



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

AMANDA ELOISE MACHADO DE SOUZA

**ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA E FUNÇÕES ECOLÓGICAS DE BESOUROS
ROLA-BOSTAS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) EM
PASTAGENS EXÓTICAS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

COLORADO DO OESTE
2024



INSTITUTO FEDERAL

Rondônia

Campus Colorado do Oeste

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA
CAMPUS COLORADO DO OESTE
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

AMANDA ELOISE MACHADO DE SOUZA

ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA E FUNÇÕES ECOLÓGICAS DE BESOUROS
ROLA-BOSTAS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) EM
PASTAGENS EXÓTICAS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Artigo Científico apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Me. Anderson Puker.

COLORADO DO OESTE
2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Souza, Amanda Eloise Machado de.
Estrutura da assembleia e funções ecológicas de besouros
rola-bostas (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) em pastagens
exóticas no sudoeste da Amazônia brasileira / Amanda Eloise
Machado de Souza, Colorado do Oeste-RO, 2024.
30 f. : il.

Orientador(a): Prof. Me. Anderson Puker.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -
IFRO, Colorado do Oeste-RO, 2024.

1. Besouros coprófagos. 2. Grupos funcionais. 3. Paisagens
agropastoris. 4. Pastagens tropicais. 5. Serviços ecossistêmicos. I.
Puker, Anderson (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

**ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA E FUNÇÕES ECOLÓGICAS DE BESOUROS
ROLA-BOSTAS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) EM
PASTAGENS EXÓTICAS NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

**ASSEMBLAGE STRUCTURE AND ECOLOGICAL FUNCTIONS OF DUNG
BEETLES (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) IN EXOTIC
PASTURES IN THE SOUTHWESTERN OF THE BRAZILIAN AMAZON**

Amanda Eloise Machado de Souza¹

Anderson Puker²

¹Técnica em Agropecuária (IFRO), Graduanda em Engenharia Agrônoma, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Colorado do Oeste 76.993-000, Rondônia, Brasil. E-mail: amanda.eloise@estudante.ifro.edu.br

²Prof. Me., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Colorado do Oeste 76.993-000, Rondônia, Brasil. E-mail: anderson.puker@ifro.edu.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar a estrutura da assembleia de besouros rola-bostas, bem como mensurar suas funções ecológicas (remoção de fezes e escavação de solo), em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira. Para coleta dos besouros rola-bostas e mensuração de suas funções ecológicas, 10 áreas de pastagens destinadas à criação de gado foram selecionadas, todas localizadas no Sudoeste da Amazônia brasileira. Os besouros rola-bostas foram amostrados com o uso de armadilhas pitfall, e suas funções ecológicas foram mensuradas com o uso de arenas experimentais, durante a estação chuvosa (dezembro de 2021) na região de estudo. Foram coletados um total de 123 indivíduos, pertencentes a cinco gêneros e 10 espécies de besouros rola-bostas. Do total de espécies amostradas, cinco são paracoprídeos, quatro telecoprídeos, e apenas uma endocoprídeo. A assembleia de besouros rola-bostas presente nas pastagens estudadas é dominada por espécies de pequeno tamanho corporal, com apenas duas espécies classificadas como grandes. A média das funções ecológicas foi de 10,9 g de fezes removidas e 15,2 g de solo escavado em cada uma das áreas de pastagens. Os resultados deste estudo revelaram uma baixa riqueza de espécies de besouros rola-bostas em pastagens exóticas no Sudoeste da Amazônia brasileira. Além disso, a assembleia é estruturada principalmente por pequenos paracoprídeos e telecoprídeos. Finalmente, a baixa diversidade de besouros rola-bostas e o pequeno tamanho corporal dos indivíduos revelam que poucas espécies estão sendo capazes de colonizar as pastagens cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, resultando em poucas funções ecológicas nas pastagens estudadas.

Palavras-chave: Besouros coprófagos. Grupos funcionais. Paisagens agropastoris. Pastagens tropicais. Serviços ecossistêmicos.

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the dung beetle assemblage structure, as well as measure their ecological functions (removal of feces and soil excavation), in exotic pastures cultivated in the Southwestern of the Brazilian Amazon. To collect dung beetles and measure their ecological functions, 10 areas of pastures intended for cattle ranching were selected, all located in the Southwestern of the Brazilian Amazon. Dung beetles were sampled using pitfall traps, and their ecological functions were measured using experimental arenas, during the rainy season (December 2021) in the study region. A total of 123 individuals were collected, belonging to five genera and 10 species of dung beetles. From the total sampled species, five are paracoprids, four telecoprids, and only one endocoprid. The dung beetle assemblage present in the studied pastures is dominated by species of small body size, with only two species classified as large. The average ecological functions was 10.9 g of feces removed and 15.2 g of soil excavated in each of the pasture areas. The results of this study revealed a low species richness of dung beetles in exotic pastures in the Southwestern of the Brazilian Amazon. Furthermore, the assemblage is mainly structured by small paracoprids and telecoprids. Finally, the low dung beetle diversity and the small body size of the individuals reveal that few species are able to colonize the cultivated pastures in the Southwestern of the Brazilian Amazon, resulting in few ecological functions in the studied pastures.

Keywords: Coprophagous beetles. Functional groups. Agropastoral landscapes. Tropical pastures. Ecosystem services.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma área estimada em 160 milhões de ha de pastagens nativas e cultivadas, sendo aproximadamente 112 milhões de ha de pastagens plantadas (IBGE, 2017). Somente a gramínea exótica *Urochloa* spp. (sinônimo *Brachiaria*) (Poaceae) ocupa cerca de 80% de toda a área de pastagem cultivada no País (GALDINO et al., 2016). Essa gramínea, originária da África, foi introduzida no Brasil há mais de dois séculos, com excelente adaptação ao clima local e nutrição do solo, tornou-se amplamente utilizada na produção pecuária nacional (RAO et al., 1996; PEREIRA et al., 2005).

Pastagens plantadas com espécies de gramíneas exóticas são comumente utilizadas para criação de mamíferos herbívoros, principalmente de bovinos e equinos. A criação de gado de corte é sem dúvida a principal atividade realizada nas pastagens brasileiras, sendo o Brasil o maior exportador de carne bovina do mundo (ABIEC, 2023). De fato, a bovinocultura brasileira ocupa posição de destaque no cenário mundial; com um rebanho de quase 235 milhões de animais (IBGE, 2022), o Brasil possui o segundo maior rebanho de bovinos do mundo, ficando atrás apenas da Índia (ABIEC, 2023). Todo esse rebanho bovino está distribuído em cerca de 2,6 milhões de propriedades espalhadas por todo o território nacional (IBGE, 2017), mas com destaque para o estado de Rondônia, que com aproximadamente 18 milhões de animais criados em cerca de 83.000 propriedades rurais, é o 6º maior produtor de bovinos do País (IBGE, 2022). Além disso, a bovinocultura (corte e leite) é a principal atividade agropecuária do estado de Rondônia, impactando diversos setores da economia regional (RONDÔNIA, 2015).

A criação de animais domésticos tais como de bovinos e equinos em pastagens gera o fornecimento de recursos alimentares para a comunidade de besouros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) (FLECHTMANN; RODRIGUES; GASPERETO, 1995; LOUZADA; CARVALHO E SILVA, 2009; TISSIANI et al., 2017), os quais são conhecidos popularmente como “besouros rola-bostas”. Esses besouros utilizam do excremento desses animais como fonte de nidificação e alimentação de sua prole (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; CAMBEFORT; HANSKI, 1991). Desse modo, os besouros rola-bostas podem ser classificados em três grupos funcionais (ou guildas funcionais), com base no

transporte de alimento até o ninho: (1) os roladores ou telecoprídeos, que rolam a “bola” de excremento na superfície do solo até certa distância da fonte do recurso, e depois a enterram; (2) os escavadores ou paracoprídeos, que transportam o recurso alimentar para o interior do solo fazendo túneis ao lado ou imediatamente sob o recurso; e (3) os residentes ou endocoprídeos, que não alocam o recurso, utilizando-o somente no local, ou seja, alimentam e nidificam dentro da massa fecal (HALFFTER; MATTEWS, 1966; BORNEMISSZA, 1969; HALFFTER; EDMONDS, 1982; CAMBEFORT; HANSKI, 1991; TONELLI, 2021).

Os besouros rola-bostas ao enterrar as fezes dos animais realizam diversas funções ecológicas ou serviços ecossistêmicos que auxiliam na produção pecuária em pastagens (NICHOLS et al., 2008; CORREA et al., 2019; CARVALHO et al., 2021), tais como: aumentam a taxa de reciclagem de nutrientes (BANG et al., 2005), melhorando a fertilidade e propriedades hidrológicas do solo (BROWN et al., 2010), auxiliam no desenvolvimento das pastagens (JOHNSON et al., 2016), e aumento da área de pastejo ao incorporar a massa fecal (MARIATEGUI et al., 2001). Mas sem dúvida, o controle biológico de parasitas animais é um dos serviços ecossistêmicos mais conhecidos associado às funções ecológicas dos besouros rola-bostas em todo o mundo (NICHOLS et al., 2008; NICHOLS; GÓMEZ, 2014). Vermes gastrointestinais e moscas parasitas de animais utilizam as fezes de seus hospedeiros para completar uma etapa do seu ciclo de vida (WATERHOUSE, 1974; BRAGA et al., 2012; NICHOLS; GÓMEZ, 2014). Assim, os besouros rola-bostas ao tornarem as fezes indisponíveis, faz com que uma das etapas do ciclo de vida dos parasitas seja quebrada (WATERHOUSE, 1974; RIDSDILL-SMITH; MATTHIESSEN, 1981; BRAGA et al., 2012). Isso reduz a infestação de parasitas e, conseqüentemente, menos recursos financeiros são necessários para manter a sanidade dos rebanhos (LOSEY; VAUGHAN, 2006). Por isso, o serviço ecossistêmico realizado pelos besouros rola-bostas constitui o meio mais prático, natural e econômico de remoção de massas fecais em pastagens, bem como no controle ecológico dos parasitas à elas associadas (WATERHOUSE, 1974; RIDSDILL-SMITH; MATTHIESSEN, 1981; FLECHTMANN; RODRIGUES; GASPERETO, 1995).

No Brasil, foram realizados inúmeros estudos ecológicos sobre os besouros rola-bostas em pastagens exóticas utilizando fezes bovinas como isca (LOUZADA; CARVALHO E SILVA, 2009; TISSIANI et al., 2017). Entretanto, em pastagens implantadas no Sudoeste da Amazônia brasileira (estado de Rondônia), até o

presente momento, há somente três pesquisas que estudaram a estrutura da assembleia de besouros rola-bostas em pastagens exóticas, porém usando armadilhas iscadas com diversos tipos de iscas atrativas (SILVA et al., 2014; PUKER et al., 2024) ou armadilhas de interceptação de voo (PUKER et al., 2020). Assim, escassos são os estudos sobre a biodiversidade de besouros rola-bostas nas pastagens introduzidas no Sudoeste da Amazônia brasileira.

Adicionalmente, o conhecimento sobre as funções ecológicas (por exemplo, a remoção de fezes e escavação de solo) realizadas por esses insetos utilizando fezes bovinas como um recurso é escasso por todo o território brasileiro (CORREA et al., 2019, 2022); e essa falta de conhecimento é ainda mais pronunciada considerando as pastagens exóticas presentes em todo o território nacional. Até o presente momento, no Brasil, apenas Correa et al. (2019, 2022) e Carvalho et al. (2021) mensuraram as funções ecológicas (remoção de fezes e escavação de solo) realizadas por besouros rola-bostas usando fezes bovinas como um recurso. Entretanto, Correa et al. (2019) conduziram o seu estudo em pastagens nativas no Pantanal de Mato Grosso do Sul e Carvalho et al. (2021) em pastagens exóticas no Cerrado brasileiro, no estado de Minas Gerais. Para pastagens cultivadas na Amazônia brasileira, há apenas o recente estudo de Correa et al. (2022), os quais mensuraram as funções ecológicas realizadas pelos besouros rola-bostas em pastagens exóticas cultivadas no Norte do estado de Mato Grosso.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi caracterizar a estrutura da assembleia de besouros rola-bostas, bem como mensurar as suas funções ecológicas (remoção de fezes e escavação de solo) em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, Rondônia, Norte do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

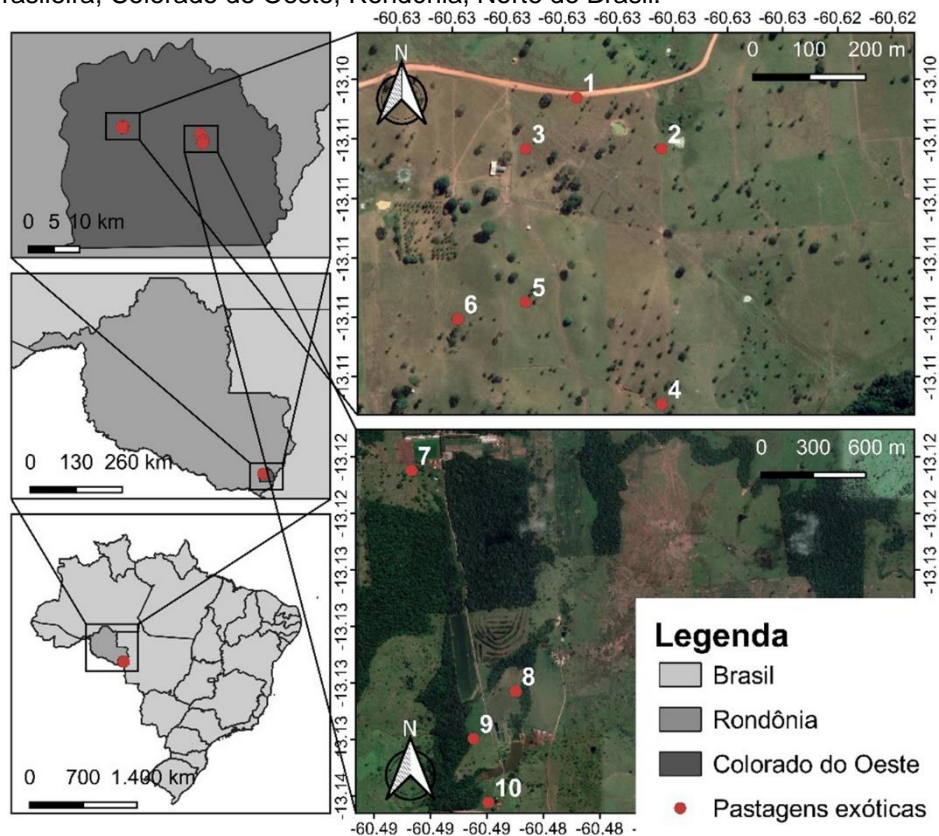
As áreas de estudo estão localizadas no município de Colorado do Oeste, Cone Sul do estado de Rondônia (13°07'15" S, 60°32'42" W; altitude de 430 m), em uma região do Sudoeste da Amazônia brasileira (Figura 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen é *Am* – tropical úmido (clima tropical de monção) (ALVARES et al., 2013), com os maiores índices de chuvas registrados em janeiro (média de 305,4 mm), fevereiro (281,1 mm) e dezembro (272,9 mm); e uma estação seca bem definida correspondente aos meses de junho (20,1 mm), julho (12,8 mm) e agosto (29,6 mm) (FRANCA, 2015). A temperatura média anual é de 24,3 °C (22,0–27,5 °C) e a precipitação média anual é de aproximadamente 2.250 mm (FRANCA, 2015).

Historicamente, a substituição da vegetação nativa (floresta Amazônica) por pastagens exóticas ocorreu há cerca de 50 anos na região de estudo como parte do processo de colonização do estado de Rondônia (SOUZA, 2020). Assim, atualmente no local de estudo predomina a atividade pecuária desenvolvida em extensas áreas de pastagens plantadas (principalmente a gramínea africana *Urochloa* spp.) que são usadas principalmente para criação de gado (IBGE, 2017). De acordo com os dados do último Censo Agropecuário (IBGE, 2017), o município de Colorado do Oeste possui um rebanho de 225.964 bovinos, criados predominantemente em pastagens cultivadas (cerca de 107.000 ha), em 1.528 estabelecimentos rurais.

Foram selecionadas 10 áreas de pastagens exóticas (*Urochloa* spp.) implantadas há mais de 30 anos, e que atualmente são destinadas à criação de gado de corte ou leite. As áreas de pastagens utilizadas neste estudo pertencem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) – *Campus* Colorado do Oeste, sendo selecionadas seis áreas localizadas na Fazenda Experimental (denominada de Nova 1) e outras quatro áreas no *Campus* (Figura 1). A Fazenda Experimental possui uma área de aproximadamente 90 ha, cujas pastagens são destinadas exclusivamente para criação de gado de corte; o *Campus* possui uma área total de 242 ha, sendo aproximadamente 80 ha de reserva florestal e 45 ha de pastagens destinadas para criação de gado de leite e de búfalos. Para o controle de ecto e endoparasitas dos rebanhos bovinos criados nas pastagens estudadas, bem

como nas vizinhas, são tradicionalmente usados produtos veterinários sintéticos (principalmente, doramectinas e ivermectinas). O entorno das áreas de pastagens é composto de um mosaico de fragmentos florestais e outras pastagens (Figura 1).

Figura 1 – Localização geográfica das 10 áreas de pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, Colorado do Oeste, Rondônia, Norte do Brasil.



Fonte: Consul (2024).

2.2 AMOSTRAGEM DOS BESOUROS ROLA-BOSTAS

Os besouros rola-bostas foram coletados durante a estação chuvosa (dezembro de 2021) na região de estudo. A estação chuvosa é considerada o período mais adequado para amostrar os besouros rola-bostas em pastagens cultivadas no Brasil (CORREA et al., 2018). Em dezembro de 2021, a precipitação pluviométrica foi de 360 mm e a temperatura foi em média 24,3 °C na região de estudo. Os dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica automática do IFRO – *Campus* Colorado do Oeste, a qual está localizada a uma distância entre 0,05–15,3 km das pastagens estudadas.

As 10 áreas de pastagens selecionadas para coleta dos besouros rola-bostas estão separadas entre 0,15 a 16,0 km uma da outra a fim de garantir a independência

espacial das amostras (da SILVA; HERNÁNDEZ, 2015; MORA-AGUILAR et al., 2023) (Figura 1). Por isso, cada pastagem foi considerada como sendo uma réplica ($n = 10$).

No centro de cada uma das 10 áreas de pastagens foi demarcado um transecto linear de 200 m de comprimento. Em cada transecto foram marcados quatro pontos separados 50 m entre si. Em cada ponto foi instalada uma armadilha com aproximadamente 50 g de fezes bovinas frescas coletadas diretamente das áreas de pastagens (CORREA et al., 2019). Dessa forma, o esforço amostral deste estudo foi de 40 armadilhas (4 armadilhas/pastagem \times 10 pastagens).

Para coleta dos besouros rola-bostas, foram utilizadas armadilhas do tipo pitfall (15 cm de diâmetro e 9 cm de profundidade), as quais foram instaladas ao nível do solo (Figura 2). Dentro de cada armadilha foi adicionada cerca de 250 mL de solução salina + detergente neutro (1,5%) para retenção dos espécimes atraídos. As armadilhas foram cobertas por uma tampa de plástico ($\varnothing = 20$ cm), a qual foi sustentada por três palitos de madeira (25 cm), a fim de reduzir a dessecação das iscas e potenciais danos causados pela chuva. As iscas foram adicionadas em copos de plástico (50 mL) no centro de cada armadilha usando um arame como porta-isca (Figura 2).

Figura 2 – Armadilha pitfall iscada com fezes bovinas utilizada para amostragem dos besouros rola-bostas em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, Rondônia, Norte do Brasil.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

Transcorridas 48 horas da instalação das armadilhas, os espécimes coletados foram acondicionados em sacos plásticos contendo etanol para posterior triagem e identificação taxonômica.

2.3 IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES, TAMANHO E BIOMASSA DOS INDIVÍDUOS

Após a triagem de todo o material coletado, os besouros rola-bostas foram previamente identificados ao nível de gênero com o uso de chaves taxonômicas (VAZ-DE-MELLO et al., 2011; TISSIANI et al., 2017). Posteriormente, os espécimes foram identificados ao nível de espécie, quando possível, mediante comparação com espécimes previamente identificados, e que estão depositados na Coleção Entomológica do IFRO – *Campus* Colorado do Oeste (Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil). Os espécimes *vouchers* foram montados em alfinetes entomológicos, etiquetados, e então depositados na Coleção Entomológica do IFRO – *Campus* Colorado do Oeste (Figura 3).

Figura 3 – Amostra de espécimes *vouchers* de besouros rola-bostas depositados na Coleção Entomológica do IFRO – *Campus* Colorado do Oeste (Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil).



Fonte: Rezende (2022).

Para estimar o tamanho corporal de cada uma das espécies amostradas, todos os indivíduos de cada espécie foram medidos (do clipeo ao pigídio) com um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Para registrar a biomassa das espécies, todos os indivíduos coletados foram secos em estufa de secagem (40 ± 1 °C) a peso constante e então pesados em balança de precisão de 0,0001 g.

2.4 FUNÇÕES ECOLÓGICAS

Cerca de 48 horas antes da instalação das armadilhas pitfall para coleta dos espécimes, foi instalado o experimento para avaliação das funções ecológicas dos besouros rola-bostas. Foram mensuradas duas funções ecológicas realizadas pelos besouros rola-bostas: remoção de fezes e escavação de solo. As funções ecológicas foram avaliadas nas 10 áreas de pastagens instalando-se quatro arenas experimentais em um transecto linear de 200 m de comprimento, com distância de 50 m uma da outra. Desse modo, foram instaladas 40 arenas (4 arenas/pastagem x 10 pastagens) durante o estudo.

Previamente à instalação das arenas, toda a vegetação sob cada uma delas foi removida no intuito de facilitar a aferição das funções ecológicas. A arena experimental de formato circular (1 m de diâmetro) foi instalada ao nível do solo e delimitada por uma cerca de nylon (15 cm de altura) sustentada por palitos (25 cm) de madeira (Figura 4).

Figura 4 – Arena experimental utilizada para mensuração das funções ecológicas (remoção de fezes bovinas e escavação de solo) realizadas por besouros rola-bostas em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, Rondônia, Norte do Brasil.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

O tamanho da cerca de nylon de 15 cm garante que os besouros acessem a arenas e entrem principalmente, por meio aéreo. A cerca de nylon limita o movimento horizontal de esterco pelos besouros rola-bostas dentro da área delimitada, permitindo uma quantificação das funções examinadas (BRAGA et al., 2013). O taman No centro de cada arena, foi colocada uma pilha experimental de 300 g de fezes bovinas frescas (CORREA et al., 2019), a qual foi protegida da chuva por uma tampa de plástico e exposta à comunidade de besouros rola-bostas por 24 horas (BRAGA et al., 2013).

Para determinar as taxas de remoção de fezes, a quantidade de fezes restante (quando presente) foi coletada, levada ao laboratório e pesada; a remoção de fezes foi calculada subtraindo-se a massa original (300 g) do esterco adicionado à arena. Para contabilizar a perda ou ganho de água no cálculo da remoção de fezes, no momento da instalação das arenas experimentais, foi colocado em cada transecto um controle de umidade composto por 300 g de fezes bovinas frescas envolto em um tecido voil e suspenso a 3 cm do solo por uma vara de bambu (CORREA et al., 2019).

Para determinar a quantidade de solo escavado pelos besouros rola-bostas, o solo solto ao redor e/ou embaixo da pilha experimental de esterco foi coletado e seco a 100 °C até peso constante e então pesado em balança de precisão de 0,0001 g (BRAGA et al., 2013; FRANÇA; LOUZADA; BARLOW, 2018; CORREA et al., 2019).

2.5 ANÁLISE DE DADOS

Para avaliar a eficiência da amostragem, foi realizada uma análise da cobertura amostral (*iNEXT*), que compreende uma abordagem baseada no número de indivíduos presente na amostra (CHAO et al., 2014; HSIEH et al., 2016). Essa análise indica o nível de eficiência da amostragem utilizada no estudo. A análise de cobertura amostral foi realizada no Software R versão 4.2.2 (R CORE TEAM, 2023), usando o pacote *iNEXT* (HSIEH et al., 2016).

Um *ranking* de abundância das espécies e das distribuições de massa corporal foi construído para visualmente comparar os padrões de dominância das espécies de besouros rola-bostas nas pastagens estudadas.

Para comparar os padrões de dominância de grupos funcionais, as espécies amostradas foram classificadas como endocoprídeos, paracoprídeos ou telecoprídeos (conforme proposto por HALFFTER; EDMONDS, 1982; TONELLI, 2021). As espécies

também foram classificadas como pequenas, médias ou grandes. Para atribuir a classe de tamanho corporal para cada uma das espécies foram obtidos o tamanho corporal médio das espécies amostradas ($S = 10$) e então foi calculado o intervalo de confiança (IC – 95%). As espécies com tamanho corporal dentro do IC (6,8–7,7 mm) foram classificadas como médias, acima do IC como grandes e abaixo do IC como pequenas (conforme proposto por CORREA et al., 2019). Por fim, as espécies foram então alocadas em seus respectivos grupos funcionais e classificadas em: pequenos, médios ou grandes endocoprídeos, paracoprídeos ou telecoprídeos (CORREA et al., 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foram coletados um total de 123 indivíduos, pertencentes a cinco gêneros e 10 espécies de besouros rola-bostas (Tabela 1). Seis espécies (60% do total de espécies) foram consideradas raras (quatro *singletons* e duas *doubletons*) nas pastagens estudadas (Tabela 1). *Canthon* Hoffmannsegg, 1817 ($S = 4$ espécies) e *Canthidium* Erichson, 1847 ($S = 3$) foram os gêneros mais diversos, enquanto *Digitonthophagus* Balthasar, 1959, *Onthophagus* Latreille, 1802, e *Trichillum* Harold, 1868 foram os gêneros menos diversos ($S = 1$) (Tabela 1). O estimador de cobertura amostral revelou uma alta eficiência amostral (98%), indicando que a amostragem empregada neste estudo foi suficiente para capturar representativamente a verdadeira diversidade da assembleia local de besouros rola-bostas (Tabela 1).

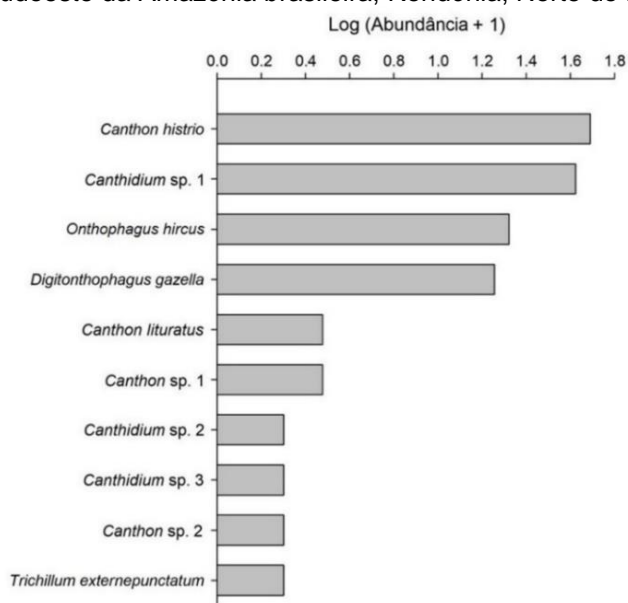
Tabela 1 – Abundância, grupo funcional e tamanho corporal (mm \pm Erro Padrão) das espécies de besouros rola-bostas amostradas em pastagens exóticas no Sudoeste da Amazônia brasileira, Rondônia, Norte do Brasil.

Taxon	Abundância		Grupo funcional	Tamanho (mm \pm EP)
	Total	Relativa (%)		
Ateuchini Perty, 1830				
<i>Trichillum externepunctatum</i> Preudhomme de Borre, 1880	1	0,8	Endocropídeo	Pequeno (3,8 \pm 0,00)
Coprini Leach, 1815				
<i>Canthidium</i> sp. 1	41	33,3	Paracropídeo	Pequeno (4,8 \pm 0,05)
<i>Canthidium</i> sp. 2	1	0,8	Paracropídeo	Médio (7,2 \pm 0,00)
<i>Canthidium</i> sp. 3	1	0,8	Paracropídeo	Médio (7,5 \pm 0,00)
Deltochilini Lacordaire, 1856				
<i>Canthon histrio</i> (Lepeletier & Serville, 1828)	48	39,0	Telecropídeo	Grande (10,1 \pm 0,14)
<i>Canthon lituratus</i> (Germar, 1813)	2	1,6	Telecropídeo	Pequeno (5,6 \pm 0,38)
<i>Canthon</i> sp. 1	2	1,6	Telecropídeo	Pequeno (5,1 \pm 0,01)
<i>Canthon</i> sp. 2	1	0,8	Telecropídeo	Pequeno (5,1 \pm 0,00)
Onthophagini Burmeister, 1846				
<i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius, 1787)	6	4,9	Paracropídeo	Grande (9,7 \pm 0,26)
<i>Onthophagus hircus</i> Billberg, 1815	20	16,3	Paracropídeo	Pequeno (5,5 \pm 0,16)
Número de indivíduos (Abundância)	123			
Número de espécies (Riqueza)	10			
Cobertura amostral (%)	98			

Fonte: Puker e de Souza (2024).

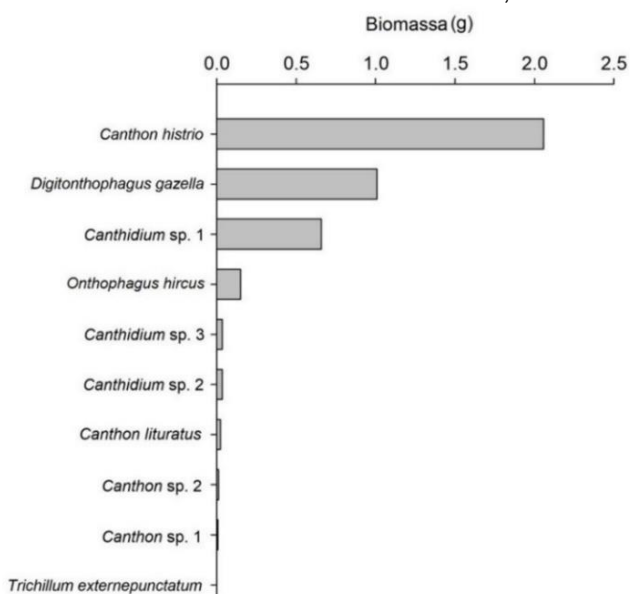
As três espécies mais abundantes neste estudo foram *Canthon histrio* (Lepeletier & Serville, 1828), *Canthidium* sp. 1 e *Onthophagus hircus* Billberg, 1815 (Tabela 1, Figura 5), sendo que juntas, representaram aproximadamente 89% do total de indivíduos amostrados (Tabela 1). Em termos de massa corporal, as três espécies de maior biomassa foram *C. histrio*, *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787), e *Canthidium* sp. 1 (Figura 6).

Figura 5 – *Ranking* de abundância das espécies de besouros rola-bostas amostradas em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, Rondônia, Norte do Brasil.



Fonte: Puker e de Souza (2023).

Figura 6 – *Ranking* de distribuição da biomassa das espécies de besouros rola-bostas amostradas em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, Rondônia, Norte do Brasil.

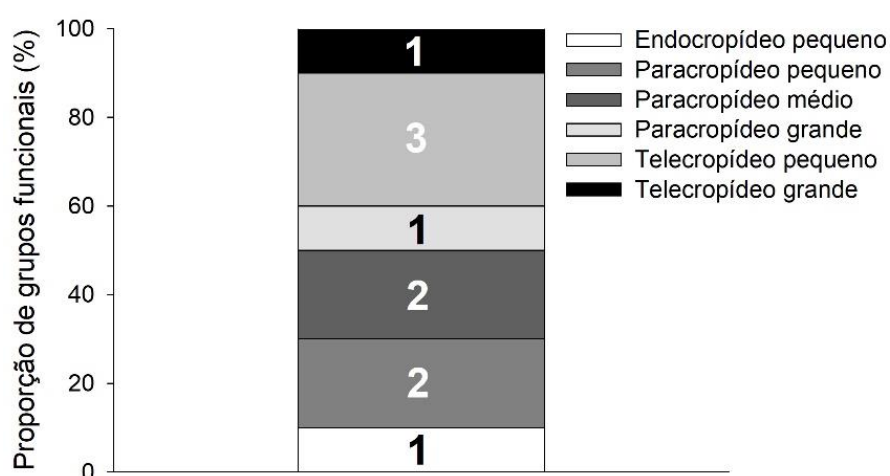


Fonte: Puker e de Souza (2023).

De modo geral, a assembleia de besouros rola-bostas presente nas pastagens estudadas é dominada por espécies de pequeno tamanho corporal (<6,0 mm), com apenas duas espécies classificadas como grandes (*C. histrio* e *D. gazella*) (Tabela 1).

Do total de espécies amostradas, cinco são paracoprídeos, quatro telecoprídeos, e apenas uma endocoprídeo (*Trichillum externepunctatum* Preudhomme de Borre, 1880) (Tabela 1, Figura 7).

Figura 7 – Mudança proporcional em grupos funcionais de besouros rola-bostas amostrados em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, Rondônia, Norte do Brasil. Os números dentro da figura representam os números das espécies de cada grupo funcional.



Fonte: Puker e de Souza (2024).

Por fim, com relação às funções ecológicas (remoção de fezes e escavação de solo) mensuradas neste estudo, foram registradas funções ecológicas em 90% das áreas de pastagens estudadas. A quantidade média de fezes bovinas removidas foi de 10,9 g (intervalo de variação: 0,0–42,1 g; erro padrão: $\pm 2,33$) e 15,2 g de solo escavado (0,0–90,5 g; $\pm 4,22$) em cada uma das áreas de pastagens.

Este estudo amplia as informações sobre a diversidade e funções ecológicas desempenhadas por besouros rola-bostas em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira. De modo geral, foi encontrada uma baixa riqueza de espécies de besouros rola-bostas, com uma assembleia estruturada principalmente por pequenos paracoprídeos e telecoprídeos, resultando em poucas funções ecológicas.

Neste estudo foram amostradas um total de 10 espécies de besouros rola-bostas em pastagens cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, estado de Rondônia. A riqueza de espécies encontrada no presente estudo pode ser

considerada baixa, se comparado, por exemplo, com a diversidade de espécies de besouros rola-bostas registradas para o estado de Rondônia, onde são reportadas 106 espécies distribuídas em diversos tipos de paisagens (SILVEIRA et al., 2023). Além disso, quando contrastando os achados deste estudo com a diversidade de besouros rola-bostas em pastagens naturais ou cultivadas em outros biomas brasileiros, uma maior riqueza de espécies é observada, embora deve-se levar em conta as diferenças nos protocolos de amostragem. Por exemplo, em pastagens nativas no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Correa et al. (2019) registraram 30 espécies de besouros rola-bostas; enquanto que Carvalho et al. (2021) encontraram 40 espécies em pastagens exóticas cultivadas no Cerrado brasileiro.

A baixa riqueza de espécies registrada nas pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da floresta Amazônica (estado de Rondônia) representa um padrão já documentado em estudos prévios na mesma região de estudo. Por exemplo, Silva et al. (2014) ao examinarem os efeitos da substituição da floresta nativa por pastagem exótica sobre algumas métricas taxonômicas dos besouros rola-bostas, registraram maior número de espécies em fragmentos florestais ($S = 71$) do que em áreas de pastagens exóticas ($S = 30$) vizinhas aos fragmentos florestais. De forma semelhante, Puker et al. (2024) registraram maior abundância e riqueza de espécies de besouros rola-bostas em um fragmento de floresta nativa ($S = 29$) do que em uma área de pastagem ($S = 15$) aberta recentemente.

Diversos estudos têm documentado que a conversão de floresta em pastagem causa um empobrecimento na riqueza de espécies de besouros rola-bostas em paisagens tropicais (ESCOBAR et al., 2007; KORASAKI et al., 2013; SILVA et al., 2014, 2017; PUKER et al., 2024). Isso ocorre provavelmente porque apenas um subconjunto do total de espécies pode ser capaz de tolerar as altas temperaturas e a exposição solar no novo habitat (NAVARRETE; HALFFTER, 2008). Normalmente, a retirada da vegetação nativa para introdução de pastagem exótica gera uma mudança brusca no habitat o que afeta a distribuição espacial dos besouros rola-bostas e influencia na seleção e preferência do habitat pelas espécies (SILVA; DINIZ; VAZ-DE-MELLO, 2010; SILVA et al., 2017). Portanto, é esperado que poucas espécies de besouros rola-bostas consigam usar eficientemente as pastagens como um novo habitat e o esterco de gado como alimento e local de nidificação, o que resulta em um empobrecimento na comunidade de besouros rola-bostas em pastagens cultivadas na Amazônia (KORASAKI et al., 2013; SILVA et al., 2017; PUKER et al., 2024).

A baixa riqueza de espécies encontrada no presente estudo pode ser explicada não apenas pela mudança brusca causada pela conversão da floresta Amazônica em pastagem exótica (SILVA et al., 2017; PUKER et al., 2024), mas também pelo uso generalizado de medicamentos veterinários sintéticos, cujos resíduos são excretados nas fezes dos animais tratados (FLOATE et al., 2016; VERDÚ et al., 2018), o que também pode estar colaborando para o declínio das populações e espécies de besouros rola-bostas nas pastagens brasileiras (CORREA et al., 2022). Por exemplo, em pastagens exóticas cultivadas na Amazônia, a abundância de besouros rola-bostas é notadamente menor em pastagens com o uso tradicional de ivermectina (CORREA et al., 2022).

As espécies dominantes nas pastagens estudadas foram o telecoprídeo *C. histrio*, e os paracoprídeos *Canthidium* sp. 1 e *O. hircus*. O telecoprídeo *C. histrio* é uma espécie comumente encontrada nas pastagens brasileiras (TISSIANI et al., 2017; CORREA et al., 2018), inclusive em pastagens plantadas no Sudoeste da Amazônia brasileira (SILVA et al., 2014; PUKER et al., 2024). Além disso, *C. histrio* é uma espécie tratada como indicadora de pastagens com o uso de ivermectina na Amazônia (CORREA et al., 2022). A dominância de *C. histrio* nas pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira demonstra que essa espécie pode ser capaz de manter altas populações em pastagens onde o gado tradicionalmente é criado com o uso de medicamentos veterinários para o controle de parasitas (CORREA et al., 2022). O paracoprídeo *Canthidium* sp. 1 foi outra espécie abundante no presente estudo. O gênero *Canthidium* Erichson, 1847 representa um grupo de besouros rola-bostas extremamente diverso e pouco conhecido, com mais de 170 espécies válidas descritas em toda a região Neotropical (CUPELLO, 2018; CARVALHO DE SANTANA et al., 2019). Espécies do gênero *Canthidium* são encontradas em diversos tipos de habitat, naturais ou antropizados, como é o caso de pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira (SILVA et al., 2014; PUKER et al., 2020, 2024). Por fim, o paracoprídeo *O. hircus* foi outra espécie dominante nas pastagens estudadas. *Onthophagus hircus* é uma espécie amplamente distribuída por todo o território brasileiro (ROSSINI; VAZ-DE-MELLO; ZUNINO, 2018), sendo também registrada em pastagens exóticas no Sudoeste da Amazônia brasileira (SILVA et al., 2014). Além disso, *O. hircus* é considerada frequente, amplamente distribuída, abundante e de alta importância para as pastagens brasileiras (TISSIANI et al., 2017).

A assembleia de besouros rola-bostas presente nas pastagens estudadas é estruturada notadamente por espécies de pequeno tamanho corporal (<6,0 mm), com apenas duas espécies classificadas como grandes (*C. histrio* e *D. gazella*). A dominância de espécies de pequeno tamanho corporal pode estar relacionada com o fato de que as espécies pequenas têm maior tolerância térmica (VERDÚ; ARELLANO; NUMA, 2006), e maior capacidade de escavar solos compactados do que espécies grandes (BARRAGÁN et al., 2011), o que auxilia na colonização de pastagens que são frequentemente utilizadas para criação de gado. Por outro lado, o tamanho corporal desempenha um papel crucial na remoção de excrementos, sendo que os besouros grandes são mais eficientes do que os pequenos (NERVO et al., 2014). Aumentos na perturbação resultante das atividades humanas pode levar à perda de espécies de grande tamanho corporal (GARDNER et al., 2008) e a hiperabundância de algumas espécies pequenas (NICHOLS et al., 2007). Portanto, o limitado número de espécies de grande tamanho corporal registrado nas pastagens estudadas poderá levar rapidamente à interrupção das funções ecológicas importantes nas pastagens, como a incorporação de fezes e o controle biológico de parasitas (NICHOLS et al., 2008).

A relação entre a alta abundância, maior biomassa e tamanho corporal dos besouros rola-bostas (NERVO et al., 2014), com destaque aqui para o telecoprídeo *C. histrio*, possibilita que essa espécie desempenhe papel crucial nas pastagens amazônicas, pois executará mais funções ecológicas, como a remoção de fezes e escavação de solo (NICHOLS et al., 2008). A capacidade de transportar maiores quantidades de fezes contribui para a regulação do acúmulo de esterco nas pastagens, o que auxilia no controle biológico de parasitas do gado, e também na melhoria das condições físico-químicas do solo, e conseqüentemente no desenvolvimento das pastagens (NICHOLS et al., 2008).

O paracoprídeo de origem africana *D. gazella* foi uma das espécies de maior tamanho corporal registrada nas pastagens estudadas. *Digitonthophagus gazella* é uma das espécies invasoras de besouros rola-bostas mais amplamente relatadas no mundo (POKHREL; CAIRNS; ANDREW, 2020), e que foi introduzida no Brasil no final da década de 1980, mediante uma iniciativa da Embrapa para testar sua eficácia no controle biológico da mosca-dos-chifres (MIRANDA et al., 2000). Esses besouros apresentaram grande adaptação às condições ambientais e às pastagens brasileiras, sendo que atualmente encontram-se amplamente distribuídos por todo o território

nacional (TISSIANI et al., 2017), inclusive em pastagens exóticas cultivadas na Amazônia (SILVA et al., 2014, 2017). A presença de *D. gazella* nas pastagens Amazônicas pode ser considerada preocupante para a conservação da fauna nativa dos besouros rola-bostas em pastagens amazônicas. Isso porque *D. gazella* tem causado um efeito deletério sobre as espécies de besouros rola-bostas nativas que colonizam as mesmas pastagens, e que possuem semelhanças quanto à fenologia e ao comportamento de nidificação de *D. gazella* (MESQUITA FILHO et al., 2017).

Os besouros rola-bostas paracoprídeos ($S = 5$) e telecoprídeos ($S = 4$) foram dominantes nas pastagens estudadas. Os besouros paracoprídeos escavam túneis e constroem seu ninho no solo logo abaixo ou ao lado da fonte de alimento (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; TONELLI, 2021). Os paracoprídeos constituem um diversificado grupo entre os besouros rola-bostas em paisagens tropicais (ESCOBAR et al., 2008), com suas espécies apresentando diferentes estratégias e respostas às condições ambientais (PUKER et al., 2024). Em besouros rola-bostas, o comportamento de nidificação paracoprídeo e a maior biomassa corporal são características importantes associadas à capacidade de remoção de fezes (SLADE et al., 2007; NERVO et al., 2014). Já os besouros telecoprídeos pertencem ao grupo de espécies que preparam e moldam uma “bola” a partir da fonte de alimento e em seguida a rolam a uma certa distância para então enterrá-la em um ninho escavado no solo (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; TONELLI, 2021). Assim, a presença marcante de besouros rola-bostas telecoprídeos nas pastagens estudadas pode estar associado a disponibilidade constante de esterco bovino, uma vez que os indivíduos desse grupo funcional preparam uma “bola” a partir de uma fonte fresca de recurso, rolam e depois a enterram (HALFFTER; EDMONDS, 1982), contribuindo dessa maneira para a incorporação do esterco bovino nas pastagens. Portanto, é importante criar condições para a manutenção de altas populações dos besouros paracoprídeos e telecoprídeos nas pastagens amazônicas a fim de conservar os seus valiosos serviços ecológicos nos ecossistemas pastoris (LOUSEY; VAUGHAN, 2006).

Finalmente, com relação às funções ecológicas mensuradas neste estudo, a quantidade média de fezes bovinas removidas foi de 10,9 g e 15,2 g de solo escavado em cada uma das pastagens estudadas. As funções ecológicas registradas neste estudo são consideradas menores se comparado, por exemplo, com pastagens nativas do Pantanal (CORREA et al., 2019) e com pastagens cultivadas na Amazônia

(CORREA et al., 2022) e no Cerrado brasileiro (CARVALHO et al., 2021). As poucas funções ecológicas registradas nas pastagens cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira muito provavelmente esteja relacionado ao fato que a estrutura da assembleia de besouros rola-bostas é dominada por espécies de pequeno tamanho corporal, e que conseqüentemente realizam menos funções ecológicas do que espécies grandes (NERVO et al., 2014). Além disso, nas pastagens estudadas, a pecuária é mantida com o uso veterinário de ivermectina por longos anos, o que também tem negativamente impactado a diversidade e funções ecológicas realizadas pelos besouros rola-bostas nas pastagens brasileiras (CORREA et al., 2022).

4 CONCLUSÃO

Este estudo amplia as informações sobre a biodiversidade de besouros rola-bostas ocorrentes em pastagens exóticas cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, onde a atividade pecuária é extremamente importante para o desenvolvimento econômico regional.

Os resultados deste estudo revelaram uma baixa riqueza de espécies de besouros rola-bostas em pastagens exóticas no Sudoeste da Amazônia brasileira. Além disso, a assembleia é estruturada principalmente por pequenos paracoprídeos e telecoprídeos.

Finalmente, a baixa diversidade de besouros rola-bostas e o pequeno tamanho corporal dos indivíduos revelam que poucas espécies estão sendo capazes de colonizar as pastagens cultivadas no Sudoeste da Amazônia brasileira, resultando em poucas funções ecológicas nas pastagens estudadas. Portanto, torna-se fundamental que sejam adotadas medidas conservacionistas para a manutenção dos besouros rola-bostas nas pastagens cultivadas na Amazônia, uma vez que esses insetos realizam importantes funções ecológicas e que são essenciais para o adequado funcionamento dos ecossistemas pastoris, como a incorporação do esterco bovino, incremento da fertilidade do solo e controle biológico de parasitas.

REFERÊNCIAS

- ABIEC (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne). **BEEF report 2023**: perfil da pecuária no Brasil. São Paulo, SP: ABIEC: 2023. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023-capitulo-03/f>>. Acesso em: 06 jan. 2024, 15:37.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, dez. 2013.
- BANG, H. S.; LEE, J. H.; KWON, O. S.; NA, Y. E.; JANG, Y. S.; KIM, W. H. Effects of paracoprid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture herbage and on the underlying soil. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 29, n. 2, p. 165–171, maio 2005.
- BARRAGÁN, F.; MORENO, C. E.; ESCOBAR, F.; HALFFTER, G.; NAVARRETE, D. Negative impacts of human land use on dung beetle functional diversity. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 6, n. 3, e17976, mar. 2011.
- BORNEMISSZA, G. F. A new type of brood care observed in the dung beetle *Oniticellus cinctus* (Scarabaeidae). **Pedobiologia**, Jena, v. 9, p. 223–225, jan. 1969.
- BRAGA, R. F.; KORASAKI, V.; AUDINO, L. D.; LOUZADA, J. Are dung beetles driving dung-fly abundance in traditional agricultural areas in the Amazon? **Ecosystems**, Berlin, v. 15, n. 7, p. 1173–1181, out. 2012.
- BRAGA, R. F.; KORASAKI, V.; ANDRESEN, E.; LOUZADA, J. Dung beetle community and functions along a habitat-disturbance gradient in the Amazon: a rapid assessment of ecological functions associated to biodiversity. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 2, e5778, fev. 2013.
- BROWN, J.; SCHOLTZ, C. H.; JANEAU, J.-L.; GRELLIER, S.; PODWOJEWSKI, P. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) can improve soil hydrological properties. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 46, n. 1, p. 9–16, set. 2010.
- CAMBEFORT, Y.; HANSKI, I. Dung beetle population biology, p. 36–50. *In: Dung beetle ecology*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1991. 481 p.
- CARVALHO, R. L.; ANDRESEN, E.; ANJOS, D. V.; FRANÇA, F.; VASCONCELOS, H. L. Dung beetle functions in tropical planted pastures were barely explained by management variables and not at all by community metrics. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 125, 107598, jun. 2021.
- CARVALHO DE SANTANA, E. C.; PACHECO, T. L.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Taxonomic revision of the *Canthidium* Erichson, 1847 species of the gigas group (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). **European Journal of Taxonomy**, Paris, v. 530, p. 1–24, jun. 2019.

- CHAO, A.; GOTELLI, N. J.; HSIEH, T. C.; SANDER, E. L.; MA, K. H.; COLWELL, R. K.; ELLISON, A. M. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs**, Washington, v. 84, n. 1, p. 45–67, jan. 2014.
- CORREA, C. M. A.; BRAGA, R. F.; PUKER, A.; ABOT, A. R.; KORASAKI, V. Optimising methods for dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) sampling in Brazilian pastures. **Environmental Entomology**, Annapolis, v. 47, n. 1, p. 48–54, fev. 2018.
- CORREA, C. M. A.; BRAGA, R. F.; LOUZADA, J.; MENÉNDEZ, R. Dung beetle diversity and functions suggest no major impacts of cattle grazing in the Brazilian Pantanal wetlands. **Ecological Entomology**, St Albans, v. 44, n. 4, p. 524–533, ago. 2019.
- CORREA, C. M. A.; FERREIRA, K. R.; ABOT, A. R.; LOUZADA, J.; VAZ-DE-MELO, F. Z. Ivermectin impacts on dung beetle diversity and their ecological functions in two distinct Brazilian ecosystems. **Ecological Entomology**, St Albans, v. 45, n. 5, p. 736–748, out. 2022.
- CUPELLO, M. On the types species of the New World dung beetle genus *Canthidium* Erichson, 1847 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), with an annotated checklist of species. **Zootaxa**, Auckland, v. 4388, p. 451–486, mar. 2018.
- da SILVA, P. G.; HERNÁNDEZ, M. I. M. Spatial patterns of movement of dung beetle species in a tropical forest suggest a new trap spacing for dung beetle biodiversity studies. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 10, e0126112, maio 2015.
- ESCOBAR, F.; HALFFTER, G.; ARELLANO, L. From forest to pasture: an evaluation of the influence of environment and biogeography on the structure of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages along three altitudinal gradients in the Neotropical region. **Ecography**, Copenhagen, v. 30, n. 2, p. 193–208, abr. 2007.
- ESCOBAR, F.; HALFFTER, G.; SOLÍS, A.; HALFFTER, V.; NAVARRETE, D. Temporal shifts in dung beetle community structure within a protected area of tropical wet forest: a 35-year study and its implications for long-term conservation. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 45, n. 6, p. 1584–1592, dez. 2008.
- FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; GASPERETO, C. L. Controle da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selviria, Mato Grosso do Sul. 5. Seleção de besouros coprófagos. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 277–286, jun. 1995.
- FLOATE, K. D.; DÜRING, R.-A.; HANAFI, J.; et al. Validation of a standard field test method in four countries to assess the toxicity of residues in dung of cattle treated with veterinary medical products. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 35, n. 8, p. 1934–1946, ago. 2016.
- FRANCA, R. R. da. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 44–58, jan./jun., 2015.

FRANÇA, F.; LOUZADA, J.; BARLOW, J. Selective logging effects on 'brown world' faecal-detritus pathway in tropical forests: a case study from Amazonia using dung beetles. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 410, p. 136–143, fev. 2018.

GALDINO, S.; SANO, E. E.; ANDRADE, R. G.; GREGO, C. R.; NOGUEIRA, S. F.; BRAGANTINI, C.; FLOSI, A. H. G. Large-scale modeling of soil erosion with RUSLE for conservationist planning of degraded cultivated Brazilian pastures. **Land Degradation & Development**, Chichester, v. 27, n. 3, p. 773–784, abr. 2016.

GARDNER, T. A.; HERNÁNDEZ, M. I. H.; BARLOW, J.; PERES, C. A. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for Neotropical dung beetles. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 45, n. 3, 883–893, jun. 2008.

HALFFTER, G.; MATHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomológica Mexicana**, Texcoco, v. 12/14, p. 1–312, out. 1966.

HALFFTER, G.; EDMONDS, W. D. **The nesting of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach**. Cidade do México, DF: Instituto de Ecología, 1982. 176 p.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). **Methods in Ecology and Evolution**, Oxford, v. 7, n. 12, p. 1451–1456, dez. 2016.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Utilização das terras em hectares: censo agro 2017**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html>. Acesso em: 07 jan. 2024, 10:54.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Bovino: Efetivo do rebanho**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/pesquisa/18/16459?tipo=ranking&indicador=16533&ano=2022>>. Acesso em: 07 jan. 2024, 11:08.

JOHNSON, S. N.; LOPATICKI, G.; BARNETT, K.; FACEY, S. L.; POWELL, J. R.; HARTLEY, S. E. An insect ecosystem engineer alleviates drought stress in plants without increasing plant susceptibility to an above-ground herbivore. **Functional Ecology**, Oxford, v. 30, n. 6, p. 894–902, jun. 2016.

KORASAKI, V.; BRAGA, R. F.; ZANETTI, R.; MOREIRA, F. M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; LOUZADA, J. Conservation value of alternative land-use systems for dung beetles in Amazon: valuing traditional farming practices. **Biodiversity and Conservation**, Amsterdam, v. 22, n. 6-7, p. 1485–1499, jun. 2013.

LOSEY, J. E.; VAUGHAN, M. The economic value of ecological services provided by insects. **BioScience**, Washington, v. 56, n. 4, p. 311–323, abr. 2006.

- LOUZADA, J. N. C.; CARVALHO E SILVA, P. R. Utilisation of introduced Brazilian pastures ecosystems by native dung beetles: diversity patterns and resource use. **Insect Conservation and Diversity**, St Albans, v. 2, n. 1, p. 45–52, fev. 2009.
- MARIATEGUI, P.; SPEICYS, C.; URRETABIZKAIA, N.; FERNÁNDEZ, E. Efecto de *Ontherus sulcator* F. (Coleoptera: Scarabaeidae) en la incorporación de estiércol al suelo. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 19, n. 2, p. 131–138, 2001.
- MESQUITA FILHO, W.; FLECHTMANN, C. A. H.; GODOY, W. A. C.; BJORNSTAD, O. N. The impact of the introduced *Digitonthophagus gazella* on a native dung beetle community in Brazil during 26 years. **Biological Invasions**, Amsterdam, v. 20, n. 4, p. 963–979, abr. 2018.
- MIRANDA, C. H. B.; SANTOS, J. C.; BIANCHIN, I. The role of *Digitonthophagus gazella* in pasture cleaning and production as result of burial of cattle dung. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 22, n. 1, p. 14–18, jan. 2000.
- MORA-AGUILAR, E. F.; ARRIAGA-JIMÉNEZ, A.; CORREA, C. M. A.; et al. Toward a standardized methodology for sampling dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in the Neotropics: A critical review. **Frontiers Ecology and Evolution**, Lausanne, v. 11, 1096208, mar. 2023.
- NAVARRETE, D.; HALFFTER, G.; Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, México: the effects of anthropogenic changes. **Biodiversity and Conservation**, Amsterdam, v. 17, n. 12, p. 2869–2898, nov. 2008.
- NERVO, B.; TOCCO, B.; CAPRIO, E.; PALESTRINI, C.; ROLANDO, A. The effects of body mass on dung removal efficiency in dung beetles. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 9, e107699, set. 2014.
- NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A. L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M. E.; VULINEC, K. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 137, n. 1, p. 1–19, jun. 2007.
- NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LARSEN, J.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M. E. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 141, n. 6, p. 1461–1474, jun. 2008.
- NICHOLS, E.; GÓMEZ, A. Dung beetles and the epidemiology of parasitic nematodes: patterns, mechanisms and questions. **Parasitology**, Cambridge, v. 141, n. 5, p. 614–623, abr. 2014.
- PEREIRA, A. V.; SOUZA SOBRINHO, F.; VALLE, C. B.; LÉDO, F. J. S.; BOTREL, M. A.; OLIVEIRA, J. S.; XAVIER, D. F. Selection of interspecific *Brachiaria* hybrids to intensify milk production on pastures. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 99–104, mar. 2005.

POKHREL, M. R.; CAIRNS, S. C.; ANDREW, N. R. Dung beetle species introductions: when an ecosystem service provider transforms into an invasive species. **PeerJ**, San Diego, v. 8, e9872, set. 2020.

PUKER, A.; SILVA, K. K. G.; SANTOS, D. C.; CORREA, C. M. A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Dung beetles collected using flight intercept traps in an Amazon rainforest fragment and adjacent agroecosystems. **International Journal of Tropical Insect Science**, Nairóbi, v. 40, n. 4, p. 1085–1092, mar. 2020.

PUKER, A.; de OLIVEIRA, M. J. G.; da SILVA, G. C.; CORREA, C. M. A.; SALOMÃO, R. P.; OLIVEIRA, M. A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Structure of dung beetle assemblages (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in native forest and exotic pastures in the Southwest of the Brazilian Amazon. **Biologia**, Bratislava, v. 79, n. 1, p. 1–13, jan. 2024.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. 2023.

RAO, I. M.; KERRIDGE, P. C.; MACEDO, M. C. M. Nutritional requirements of *Brachiaria* and adaptation to acid soils, p. 53–71. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (Eds.), **Brachiaria**: biology, agronomy, and improvement. Campo Grande, MS: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, 1996. 288 p.

RIDSDILL-SMITH, T. J.; MATTHIESSEN, J. N. Controlling cattle dung and the bush fly. **Journal of the Department of Agriculture of Western Australia**, Perth, v. 22, n. 2, p. 76–77, 1981.

RONDÔNIA. **Plano de desenvolvimento estadual sustentável de Rondônia 2015–2030**. Porto Velho, RO: SEPOG, 2015. 258 p.

ROSSINI, M.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; ZUNINO, M. Toward a comprehensive taxonomic revision of the “*hirculus*” group of American *Onthophagus* Latreille, 1802 (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). **European Journal of Taxonomy**, Paris, v. 432, p. 1–21, maio 2018.

SILVA, R. J.; DINIZ, S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Heterogeneidade do habitat, riqueza e estrutura da assembléia de besouros rola-bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae) em áreas de Cerrado na Chapada dos Parecis, MT. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 934–940, dez. 2010.

SILVA, R. J.; COLETTI, F.; COSTA, D. A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Rola-bostas (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de florestas e pastagens no Sudoeste da Amazônia brasileira: levantamento de espécies e guildas alimentares. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n. 3, p. 345–352, set. 2014.

SILVA, R. J.; PELISSARI, T. D.; KRINSKI, D.; CANALE, G.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Abrupt species loss of the Amazonian dung beetle in pastures adjacent to species-

rich forests. **Journal of Insect Conservation**, Dordrecht, v. 21, n. 3, p. 487–494, jun. 2017.

SILVEIRA, M. A. P. de A.; de SOUSA, D. C. C.; ANDRIOLO, A.; SANTORELLI JUNIOR, S. The dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) registered for the state of Rondônia (Brazil), Southwestern Amazon. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rolim de Moura, v. 13, n. 3, p. 12–39, jul. 2023.

SLADE, E. M.; MANN, D. J.; VILLANUEVA, J. F.; LEWIS, O. T. Experimental evidence for the effects of dung beetle functional group richness and composition on ecosystem function in a tropical forest. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 76, n. 6, p. 1094–1104, nov. 2007.

SOUZA, J. A. O. Colonização da década de 1970, Rondônia e a BR-364. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 22, n. 1, p. 82–100, jan./jun. 2020.

TISSIANI, A. S. O.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; CAMPELO-JÚNIOR, J. H. Besouros rola-bostas das pastagens brasileiras e chave para identificação dos gêneros (Coleoptera: Scarabaeidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 6, p. 401–418, jun. 2017.

TONELLI, M. Some considerations on the terminology applied to dung beetle functional groups. **Ecological Entomology**, St Albans, v. 46, n. 4, p. 772–776, ago. 2021.

VAZ-DE-MELLO, F. Z.; EDMONDS, W. D.; OCAMPO, F. C.; SCHOOLMEESTERS, P. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 2854, p. 1–73, abr. 2011.

VERDÚ, J. R.; ARELLANO, L.; NUMA, C. Thermoregulation in endothermic dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae): effect of body size and ecophysiological constraints in flight. **Journal of Insect Physiology**, Amsterdam, v. 52, n. 8, p. 854–860, ago. 2006.

VERDÚ, J. R.; LOBO, J. M.; SÁNCHEZ-PIÑERO, F.; et al. Ivermectin residues disrupt dung beetle diversity, soil properties and ecosystem functioning: An interdisciplinary field study. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 618, p. 219–228, mar. 2018.

WATERHOUSE, D. F. The biological control of dung. **Scientific American**, New York, v. 230, p. 101–109, abr. 1974.