



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 10, nº 1 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n1ID33381>



Levantamento populacional de besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) em uma unidade de conservação do Leste do Maranhão

Population survey of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in a conservation unit in Eastern Maranhão

Maira Rebeca de Alencar Costa Silva¹; Judson Chaves Rodrigues²; Alana Ellen de Sousa Martins³; Camila Braga da Conceição⁴; Daniel da Silva Costa⁵; Márcia Verônica Pereira Gonçalves⁶; Rodrigo de Souza Furtado⁷; Luene Vitória Silva Oliveira Melo⁸; Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga⁹.

- ¹ Universidade Federal do Tocantins, *Campus Palmas/Ciências do Ambiente*, Palmas/TO, Brasil. Email: mairarebeca07@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0648-8022>
- ² Universidade Estadual do Maranhão, *campus Caxias/Química e Biologia*, Caxias/MA, Brasil. Email: judsoom.rodriguesz@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9236-2508>
- ³ Universidade Estadual do Maranhão, *campus Caxias/Química e Biologia*, Caxias/MA, Brasil. Email: a.lanasousa2009@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3543-8972>
- ⁴ Universidade Estadual do Maranhão, *campus Caxias/Química e Biologia*, Caxias/MA, Brasil. Email: camilabragabiologacx@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2028-7443>
- ⁵ Universidade Estadual do Maranhão, *campus Caxias/Química e Biologia*, Caxias/MA, Brasil. Email: djdanellcx@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0864-9229>
- ⁶ Universidade Estadual do Maranhão, *campus Caxias/Química e Biologia*, Caxias/MA, Brasil. Email: mv186343@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7805-1463>
- ⁷ Universidade Estadual do Maranhão, *campus Caxias/Química e Biologia*, Caxias/MA, Brasil. Email: rodrigo.furtado11@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5525-1972>
- ⁸ Universidade Estadual do Maranhão, *campus Caxias/Química e Biologia*, Caxias/MA, Brasil. Email: luenevitoria2@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4336-917X>
- ⁹ Universidade Estadual do Maranhão, *campus Caxias/Química e Biologia*, Caxias/MA, Brasil. Email: luidadaiana@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5001-3297>

Resumo: A ordem Coleoptera possui uma grande variedade de formas, tamanhos, estratégias ecológicas e habitats. Os coleópteros coprófagos pertencem a superfamília Scarabaeoidea, família Scarabaeidae, subfamília Scarabaeinae e são conhecidos popularmente como rola-bosta. O objetivo principal do presente trabalho foi realizar o levantamento populacional dos besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) em uma Unidade de Conservação do Leste do Maranhão. A área experimental em estudo foi dividida de três formas: Margem da estrada (borda); Cerrado senso stricto e Mata ciliar. Para realização das coletas dos besouros coprófagos, foram realizadas duas coletas, uma no mês de outubro (2020) e outra no mês de maio de (2021), utilizando armadilhas do tipo Pitfall. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa ANAFAU. Para a análise da riqueza e curva de acumulação utilizou o programa EstimateS. Foram contabilizados 393 espécimes de Scarabaeidae, sendo 145 indivíduos para a Área 1 distribuídos em oito espécies, 149 indivíduos para a Área 2 distribuídos em oito espécies e 99 indivíduos para a Área 3 distribuídos em oito espécies, sendo obtida igualdade de riqueza observada de espécies para todas as áreas com oito espécies respectivamente. Foi analisada a diversidade das espécies entre as três fitofisionomias estudadas (Shannon-Wiener), a Área 3 teve maior índice de diversidade, sendo confirmado pelo Índice de Pielou (J). O estimador de riqueza e as curvas de acumulação obtidas para ambas as áreas revelaram que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente as espécies e que, portanto, a riqueza de Scarabaeidae da APA do Inhamum encontra-se subamostrada.

Palavras-chave: APA do Inhamum; Proteção da área; Abundância; Cerrado; Rola Bosta.

Abstract: The order Coleoptera varies greatly in shape, size, ecological strategy, and habitat. Coprophagous beetles belong to the superfamily Scarabaeoidea, family Scarabaeidae, and subfamily Scarabaeinae and are commonly known as dung beetles. The main objective of this study was to carry out a population survey of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in a conservation unit in eastern Maranhão State, Brazil. The experimental area was divided into three sections: road verge (Area 1), Cerrado *sensu stricto* (Area 2), and riparian forest (Area 3). Two collections were carried out, one in October 2020 and one in May 2021. Sampling was performed using pitfall traps, which were kept in the field for 4 days (96 h). Statistical analyses were performed using ANAFAU software. Analyses of species richness and accumulation curves were performed using EstimateS software. A total of 393 Scarabaeidae specimens were collected, of which 145 individuals, distributed into 8 species, were from Area 1, 149 individuals, distributed into 8 species, were from Area 2, and 99 individuals, distributed into 8 species, were from Area 3. All areas had the same observed species richness, with 8 species each. The species diversity of the three studied phytophysiognomies was analyzed using the Shannon–Wiener index. Area 3 had the highest diversity index, which was confirmed by Pielou's evenness index (*J'*). Richness estimators and accumulation curves revealed that the sampling effort was not sufficient to quantify dung beetle species in any of the three areas. Therefore, the richness of Scarabaeidae is undersampled in the Inhamum Environmental Protection Area.

Keywords: Inhamum environmental; Protection area; Abundance; Cerrado; Dung beetles.

1. Introdução

O Cerrado vem sofrendo constantes degradações em seus ecossistemas naturais, seja para produção agrícola, criação de vias de locomoção, queimadas, desmatamento e dentre outros fatores que propiciam em alterações em seus ecossistemas e consequentemente tem afetado diretamente sua comunidade biológica, onde as estruturas florísticas e faunísticas tem sofrido alterações (PRIMACK *et al.*, 2001). Estudos preveem que se o desmatamento do Bioma Cerrado mantiver o ritmo atual, o Bioma poderá ter até 2050 a maior extinção de espécies do mundo. Uma das principais causas dessas perturbações é a fragmentação de ecossistemas naturais, com posterior perda da diversidade, consequentemente (PRIMACK *et al.*, 2001). Além das implicações às áreas agrícolas, os processos erosivos ocasionam transporte de sedimentos aos corpos hídricos, com consequências na qualidade e assoreamento de rios e reservatórios, por exemplo.

Desta forma, os fragmentos florestais não só influenciam a riqueza e a composição de invertebrados, mas também modificam as interações de ordem superior entre artrópodes e outros organismos, pois, esses animais respondem a variações mais sutis, tanto de habitat quanto de intensidade de impacto (DIDHAM *et al.*, 1996).

Dentre os representantes do Filo Arthropoda, os insetos são considerados bons indicadores dos níveis de impacto ambiental, devido à sua grande diversidade de organismos e habitats em que podem ser encontrados, além da sua influência nos processos biológicos dos ecossistemas naturais (WINK *et al.*, 2005).

A ordem Coleoptera, por sua vez, possui uma grande variedade de formas, tamanhos, estratégias ecológicas e habitats. É a ordem mais diversa da classe Insecta com cerca de 360.000 espécies distribuídas por todos os continentes, exceto na Antártida, com aproximadamente 180 famílias (BOUCHARD *et al.*, 2009; BOUCHARD *et al.*, 2011). Além de responderem rapidamente as pressões antrópicas em ambientes naturais (TEIXEIRA *et al.*, 2009), os coleópteros também possuem uma grande importância como bioindicadores da qualidade e da degradação ambiental, pois apresentam alto grau de especialização em seus nichos ecológicos, são altamente diversificados taxonomicamente e ecologicamente, facilmente coletáveis em grandes quantidades e funcionalmente importantes nos ecossistemas (CARVALHO, 2011; CASARI, 2012 e WINK *et al.*, 2005), além de serem bem conhecidos sistematicamente e biologicamente e possuírem uma vasta distribuição geográfica (DAJOZ, 2005).

Os coleópteros coprófagos pertencem a superfamília Scarabaeoidea, família Scarabaeidae, subfamília Scarabaeinae e são conhecidos popularmente como “rola-bosta”. Os Scarabaeoidea são organismos encontrados em quase todos os biomas do planeta, representados por cerca de 20 mil espécies (RONQUI; LOPES, 2006). E as Comunidades neotropicais de Scarabaeoideos vem sofrendo cada vez mais com o aumento da ação antrópica e modificação de seus habitats, bem como a fragmentação do mesmo (NICHOLS *et al.*, 2007).

Nesse sentido, é importante realizar estudos comparativos na fauna local a fim de avaliar o impacto antropogênico sobre a diversidade biológica (HUMPHREY *et al.*, 1999; HUTCHESON e JONES, 1999). Diante do exposto a presente proposta visa realizar um levantamento populacional de besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) em uma Unidade de Conservação do Leste do Maranhão.

2. Metodologia

2.1 Localização e caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum (APA do Inhamum), localizada à margem esquerda da BR-316, próximo ao perímetro urbano de Caxias, entre as coordenadas (04°53'30"S/43°24'53"W) (ALBUQUERQUE, 2012). Esta é caracterizada por apresentar clima subúmido seco, com duas estações bem definidas, uma chuvosa que vai de dezembro a junho e outra seca de julho a novembro (ALBUQUERQUE, 2012). Esta apresenta também, índices pluviométricos regulares entre 1.600 e 1.800 mm, as temperaturas, mínimas, médias e máximas, são normalmente elevadas, com média anual superior a 24°C (ARAÚJO, 2012).

2.2 Área experimental e estrutura das fitofisionomias

As coletas na APA do Inhamum se deram em três áreas com fitofisionomias distintas, a saber: **Área 1:** Margem da estrada (10 metros da Borda) – área aberta com presença de arbustos, gramíneas e árvores dispersas no decorrer do tratamento; **Área 2:** Cerrado *sensu stricto* (250 metros do primeiro transecto do tratamento Borda) – apresenta uma vegetação típica de cerrado com árvores de pequeno e médio porte, apresentando grande quantidade de gramíneas e arbustos; **Área 3:** Mata ciliar (500 metros do primeiro transecto do tratamento Cerrado *sensu stricto*) – apresenta uma

vegetação mais fechada com árvores de pequeno, médio e grande porte e, dossel abertos e semiabertos, sendo essa área bem sombreada, apresentando grande quantidade de serapilheira.

2.3 Coleta e identificação do material

Em cada área experimental foram estabelecidos três transectos paralelos, distando aproximadamente 20 m entre si e em cada transecto foram marcadas cinco unidades amostrais equidistantes (20 m x 20 m), de modo que foram amostrados 15 pontos, em cada área, totalizando 45 pontos nas três áreas experimentais (Figura 3).

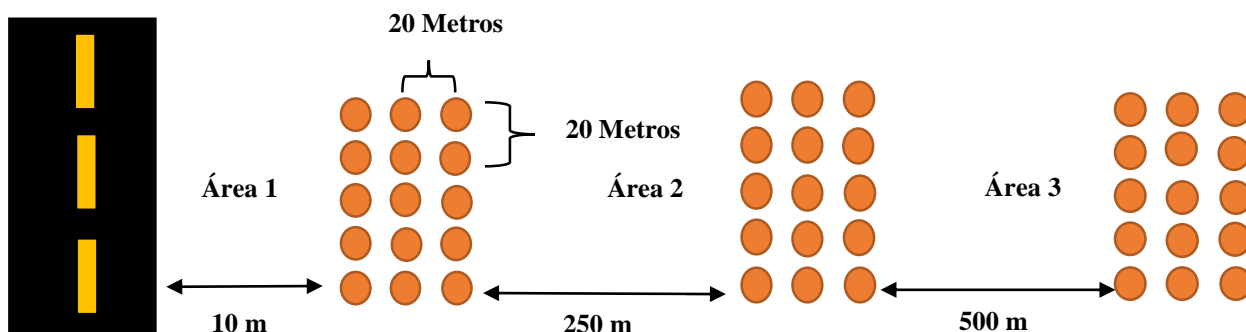


Figura 1 – Demonstração esquemática da distribuição e espaçamento das armadilhas nas três áreas de estudo.
Fonte: Autores (2021).

Utilizou-se a armadilha *pitfall*; composta de um copo plástico de 500 ml enterrado ao nível do solo, contendo formalina 5%, e 20 ml de detergente para quebrar a tensão superficial da solução. A isca foi colocada acima do pote enterrado ao nível do solo, dentro de um pote plástico menor de 50 ml. Para proteção das armadilhas foram utilizados pratos de plástico sobre as mesmas, permanecendo em campo por 96 horas (quatro dias).

Após o período de 96 horas, as armadilhas foram retiradas do campo e identificadas de acordo com data da coleta. Em seguida foram transportados para o Laboratório de Fauna do solo (LAFS), localizados no CESC-UEMA, onde os conteúdos foram devidamente lavados em peneira de 0,25 mm e transferidos para potes plásticos contendo álcool etílico a 70%, onde foi feita contagem, identificação e separação dos indivíduos (BORROR; DELONG, 1969; COSTA *et al.*, 2006) com o auxílio de pinça entomológica e Estereomicroscópio modelo Stemi DV4 ZEISS. Os besouros encontrados foram separados ao nível de espécie utilizando a chave dicotômica de Silva; Vaz-de-Mello; Di Mare (2011).

2.4 Análises dos dados

Para as análises estatísticas inicialmente foi produzido um banco de dados no programa Software Microsoft Excel, a partir desse, foi construída uma tabela com a composição das espécies encontradas nas três áreas. As análises estatísticas dos dados das coletas foram feitas em dois diferentes programas. As análises faunísticas com base nos índices de dominância, abundância, frequência e constância, as análises de riqueza estimada, os índices de diversidade de Shannon - Weaner (H'), Equitabilidade de Pielou (e) foram feitas no programa ANAFU (MORAES *et al.*, 2003). Já as análises de riqueza e curva de acumulação foram feitas no programa EstimateS (COLWELL, 2013).

3. Resultados e discussão

3.1 Abundância, Frequência, Constância e Dominância das Espécies de Scarabaeidae

Foram contabilizados 393 espécimes de Scarabaeidae. Esses espécimes estão divididos em nove gêneros distribuídos em 12 espécies. Foram amostrados 145 indivíduos para a Área 1 distribuídos em oito espécies, 149 indivíduos para a Área 2 distribuídos em oito espécies e 99 indivíduos para a Área 3 distribuídos em oito espécies. Sendo obtida igualdade de riqueza observada de espécies para todas as áreas com oito espécies respectivamente (Tabela 1). A maior abundância de

indivíduos na Área 1 (Borda) e Área 2 (Cerrado sensu stricto) em relação a Área 3 (Mata ciliar) pode estar relacionado com a fitofisionomia, pois são áreas mais abertas, o que facilita a entrada de animais mamíferos, o que pode acarretar maior disponibilização de recursos alimentares para os besouros rola-bostas, que se alimentam de fezes e carcaças. Deste modo, ambientes mais favoráveis, com maior diversidade de mamíferos e outros vertebrados de pequeno e grande porte fornecem mais recursos alimentares para besouros copro-necrófagos, visto que alterações na comunidade de mamíferos provocam alterações na riqueza e abundância de Scarabaeídeos (ESTRADA et. al; ANDERSON e LAURANCE, 2007).

Na Área 1 a espécie superabundante de indivíduos foi: *Dichotomius nesus* com 91 indivíduos (62,76%) e a espécie muito abundante de indivíduos foi *Canthon chalybaeus* (14,50%) (Tabela 1). Para a classificação de dominância foi categorizado como superdominante a espécie *Dichotomius nesus*; dominantes foram *Ateuchus sp*, *Canthon chalybaeus* e *Pseudocanthon xanthurus*; superfrequente foi *Dichotomius nesus*, e muito frequente foi *Canthon chalybaeus*. Quanto à análise de constância as espécies *Ateuchus sp*, *Canthon chalybaeus*, *Deltochilum granulatum*, *Dichotomius nesus*, *Dichotomius sericeus*, *Ontherus sulcator*, *Pseudocanthon xanthurus* e *Uroxy sp* se mostraram constantes - (w). (Tabela 1). As espécies *Dichotomius sp* e *Uroxy sp* foram exclusivas para a área 1 (Tabela 1).

Tabela 1 – Lista de espécies taxonômicas coletadas na Área 1 (Margem da estrada – borda); Área 2 (Cerrado sensu stricto – 250 m) e Área 3 (Mata ciliar – 500 m), n° de indivíduos (NI), Percentual (%) em relação às categorias de Abundância (A), Dominância (D), Frequência (F), Constância (C) na APA do Inhamum, Caxias, MA.

ESPECIES	AREA 1							AREA 2							AREA 3						
	NI	%	NC	A	D	F	C	NI	%	NC	A	D	F	C	NI	%	NC	A	D	F	C
<i>Ateuchus sp</i>	10	6,70	1	c	D	F	W	17	11,40	2	ma	D	MF	W	28	28,28	2	ma	D	MF	W
<i>Canthidium sp</i>	-	0,00	-	-	-	-	-	17	11,40	1	ma	D	MF	W	8	8,08	1	c	D	F	W
<i>Canthon chalybaeus</i>	21	14,50	1	ma	D	MF	W	11	7,38	2	c	D	F	W	2	2,02	1	r	ND	PF	W
<i>Canthon sp</i>	-	0,00	-	-	-	-	-	1	0,70	1	r	ND	PF	W	4	4,04	1	d	ND	PF	W
<i>Deltochilum granulatum</i>	2	1,37	1	d	ND	PF	W	3	2,02	1	r	ND	PF	W	-	0,00	-	-	-	-	-
<i>Dichotomius nesus</i>	91	62,76	2	sa	SD	SF	W	81	54,36	2	sa	SD	SF	W	17	17,17	1	c	D	F	W
<i>Dichotomius sp</i>	4	2,75	1	c	ND	F	W	-	0,00	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-
<i>Eurysternus caribaeus</i>	-	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	17	17,17	2	c	D	F	W
<i>Ontherus sulcator</i>	2	1,37	2	d	ND	PF	W	6	4,02	1	c	D	F	W	-	0,00	-	-	-	-	-
<i>Ontherus sp</i>	-	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	1	1,02	1	r	ND	PF	W
<i>Pseudocanthon xanthurus</i>	11	7,60	1	c	D	F	W	13	8,72	2	c	D	F	W	22	22,22	1	ma	D	MF	W
<i>Uroxy sp</i>	4	2,75	1	c	ND	F	W	-	0,00	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-
TOTAL	145	100						149	100						99	100					

Programa ANAFAU: A: Abundância – (sa) superabundante; (ma) muito abundante; (a) abundante; (c) comum; (d) dispers; (r) raras. D: Dominância – (sd) superdominante; (d) dominante; (nd) não dominante. F: Frequência: (sf) super frequente; (mf) muito frequente; (f) frequente; (pf) pouco frequente. C: Constância – (w) constante.

Fonte: Autores (2021)

Na Área 2 a espécie superabundante de indivíduos foi: *Dichotomius nesus* com 81 indivíduos (54,36%) e as espécies muito abundantes de indivíduos foram *Ateuchus sp* (11,40%) e *Canthidium sp* (11,40%). Para a classificação de dominância foi categorizado como superdominante a espécie *Dichotomius nesus*; dominantes foram *Ateuchus sp*, *Canthidium sp*, *Canthon chalybaeus*, *Ontherus sulcator* e *Pseudocanthon xanthurus*; superfrequente foi *Dichotomius nesus* e muito frequentes foram *Ateuchus sp* e *Canthidium sp*. Quanto à análise de constância as espécies *Ateuchus sp*, *Canthidium sp*, *Canthon chalybaeus*, *Canthon sp*, *Deltochilum granulatum*, *Dichotomius nesus*, *Ontherus sulcator* e *Pseudocanthon xanthurus* se mostraram constantes - (w). A Área 2 não apresentou exclusividade de espécie (Tabela 1).

Na Área 3 as espécies muito abundantes de indivíduos foram: *Ateuchus sp* com 28 indivíduos (28,28%) e *Pseudocanthon xanthurus* 22 indivíduos (22,22%), seguido das espécies comum *Canthidium sp* (8,8%), *Dichotomius nesus* (17,17%) e *Eurysternus caribaeus* (17,17%) (Tabela 1). Para a classificação da dominância, foram categorizadas como dominantes as espécies *Ateuchus sp*, *Canthidium sp*, *Dichotomius nesus*, *Eurysternus caribaeus*, *Pseudocanthon xanthurus*; nada dominantes foram *Canthon chalybaeus*, *Canthon sp* e *Ontherus sp*. A espécie muito frequente foi: *Ateuchus sp*; frequentes foram *Canthidium sp*, *Dichotomius nesus* e *Eurysternus caribaeus*. Foram classificadas como constantes (W) as espécies *Ateuchus sp*, *Canthidium sp*, *Canthon chalybaeus*, *Canthon sp*, *Dichotomius nesus*, *Eurysternus caribaeus*, *Ontherus sp* e *Pseudocanthon xanthurus* (Tabela1). As espécies *Eurysternus caribaeus* e *Ontherus sp* foram exclusivas para a área 3 (Tabela 1).

No geral, a maior abundância da espécie *Dichotomius nesus* nas áreas 1 e 2 pode estar relacionado com a maior quantidade de recursos alimentares como excrementos de mamíferos que são encontrados com maior frequência nessas duas fitofisionomias. Outro fator que pode ter contribuído para a maior abundância de *Dichotomius nesus* para Área 1 e 2 possa estar relacionado com suas fitofisionomias, pois *Dichotomius nesus* é um tuneleiro noturno que, no Brasil, está presente nas regiões de Cerrado, Caatinga e Pantanal, sendo encontrado em margens de rios e em áreas com elevado grau de perturbação e borda, além de serem dominantes em áreas de pastagens (FARIAS; HERNANDES, 2017; VAZ-DEMELLO *et al.*, 2017).

Na área 1 a espécie *Dichotomius sp* apresentou exclusividade, isso pode estar relacionado com o ambiente mais degradado que esses indivíduos se encontram. Segundo Ramos *et al.* (2010) afirma que sua presença indica áreas degradadas ou abertas na floresta. Dessa forma a exclusividade desses indivíduos pode estar relacionada com o ambiente aberto e a maior degradação do local onde os mesmos foram coletados. Outra espécie que apresentou exclusividade para Área 1 foi *Uroxy sp*. Segundo Embrapa (2019), afirma que *Uroxy sp*, espécie de coloração marrom escura, encontrada em vários estados do Brasil possui comportamento endocoprídeo, hábito alimentar generalista, e preferência por mata arbórea. Entretanto Koller *et al.* (2007), afirma que *Uroxy sp* é provável resistente a diferentes ambientes. Dessa forma, a exclusividade dessa espécie na Área 1 (Borda) pode estar relacionada a sua provável resistência a diferentes ambientes.

Dentro do gênero *Ateuchus* a espécie *Ateuchus sp* foi a espécie mais abundante na Área 3 (Tabela 1), o que pode estar relacionado com maior quantidade de recursos alimentares disponíveis, pois a Área 3 possui um ambiente mais florestado quando comparados com a Área 1 e 2. Segundo Vaz-de-Mello (1999), o gênero *Ateuchus* possui aproximadamente 100 espécies descritas. A maioria das espécies parece ser copronecrófaga, ocorrendo em áreas florestais da região Neotropical.

Outro fator que pode ter contribuído para que essa espécie fosse a mais abundante na Área 3, foi o atrativo usado nas armadilhas, esterco de boi. Esta preferência também foi observada por Audino (2007), onde esses indivíduos foram capturados em maior número nas armadilhas iscadas com esterco bovino.

Na Área 3 as espécies com exclusividade foram *Eurysternus caribaeus* e *Ontherus sp*. Segundo Martinez (1987), a tribo *Eurysternini* foi criada por Vulcano *et al.* (1960) a fim de abrigar unicamente o gênero *Eurysternus*, tanto pelas diferenças em relação às demais tribos a respeito de sua morfologia quanto pelo seu comportamento alimentar e nidificante, pois este gênero abriga espécies de hábito diurno ou noturno, ocorrendo no interior de florestas ou bosques, onde há baixa luminosidade e alto grau de umidade. Desta forma, a exclusividade dessa espécie na Área 3 está relacionada com as condições do ambiente, pois a área caracteriza-se por possuir um clima mais úmido, temperatura do solo mais amena por ser um ambiente mais florestados quando comparado com as demais fitofisionomias. Além disso nessa fitofisionomia há presença de grandes árvores que proporcionam sombra constante no local das armadilhas, portanto o local passa a ser propício para esses indivíduos.

3.2 Índice Diversidade de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (e)

A diversidade é um dos conceitos fundamentais no estudo de comunidades e diversos métodos para sua mensuração estão disponíveis, dentre eles o uso dos índices de diversidade que combinam dois atributos de uma comunidade biológica: o número de espécies e sua equitabilidade (MELO *et al.*, 2008).

Em relação aos índices de diversidade e uniformidade (Índice de Shannon Wiener, Equabilidade de Pielou), foram considerados para essa análise os dados observados nas Áreas 1, 2 e 3 (Tabela 2).

Tabela 2 – Índices de Diversidade (Shannon-Wiener H'), e Equitabilidade (Pielou) verificados na Área 1 (Margem da estrada – borda); Área 2 (Cerrado sensu stricto – 250 m) e Área 3 (Mata ciliar – 500 m).

Índices	Área 1	Área 2	Área 3
Shannon-Wiener (H')	1.6334	1.7181	1.7547
Uniformidade ou Equabilidade (J)	0.8394	0.8829	0.8438

Fonte: Autores (2021).

De modo geral, foi analisada a diversidade das espécies entre as três fitofisionomias estudadas (Shannon-Wiener) (Tabela 2), a Área 3 obteve maior índice de diversidade ($H'=1,7547$) seguida pela Área 2 ($H'=1,7181$) e a Área 1 que obteve um menor índice ($H'=1,6334$). Os valores para o índice de diversidade foram próximos entre as fitofisionomias principalmente entre as Áreas 2 e 3 configurando que há uma semelhança na diversidade entre as fitofisionomias em estudo. Provavelmente os maiores índices de diversidade para a Área 2 e 3 possa estar relacionado com as suas fitofisionomias, pois as mesmas possuem maior quantidade de árvores e arbusto quando comparado com a fitofisionomia da Área 1 que é uma área mais aberta e sem a presença de árvores de grande e médio porte, o que pode ter influenciado diretamente no menor índice de diversidade para esse tratamento. Resultados similares foram observados por Marcon (2011) e Silva (2011) que analisaram a diversidade de Scarabaeinae em três áreas distintas: uma em bom estado de preservação, uma área em estado intermediário de preservação e outra menos preservada. Foi observado que a diversidade medida através do índice de Shannon foi maior nas áreas mais preservadas. Dessa forma, os maiores índices de diversidade para a Área 2 e 3, pode estar relacionado com as fitofisionomias desses ambientes que são mais florestados.

O índice de Pielou (J) representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes, nota-se que a Área 2 ($J=0,8829$) apresentou a maior uniformidade de distribuição das espécies, seguida da Área 3 ($J= 0,8438$) e Área 1 ($J=0,8394$).

3.3 Riqueza estimada (S) e curva de acumulação de espécies

A riqueza observada para ambas as áreas foi de oito espécies. A riqueza obtida pelo estimador *Jackknife 1* na Área 1 foi de 14 espécies, já na Área 2 foi de 9 espécies e na Área 3 foi de 10 espécies, respectivamente (Tabela 3). Indicando que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente as espécies e que, portanto, a riqueza das espécies de Scarabaeídeos da APA do Inhamum encontra-se subamostrada, sendo possível encontrar riqueza ainda maior nas três fitofisionomias estudadas (Tabela 3).

Tabela 3 – Estimadores de riqueza de espécies de Scarabaeídeos coletados na APA do Inhamum, Caxias - MA, nos meses de outubro/2020 e maio/2021.

Estimadores de Riqueza	Área 1	Área 2	Área 3
Riqueza observada	8	8	8
Jackknife 1	14	9	10

Fonte: Autores (2021).

A riqueza observada para ambas as áreas foi de oito espécies. Na figura 1A-C, pôde-se observar que, para ambas as áreas, embora os valores tenham se aproximado do índice de riqueza *Jackknife 1*, notou-se que a curva não atingiu a assíntota e que o índice de riqueza sugere maior esforço amostral para alcançar a curva assíntota, havendo necessidade de mais coletas. Segundo Colwell (2004), os estimadores se tornam mais precisos de acordo com o aumento do número de coletas, pois conseqüentemente terá uma maior amostra. Em estudos divididos em amostras com grupos de animais que apresentam muitas espécies, como artrópodes, a diversidade tem como melhor opção de ser avaliada através dos estimadores de riqueza (DIAS, 2004). A riqueza de espécies descoberta é tão importante quanto o número de espécies a

descobrir em propostas ecológicas conservacionistas (SANTOS, 2003), sendo toda informação de riqueza e diversidade essencial para subsidiar políticas de conservação (CODDINGTON *et al.*, 1991).

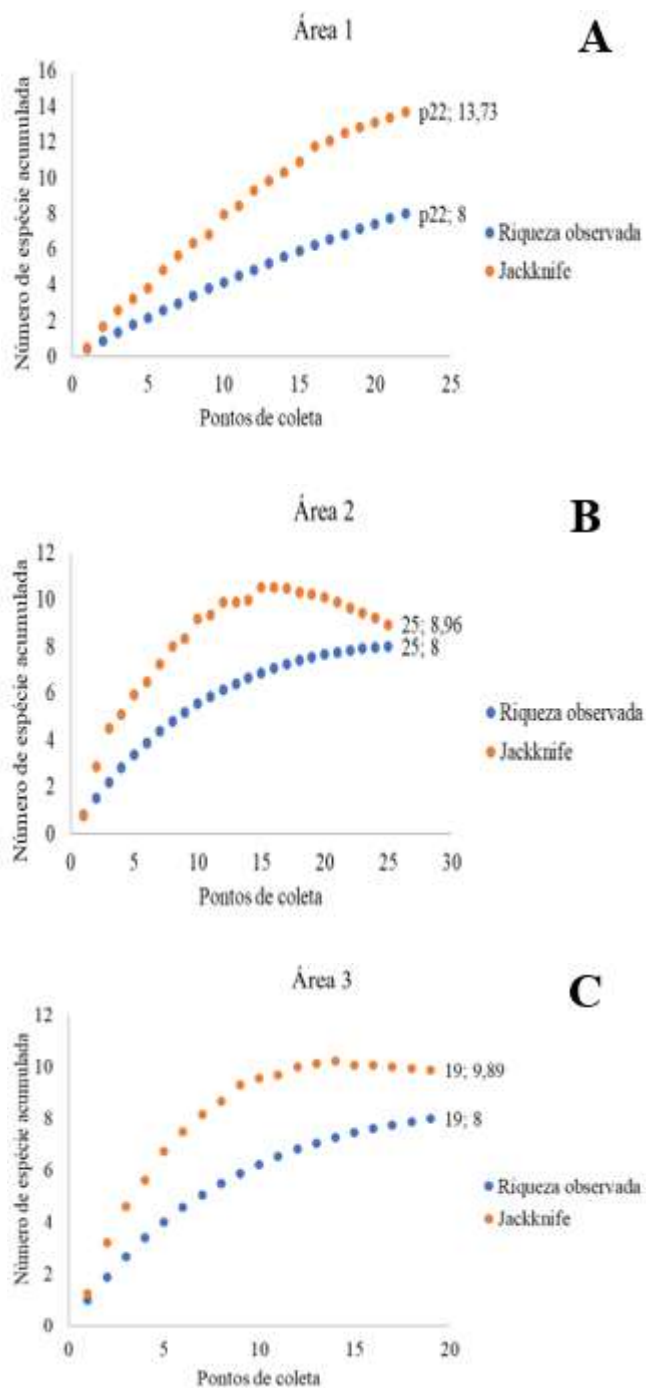


Figura 2 – Curvas de acumulação das espécies de Scarabaeidae coletadas na APA do Inhamun, Caxias - MA, no período de outubro/2020 e maio/2021. A) Margem da estrada (Borda). B) Cerrado sensu stricto. C) Mata ciliar. Fonte: Autores (2021).

4. Considerações finais

Com base nos resultados obtidos a partir do levantamento populacional de Scarabaeidae nas fitofisionomias da APA do Inhamum analisadas, concluiu-se que: dentre as três áreas em estudo foram encontradas um total de 12 espécies de escarabeídeos, durante os dois meses de coletas; as Áreas 1 e 2 apresentaram a maior abundância de Scarabaeidae; as espécies mais frequentes, constantes, abundantes e dominantes foram *Dichotomius nisus* e *Ateuchus sp*; as espécies que apresentaram exclusividade foi *Dichotomius sp* e *Uroxy sp* para a Área 1 e *Eurysternus caribaeus* e *Ontherus sp* na Área 3; a área 2 não apresentou espécies exclusivas; a Área 3 apresentou maior índice de diversidade; a temperatura do solo e a precipitação influenciaram na abundancia das espécies de Scarabaeidae; o estimador de riqueza e as curvas de acumulação obtidas para ambas as áreas revelaram que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente as espécies e que, portanto, a riqueza de Scarabaeidae da APA do Inhamum encontra-se subamostrada.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, pela concessão da bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica-PIBIC e a toda a Equipe do Laboratório da Fauna do Solo-LAFS por colaborar com a execução da pesquisa.

Referências

- ALBURQUEQUE, A. Riacho Pontes e a Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias/MA. In: BARROS, M.C.; et al. **Biodiversidade na Área de Proteção Ambiental do Inhamum**. São Luís, UEMA, p.22-25, 2012.
- ANDRESEN, E. e LAURANCE, S. G. W. Possible indirect effects of mammal hunting on dung beetle assemblages in Panama. **Biotropica**, v. 39, p. 141-146, 2007.
- ARAÚJO, W. S. e ESPÍRITO-SANTO FILHO K. **Edge effect benefits galling insects in the Brazilian Amazon. Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 2991-2997, 2012.
- AUDINO, L.D. **Resposta da comunidade de Scarabaeidae à degradação e substituição de área de campo nativo por pastagem cultivada na região da Campanha, município de Bagé, RS**. Monografia de graduação. Universidade da Região da Campanha, p. 67, 2007.
- BARROS, M. C. **Biodiversidade na área de Proteção Ambiental municipal do Inhamum**. São Luis: UEMA, p. 17, 2012.
- BEGON, M. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, p. 1068, 1996.
- BORROR, D.J e DELONG, D.M. **Introdução o estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, p. 653, 1969.
- BOUCHARD, P.; GREBENNIKOV, V. V.; SMITH E, A. B.; DOUGLAS, H. Biodiversity of Coleoptera. In *Insect biodiversity*: FOOTITT, R. G.; ADLER, P. H. (Eds.). **Science and society**. Wiley-Blackwell, Chichester, UK. p. 265–301, 2009.
- BOUCHARD, P. Y.; BOUSQUET, A. E.; DAVIES, M. A.; ALONSO-ZARAZAGA, J. F.; LAWRENCE, C. H. C.; LYAL, A. F.; NEWTON, C. A. M.; REID, M.; SCHMIT, S. A.; SLIPINSKI, E e SMITH, A. B. T. Family-group names in Coleoptera (Insecta). **ZooKeys**, v. 88, p. 1–972, 2011.
- CARVALHO, R. da S. Bioindicadores de qualidade edáfica com base na macrofauna para monitoramento e remediação de áreas degradadas e em transição agroecológica. In: MEDEIROS, C. A. B.; CARVALHO, F. L. C.; STRASSBURGER, A. S. (Ed.). *Transição Agroecológica – Construção Participativa do Conhecimento Para a Sustentabilidade: Projeto Macroprograma 1: Resultados de Atividades 2009-2010*. Pelotas: **Embrapa**, v. 20, p. 165-169, 2011.
- CASARI, S. A. e IDE, S. Coleoptera. In: RAFAEL, J. A. (Org). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. São Paulo: Holos. p. 453-536, 2012.

- COLWELL, R. K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. User's Guide and application, 2013. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/> em 03/08/2019.
- CONCEIÇÃO, G. M.; RUGGIERI, A. C.; GUIMARÃES, E. R. Melastomataceae da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Revista de Biologia e Farmácia**. v. 4, n. 2, p. 83-88, 2012. Disponível em: <http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v4n2-2010>. Acesso em: 07/01/2020.
- COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. **Insetos Imaturos: Metamorfoses e Identificação**. Ribeirão Preto: Holos, p. 249, 2006.
- COSTA, K. M. O estoque de carbono na vegetação e no solo em fragmentos florestais de paisagens tropicais. São Paulo: Universidade de São Paulo. **Dissertação Mestrado**. p. 58, 2015.
- DAJOZ, R. Diversos aspectos da Biodiversidade. **Princípios de Ecologia**. 7 ed. Porto Alegre: Artimed, p. 371-395, 2005.
- DIDHAM, R. K.; GHAZOUL, J.; STORK, N. E.; DAVIS, A. J. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 11, n. 6, p. 255-260, 1996.
- ESTRADA A.; COATES-ESTRADA, R.; DADDA, A.; CAMMARANO, P. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 577-593, 1998.
- FARIAS, P. M. HERNÁNDEZ, M. I. M. Dung Beetles Associated with Agroecosystems of Southern Brazil: Relationship with Soil Properties. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 1-13, 2017.
- FERNANDES, M. M. et al. Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na Flona Mário Xavier, no município de Seropédica, RJ. **Revista Floresta**, Paraná, v. 41, n. 3, p. 533-540, 2011.
- HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. Dung Beetles Ecology. Princeton, New Jersey, 481 p. Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. **Ecology**, v. 70, p. 1715-1725, 1991.
- HOLANDA, A. C. de.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; SANTOS, M. S. dos.; MELO, C. L. S. M. S. de.; PESSOA, M. M. L. Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 103- 114, 2010.
- HUMPHREY, J.W. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forest. **Forest Ecology and Management**. v. 113, n. 1, p. 11-21, 1999.
- HUTCHESON, J e JONES, D. Spatial variability of insect communities in a homogenous system: measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a Pinus radiata plantation in New Zealand. **Forest Ecology and Management**. v. 118, n. 13, p. 93-105, 1999.
- KOLLER, W.; GOMES, A.; RODRIGUES, S. R.; GOIOZO, P. F. I. Scarabaeidae e Aphodiidae coprófagos em pastagens cultivadas em áreas de cerrado sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Zoociências**. v. 9, n. 1, p. 81-93, 2007.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Blackwell Publishing, Oxford. p. 256, 2003.
- MARTÍNEZ, A. La entomofauna de Scarabaeinae de la Provincia de Salta (Col. Scarabaeoidea). **Anales de la Sociedad Científica Argentina**, v. 216, p. 45-69, 1987.
- MORAES, R.C.B. et al., **Software para análise faunística - ANAFAU**. In: simpósio de controle biológico, 8. São Pedro, SP. Resumos... Piracicaba: ESALQ/USP, p. 195, 2003.
- MCGILL, B. J.; DORNELAS, M.; GOTELLI, N. J.; MAGURRAN, A. E. Fifteen forms of biodiversity trend in the Anthropocene. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 30, n. 2, p. 104-113, 2015.

- NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A. L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M.; VULINEC, K. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analyses. **Biological Conservation**. v. 137, p. 1-19, 2007.
- PRIMACK, R. B e RODRIGUES, Efraim. Biologia da conservação. In: **Biologia da conservação**. 2001.
- RAMOS, P. T.; ROCHA, J. G.; CASSINO, P. C. R. Levantamento de coleóptera coprófagos (família Scarabaeidae) com armadilhas de solo tipo pittfall iscado, em fragmento de Floresta Atlântica no município de Miguel Pereira, RJ. *I Simpósio de Pesquisa em Mata Atlântica*, p. 102-104, 2010.
- RIBEIRO, J.F e WALTER, B.M.T. (Eds.). Fitofisionomias do Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Eds.) Cerrado: ambiente e flora, Planaltina, **Embrapa CPAC**, p. 89-166, 1998.
- RONQUI, D. C e LOPES, J. Composição e diversidade de Scarabaeoidea (Coleoptera) atraídos por armadilha de luz em área rural no norte do Paraná, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*. v. 96, n. 1, p. 103-108, 2006.
- RODRIGUES, W. C. **Homópteros (Homoptera: Sternorrhyncha) associados à tangerina cv. Poncã (Citrus reticulata Blanco) em cultivo orgânico e a interação com predadores e formigas**. Tese (Doutorado) em Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. p. 63, 2004.
- SILVA, P.G.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. e DI MARE R.A. Identification handbook of the Scarabaeinae species (Coleoptera: Scarabaeidae) of the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. *Biota Neotrop*. v. 11 n. 4, 2011.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. e VILLA NOVA, N. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres. p. 419, 1976.
- SOARES, M. I. J e COSTA, E. C. Fauna do solo em áreas com Eucalyptus spp. e Pinus elliottii, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 29-43, 2001.
- TEIXEIRA, C.C.L.; HOFFMANN, M e SILVA-FILHO, G. Comunidade de Coleoptera de solo em remanescente de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 91-95, 2009.
- TORRES, F. R. e MADI-RAVAZZI, L. Seasonal variation in natural populations of *Drosophila* spp (Diptera) in two woodlond in the state of São Paulo, **Brazil Iheringia, Sér. Zool.** v. 96, n. 4, p. 437-444, 2006.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z. Lista de espécies dos Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 107, p. 1-6, 2017.
- VINTER, T. Edge effects on plant species diversity in forest landscapes. **The Department of Ecology, Environment and Plant Sciences Stockholm University**. p. 39, 2013.
- WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n.1, p. 60- 71, 2005.