave dos gêneros *Sisyphus* e *Onthophagus*, ambas adaptadas ao ambiente arbóreo. As espécies de *Sisyphus* constroem bolas de fezes diretamente no dossel e as fixam em galhos ou folhas, impedindo que caiam ao solo. Já as espécies de *Onthophagus*, por não conseguirem enterrar seus ovos nas árvores, acabam depositando-os diretamente sobre o esterco acumulado no dossel, configurando uma interação relativamente simples em comparação com as Américas.

Na Índia, é possível encontrar uma grande variedade de besouros rola-bosta, entre eles espécies de grande porte, associadas a diferentes espécies de macacos. A abundância desses besouros arbóreos varia conforme a disponibilidade dos primatas e o tipo de floresta, sendo mais frequentes em áreas de floresta seca, o que sugere que esse grupo é uma adaptação evolutiva mais recente. Já em Bornéu, os besouros arbóreos ocorrem predominantemente em florestas manejadas e plantações, diferentemente das Américas, onde esses insetos são mais

comuns em florestas primárias. A região apresenta uma diversidade de besouros escavadores, alguns com adaptações específicas para a vida no dossel, como *Onthophagus nanus*, que exibe o comportamento de rolar bolas no dossel, semelhante aos rola-bostas das Américas. Na Austrália e Nova Guiné, espécies do gênero *Macropocopris* (Onthophagini) apresentam garras tarsais adaptadas a preensão e rolam as fezes até o solo para construir seus ninhos.

Nas Américas, a diversidade e a complexidade das associações entre besouros e primatas variam entre as regiões. No México e na América Central, poucas espécies arbóreas, de pequeno porte, são abundantes e constroem bolas de fezes no dossel, que depois são roladas até o solo para enterramento. Já na América do Sul, a interação envolve uma maior diversidade tanto de primatas quanto de besouros, incluindo espécies arbóreas de grande porte, o que reflete um comportamento mais complexo relacionado ao uso das fezes.

6 DISCUSSÃO

Esta revisão integrativa consolidou o conhecimento atual sobre as interações ecológicas entre primatas não humanos e besouros rola-bosta, evidenciando a relevância dessas associações para o funcionamento dos ecossistemas tropicais, apesar das lacunas ainda existentes na literatura. Observou-se um aumento progressivo no número de publicações nas últimas duas décadas, reflexo do crescente interesse acadêmico pelos serviços ecossistêmicos prestados por esses grupos, como a dispersão secundária de sementes e a ciclagem de nutrientes, além do reconhecimento do potencial dos besouros como bioindicadores da saúde ambiental.

Besouros rola-bosta têm se mostrado ferramentas eficazes para detectar indiretamente a presença de mamíferos, incluindo primatas, por meio da análise de DNA em seu conteúdo intestinal (iDNA) (Calvignac-Spencer et al., 2013a; Calvignac-Spencer et al., 2013b; Drinkwater et al., 2021; Saranholi et al., 2025). Essa abordagem se apresenta como uma alternativa promissora aos métodos tradicionais de monitoramento, permitindo identificar espécies de difícil observação, especialmente em ambientes tropicais pouco amostrados (Carvalho et al., 2022; Gillett et al., 2016). Além disso, há evidências do potencial desses insetos na vigilância de patógenos como o *Plasmodium*, protozoário causador da malária, ampliando sua importância para o estudo de doenças zoonóticas (Silva, 2020).

Ecologicamente, os besouros contribuem para a regeneração florestal ao enterrar fezes de primatas, afastando sementes da planta-mãe e aumentando suas chances de germinação (Vulinec, 1999). A eficiência desse processo varia conforme a espécie de primata, sua dieta e as características físico-químicas das fezes, que influenciam a atratividade para os besouros (Bogoni & Hernández, 2014; Sites et al., 2018). De modo geral, fezes de mamíferos onívoros, por apresentarem odor mais intenso, tendem a atrair maior diversidade de besouros. A redução ou desaparecimento de primatas, por sua vez, compromete as comunidades desses insetos, reduzindo sua riqueza, tamanho corporal e funcionalidade ecológica, com impactos negativos sobre processos-chave como a dispersão de sementes (Estrada et al., 1999; Culot et al., 2013; Enari et al., 2018).

Algumas espécies de besouros desenvolveram estratégias comportamentais específicas, como a forésia, na qual permanecem aderidas ao corpo dos primatas, aguardando a defecação para rapidamente acessar o recurso alimentar antes da competição com outros organismos. Essa associação demonstra um alto grau de adaptação e complexidade nas interações entre os grupos (Jacobs et al., 2008).

Vale destacar que a diversidade e a complexidade dessas relações variam conforme a região geográfica. Na América do Sul, observa-se maior diversidade tanto de primatas quanto de besouros, resultando em interações mais elaboradas, incluindo espécies de grande porte e comportamentos complexos em ambas as espécies. Em contraste, em regiões da África, Índia e Bornéu, as associações apresentam adaptações específicas e níveis variados de complexidade, refletindo diferenças ambientais e históricas (Halfpter & Favila, 2023). Assim, é possível levantar a hipótese de que a diversidade local influencia diretamente a complexidade das interações ecológicas entre esses grupos.

Além disso, as diferenças observadas entre continentes podem refletir processos biogeográficos e históricos distintos, sugerindo também que fatores ambientais e evolutivos regionais moldam a natureza dessas associações. Com isso, embora o avanço científico tenha

sido significativo, a concentração dos estudos em poucos países limita a compreensão global sobre essas interações, indicando a necessidade de ampliar pesquisas em outras regiões para aprofundar o entendimento sobre a importância ecológica e conservacionista das relações entre primatas e besouros rola-bosta.

A observação da distribuição geográfica dos estudos revelou um predomínio de pesquisas conduzidas em países da América Latina e Ásia, com destaque para o Brasil, Peru, México, Colômbia e Japão. No entanto, ao avaliar a afiliação institucional dos autores, evidencia-se uma diferença no protagonismo científico, com grande parte dos estudos realizados em países tropicais sendo liderados por instituições estrangeiras, especialmente dos Estados Unidos e Europa. Esse cenário pode ser explicado por fatores estruturais e históricos, tais como a maior disponibilidade de recursos financeiros e infraestrutura em instituições dos países desenvolvidos, o que favorece a condução de pesquisas complexas nessas regiões (Pettorelli et al., 2021). Além disso, o elevado interesse global pela biodiversidade única dos trópicos atrai pesquisadores internacionais, que frequentemente estabelecem colaborações com cientistas locais, embora a liderança formal dos projetos permaneça vinculada às instituições com maior capacidade de financiamento. Por outro lado, esse padrão reflete também o estágio ainda em desenvolvimento da capacitação científica e infraestrutura acadêmica em muitos países tropicais, o que limita a autonomia e o protagonismo das pesquisas locais (Meyer, 2015).

Essa tendência ressalta a necessidade de valorizar e fortalecer a ciência local nos países onde essas interações ecológicas ocorrem, garantindo que pesquisadores dessas regiões desempenhem um papel central na produção do conhecimento sobre suas faunas nativas. O protagonismo local é fundamental para promover uma compreensão mais contextualizada e detalhada dos processos ecológicos, considerando aspectos culturais, sociais e ambientais específicos que influenciam as interações entre espécies. Conforme discutido por Goulart & Carvalho (2008), a internacionalização da produção científica muitas vezes limita o acesso e a autonomia dos pesquisadores locais, evidenciando a importância de superar essas barreiras para consolidar uma ciência regional mais forte e representativa.

Paralelamente, observa-se uma lacuna significativa na produção científica referente a países megadiversos da África e do Sudeste Asiático, regiões que abrigam grande diversidade tanto de primatas quanto de besouros rola-bosta, mas que permanecem sub-representadas nos estudos existentes. Essa ausência de dados limita a compreensão global das interações tróficas e ecológicas nesses ecossistemas fundamentais, comprometendo a formulação de estratégias eficazes para a conservação e manejo da biodiversidade local (Brooks et al., 2006). Portanto, é imprescindível que futuras pesquisas direcionem esforços para preencher essas lacunas geográficas, promovendo investigações integradas e colaborativas que ampliem o conhecimento sobre a diversidade biológica e as relações ecológicas nesses importantes biomas tropicais.

A dispersão secundária de sementes destaca-se como o tema mais investigado, refletindo o reconhecimento do papel complementar entre primatas e besouros rola-bosta nos processos de regeneração florestal. Essa interação torna-se ainda mais evidente em áreas degradadas ou fragmentadas, onde o enterrio das sementes pelos besouros representa um mecanismo fundamental para a proteção das sementes, sua germinação e a manutenção da diversidade vegetal local, embora o sucesso desse processo também dependa de fatores como

profundidade de enterramento e características do solo (Estrada & Coates-Estrada, 1991; Landim et al., 2022). Por outro lado, temas promissores como a atratividade alimentar e o efeito cascata da defaunação sobre essas interações ainda são pouco explorados, em grande parte devido à complexidade metodológica dos estudos, à necessidade de abordagens integradas e multidisciplinares, além da escassez de financiamento e infraestrutura adequada para pesquisas detalhadas nessas áreas.

Aspectos comportamentais e ecológicos mais específicos, como as estratégias adaptativas de alguns besouros para maximizar o acesso às fezes de primatas, também foram pouco explorados, sendo registrados apenas em estudos pontuais. Essa distribuição desigual dos temas pesquisados evidencia uma lacuna importante no conhecimento atual, ressaltando a necessidade de ampliar e diversificar as abordagens investigativas. O aprofundamento nessas áreas contribuirá para uma compreensão mais abrangente das interações ecológicas entre primatas e besouros rola-bosta, favorecendo o desenvolvimento de estratégias eficazes para a conservação da biodiversidade e o manejo sustentável dos ecossistemas.

As interações entre primatas e besouros rola-bosta são moduladas por fatores como a composição das fezes, incluindo dieta, estrutura física e química, que influenciam diretamente a atratividade para os besouros (Bogoni & Hernández, 2014). Em diversos biomas, fezes de primatas onívoros atraem maior diversidade de besouros em comparação às de herbívoros (Sites et al., 2018), reforçando a importância dos primatas como fornecedores de recursos, especialmente onde outros grandes mamíferos estão ausentes (Culot et al., 2013). Se o besouro rola-bosta apresentar dieta especializada associada a um determinado primata, tal especialização indicaria dependência estreita, o que poderia tornar os besouros particularmente vulneráveis à diminuição ou extinção desses animais. Essa hipótese ressalta a importância de compreender essas interações específicas para avaliar os impactos ecológicos da perda de primatas e a necessidade de estratégias integradas de conservação.

Em ambientes degradados ou submetidos à defaunação, as consequências dessas interações tornam-se ainda mais evidentes. Modelagens de redes de interação indicam que a perda direcionada de grandes mamíferos, como primatas onívoros, pode comprometer a estabilidade ecológica, mesmo em sistemas aparentemente generalistas. Essa redução ou extinção local de primatas compromete a disponibilidade de fezes, resultando em declínios populacionais de besouros rola-bosta, com efeitos negativos sobre a estrutura e o funcionamento dessas comunidades (Genes et al., 2019). Por outro lado, iniciativas de conservação, como a reintrodução de primatas em áreas degradadas, demonstraram-se essenciais para restabelecer essas interações, embora o retorno completo das comunidades originais de besouros possa demandar mais tempo e depender de condições ambientais adicionais (Nichols et al. 2016; Landim et al., 2022).

O uso de besouros rola-bosta como bioindicadores, aliado a técnicas moleculares como iDNA e metagenômica, representa uma ferramenta promissora para monitorar mamíferos e a saúde de ecossistemas tropicais, sobretudo em áreas remotas. Essas técnicas permitem não só identificar espécies discretas, mas também detectar agentes infecciosos presentes nas fezes (Saranholi et al., 2025; Silva, 2020). Entretanto, para que essas ferramentas atinjam todo o seu potencial, é fundamental o desenvolvimento de protocolos padronizados e a realização de estudos em diferentes contextos geográficos e ecológicos, garantindo a robustez, a reprodutibilidade e a aplicabilidade dos métodos (Rezende Junior et.

al., 2017). A incorporação dos besouros nessas estratégias representa um avanço relevante, ampliando seu papel para além do contexto ecológico e reforçando sua importância no monitoramento e manejo sustentável dos ecossistemas tropicais.

7 CONCLUSÃO

As interações ecológicas entre primatas e besouros rola-bosta constituem um elo fundamental para o funcionamento dos ecossistemas tropicais, influenciando processos como a dispersão de sementes, o ciclo de nutrientes e a estruturação das comunidades de escarabeídeos. A compreensão dessas relações é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação da biodiversidade e de seus serviços ecossistêmicos.

Apesar do avanço observado, esta revisão evidencia lacunas importantes que devem ser abordadas por pesquisas futuras:

- Ampliação dos estudos em regiões sub-representadas, especialmente na África e Sudeste Asiático, regiões que concentram uma alta diversidade desses animais;
- Investigações experimentais sobre os mecanismos que regulam a atratividade alimentar, incluindo a influência da dieta dos primatas e a composição química das fezes;
- Integração de abordagens moleculares em larga escala, como o uso de iDNA, para monitoramento da fauna e detecção de interações ecológicas;
- Fortalecimento da participação de pesquisadores locais em todas as etapas da produção científica, garantindo maior representatividade, autonomia e aplicabilidade dos conhecimentos gerados.

O enfrentamento dessas lacunas não apenas ampliará o conhecimento sobre a dinâmica entre primatas e besouros rola-bosta, mas também fornecerá subsídios indispensáveis para a preservação desses grupos e para a manutenção dos processos ecológicos que sustentam a biodiversidade.

8 REFERÊNCIAS

ACIESP. Glossário de Ecologia. São Paulo: ACIESP. 1997. Ed. 2ª. Nº: 103. 352pp.

AMATO, Katherine R.; ESTRADA, Alejandro. Seed dispersal patterns in two closely related howler monkey species (*Alouatta palliata* and *A. pigra*): a preliminary report of differences in fruit consumption, traveling behavior, and associated dung beetle assemblages. *Neotropical Primates*, v. 17, n. 2, p. 59-66, 2010.

ANDRESEN, Ellen. Primary Seed Dispersal by Red Howler Monkeys and the Effect of Defecation Patterns on the Fate of Dispersed Seeds¹. *Biotropica*, v. 34, n. 2, p. 261-272, 2002.

ANDRESEN, Ellen. The role of dung beetles in the regeneration of rainforest plants in Central Amazonia. University of Florida, 2000.

BARUAH, Gaurav; LAKÄMPER, Tim. Stability, resilience and eco-evolutionary feedbacks of mutualistic networks to rising temperature. *Journal of Animal Ecology*, v. 93, n. 8, p. 989-1002, 2024.

BASCOMPTE, Jordi; SCHEFFER, Marten. The resilience of plant–pollinator networks. *Annual Review of Entomology*, v. 68, n. 1, p. 363-380, 2023.

BEGON, Michael; HARPER, John L.; TOWNSEND, Colin R. *Ecology: individuals, populations and communities*. 1996.

BOGONI, Juliano A.; HERNÁNDEZ, Malva IM. Attractiveness of native mammal's feces of different trophic guilds to dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). *Journal of Insect Science*, v. 14, n. 1, p. 299, 2014.

BRIZOLA, Jairo; FANTIN, Nádia. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. *Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA*, v. 3, n. 2, 2016.

BRONSTEIN, Judith L.; ALARCÓN, Ruben; GEBER, Monica. The evolution of plant–insect mutualisms. *New Phytologist*, v. 172, n. 3, p. 412-428, 2006.

BROOKS, Thomas M. et al. Global biodiversity conservation priorities. *science*, v. 313, n. 5783, p. 58-61, 2006.

CALVIGNAC-SPENCER, Sébastien et al. An invertebrate stomach's view on vertebrate ecology: Certain invertebrates could be used as “vertebrate samplers” and deliver DNA-based information on many aspects of vertebrate ecology. *BioEssays*, v. 35, n. 11, p. 1004-1013, 2013a.

CALVIGNAC-SPENCER, Sébastien et al. Carrion fly-derived DNA as a tool for comprehensive and cost-effective assessment of mammalian biodiversity. *Molecular ecology*, v. 22, n. 4, p. 915-924, 2013b.

CAMPOS, Vanessa Ellen Wendt. O efeito da fragmentação na diversidade específica e funcional de primatas no Brasil. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.

CARVALHO, Carolina S. et al. Efficiency of eDNA and iDNA in assessing vertebrate diversity and its abundance. *Molecular Ecology Resources*, v. 22, n. 4, p. 1262-1273, 2022.

CARVALHO, Tayane Costa. Besouros da subfamília Scarabaeinae com indicadores de fragmentação florestal em paisagens agrícolas. 2016.

CASARI, Sônia A.; BIFFI, Gabriel; IDE, Sergio. Capítulo 31: Coleoptera Linnaeus, 1758. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 2ª ed., 2024.

CASSIN, Sérgio Túlio. *Ecologia—conceitos fundamentais*. 2005.

CERQUEIRA, Lenicy Lucas de Miranda; FERREIRA, Lurnio Antonio Dias. *Biodiversidade e interações ecológicas*. 2021.

CHAPMAN, Colin A. et al. Are primates ecosystem engineers?. *International Journal of Primatology*, v. 34, p. 1-14, 2013.

CULOT, Laurence et al. Selective defaunation affects dung beetle communities in continuous Atlantic rainforest. *Biological Conservation*, v. 163, p. 79-89, 2013.

CULOT, Laurence et al. Tamarins and dung beetles: an efficient diplochorous dispersal system in the Peruvian Amazonia. *Biotropica*, v. 43, n. 1, p. 84-92, 2011.

CULOT, Laurence; HUYNEN, Marie-Claude; HEYMANN, Eckhard W. Primates and dung beetles: two dispersers are better than one in secondary forest. *International Journal of Primatology*, v. 39, p. 397-414, 2018.

DA ROCHA, Carlos Alberto Machado et al. Sobre os macacos e outros primatas. *Genética na Escola*, v. 19, n. 2, p. 102-112, 2024.

DE CAMARGO, A. J. A. et al. *Coleções entomológicas: legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomias para as principais ordens*. 2017.

DILLER, Matthew et al. A realism-based approach to an ontological representation of symbiotic interactions. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 20, p. 1-15, 2020.

DIRZO, Rodolfo; DOMÍNGUEZ, César A. Seed shadows, seed predation and the advantages of dispersal. In: *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1986. p. 237-249.

DRINKWATER, Rosie et al. Dung beetles as samplers of mammals in Malaysian Borneo—a test of high throughput metabarcoding of iDNA. *PeerJ*, v. 9, p. e11897, 2021.

ENARI, Hiroto et al. Early-stage ecological influences of population recovery of large mammals on dung beetle assemblages in heavy snow areas. *Acta Oecologica*, v. 92, p. 7-15, 2018.

ENARI, Hiroto; KOIKE, Shinsuke; SAKAMAKI, Haruka. Assessing the diversity of dung beetle assemblages utilizing Japanese monkey feces in cool-temperate forests. *Journal of Forest Research*, v. 16, n. 6, p. 456-464, 2011.

ENARI, Hiroto; SAKAMAKI-ENARI, Haruka. Synergistic effects of primates and dung beetles on soil seed accumulation in snow regions. *Ecological research*, v. 29, p. 653-660, 2014.

ESTRADA, Alejandro et al. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical ecology*, v. 9, n. 1, p. 45-54, 1993.

ESTRADA, Alejandro et al. Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. *Science advances*, v. 3, n. 1, p. e1600946, 2017.

ESTRADA, Alejandro; ANZURES D, A.; COATES-ESTRADA, R. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*), and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico. *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, v. 48, n. 4, p. 253-262, 1999.

ESTRADA, Alejandro; COATES-ESTRADA, Rosamond. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (*Scarabaeidae*) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, v. 7, n. 4, p. 459-474, 1991.

FEER, François et al. Monkey and dung beetle activities influence soil seed bank structure. *Ecological research*, v. 28, n. 1, p. 93-102, 2013.

FEER, François. Effects of dung beetles (*Scarabaeidae*) on seeds dispersed by howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the French Guianan rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, v. 15, n. 2, p. 129-142, 1999.

FORTES, Vanessa Barbisan; BICCA-MARQUES, Júlio César. Ecologia e comportamento de primatas: métodos de estudo de campo. *Caderno La Salle XI, Canoas*, v. 2, n. 1, p. 207-218, 2005.

FROLOV, Andrey V. et al. Amplicon metagenomics of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) as a proxy for lemur (Primates, Lemuroidea) studies in Madagascar. *ZooKeys*, v. 1181, p. 29, 2023.

FROLOV, Andrey V. et al. New data on trophic associations of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) and lemurs (Primates, Lemuroidea) in Madagascar revealed by metabarcoding. *Biodiversity Data Journal*, v. 12, p. e130400, 2024.

GALETTI, Mauro; DIRZO, Rodolfo. Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. *Biological Conservation*, v. 163, p. 1-6, 2013.

GENES, Luísa et al. Effects of howler monkey reintroduction on ecological interactions and processes. *Conservation Biology*, v. 33, n. 1, p. 88-98, 2019.

GILLET, Conrad PDT et al. Metagenomic sequencing of dung beetle intestinal contents directly detects and identifies mammalian fauna. *BioRxiv*, p. 074849, 2016.

GOULART, Sueli; CARVALHO, Cristina Amélia. O caráter da internacionalização da produção científica e sua acessibilidade restrita. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 12, p. 835-853, 2008.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana*, n. 12-14, p. 1-312, 1966.

HALFFTER, Gonzalo; EDMONDS, William David. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach. 1982.

HALFFTER, Gonzalo; FAVILA, Mario E. The relationships between dung beetles and monkeys in the Neotropical region. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 11, p. 1212879, 2023.

JACOBS, Jennifer et al. First come, first serve: "sit and wait" behavior in dung beetles at the source of primate dung. *Neotropical entomology*, v. 37, p. 641-645, 2008.

LANDIM, Anna Rebello; FERNANDEZ, Fernando AS; PIRES, Alexandra. Primate reintroduction promotes the recruitment of large-seeded plants via secondary dispersal. *Biological Conservation*, v. 269, p. 109549, 2022.

LIMA, Neuza et al. FEZES: o que elas nos contam?. *Revista de Ciência Elementar*, v. 7, n. 3, 2019.

MALCOLM, William M. Biological interactions. *Botanical Review*, v. 32, n. 3, p. 243-254, 1966.

MATTOS, Paulo de Carvalho. Tipos de revisão de literatura. 2015.

MEYER, Carsten et al. Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. *Nature communications*, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2015.

MONTEIRO, JA dos S. et al. Ocorrência de besouros coprófagos capturados por dois tipos de atrativos: fonte luminosa e fezes bovinas. 2008.

MONTENEGRO, Marcelo; SIMONI, Joana. Atlas dos insetos: fatos e dados sobre as espécies mais numerosas da Terra. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, p. 2022-02, 2021.

NICHOLS, E. et al. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. *Biological conservation*, v. 137, n. 1, p. 1-19, 2007.

NICHOLS, Elizabeth et al. Multitrophic diversity effects of network degradation. *Ecology and Evolution*, v. 6, n. 14, p. 4936-4946, 2016.

NORIEGA, Jorge Ari. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) attracted to *Lagothrix lagotricha* (Humboldt) and *Alouatta seniculus* (Linnaeus)(Primates: Atelidae) dung in a colombian amazon forest. *Psyche: A Journal of Entomology*, v. 2012, n. 1, p. 437589, 2012.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. Fundamentos de Ecologia. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 632p.

OLLERTON, Jeff; JOHNSON, Steven D.; HINGSTON, Andrew B. Geographical variation in diversity and specificity of pollination systems. *Plant–pollinator interactions: from specialization to generalization*, p. 283-308, 2006.

PARRA, José Roberto Postali. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Editora Manole Ltda, 2002.

PETTORELLI, Nathalie et al. How international journals can support ecology from the Global South. *Journal of Applied Ecology*, 2021.

POMPEU, Bruno; PEREZ, Clotilde; SATO, Silvio Koiti. A ecologia das marcas: metáforas orgânicas do hipersigno. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, p. 103968-103982, 2020.

RAFAEL, José Albertino et al. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia 1ed. Holos, 2012.

RAINE, Elizabeth H. et al. Extinctions of interactions: quantifying a dung beetle–mammal network. *Ecosphere*, v. 9, n. 11, p. e02491, 2018.

REZENDE JÚNIOR, Edir et al. Uma análise crítica sobre a confiabilidade, rastreabilidade e reprodutibilidade dos estudos não clínicos desenvolvidos no Brasil nas áreas biomédicas e publicados em revistas científicas nacionais e internacionais. 2017.

SANTOS, Jônata Andrade dos; CAMARNEIRO, João Paulo Waller; LIMA FILHO, Alexandre Bueno de. Biodiversidade: importância, conservação e desafios, 2024.

SARANHOLI, Bruno H. et al. Testing and optimizing metabarcoding of iDNA from dung beetles to sample mammals in the hyperdiverse Neotropics. *Molecular Ecology Resources*, v. 24, n. 5, p. e13961, 2024.

SCHEFFLER, Pamela Yvonne. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) ecology in the intact and modified landscape of Eastern Amazonia. The Pennsylvania State University, 2002.

SHEPHERD, Virginia E.; CHAPMAN, Colin A. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. *Journal of Tropical Ecology*, v. 14, n. 2, p. 199-215, 1998.

SIGRIST, Tomas. Mamíferos do Brasil: uma visão artística. Avisbrasilis Editora, 2012.

SILVA, Fabiana Santos. Detecção de *Plasmodium* spp. por meio do DNA ambiental (eDNA) associado à interação ecológica entre macaco bugio (*Alouatta guariba clamitans*) e besouros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae) em áreas de transmissão de malária símia na Mata Atlântica. 2020.

SITES, Robert W.; LAGO, Paul; GALE, George A. Associations of scarab beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae) with dung of four species of mammals in Khao Yai National Park, Thailand. *Raffles Bulletin of Zoology*, v. 66, 2018.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein (São Paulo), v. 8, p. 102-106, 2010.

VULINEC, Kevina. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia. *Florida Entomologist*, p. 229-241, 2000.

VULINEC, Kevina. Dung beetles, monkeys, and seed dispersal in the Brazilian Amazon. University of Florida, 1999.

ANEXOS

1) Organização cronológica dos estudos selecionados na revisão bibliográfica.

Título	Autor e ano de Publicação	Tipo de interação	Local de estudo
Howler monkeys (<i>Alouatta palliata</i>), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico.	Alejandro Estrada; Rosamond Coates-Estrada, 1991.	Dispersão de sementes.	México.
Dung beetles attracted to mammalian herbivore (<i>Alouatta palliata</i>) and omnivore (<i>Nasua narica</i>) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico	Alejandro Estrada; Gonzalo Halffter; Rosamond Coates-Estrada; Dennis A. Meritt Jr, 1993.	Atratividade alimentar.	México.
Effects of dung beetles (Scarabaeidae) on seeds dispersed by howler monkeys (<i>Alouatta seniculus</i>) in the French Guianan rainforest.	François Feer, 1999.	Dispersão de sementes.	Guiana Francesa.
Dung beetles, monkeys, and seed dispersal in the Brazilian Amazon.	Kevina Vulinec, 1999.	Dispersão de sementes.	Brasil.
Dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) attracted to woolly monkey (<i>Lagothrix lagothricha</i> Humboldt) dung at Tinigua National Park, Colombia.	María Clara Castellanos; Federico Escobar S.; Pablo R. Stevenson, 1999.	Atratividade alimentar.	Colômbia.
Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rain forest.	Ellen Andresen, 1999.	Dispersão de sementes.	Peru.
Tropical rain forest fragmentation, howler	Alejandro Estrada; Alberto	Conservação.	México.

monkeys (<i>Alouatta palliata</i>), and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico	Anzures-Dadda; Rosamond Coates-Estrada, 1999.		
Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia.	Kevina Vulinec, 2000.	Dispersão de sementes.	Brasil.
Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of <i>Micropholis guyanensis</i> (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia.	Ellen Andresen, 2001.	Dispersão de sementes.	Brasil.
Primary dispersal of seeds by primates and secondary dispersal by dung beetles in Tikal, Guatemala.	Gabriela Ponce-Santizo; E. Andresen; E. Cano; A. D. Cuarón, 2006.	Dispersão de sementes.	Guatemala.
Primate and dung beetle communities in secondary growth rain forests: implications for conservation of seed dispersal systems.	Kevina Vulinec; Joanna E. Lambert; David J. Mellow, 2006.	Dispersão de sementes.	Brasil.
First come, first serve: "sit and wait" behavior in dung beetles at the source of primate dung.	Jennifer Jacobs; Inés Nole; Susanne Palminteri; Brett Ratcliffe, 2008	Competição.	Peru.
Short-term post-dispersal fate of seeds defecated by two small primate species (<i>Saguinus mystax</i> and <i>Saguinus fuscicollis</i>) in the Amazonian forest of Peru.	Laurence Culot; Marie-Claude Huynen; Paul Gerard; Eckhard W. Heymann, 2009.	Dispersão de sementes.	Peru.
Secondary seed dispersal by dung beetles in a Colombian rain forest: effects of dung type and defecation pattern on seed	Carolina Santos-Heredia; Ellen Andresen; Diego A. Zarate, 2010.	Dispersão de sementes.	Colômbia.

fate.			
Seed Dispersal Patterns in Two Closely Related Howler Monkey Species (<i>Alouatta palliata</i> and <i>A. pigra</i>): A Preliminary Report of Differences in Fruit Consumption, Traveling Behavior, and Associated Dung Beetle Assemblages.	Katherine R. Amato; Alejandro Estrada, 2010.	Dispersão de sementes.	México.
Assessing the diversity of dung beetle assemblages utilizing Japanese monkey feces in cool-temperate forests.	Hiroto Enari; Shinsuke Koike; Haruka Sakamaki, 2011.	Atratividade alimentar.	Japão.
Habitat differences in dung beetle assemblages in an African savanna-forest ecotone: implications for secondary seed dispersal.	Britta K. Kunz Frank-Thorsten Krell, 2011.	Dispersão de sementes.	Costa do Marfim.
Secondary seed dispersal by dung beetles in an Amazonian forest fragment of Colombia: influence of dung type and edge effect.	Carolina Santos Heredia; Ellen Andresen; Pablo Stevenson, 2011.	Dispersão de sementes.	Colômbia.
Tamarins and Dung Beetles: An Efficient Diplochorous Dispersal System in the Peruvian Amazonia.	Laurence Culot; Darren J. Mann; Fernando J. J. Munoz Lazo; Marie-Claude Huynen; Eckhard W. Heymann, 2011.	Dispersão de sementes.	Peru.
Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) Attracted to <i>Lagothrix lagotricha</i> (Humboldt) and <i>Alouatta seniculus</i> (Linnaeus) (Primates: Atelidae) Dung in a Colombian Amazon Forest.	Jorge Ari Noriega, 2012.	Atratividade alimentar.	Colômbia.

Influences of different large mammalian fauna on dung beetle diversity in beech forests.	Hiroto Enari; Shinsuke Koike; Haruka Sakamaki, 2013.	Conservação	Japão.
Monkey and dung beetle activities influence soil seed bank structure.	François Feer; Jean-François Ponge; Sylvie Jouard; Doris Gomez, 2013.	Dispersão de sementes.	Guiana Francesa.
Selective defaunation affects dung beetle communities in continuous Atlantic rainforest.	Laurence Culot; Emilie Bovy; Fernando Zagury Vaz-de-Mello; Roger Guevara; Mauro Galetti, 2013.	Conservação.	Brasil.
Attractiveness of Native Mammal's Feces of Different Trophic Guilds to Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeinae).		Atratividade alimentar.	Brasil.
Synergistic effects of primates and dung beetles on soil seed accumulation in snow regions.	Hiroto Enari; Haruka Sakamaki - Enari, 2014.	Dispersão de sementes.	Japão.
Differences in dung beetle activity at western gorilla defecation sites in south-east Cameroon: implications for establishment of <i>Uapaca</i> spp. seedlings.	Charles-Albert Petre; Marie-Hélène Zingue; Nikki Tagg; Roseline-Claire Beudels-Jamar; Barbara Haurez; Jean-François Josso; Philippe Moretto; Jean-Louis Doucet, 2015.	Dispersão de sementes.	Camarões.
Variations in dung beetle assemblages across a gradient of hunting in a tropical forest.	François Feer; Olivier Boissier, 2015.	Conservação.	Guiana Francesa.
Ecological implications of mammal feces buried in snow through dung	Hiroto Enari; Shinsuke Koike;	Dispersão de sementes.	Japão.

beetle activities	Haruka Sakamaki-Enari, 2016		
Multitrophic diversity effects of network degradation.	Elizabeth Nichols; Carlos A. Peres; Joseph E. Hawes; Shahid Naeem, 2016.	Conservação.	Brasil.
Interaction between the Long-Tailed Macaque and the Dung Beetle in Langkawi.	Muhaimin, A. M. D.; Aifat, N. R.; Abdul-Latiff, M. A. B.; Md. Zain, B. M.; Yaakop, S., 2017.	Interação ecológica.	Malásia.
Associations of scarab beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae) with dung of four species of mammals in Khao Yai National Park, Thailand.	Robert W. Sites; Paul Lago; George A. Gale, 2018.	Atratividade alimentar.	Tailândia.
Early-stage ecological influences of population recovery of large mammals on dung beetle assemblages in heavy snow areas.	Hiroto Enari; Shinsuke Koike; Haruka S. Enari; Yoshikazu Seki; Kei Okuda; Yuuji Kodera, 2018	Conservação	Japão
Extinctions of interactions: quantifying a dung beetle-mammal network	Elizabeth H. Raine; Sandra B. Mikich; Owen T. Lewis; Philip Riordan; Fernando Z. Vaz-de-Mello; Eleanor M. Slade, 2018.	Conservação.	Brasil.
Primates and dung beetles: two dispersers are better than one in secondary forest.	Laurence Culot; Marie-Claude Huynen; Eckhard W. Heymann, 2018.	Dispersão de sementes.	Peru.
Effects of howler monkey reintroduction on ecological interactions and processes.	Luísa Genes; Fernando A. S. Fernandez; Fernando Z. Vaz-de- Mello; Patrícia da Rosa;	Dispersão de sementes.	Brasil.

	Eduardo Fernandez; Alexandra S. Pires, 2019.		
Spider Monkeys Rule the Roost: Ateline Sleeping Sites Influence Rainforest Heterogeneity.	Andrew Whitworth; Lawrence Whittaker; Ruthmery Pilco Huarcaya; Eleanor Flatt; Marvin Lopez Morales; Danielle Connor; Marina Garrido Priego; Adrian Forsyth; Chris Beirne, 2019.	Atratividade alimentar.	Costa Rica.
Detecção de Plasmodium spp. por meio do DNA ambiental (eDNA) associado à interação ecológica entre macaco bugio (<i>Alouatta guariba clamitans</i>) e besouros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae) em áreas de transmissão de malária símia na Mata Atlântica.	Fabiana Santos Silva, 2020	Bioindicação.	Brasil.
Linking howler monkey ranging and defecation patterns to primary and secondary seed dispersal.	Lisieux Fuzessy; Gisela Sobral; Laurence Culot, 2022.	Dispersão de sementes	Brasil.
Primate reintroduction promotes the recruitment of large-seeded plants via secondary dispersal.	Anna Rebello Landim; Fernando A.S. Fernandez; Alexandra Pires, 2022.	Dispersão de sementes.	Brasil.
Seasonal variations in the assembly of dung beetles (Coleoptera: Geotrupidae and Scarabaeidae) attracted to macaque feces in temperate forests in Japan.	Yamato Tsuji; Miki Matsubara; Kenta Sawada; Toshiaki Shiraishi, 2022.	Atratividade alimentar.	Japão.
Seed size and pubescence facilitate secondary	Karen M. Pedersen; Nico Blüthgen, 2022.	Dispersão de sementes.	Equador.

dispersal by dung beetles.			
Amplicon metagenomics of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) as a proxy for lemur (Primates, Lemuroidea) studies in Madagascar.	Andrey V. Frolov; Lilia A. Akhmetova; Maria S. Vishnevskaya; Bogdan A. Kiriukhin; Olivier Montreuil; Fernando Lopes; Sergei I. Tarasov, 2023	Bioindicação.	Madagascar.
The relationships between dung beetles and monkeys in the Neotropical region.	Gonzalo Halfpeter; Mario E. Favila, 2023.	Etologia de insetos.	México.
New data on trophic associations of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) and lemurs (Primates, Lemuroidea) in Madagascar revealed by metabarcoding.	Andrey V. Frolov; Maria S. Vishnevskaya; Heidi Viljanen; Olivier Montreuil; Lilia A. Akhmetova, 2024.	Bioindicação.	Madagascar.
Testing and optimizing metabarcoding of iDNA from dung beetles to sample mammals in the hyperdiverse Neotropics	Bruno H. Saranholi; Filipe M. França; Alfried P. Vogler; Jos Barlow; Fernando Z. Vaz de Mello; Maria E. Maldaner; Edrielly Carvalho; Carla C. Gestich; Benjamin Howes; Cristina Banks-Leite; Pedro M. Galetti Jr, 2024	Bioindicador.	Brasil

2) Lista de todas as espécies de besouros rola-bosta e primatas não humanos citadas nos estudos analisados, organizadas por família taxonômica.

Coleoptera	Espécie
Família Scarabaeidae	- <i>Aphodius brevisculus</i> - <i>Aphodius eccoptus</i> - <i>Aphodius hasegawai</i> - <i>Aphodius ishidai</i> - <i>Aphodius superatratus</i> - <i>Aphodius unifasciatus</i> - <i>Allogymnopleurus umbrinus</i> - <i>Allogymnopleurus youngai</i> - <i>Anachalcos aurescens</i> - <i>Anachalcos convexus</i> - <i>Anachalcos cupreus</i> - <i>Anachalcos suturalis</i> - <i>Ateuchus candezei</i> - <i>Ateuchus illaesum</i> - <i>Ateuchus murrayi</i> - <i>Ateuchus pygidialis</i> - <i>Ateuchus vigilans</i> - <i>Caccobius anthracites</i> - <i>Caccobius auberti</i> - <i>Caccobius cyclotis</i> - <i>Caccobius elephantinus</i> - <i>Caccobius ivorensis</i> - <i>Caccobius maruyamai</i> - <i>Caccobius mirabilepunctatus</i> - <i>Caccobius punctatissimus</i> - <i>Canthidium (Canthidium) depressum</i> - <i>Canthidium (Canthidium) lucidum</i> - <i>Canthidium (Eucanthidium) trinodosum</i> - <i>Canthidium aff ardens</i> - <i>Canthidium aterrimum</i> - <i>Canthidium aurifex</i> - <i>Canthidium centrales</i> - <i>Canthidium cupreum</i> - <i>Canthidium dispar</i> - <i>Canthidium femoratum</i> - <i>Canthidium funebre</i> - <i>Canthidium gerstaeckery</i> - <i>Canthidium globulum</i>

	- <i>Canthidium lentum</i> - <i>Canthidium martinezi</i> - <i>Canthidium onitoides</i> - <i>Canthidium perceptible</i> - <i>Canthidium ruficolle</i> - <i>Canthon (C.) morsei</i> - <i>Canthon (Glaphyrocanton) euryscelis</i> - <i>Canthon (Glaphyrocanton) subhyalinus</i> - <i>Canthon (Peltecanton) staigi</i> - <i>Canthon aequinoctialis</i> - <i>Canthon aff. (Glaphyrocanton) coloratus</i> - <i>Canthon aff. (Glaphyrocanton) ibarragrassoi</i> - <i>Canthon aff. angustatus</i> - <i>Canthon aff. brunei</i> - <i>Canthon aff. luteicollis</i> - <i>Canthon aff. quadriguttatus</i> - <i>Canthon bicolor</i> - <i>Canthon cyanellus</i> - <i>Canthon femoralis</i> - <i>Canthon fulgidus</i> - <i>Canthon juvenus</i> - <i>Canthon luctuosus</i> - <i>Canthon luteicollis</i> - <i>Canthon pallidus</i> - <i>Canthon proseni</i> - <i>Canthon rutilans cyanescens</i> - <i>Canthon semiopacus</i> - <i>Canthon viridis</i> - <i>Canthon viridis vazquezae</i> - <i>Catharsius eteocles</i> - <i>Catharsius gorilla</i> - <i>Catharsius gorilloides</i> - <i>Catharsius lycaon</i> - <i>Catharsius molossus</i> - <i>Catharsius ninus</i> - <i>Catharsius pseudolycaon</i> - <i>Catharsius sesostris</i> - <i>Chalcocopris hesperus</i> - <i>Clypeodrepanus strigatus</i> - <i>Copris acutidens</i> - <i>Copris camerunus</i> - <i>Copris carinicus</i> - <i>Copris carmelita</i> - <i>Copris laeviceps</i> - <i>Copris lugubris</i>
--	---

	- <i>Copris pecuarius</i> - <i>Copris reflexus</i> - <i>Copris truncatus</i> - <i>Coprophanaeus cerberus</i> - <i>Coprophanaeus saphirinus</i> - <i>Coprophanaeus telamon</i> - <i>Coprophaneus telamon corythus</i> - <i>Deltochilum gibbosum sublaeve</i> - <i>Deltochilum (Parahyboma) furcatum</i> - <i>Deltochilum aff sericeum</i> - <i>Deltochilum amazonicum</i> - <i>Deltochilum brasiliense</i> - <i>Deltochilum morbillosum</i> - <i>Deltochilum peruanum</i> - <i>Deltochilum pseudoparile</i> - <i>Deltochilum rubripenne</i> - <i>Diastellopalpus conradti</i> - <i>Diastellopalpus laevibasis</i> - <i>Diastellopalpus murrayi</i> - <i>Diastellopalpus noctis</i> - <i>Diastellopalpus tridens</i> - <i>Dichotomius (Dichotomius) mormon</i> - <i>Dichotomius (Dichotomius) quadrinodosus</i> - <i>Dichotomius (Luederwalditina) irinus</i> - <i>Dichotomius (Luederwalditina) louzadai</i> - <i>Dichotomius (Luederwalditina) sericeus</i> - <i>Dichotomius (Selenocopris) ascanius</i> - <i>Dichotomius (Selenocopris) fissus</i> - <i>Dichotomius (Selenocopris) socius</i> - <i>Dichotomius aff. centralis</i> - <i>Dichotomius aff. ohausi</i> - <i>Dichotomius boreus</i> - <i>Dichotomius carolinus</i> - <i>Dichotomius carolinus colonicus</i> - <i>Dichotomius cf. problematicus</i> - <i>Dichotomius compressicollis</i> - <i>Dichotomius fissus</i> - <i>Dichotomius lucasi</i> - <i>Dichotomius mamillatus</i>
--	---

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Dichotomius mormon</i> - <i>Dichotomius ohausi</i> - <i>Dichotomius podalirius</i> - <i>Dichotomius satanas</i> - <i>Dichotomius sericeus</i> - <i>Dichotomius subaeneus</i> - <i>Digitonthophagus gazella</i> - <i>Drepanoplatynus gilleti</i> - <i>Eodrepanus morgani</i> - <i>Epilissus apotolamproides</i> - <i>Epilissus splendidus</i> - <i>Euoniticellus parvus</i> - <i>Euonthophagus carbonarius</i> - <i>Eurysternus angustulatus</i> - <i>Eurysternus calligramus</i> - <i>Eurysternus caribaeus</i> - <i>Eurysternus cayennensis</i> - <i>Eurysternus foedus</i> - <i>Eurysternus hamaticollis</i> - <i>Eurysternus hypocrita</i> - <i>Eurysternus inflexus</i> - <i>Eurysternus mexicanus</i> - <i>Eurysternus plebejus</i> - <i>Eurysternus squamosus</i> - <i>Eurysternus velutinus</i> - <i>Eurysternus wittmerorum</i> - <i>Garreta azureus</i> - <i>Garreta nitens</i> - <i>Gymnopleurus coerulescens</i> - <i>Gymnopleurus puncticollis</i> - <i>Hansreia affinis</i> - <i>Helictopleurus clouei</i> - <i>Helictopleurus fissicollis</i> - <i>Helictopleurus giganteus</i> - <i>Heliocopris eryx</i> - <i>Heliocopris helleri</i> - <i>Hyalonthophagus pseudoalcyon</i> - <i>Latodrepanus laticollis</i> - <i>Liatongus sjoestedti</i> - <i>Lophodonitis carinatus</i> - <i>Metacatharsius inermis</i> - <i>Milichus apicalis</i> - <i>Milichus inaequalis inaequalis</i> - <i>Milichus merzi</i> - <i>Milichus serratus</i> - <i>Mimonthophagus apicehirtus</i> - <i>Nanos agaboides</i> - <i>Nanos dubitatus</i> |
|--|---|

	- <i>Neosisyphus angulicollis</i> - <i>Neosisyphus armatus</i> - <i>Neosisyphus gladiator</i> - <i>Oniticellus pseudoplanatus</i> - <i>Onitis cupreus</i> - <i>Onitis multidentatus</i> - <i>Ontherus (Ontherus) azteca</i> - <i>Ontherus pubens</i> - <i>Onthophagus rhinolophus</i> - <i>Onthophagus ahenomicans</i> - <i>Onthophagus ater</i> - <i>Onthophagus atridorsis</i> - <i>Onthophagus atripennis</i> - <i>Onthophagus bandamai</i> - <i>Onthophagus barriorum</i> - <i>Onthophagus batesi</i> - <i>Onthophagus bidens</i> - <i>Onthophagus bidentatus group</i> - <i>Onthophagus borassi</i> - <i>Onthophagus buculus</i> - <i>Onthophagus cf. biplagiatus</i> - <i>Onthophagus cf. umbratus</i> - <i>Onthophagus cribellum</i> - <i>Onthophagus crinitus</i> - <i>Onthophagus cupreus</i> - <i>Onthophagus cyanochlorus</i> - <i>Onthophagus decorsei</i> - <i>Onthophagus densipilis</i> - <i>Onthophagus denudatus</i> - <i>Onthophagus doitungensis</i> - <i>Onthophagus falsivigilans</i> - <i>Onthophagus feai</i> - <i>Onthophagus fimetarius</i> - <i>Onthophagus flaviclava</i> - <i>Onthophagus flexicornis</i> - <i>Onthophagus fodiens</i> - <i>Onthophagus fuscidorsis</i> - <i>Onthophagus gracilipes</i> - <i>Onthophagus haematopus</i> - <i>Onthophagus hilaris</i> - <i>Onthophagus intricatus</i> - <i>Onthophagus justei</i> - <i>Onthophagus kindianus</i> - <i>Onthophagus laeviceps</i> - <i>Onthophagus lindaai</i> - <i>Onthophagus lobi</i> - <i>Onthophagus longipilis</i> - <i>Onthophagus lutaticollis</i> - <i>Onthophagus maesaensis</i>
--	---

	- <i>Onthophagus maya</i> - <i>Onthophagus micros</i> - <i>Onthophagus miles</i> - <i>Onthophagus mpassa</i> - <i>Onthophagus mucronatus</i> - <i>Onthophagus mucronifer</i> - <i>Onthophagus nasicornis</i> - <i>Onthophagus nitidus</i> - <i>Onthophagus penicillatus</i> - <i>Onthophagus peninsularis</i> - <i>Onthophagus pilipodex</i> - <i>Onthophagus possoi</i> - <i>Onthophagus pullus</i> - <i>Onthophagus raffrayi</i> - <i>Onthophagus reticulatus</i> - <i>Onthophagus rufonotatus</i> - <i>Onthophagus rutilans</i> - <i>Onthophagus sellatulus</i> - <i>Onthophagus sipilouensis</i> - <i>Onthophagus stehliki</i> - <i>Onthophagus taurinus</i> - <i>Onthophagus tripartitus</i> - <i>Onthophagus tristis</i> - <i>Onthophagus ulula</i> - <i>Onthophagus vesanus</i> - <i>Oxyomus bremeri</i> - <i>Oxysternon conspicillatum</i> - <i>Oxysternon durantoni</i> - <i>Oxysternon festivum</i> - <i>Oxysternon smaragdinum</i> - <i>Parascatonomus munetoshii</i> - <i>Pedaria moretto</i> - <i>Pedaria oblonga</i> - <i>Pedaria spinithorax</i> - <i>Phalops iphis</i> - <i>Phalops vanellus</i> - <i>Phanaeus (Notiophanaeus)</i> <i>pyrois pyrois</i> - <i>Phanaeus (Notiophanaeus)</i> <i>splendidulus</i> - <i>Phanaeus cambeforti</i> - <i>Phanaeus chalcomelas</i> - <i>Phanaeus endymion</i> - <i>Phanaeus haroldi</i> - <i>Pinacotarsus dohrni</i> - <i>Plagiogonus krataay</i> - <i>Pleuraphodius lewesi</i> - <i>Proagoderus auratus</i> - <i>Proagoderus semiiris</i>
--	--

	- <i>Proagoderus yvescambeforti</i> - <i>Pseudocanthon perplexus</i> - <i>Scarabaeus goryi</i> - <i>Scybalocanthon pygidialis</i> - <i>Sisyphus arboreus</i> - <i>Sisyphus biarmatus</i> - <i>Sisyphus eburneus</i> - <i>Sisyphus gazanus</i> - <i>Sisyphus goryi</i> - <i>Sisyphus manti</i> - <i>Sisyphus seminulum</i> - <i>Sisyphus thoracicus</i> - <i>chaiyaphumensis</i> - <i>Sulcophanaeus chryseicollis</i> - <i>Sulcophanaeus faunus</i> - <i>Sulcophanaeus miyashitai</i> - <i>metallescens</i> - <i>Sulcophanaeus velutinus</i> - <i>Sylvicanthon bridarollii</i> - <i>Tiniocellus praetermissus</i> - <i>Tomogonus crassus</i> - <i>Uroxys bidentis</i> - <i>Uroxys boneti</i>
Família Geotrupidae	- <i>Phelotrupes auratus</i> - <i>Phelotrupes laevistriatus</i>
Família Hybosoridae	- <i>Phaeochroops lakhonicus</i>
Família Trogidae	- <i>Trox opacotuberculatus</i>
Primates	Espécie
Família Atelidae:	- <i>Alouatta discolora</i> - <i>Alouatta guariba</i> - <i>Alouatta palliata</i> - <i>Alouatta pigra</i> - <i>Alouatta seniculus</i> - <i>Aotus azarai</i> - <i>Ateles fusciceps fusciceps</i> - <i>Ateles geoffroyi</i> - <i>Ateles hybridus</i> - <i>Ateles marginatus</i>

	- <i>Ateles paniscus</i> - <i>Lagothrix cana</i> - <i>Lagothrix lagotricha</i>
Família Callitrichidae	- <i>Mico argentatus</i> - <i>Saguinus fuscicollis</i> - <i>Saguinus mystax</i>
Família Cebidae	- <i>Saimiri ustus</i> - <i>Sapajus apella</i> - <i>Sapajus nigritus</i>
Família Cercopithecidae	- <i>Macaca fascicularis</i> - <i>Macaca fuscata</i> - <i>Macaca nemestrina</i> - <i>Papio anubis</i>
Família Lemnridae	- <i>Eulemur coronatus</i> - <i>Eulemur fulvus</i> - <i>Eulemur rubriventer</i> - <i>Eulemur sanfordi</i> - <i>Hapalemur griseus</i>
Família Pitheciidae	- <i>Callicebus brunneus</i> - <i>Callicebus purinus</i> - <i>Pithecia irrorata</i> - <i>Plecturocebus sp.</i>
Família Cheirogaleidae	- <i>Cheirogaleus crossleyi</i>
Família Hominidae	- <i>Gorilla gorilla gorilla</i>
Família Indriidae	- <i>Propithecus diadema</i>