

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MAYARA RAFAELA DE SOUZA

**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS
(COLEOPTERA:SCARABAEIDAE:SCARABAEINAE) NA MATA ATLÂNTICA E
CAATINGA**

Recife

2022

MAYARA RAFAELA DE SOUZA

**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS
(COLEOPTERA:SCARABAEIDAE:SCARABAEINAE) NA MATA ATLÂNTICA E
CAATINGA**

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

Orientador: Dr. Bruno Karol Cordeiro Filgueiras

Recife

2022

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

Souza, Mayara Rafaela de .
Padrão de distribuição de besouros escarabeíneos
(coleoptera:scarabaeidae:scarabaeinae) na Mata Atlântica e Caatinga / Mayara
Rafaela de Souza. - Recife, 2022.
46p : il., tab.

Orientador(a): Bruno Karol Cordeiro Filgueiras
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2022.
Inclui referências, apêndices.

1. Besouros escarabeíneos. 2. Caatinga. 3. Distúrbio antrópico. 4. Mata
Atlântica. 5. Padrão de distribuição. I. Filgueiras, Bruno Karol Cordeiro .
(Orientação). II. Título.

590 CDD (22.ed.)

MAYARA RAFAELA DE SOUZA

**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS
(COLEOPTERA:SCARABAEIDAE:SCARABAEINAE) NA MATA ATLÂNTICA E
CAATINGA**

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

Aprovado em: 04/10/2022.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Bruno Karol Cordeiro Filgueiras. (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Msc. David José dos Santos
(Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Dr. Fábio Correia Costa (Examinador interno))
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

DEDICATÓRIA

Mãe, a ti dedico!

AGRADECIMENTOS

A minha família em especial, a minha mãe e a minha irmã.

Ao meu orientador, Bruno Filgueiras, obrigada por topar orientar uma estranha, em um encontro aleatório no Jardim Botânico. Obrigada pela paciência e acompanhamento até o final dessa etapa.

Agradeço aos membros da banca: David Santos e Fábio Costa pelas contribuições e sugestões do trabalho.

Ao meu namorado, Marlon, que poderia ocupar várias páginas em agradecimento. Obrigada por todo o apoio ao longo dos anos e em especial na vida acadêmica, Te amo!

A todos os amigos que conheci nesta jornada acadêmica. Em especial ao TJL: Carolina, Douglas,, Giovanna, Jaileide, Júlia, Leia, Luciana, Súzany, Thiago, presentes praticamente desde do começo dessa jornada da UFPE. Obrigada por contribuírem com tudo ao longo dessa caminhada, mas em especial obrigada por me fazerem colecionar boas memórias sobre vocês. Amo vocês!

Aos meus lindos xulepetinhos (neguinho e bela), não poderia deixar de agradecer por me trazerem felicidades em quaisquer circunstâncias! Amo eternamente vocês!

RESUMO

Alterações ambientais e mudanças microclimáticas tem efeito direto tanto na diversidade taxonômica, como também na diversidade funcional, trazendo consequências nas comunidades dos besouros escarabeíneos, visto que, estes apresentam uma elevada fidelidade ambiental. Visto isso, o presente trabalho teve como objetivo a verificação do padrão de distribuição dos besouros escarabeíneos nos domínios de Mata Atlântica e Caatinga no Nordeste brasileiro, baseado nos distúrbios ecológicos e antrópicos. Os dados foram analisados através do índice de Bray-curtis, utilizando o teste ANOSIM e ordenação do NMDS. A análise de similaridade em diferentes localidades, pela ordenação do NMDS, realizada usando o índice de similaridade Bray-curtis, resultou em comunidades diferentes de besouros nesses domínios, comprovada pelo teste ANOSIM ($R_{\text{global}} = 0,16$, $p < 0,01$). A Mata Atlântica sustentou boa parte da biodiversidade de besouros escarabeíneos, sendo a maior parte dependente de floresta 49%, enquanto que a Caatinga obteve uma pequena fração da biodiversidade desses besouros 20%, resultando em muitas espécies associadas ao distúrbio 31%. Viu-se que, esses domínios apresentam uma fauna distinta com espécies restritas a ambos. Como esperado, a Mata Atlântica apresentou mais nichos com um grande número de grupos funcionais, ao contrário da Caatinga.

Palavras-chave: Besouros escarabeíneos; Caatinga; Distúrbio antrópico; Mata Atlântica; Padrão de distribuição.

ABSTRACT

Environmental changes and microclimatic changes have a direct effect on both taxonomic and functional diversity, with consequences for scarab beetle communities, as they have high environmental fidelity. In view of this, the present work aimed to verify the distribution pattern of scarab beetles in the Atlantic Forest and Caatinga domains in Northeast Brazil, based on ecological and anthropic disturbances. Data were analyzed using the Bray-curtis index, using the ANOSIM test and NMDS ordination. The analysis of similarity in different localities, by NMDS ordination, performed using the Bray-curtis similarity index, resulted in different communities of beetles in these domains, confirmed by the ANOSIM test ($R_{\text{global}} = 0.16$, $p < 0.01$). The Atlantic Forest supported a good part of the scarab beetle biodiversity, with the majority being forest-dependent 49%, while the Caatinga obtained a small fraction of the biodiversity of these beetles 20%, resulting in many species associated with the disturbance 31%. It was seen that these domains have a distinct fauna with species restricted to both. As expected, the Atlantic Forest presented more niches with a large number of functional groups, unlike Caatinga.

Keywords: Scarab beetles; Caatinga; Anthropic disorder; Atlantic Forest; Distribution pattern.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Mapa com as localidades onde foram registradas espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) no Nordeste, Brasil. 27
- Figura 2 – Proporção das espécies de besouros escarabeíneos nos domínios de Mata Atlântica e Caatinga. 28
- Figura 3 – Análise do NMDS, pelo índice de Bray-curtis da distribuição das espécies no domínio da Mata Atlântica e Caatinga. 29
- Figura 4 – Representação das análises de nicho, construída com base na fidelidade do habitat (especialistas de florestas, generalista de habitat e especialista em ambiente aberto), guildas funcionais (escavador, rolator, residente) e hábito de alocação de recursos (generalista, necrófago, coprófago). 31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

(STDF)	Floresta Tropical Sazonalmente Seca
(SDMs)	Modelos de Distribuição de Espécies
(ENM)	Modelos de Nicho Ecológico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Padrão de Distribuição das Espécies	14
2.2	Bases do Nicho	14
2.3	Mata Atlântica e Caatinga: Histórico de uso e aspectos climáticos	17
2.4	Besouros Escarabeíneos: características gerais, funções ecológicas e distribuição na Mata Atlântica e Caatinga.	19
3	OBJETIVOS	23
3.1	Objetivo Geral	23
3.2	Objetivos Específicos	23
4	HIPÓTESES	23
5	METODOLOGIA	24
5.1	Área de estudo	24
5.2	Coleta dos Besouros Escarabeíneos	25
5.3	Mensuração de nicho e Análise de dados	26
4	REULTADOS	28
5	DISCUSSÃO	32
6	CONCLUSÃO	35
7	REFERÊNCIAS	36
8	APÊNDICE	
	APÊNDICE A – Tabela de listas das espécies	44

1 INTRODUÇÃO

A percepção da natureza como uma fonte de recurso inesgotável desencadeou uma série de consequências danosas para a natureza e o próprio homem. Destruição de habitats naturais, extinção de diversas espécies e consequentemente a afetação de serviços ecológicos, em geral são algumas das consequências dos distúrbios antrópicos, isto é, atividades realizadas pelos seres humanos, mais ocorrentes (ANDRESEN, 2003).

Com a fragmentação e efeitos de bordas parte da diversidade biológica pode desaparecer localmente ao longo do tempo, devido às condições adversas ambientais que as espécies possam ficar expostas, uma vez que, a estrutura populacional, a migração e a dispersão dos indivíduos podem ser afetadas (LAURANCE *et al.*, 2009). Além disso, Laurance *et al.*, (2009) afirma que, espécies mais sensíveis tendem a desaparecer ou declinar rapidamente nestes remanescentes, enquanto as espécies que se tornam tolerantes, permanecem mais estáveis, contendo até mesmo espécies que aumentam significativamente a sua abundância.

Outras complicações como, áreas desertificadas, queimadas, monocultura e pecuária extensiva, especialmente relacionada à remoção de biomassa vegetal e a caça desenfreada de vertebrados causariam efeito negativo sobre os atributos das comunidades de coleópteros. (LEAL *et al.*, 2005, SANTOS *et al.*, 2007).

As circunstâncias ambientais também são essenciais para a sobrevivência de uma espécie determinam o seu nicho (GRINNELL, 1917). Nessa perspectiva, variáveis ambientais como, temperatura, precipitação e radiação solar são condições que vão definir o nicho de uma espécie (SOBERÓN, 2007).

Os besouros escarabeíneos apresentam uma elevada especificidade de hábitat. Esse fator é importante para analisar sua distribuição no mundo, visto que existem espécies que são influenciadas por fatores ambientais que venham ocorrer na paisagem, como, tipo de vegetação, tipo de solo, disponibilidade de alimentos e principalmente o clima (HALFFTER E MATTHEWS, 1966; DAVIS *et al.*, 1993).

Assembleias de besouros escarabeíneos, por exemplo, podem ser afetadas a depender do tamanho do da área do remanescente e da quantidade de borda sobre este (ANDRESEN, 2003; SOUZA *et al.*, 2020). A disponibilidade e a qualidade de recursos disponíveis para vertebrados especialmente para mamíferos podem ser

alteradas, visto isso, espécies de besouros rola-bostas que utilizam principalmente detritos de origem animal como recurso de alimentação e nidificação, podem sofrer efeitos sobre a riqueza e abundância se comparada a espécies que vivem em florestas intactas (NICHOLS *et al.*, 2008).

Além disso, as bordas assim como a remoção da biomassa, influenciam negativamente na riqueza, biomassa, composição das espécies e abundância, (FILGUEIRAS *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2020) assim como também evidencia efeitos negativos nas funções ecológicas desses besouros (SLADE *et al.*, 2011) Características microclimáticas, detém frequentemente relação estreita com a cobertura vegetal, em circunstância disso, a distribuição de besouros escarabeíneos pode ser afetada devido a sua relação de fidelidade ambiental (HERNÁNDEZ, 2007; CAMPOS, 2016).

A temperatura ambiental pode influenciar a abundância como da riqueza de espécies, mantendo-se correlacionada positivamente com ambas em diferentes habitats. Algumas espécies possuem mecanismos de adaptação, como por exemplo, capacidade de termorregulação, na qual alguns indivíduos coprófagos, apresentam mais resistência a baixas temperaturas devido a quantidade de gordura corpórea (DAVIS *et al.*, 2008; ALVES *et al.*, 2018).

Assim, visto isso, o presente trabalho teve como objetivo a verificação do padrão de distribuição dos besouros escarabeíneos nos domínios de Mata Atlântica e Caatinga no nordeste brasileiro, baseado nos distúrbios ecológicos e antrópicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Padrão de distribuição das espécies

Compreender a distribuição das espécies tem sido um dos grandes desafios para estudos ecológicos ao longo de décadas (BUTCHART *et al.*, 2010). Tal desafio é ampliado diante ao cenário atual de mudanças climáticas, fragmentação de habitats, perturbações antrópicas e distúrbios naturais. Algumas das abordagens para analisar a biodiversidade é por monitoramento dos padrões espaço-temporais, riqueza e composição das espécies através de modelos de distribuição de espécies (SDMs) e por modelos de nicho ecológico (ENM) (ARAÚJO E PETERSON, 2012; GUISAN *et al.*, 2013).

Os SDMs preveem a distribuição geográfica das espécies potenciais baseando-se em associações de ocorrência de espécies no ambiente (ARAÚJO E PETERSON, 2012; GUISAN *et al.*, 2013). As simulações do modelo SDMs, ocorre a nível individual de espécie, porém, podem haver combinações para fazer previsões em nível de comunidades, permitindo assim estimar a riqueza espécie e a composição de uma comunidade (SOBERÓN & NAKAMURA, 2009; DUBUIS *et al.*, 2011).

Prever quais espécies ocorrerão juntas no futuro e onde, continua sendo um dos maiores desafios da ecologia, e requer uma compreensão sólida de como os ambientes abióticos e bióticos interagem com processos de dispersão e história em escalas. Visto que, as espécies têm respostas distintas às mudanças no ambiente e apresentam relações complexas com seus atributos ecológicos, como por exemplo, questões de tolerâncias abióticas, capacidade de dispersão, história e interações bióticas, que diferenciam cada um no tempo e no espaço (GUISAN & THUILLER, 2005).

2.2 Bases conceituais do Nicho Ecológico

Entender como as comunidades se estruturam e se organizam é fundamental na ecologia (SIMBERLOFF & DAYAN, 1991). Uma das maneiras de compreender a

estrutura das comunidades biológicas é através da investigação de sua organização trófica, que envolve o nicho ecológico das espécies que as constituem (ELTON, 1927).

Ao longo do século XX, inúmeras definições de nicho ecológico foram propostas por diversos estudiosos. Inicialmente o primeiro conceito foi proposto por Joseph Grinnell (1917), que definiu o nicho como, o local ocupado por uma espécie em dado ambiente. Esse autor deu ênfase no que hoje é conhecido como, o habitat de uma espécie.

Contudo, o conceito de nicho só começou a ganhar forma quando Grinnell em 1924, o utilizou para qualificar as condições ambientais requeridas por uma espécie para sua sobrevivência em determinado local. Charles Elton (1927), sugeriu um conceito diferente de nicho ecológico, estabelecendo-o como, a forma que uma espécie vive em um ambiente, isto é, o modo de vida de uma dada espécie em um local. Ainda de acordo com Charles Elton (1927), o nicho seria o papel funcional de uma espécie na “cadeia alimentar” e seus efeitos em um ambiente.

Posteriormente, Hutchinson (1957) definiu o nicho ecológico como uma propriedade das espécies. Este seria constituído por várias dimensões, conceituando-o como um espaço hiper volumétrico, sendo este, o resultado da interação entre características bióticas e abióticas que proporcionam a ocorrência de uma espécie em determinado ambiente. Essas dimensões seriam um fator ecológico que afetaria a sobrevivência/tamanho de cada população em um ambiente como a temperatura, umidade, presença de outras espécies, nidificação, dentre outros fatores que possam assentar ou não a sobrevivência das populações em determinado local.

A formulação dos conceitos, teoricamente foi dividida por Hutchinson (1957), em nicho fundamental e nicho realizado. O nicho fundamental, foi definido como todos os aspectos do espaço hiper volumétrico, sem a presença de outras espécies. E o nicho realizado, seria definido como a parte do nicho onde os recursos e condições são limitados, mas que possibilita a ocorrência de uma espécie no ambiente mesmo com interferência de outras espécies (interações interespecíficas).

Segundo Chase & Leibold (2003), a teoria de nicho refere-se em como a maioria das questões ecológicas (distribuição, abundância e diversidade das espécies), podem influenciar na forma de distribuição das espécies, além de determinar quais espécies podem coexistir, suas interações interespecíficas, e o papel funcional desempenhado por essas espécies no ecossistema. A determinação da

coexistência é mediada pela diferenciação do seu nicho, seja nicho trófico, (dieta), espacial (habitat) ou temporal (tempo de atividade de forrageamento, disponibilidade do recurso).

O recurso é atribuído a tudo aquilo que é utilizado pelo organismo, necessário para sua sobrevivência e reprodução (BEGON *et al.*, 2007). O compartilhamento desses recursos entre as espécies pode ser mensurado através de métricas de nicho. Dentre as métricas mais utilizadas em estudos sobre nicho ecológico, estão a amplitude do nicho e a sobreposição dos nichos de populações que usam uma mesma base de recursos (KREBS, 1989).

Begon *et al.* (2007) declara a amplitude do nicho como a diversidade de recursos usados por uma determinada população sendo esta medida de diferentes maneiras. Chase & Leibold (2003), declaram a sobreposição de nicho, como uma compreensão da quantificação de recursos (alimento, habitat, tempo de atividade) utilizados em comum por espécies distintas.

Uma associação que vem ganhando espaço na ecologia devido principalmente ao efeito deletério das mudanças climáticas sobre a biodiversidade são as modelagens ecológicas que associam variáveis abióticas, no caso, referentes ao clima, com dados bióticos predizendo, de certa forma, uma relação entre essas variáveis. A modelagem bioclimática abrange várias variáveis compreendendo diferenças em altitude, temperatura e precipitação que em conjunto proporcionam ambientes diferenciados acarretando modificações no padrão de diversidade e riqueza dos organismos (HAWKINS *et al.*, 2003; VASCONCELOS *et al.*, 2010).

As alterações de clima e vegetação ao longo do gradiente bioclimático, podem acarretar resultados relevantes na biodiversidade e assembleia de espécies que dependem das interações bióticas e abióticas com o ambiente (KLANDERUD *et al.*, 2015). Capacidade de dispersão, tolerância à heterogeneidade ambiental, afetação de espécies importantes para processos e serviços ecossistêmicos, são descritos como algumas consequências. (DELTORO *et al.*, 2012).

2.3 Mata Atlântica e Caatinga: Histórico de uso e aspectos climáticos.

Considerado o bioma brasileiro mais ameaçado em termos de conservação da sua biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000; LAURANCE & VASCONCELOS, 2009), a Mata Atlântica comporta uma flora e fauna com elevada heterogeneidade em comparação com os outros biomas (RODRIGUES *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2007; MORRONE, 2014) e engloba altos níveis de endemismos regionais (SILVA *et al.*, 2012).

Este hotspot de biodiversidade mundial, originalmente cobria uma área de cerca de 1,3 milhões de km², equivalente a cerca de 15% de ocupação do território do país, se estendendo por 17 estados brasileiros (CAMPANILI & SCHAFFER, 2010). A Mata Atlântica na região nordeste, ocupava originalmente cerca 28,84% do seu território (TABARELLI *et al.*, 2006), e por volta de 2% desta área original, está distribuída em pequenos remanescentes situados próximos a áreas urbanas ou envoltos por áreas abertas (SILVA & TABARELLI, 2001).

As fitofisionomias presentes no nordeste do Brasil, é composta, principalmente por, Floresta Ombrófito Densa, Floresta Ombrófito Aberta, Floresta semidecídua Estacional Submontana, Floresta Semidecídua Estacional Montana, e ecossistemas associados como, manguezais e restingas (IBGE, 1985). Algumas porções também são chamadas de Mata Atlântica Altitudinal (AAF), também conhecida popularmente com Brejos de Altitude ou Brejos Nordestinos (ANDRADE-LIMA, 1982).

Devido à intensa fragmentação, redução de habitat e caça excessiva, mamíferos de médio e grande porte apresentam extinções locais e redução de populações em toda extensão da Mata Atlântica (CANALE *et al.*, 2012; BOGONI *et al.*, 2016; BECA *et al.*, 2017; GALETTI *et al.*, 2015). Na Mata Atlântica, já houve a perda de mais de 50% dos mamíferos de médio e grande porte originalmente registrados, principalmente na região Nordeste, sendo caracterizada como uma das porções mais degradadas do bioma, ocorrendo o desaparecimento da fauna de vertebrados, processo conhecido como “defaunação” (CANALE *et al.*, 2012; MENDES PONTES *et al.*, 2016). Esse tipo específico de perda de biodiversidade tem chamado a atenção dos pesquisadores nas últimas décadas, uma vez que refletem na perda de funções ecológicas importantes (CANALE *et al.*, 2012; DIRZO *et al.*, 2014; BOGONI *et al.*, 2016).

Dispersão de sementes, controle populacional de presas e predadores de sementes, são algumas funções ecológicas desempenhadas pelos mamíferos e que estão sendo perdidas devido a ações antrópicas (RIPPLE *et al.*, 2014; GALETTI *et al.*, 2015; CAMPOS *et al.*, 2016). Mudanças nas paisagens de Floresta tropical podem causar declínio desse grupo, ocasionando efeitos nas cadeias tróficas e afetando a dinâmica das populações e comunidades (BOGONI *et al.*, 2016), levando a extinções locais, comunidades com baixos índices de diversidade e homogeneização de funções ecológicas (TABARELLI *et al.*, 2010; CANALE *et al.*, 2012; MAGIOLI *et al.*, 2015).

Além disso, o tamanho e isolamento dos remanescentes de Mata Atlântica, são fatores que afetam a defaunação, onde áreas muito pequenas e isoladas podem não ser suficientes para garantir a sobrevivência das espécies (BOGONI *et al.*, 2018). Como a maioria das florestas tropicais da América do Sul (CEBALLOS *et al.*, 2017), os remanescentes de Mata Atlântica experimentaram um declínio em seus conjuntos de mamíferos, reduzindo assim seu papel funcional para outros organismos, tais como os besouros rola-bosta (GALETTI & DIRZO, 2013; DIRZO *et al.*, 2014).

Outra fisionomia florestal que vem sofrendo com drásticas alterações antrópicas são as florestas tropicais sazonalmente secas. A Caatinga é a maior floresta tropical sazonalmente seca (STDF) da América, apresentando uma área de 912.529 km², ocorrendo exclusivamente no nordeste do Brasil (SILVA *et al.*, 2017). Este ecossistema, apesar da aridez, possui uma abundante fisionomia, sendo constituída principalmente por espécies vegetais altamente adaptadas às condições semiáridas (por exemplo, plantas caducifólias e espinhosas) contidas em um mosaico de diferentes tipos de solo e disponibilidade hídrica (VELLOSO *et al.*, 2002), além de apresentar bons níveis de endemismo de vários táxons (LEAL *et al.*, 2003).

Ainda que, a sua biodiversidade apresenta altos níveis de degradação, colocando-a entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta (MENEZES *et al.*, 2012). Apenas 7,4% do seu território é protegido em Unidades de Conservação (SILVA *et al.*, 2017). Segundo esses autores, o bioma da caatinga no nordeste do Brasil, foi alterado em 63,3 % devido a atividades humanas no ecossistema semiárido. À utilização inadequada destas terras têm causado vários prejuízos ambientais. A agricultura de corte e queima, assim como a retirada da cobertura vegetal para formação de pastagens, por exemplo, acarreta drásticas alterações às condições

ambientais como temperatura, umidade, luminosidade e diversidade vegetal, afetando a fauna ali existente. (SHAHABUDDIN *et al.*, 2014).

O aspecto climático deste ecossistema semiárido, é caracterizado por alta radiação solar, baixa nebulosidade, baixa umidade e temperaturas mais elevadas. Nos períodos de seca, os recursos disponíveis são extremamente escassos, dificultando a rotina de atividade em algumas espécies. Contudo, os períodos de chuvas, tornam os recursos mais abundantes, facilitando a rotina de algumas espécies em especial a dos insetos que surgem em grande número, tanto de indivíduos como de espécies (SILVA *et al.*, 2017).

2.4 Besouros escarabeíneos: Características gerais, funções ecológicas e distribuição na Mata Atlântica e Caatinga

Existem aproximadamente 6.000 espécies de besouros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae), com cerca de 1.250 indivíduos na América do Sul. No Brasil, é encontrado por volta de 620 espécies, sendo 149 registros dirigidos para a região Nordeste (HALFFTER, 1991; BROWNE e SCHOLTZ, 1999; VAZ-DE-MELO, 2000). Os besouros escarabeíneos, conhecidos popularmente como rola-bosta, podem ser separados em guildas funcionais sendo estas, formadas de acordo com o hábito alimentar (HALFFTER e MATTHEWS, 1966), alocação de recursos (GILL, 1991), tamanho corporal (LOUZADA, 2008) padrão temporal de atividade (HALFFTER, 1991).

As guildas são formadas por cinco tipos de dieta, tanto as larvas quanto os adultos apresentam hábitos saprófagos (consumidores de frutos e matéria orgânica em decomposição), micetófagos (consumidores de fungos em decomposição), necrófagos (consumidores de animais mortos), coprófagos (consumidores de fezes), e os generalistas (consumidores dos demais recursos citados) (HALFFTER e EDMONDS, 1982; HANSKI e CAMBEFORT, 1991; GILL, 1991; HALFFTER e FAVILA, 1993).

Essa diversificação alimentar, acredita-se estar associada às extinções de mamíferos ocorrentes no Quaternário (PHILIPS, 2011), ocasionando uma exploração de outros nichos alimentares e consequentemente, a redução da concorrência

interespecífica garantindo assim a possibilidade de coexistência de diversas espécies na região (CAJAIBA *et al.*, 2017).

Em relação a alocação de recursos, constantemente relacionada a nidificação, segundo Bronemissza (1976), esta pode ocorrer por três maneiras: paracoprídeas (escavadores), telecoprídeas (roladores) e endocoprídeas (residentes). As espécies escavadoras, separam parte do recurso o transportam e enterram na forma de túneis, podendo este estar localizado tanto inferiormente quanto lateralmente a fonte; já as espécies roladoras, formam bolas de esterco e as transportam para longe da fonte do recurso- hábito cujo o qual, deu ao grupo escaravelhos o nome popular como “rola-bosta”. E por último, há as espécies residentes que fazem o manuseio do recurso para alimentação e nidificação.

Quanto ao tamanho corporal, espécies com maior biomassa tendem a remover mais esterco e escavam mais solos do que besouros com menor biomassa (LARSEN *et al.*, 2005; DANGLES *et al.*, 2012; BRAGA *et al.*, 2013). Em termos de padrão temporal de atividade, os indivíduos são divididos em dois grandes grupos: diurnos e noturnos. Entretanto, há espécies que apresentam no período crepuscular uma maior atividade de voo (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HANSKI & KOSKELA, 1977; GILL, 1991; HERNÁNDEZ, 2002).

Os rola botas, desempenham diversas funções ecológicas (NICHOLS *et al.*, 2008; SLADE *et al.*, 2011) associadas ao seu hábito alimentar e de reprodução, relevantes para o funcionamento e manutenção dos ecossistemas, como por exemplo, o comportamento de remoção de fezes, carcaças ou de qualquer outro material em decomposição, que por consequências do enterramento destes no solo, contribuem para a à manutenção da biodiversidade vegetal, recomposição de suas populações e formação de bancos de sementes (BANG *et al.*, 2005; YAMADA *et al.*, 2007; NICHOLS *et al.*, 2007).

A remoção de fezes é uma etapa importante no processo de ciclagem de nutrientes, e na fertilização edáfica. Quanto mais úmida as fezes forem, maior é a facilidade da formação de bolas de recursos, podendo até mesmo ocorrer competição e preferência por estas (CAMBEFORT, 2014). Esta função também está associada ao tamanho do corpo e biomassa dos besouros rola-bosta adultos, e o modo de como este recurso está disponível no ambiente pode interferir na atratividade

destes insetos, em circunstâncias de serem atraídos por grandes quantidades de fezes agregadas (ANDRESEN, 2003).

Ademais, é válido ressaltar que a diversidade de tipos de excrementos e oferta de recursos é prejudicada quando há extinção local e alterações nas comunidades de mamíferos, sendo esta capaz de influenciar a riqueza, abundância, distribuição, período de atividade, grupos funcionais e composição de espécies de besouros escarabeíneos (NICHOLS *et al.*, 2008; BOGONI *et al.*, 2018).

Outro comportamento usual destes insetos, é o de cavar túneis para enterrar ou nidificar seus recursos, ação responsável pela aeração do solo e dispersão secundária de sementes (ANDRESEN, 2001; e SLADE *et al.*, 2007).

A dispersão secundária de sementes, é determinada pelo tamanho da semente. Sementes pequenas têm mais chances de serem enterradas, enquanto sementes maiores podem ser verticalmente movimentadas pelos coleópteros, afetando a sua probabilidade de germinação (URREA-GALEANO *et al.*, 2019). O declínio desses besouros também pode afetar a dispersão secundária de sementes por estes coleópteros, uma vez que algumas sementes tendem a ser verticalmente movimentadas, ao invés de enterradas (URREA-GALEANO *et al.*, 2019).

Quanto às funções de interesse humano, destacam-se o controle de pragas parasitas e moscas hematófagas e detritívoras, por tornarem as áreas dos pastos limpas, ao removerem o excremento que estava ali presente (LOUZADA, 2008, BEYNON *et al.*, 2015). Além disto, ao enterrar as fezes, resulta na eliminação de nematoides, que são prejudiciais para o sistema agropastoril (FLECHTMANN *et al.*, 1995). E por último, estes animais são um excelente grupo indicador e respondem a distúrbios antropogênicos em paisagens modificadas pelo homem, por serem sensíveis a áreas degradadas e por serem economicamente viáveis para estudos (FILGUEIRAS *et al.*, 2016; ALVARADO *et al.*, 2017).

Conforme as paisagens florestais tornam-se fragmentadas, a criação de remanescentes de tamanhos e formas variados assim com o efeito borda, desmatamento, corte e queima e especialmente a remoção da biomassa, afetam não apenas a diversidade taxonômica, mas também a diversidade funcional, podendo ter consequências nas funções ecológicas mediadas pelos besouros rola-bosta. As assembleias de escarabeíneos tornam-se empobrecidas à medida que a disponibilidade e qualidade de recurso para vertebrados são alteradas, visto que, as

espécies de besouros rola-bosta utilizam principalmente detritos de origem animal como recursos alimentares e reprodutivos, podendo ter efeitos sobre riqueza e abundância desses insetos em relação a florestas intactas (NICHOLS *et al.*, 2008).

O padrão de distribuição dos besouros rola-bostas modifica no tempo e espaço, e isso pode estar associado às variações de fatores abióticos e bióticos, tais como: variação altitudinal (ESCOBAR *et al.*, 2005), características de solos, heterogeneidade do habitat (HANSKI & CAMBEFORT, 1991), tipo de vegetação (NICHOLS *et al.*, 2008), e disponibilidade de recursos (GILL, 1991).

Na Mata Atlântica, uma área extremamente fragmentada, a comunidade de assembleia de coleópteros pode variar no tipo de habitat (aberto ou fechado), sinalizando uma tendência de aumento do número de espécies em áreas abertas, especialmente espécies restritas. Possivelmente a ocorrência desses indivíduos pode estar associada a regeneração natural do ambiente. (COSTA *et al.*, 2013).

A população de insetos no bioma da Caatinga, tem sua abundância determinada pelos períodos curtos de precipitação pluviométrica; e na época de seca, os recursos disponíveis tornam-se extremamente escassos, o que dificulta a manutenção das atividades de algumas espécies. Entretanto, nos períodos de chuva, a disponibilidade dos recursos torna-se mais abundante e por consequência aumenta-se o número de insetos tanto em quantidade de indivíduos como de riqueza dos insetos (HERNÁNDEZ, 2007).

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo geral:

Verificar o padrão de distribuição dos besouros escarabeíneos na Mata Atlântica e Caatinga no nordeste brasileiro.

3.2 Objetivos específicos:

- a)** Realizar levantamento das espécies de Scarabaeinae catalogadas em trabalhos científicos nos domínios de Mata Atlântica e Caatinga;
- b)** Analisar a similaridade entre as comunidades de besouros na Mata Atlântica e Caatinga;
- c)** Identificar quais seriam as espécies associadas a distúrbio e aquelas restritas a ambientes florestais na Mata Atlântica e Caatinga.

4. HIPÓTESES

- a)** Acreditamos que as espécies de besouros escarabeíneos sejam restritas a cada um dos domínios, com poucas espécies compartilhadas.
- b)** Espera-se um maior registro de espécies na Mata Atlântica e consequentemente maior presença de grupos funcionais (e mais nichos ocupados), uma vez que a mesma possui maior heterogeneidade de habitat (como por exemplo, estratificação vertical) e não apresenta restrições de temperatura.
- c)** Espécies restritas e dependentes de florestas apresentam uma maior amplitude de nicho com mais grupos funcionais representados em comparação às espécies que são generalistas de habitat e a espécies que são especialistas em ambiente aberto

5. METODOLOGIA

5.1 Área de estudo

A mata Atlântica, originalmente estende-se uma área de cerca de 15% do território nacional, abrangendo 17 Estados- Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe e São Paulo (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2001)

O bioma apresenta zonas climáticas e formações vegetais diversificadas sendo a temperatura média variando de 14-21°C, com a máxima chegando a 35°C e com pluviosidade média de 1200 mm anuais (IZMA, 2022). O clima varia de subúmido com estações secas (CÂMARA, 2005). Devido ao seu rico ecossistema, esse domínio abriga parcelas significativas de diversidade biológica e de degradação acentuada, especialmente por ações antrópicas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2001).

O bioma da caatinga, exclusivamente do nordeste brasileiro, é composto de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas (HAUFF, 2010). O clima predominante é o semiárido, com precipitação máxima de 1000 mm anuais em áreas úmidas e a média de 500 mm anuais em áreas mais secas. O período chuvoso ocorre em média por 3 meses, sendo os demais meses muito secos. A temperatura média anual varia de 25°C a 30°C. Sua distinta biodiversidade exhibe um alto grau de endemismo de vários táxons, entretanto estima-se que cerca de 30,4 a 51,7% de seu território foi modificado por atividades humanas e apenas 7,4% do seu território é protegido em Unidades de Conservação (LEAL *et al.*, 2003; *et al.*, 2005).

5.2 Coletas de dados de Besouros Escarabeíneos

O nosso estudo utiliza dados de besouros escarabeíneos publicados entre 2007-2022, (Apêndice A) tendo como critérios de inclusão a presença desses insetos nos biomas de Mata Atlântica e Caatinga, e coordenadas das áreas de coletas (Tabela 1). As buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados: Portal de periódicos

Capes (CAPES), e Google acadêmico, utilizando as palavras-chaves: Scarabaeinae, Scarabaeidae, dung beetle, nordeste.

Tabela1: Registro de coletas de besouros escarabeíneos (Coleoptera:Scarabaeidae:Scarabaeinae) no nordeste brasileiro.

UF	MUNICÍPIO	BIOMA	COORDENADAS		REFERÊNCIA
AL	Ibateguara	Mata Atlântica	-9,007777778	-35,85777778	FILGUEIRAS, 2011; FILGUEIRAS, 2015
	Maceió	Mata Atlântica	-9,552222222	-35,79361111	HERNÁNDEZ & ENDRES, 2011
BA	Contendas do Sincorá	Caatinga	-13,76091826	-41,04303092	VIEIRA <i>et al.</i> 2017
	Juazeiro	Caatinga	-9,430476372	-40,50940232	VIEIRA <i>et al.</i> 2018
	Milagres	Caatinga	-12,86209036	-39,87318983	MEDINA, A. M; LOPES, P. P 2014
PB	Areia	Mata Atlântica	-6,973055556	-35,71527778	ALVARADO, 2020
	Mamanguape	Mata Atlântica	-6,711388889	-35,18805556	ENDRES, 2007
	Mataraca	Caatinga	-6,592203021	-35,0574548	HERNANDEZ <i>et al.</i> , 2014
	João Pessoa	Mata Atlântica	-7,140555556	-34,85722222	SALOMÃO, 2019
	Bezerras	Mata Atlântica	-8,149444444	-35,75361111	CUPELLO e VDM, 2018
	Abreu e lima	Mata Atlântica	-7,8425	35,11388889	COSTA <i>et al.</i> , 2014
PE	Bonito	Mata Atlântica	-8,503333333	-35,71638889	BARRETO <i>et al.</i> , 2021
	Cabo de Santo agostinho	Mata Atlântica	-8,270555556	-34,95888889	COSTA <i>et al.</i> , 2014
	Camaragibe	Mata Atlântica	-8,021666667	-34,98111111	AMORIM, 2018
	Igarassu	Mata Atlântica	-7,810277778	-34,95694444	COSTA, 2009; SILVA, 2010
	Itamaracá	Mata Atlântica	-7,777777778	-34,85722222	COSTA <i>et al.</i> , 2014
	Ipojuca	Mata Atlântica	-8,53	-35,01805556	COSTA <i>et al.</i> , 2014
	Pesqueira	Caatinga	-8,333333333	-36,76666667	BARRETO <i>et al.</i> , 2021
	Recife	Mata Atlântica	-8,004166667	-34,95305556	FILGUEIRAS, 2009
	Sertânia	Caatinga	-8,616666667	-37,15	FILGUEIRAS <i>et al</i> 2021
	Tamandaré	Mata Atlântica	-8,700833333	-35,09888889	COSTA <i>et al.</i> 2014

Triunfo	Caatinga	-7,833333333	-38,08333333	SALOMÃO <i>et al.</i> , 2021
Sirinhaém	Mata Atlântica	-8,563888889	-35,675	SALOMÃO <i>et al.</i> 2015

5.3 Mensuração de nicho e análises de dados

Para a mensuração do nicho das espécies de besouros escarabeíneos foram construídas matrizes de nicho. As mesmas tiveram como base (1) a especificidade de habitat: espécies associadas ao distúrbio (as quais ocorrem preferencialmente em ambientes abertos), espécies dependentes de floresta (as quais ocorrem preferencialmente em ambientes florestais) e espécies generalistas de habitat (as quais ocorrem tanto em ambientes aberto quanto em ambientes florestais); (2) a dieta (besouros coprófagos - aqueles que se alimentam de fezes; necrófagos - espécies que se alimentam de animais em decomposição e generalistas - aqueles que se alimentam tanto de carne em decomposição quanto de fezes) e (3) alocação de recurso: espécies roadoras ou telecoprídeos - as quais roam o recurso; espécies escavadoras ou paracoprídeos - aqueles que escavam no solo para levar o recurso e residentes ou endocoprídeos - aqueles que alocam no próprio recurso. No caso, a matriz é comparativa com base na presença de grupos funcionais em ambos domínios (Mata Atlântica e Caatinga).

Realizou-se a comparação das comunidades de besouros escarabeíneos entre os domínios de Mata Atlântica e Caatinga utilizando o teste ANOSIM e a Ordenação Multidimensional não Métrica (NMDS- Clarke e Gorley, 2001) a partir da construção de matrizes de similaridade de Bray-Curtis (CLARKE E WARWICK, 1994). Para isso foram utilizados dados de ausência e presença dos besouros escarabeíneos de cada área. As análises e um mapa representativo das áreas de coletas (figura 1) foram realizados na plataforma R (Rstudio, 2017).

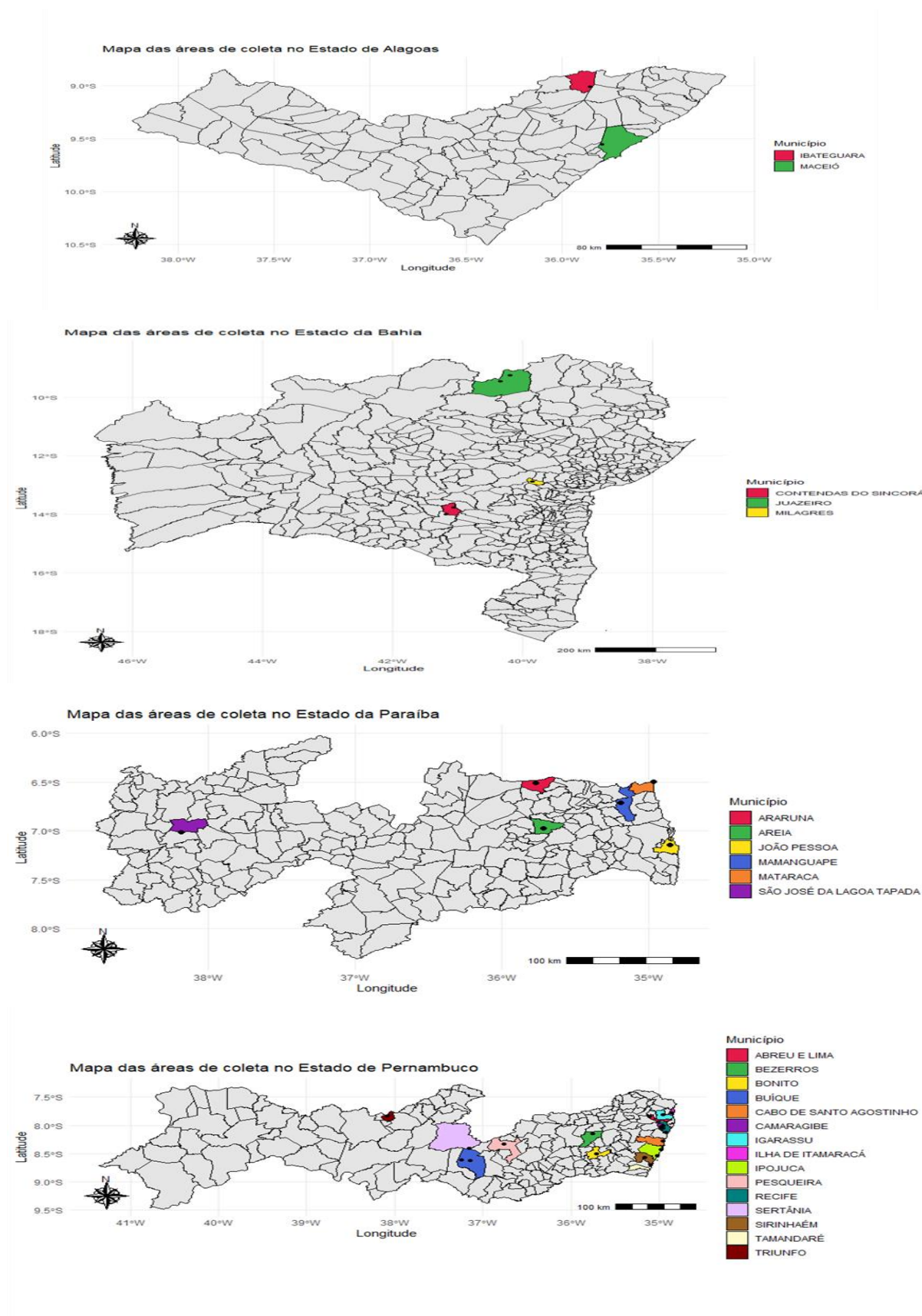


FIGURA1: Mapa com as localidades onde foram registradas espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) no Nordeste, Brasil.

RESULTADOS

Um total de 388 indivíduos referentes a 94 espécies (Apêndice A) de besouros escarabeíneos foram registrados nos domínios de Mata Atlântica e Caatinga, sendo: 105 indivíduos de 46 espécies para a Mata Atlântica, 55 indivíduos de 19 espécies para a Caatinga e cerca de 228 indivíduos de 29 espécies compartilhados entre Mata Atlântica e Caatinga (Figura 2). No nosso estudo as espécies mais representadas, foram *Dichotomius iannuzziae* (Valois, Vaz-de-Mello & Silva, 2017); *Dichotomius gilletti* (Valois, Vaz-de-Mello & Silva, 2017); *Coprophanaeus dardanus* (MacLeay, 1819); *Deltochilum brasiliense* (Castelnau, 1840), *Deltochilum verruciferum* Felsche, 1911 *Dichotomius nisus* (Olivier, 1789); *Canthon chalybaeus* Blanchard, 1843; (ARROW, 1913) e *Trichillum externepunctatum* (Preudhomme, 1886). Sendo, *D.iannuzziae* a mais citada no domínio da Mata Atlântica, *D. verruciferum*, na Caatinga e *D. nisus* em ambos os domínios.

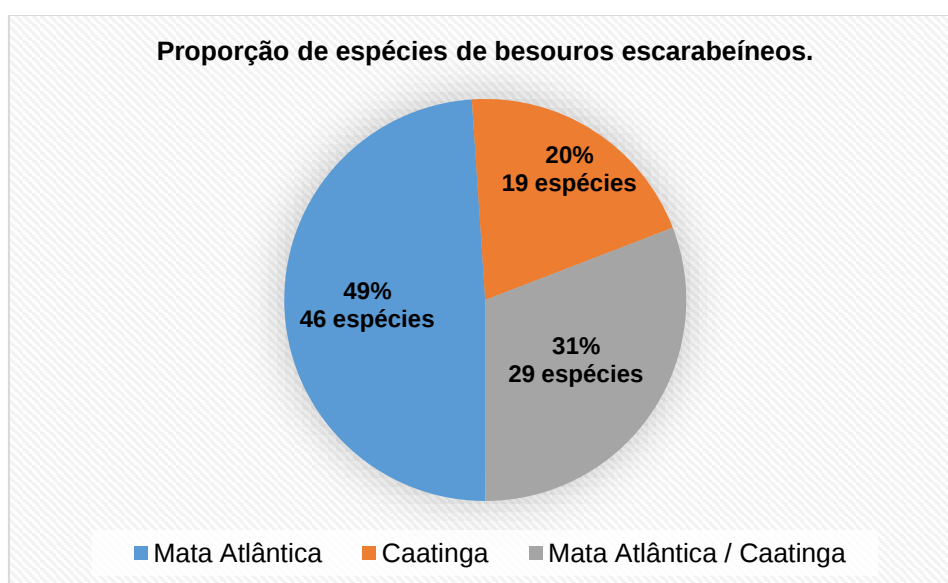


Figura 2: Proporção das espécies de besouros escarabeíneos nos domínios de Mata Atlântica e Caatinga.

A ordenação do NMDS (Figura 3) realizado usando o índice de similaridade Bray-curtis, da amostragem dos domínios em diferentes localidades nos estados de Alagoas, Bahia, Paraíba e Pernambuco, com base na presença e ausência das espécies, a similaridade dos dois ambientes foi significativamente diferente, sendo

está comprovada pelo teste ANOSIM, que detectou que as comunidades de espécies de escarabeíneos na Mata Atlântica e Caatinga não são similares ($R_{\text{global}} = 0,16$, $p < 0,01$ apresentando agrupamentos distintos (Figura 3).

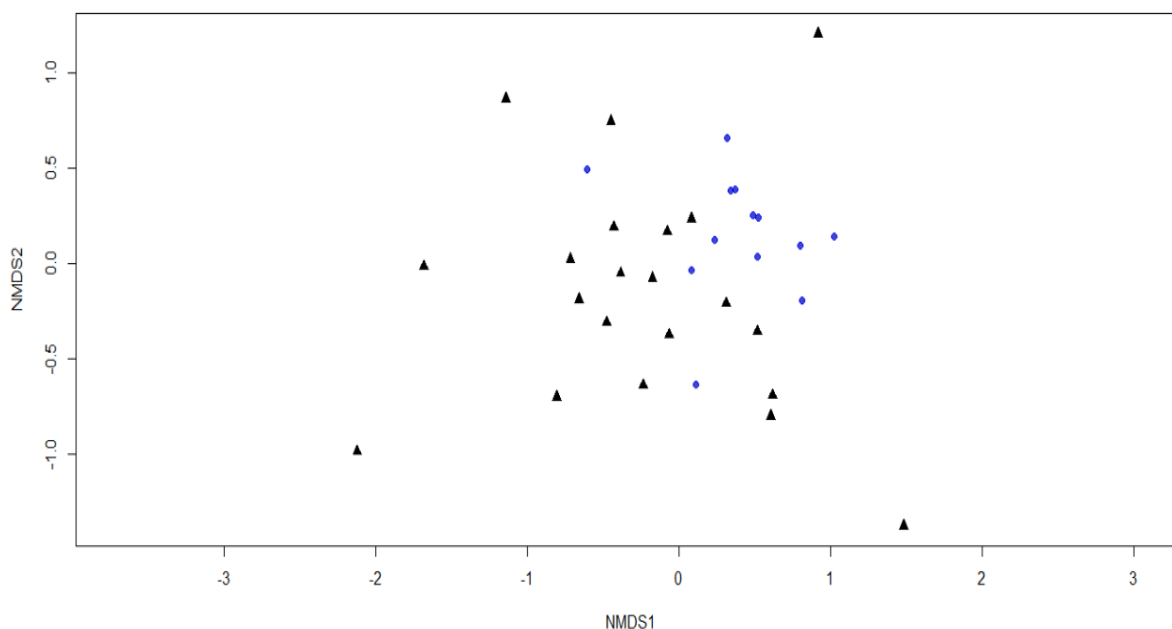


Figura 3. Padrão de distribuição dos pontos de coleta dos escarabeíneos, segundo o agrupamento definido pelo NMDS com base no índice de Bray-Curtis, na Mata Atlântica (triângulo) e Caatinga (círculos).

Quanto à análise de nicho, a matriz mostra que mais grupos funcionais estão presentes na Mata Atlântica, com maior representatividade. Por exemplo, guildas de escavadores e rolares (Figura 4). Enquanto na Caatinga, poucos grupos funcionais estão presentes, como no caso dos escavadores, indicando uma menor ocupação de nicho por esses besouros nessa floresta tropical sazonalmente seca (Figura 4). As espécies especialistas de florestas, presentes na Mata Atlântica, foram representadas em grande parte por guildas de escavadores coprófagos, seguido da guilda de rolares de hábito copronecróforo e residentes de hábito copróforo em menor minoria. Enquanto que na Caatinga, as espécies especialistas de floresta, apresentaram apenas guildas de escavadores de hábito copróforo. Os generalistas de habitats, foram representados na Mata Atlântica por escavadores coprófagos (maioria), necrófagos e generalista seguido, da guilda de rolares necrófagos Na

Caatinga, a guilda que mais se destacou foram os escavadores com os três hábitos alimentares (coprófago, necrófago e generalistas). Seguidos de roedores generalistas e coprófagos e dos residentes generalistas. As espécies especialistas de ambiente aberto, na Mata Atlântica se destacam em maior grau a guilda de roedor generalista, e escavador coprófago, seguido de roedores necrófagos. Entretanto na Caatinga, a única guilda representada foi dos escavadores coprófagos.

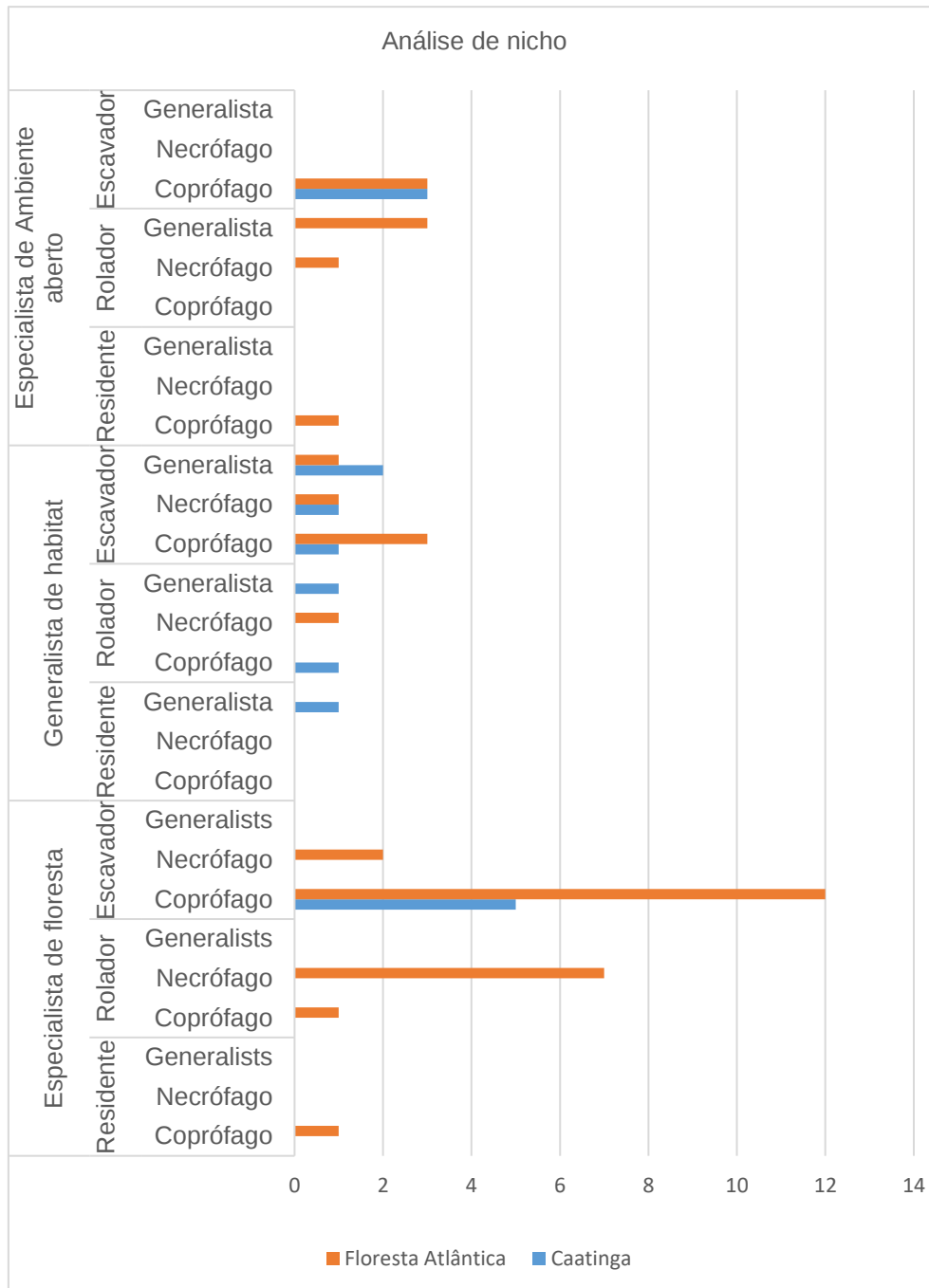


Figura 4: Representação das análises de nicho, construída com base na fidelidade do habitat (especialistas de florestas, generalista de habitat e especialista em ambiente aberto), guildas funcionais (escavador, rolador, residente) e hábito de alocação de recursos (generalista, necrófago, coprófago).

DISCUSSÃO

Nossos estudos sugerem que a Mata Atlântica detém boa parte da biodiversidade de besouros escarabeíneos com a maioria das espécies sendo dependentes de floresta, enquanto que a Caatinga detém uma pequena fração da biodiversidade desses besouros e com muitas espécies associadas ao distúrbio. Além disso, esses domínios apresentam uma fauna distinta com espécies restritas a ambos. Por fim, a Mata Atlântica apresenta mais nichos com um grande número de grupos funcionais, enquanto a Caatinga é mais empobrecida tanto taxonomicamente quanto funcionalmente, suportando assim as hipóteses do presente trabalho.

A diversidade dos besouros escarabeíneos depende predominantemente da 1) composição de espécies de mamíferos, que pode ter efeitos quantitativos nos grupos funcionais destes insetos e de 2) características ambientais e climáticas (BOGONI *et al.*, 2019). Esses fatores somados a questões de perturbação e climática podem ajudar a entender essa diferença de biodiversidade de besouros escarabeíneos nesses domínios.

No domínio da Mata Atlântica, a localização espacial dos fragmentos assim como a estrutura vegetacional, favorecem a presença de mamíferos, especialmente animais de grande porte, garantindo uma maior disponibilidade de esterco, especialmente a espécies restritas a florestas (FILGUEIRAS *et al.*, 2015). Devido à fidelidade ambiental, cada guilda responde de diferentes maneiras ao ambiente. No presente estudo, a guilda mais abundante foi de escavadores, representada principalmente pela espécie *D. iannuziae*, uma espécie dominante de Mata, restritas a florestas, caracterizada como uma espécie de hábito alimentar generalista, e com grande tamanho corporal (ARAÚJO *et al.*, 2020). Muitos estudos demonstram que o tipo de vegetação e o efeito de borda afeta a riqueza funcional das guildas de escarabeíneos de diferentes maneiras (AUDINO *et al.*, 2014; BARNES *et al.*, 2014; HERNÁNDEZ *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2020), isso pode ajudar a explicar a ausência de alguns grupos funcionais até mesmo na Mata Atlântica.

Em áreas florestais, pequenos remanescentes acarretam uma diminuição da riqueza, dispersão e uniformidade funcional da guilda de roladores e aumento da dispersão funcional de escavadores. Em contrapartida, à medida que os remanescentes se tornam, maiores, as guildas de roladores detêm uma maior

quantidade de recursos e passa a ocupar uma parte maior da área. No entanto, os pequenos remanescentes garantem uma maior dispersão para a guilda de escavadores, gerando uma maior diferenciação de nicho (RANTA *et al.*, 1998). Remanescentes pequenos são mais prejudicados quanto ao efeito de borda, visto que, o interior destes é menor em comparação a borda (RANTA *et al.*, 1998). Por se encontrar sujeitas a várias variáveis (maior temperatura, intensidade de luz, menor umidade do solo) grupos mais sensíveis tendem a ser mais afetados, em área de borda, especialmente pela escassez de recursos. Besouros residentes, por exemplo, apresentam uma menor abundância no interior de pequenos remanescentes, por serem sensíveis a altas temperaturas.

No caso da Caatinga, as condições ambientais são mais secas, somada a elevadas temperaturas e solos rasos. Adicionalmente, a Caatinga apresenta um contexto histórico de perturbação antrópica, na qual desde o século XVI vem sendo alterada. Essas perturbações, como a agricultura itinerante de corte-e-queima, podem concomitantemente com as restrições climáticas da região estarem atuando como grandes filtros ambientais para a montagem dessas comunidades de besouros escarabeíneos. Até mesmo a estrutura física em termos de fitofisionomia da Caatinga, com a presença de uma vegetação mais aberta, tornando-a similar às condições abióticas das áreas abertas de uma floresta úmida, por exemplo. Isso pode ajudar a explicar o fato da espécie *D. nesus* ter sido coletado em pastagens e na cana-de-açúcar na Mata Atlântica (FILGUEIRAS *et al.*, 2015) e a mesma ter sido amostrada dentro de áreas florestais na Caatinga (FILGUEIRAS *et al.*, 2021).

Em geral, esse menor número de espécies aqui representadas, pode estar relacionado diretamente à baixa disponibilidade de fezes de mamíferos. Sabe-se que na Caatinga, tem-se uma densidade elevada de alguns mamíferos, como os caprinos. Todavia, apesar disso, diante das questões climáticas essas fezes podem ressecar rapidamente, o que diminui a própria atratividade para os besouros escarabeíneos. Por outro lado, enquanto algumas espécies são sensíveis a essa perturbação histórica e as restrições climáticas, outras se beneficiam.

No caso, *D. verruciferum* apresentou uma grande dominância nos estudos de Caatinga. Considerada representativa por conseguir explorar diferentes recursos e considerada endêmica deste bioma (Lopes *et al.*, 2006; Hernández, 2007; Campos,

2016). Essa espécie, assim como outras, está adaptada a condições estabelecidas na Caatinga sendo considerada uma espécie “vencedora”.

CONCLUSÃO

A Mata Atlântica, apesar de ser um domínio com altos níveis de fragmentação, ainda consegue abrigar uma maior parte dos besouros escarabeíneos. A cobertura florestal fornece condições favoráveis para disponibilidade de recursos, especialmente para a fauna de mamíferos, sendo estes considerados fonte primária de confecção de excrementos para os escarabeíneos. As condições ambientais ainda favorecem uma diversidade de guildas funcionais, enquanto na Caatinga ocorre o oposto.

O domínio da Caatinga além de apresentar pouca estrutura vegetal de grande porte, e diminuindo da presença de mamíferos, esse bioma sofre altos níveis de perturbação antrópica, desfavorecendo ainda mais a consistência e diversidades de grupos funcionais nessa área.

REFERÊNCIAS

ALVARADO, F., ESCOBAR, F., WILLIAMS, D.R., ARROYO-RODRÍGUEZ, V., ESCOBAR-HERNANDEZ, F. The role of livestock intensification and landscape structure in maintaining tropical biodiversity. **Journal of Applied Ecology**.55, 185–194. 2017.

ALVES, V.M.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; LOBO, J.M. Elytra absorb ultraviolet radiation but transmit infrared radiation in Neotropical *Canthon* species (Coleoptera, Scarabaeinae). **Photochemistry and Photobiology**, v. 94, p. 532–539, 2018.

ANDRESEN, E. Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology** 17: 61-78. 2001.

ANDRESEN E. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography** 26, 87-97. 2003.

ARAÚJO MB, PETERSON AT. Uses and misuses of bioclimatic envelope modelling. 433 **Ecology**, 93:1527–1539. 2012.

ARAÚJO JF, SILVA FAB, MOURA RC. Novos registros de populações relicuais de espécies de rola-bosta (Coleoptera, Scarabaeidae) na Mata Atlântica do Nordeste brasileiro. **Lista de verificação** 16 (5): 1289–1303. 2020.

ARELLANO, L., LEÓN-CORTÉS, J.L. & HALFFTER, G. Response of dung beetle assemblages to landscape structure in remnant natural and modified habitats in southern Mexico. **Insect Conservation and Diversity**, 1, 253–262. 2008.

AUDINO, L.D., LOUZADA, J. & COMITA, L. Dung beetles as indicators of tropical forest restoration success: Is it possible to recover species and functional diversity? **Biological Conservation**, 169, 248–257. 2014.

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**. 29:165-171. 2005.

BARLOW J., LENNOX G.D., FERREIRA J., BERENGUER E., LEES A.C., NALLY R.M., THOMSON J.R. ET AL. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**. 535, 144-147. 2016.

BARNES, A.D., EMBERSON, R.M., CHAPMAN, H.M., KRELL, F.T. & DIDHAM, R.K. Matrix habitat restoration alters dung beetle species responses across tropical forest edges. **Biological Conservation**, 170, 28–37. 2014.

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**. 8 .2013.

BECA, G., VANCINE, M.H., CARVALHO, C.S., PEDROSA, F., ALVES, R.S.C., BUSCARIOL, D., ET AL. High mammal species turnover in forest patches immersed in biofuel plantations. **Biological Conservation**, 210, 352–359. 2017.

BEGON M, TOWNSEND CR, HARPER JL. Ecology: from individuals to ecosystems 4th ed. Oxford, **Blackwell Publishing**. 768 p. 2007.

BOGONI, J.A., GRAIPEL, M.E., CASTILHO, P.V. DE, FANTACINI, F.M., KUHNEN, V.V., LUIZ, M.R., ET AL. Contributions of the mammal community, habitat structure, and spatial distance to dung beetle community structure. **Biodiversity and Conservation**, 25, 1661–1675. 2016.

BOGONI, J.A., PIRES, J.S.R., GRAIPEL, M.E., PERONI, N. & PERES, C.A. Wish you were here: How defaunated is the Atlantic Forest biome of its medium- to large-bodied mammal fauna? **Plos One**. 13, 1–23. 2018.

BORNEMISSZA, GE. The Australian dung beetle project - 1965-1975. Australian Meat Research. **Committee Review**. 30: 1-30 1976.

BROWNE, D. J.; SCHOLTZ, C. H. A phylogeny of the families of Scarabaeoidea (Coleoptera). **Systematic Entomology, Oxford**, v. 24, n. 1, p. 51-84. 1999.

BURIVALOVA Z., SEKERCIOGLU C. H., KOH L. P. Thresholds of logging intensity to maintain tropical forest biodiversity. **Current Biology**. 24, 1893-1898. 2014.

BUTCHART SHM, WALPOLE M, COLLEN B, ET AL. Global Biodiversity: Indicators of 450 Recent Declines. **Science** 328:1164–1168. 2010.

CAJAIBA, R.L., PÉRICO, E., SILVA, W.B. DA & SANTOS, M. Attraction of Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) to different baits in the Brazilian Amazon region. **Revista de Biologia Tropical**, 65, 917–924. 2017.

CHASE JM, LEIBOLD MA. Ecological niches: Linking classical and contemporary approaches. **University of Chicago Press, Chicago, IL**. 224p 2003.

CAMBEFORT, Y. Dung Beetles in Tropical Savannas. In Dung Beetle Ecology by Hanski, I. ;Cambeafort, Y. **Princeton University Press**, pp. 156–178. 2014.

CÂMARA, I. G. State of the Hotspots - **Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas - Breve história da Conservação da Mata Atlântica**. Parte II, Cap. VI. P. 31. Belo Horizonte, 2005.

CAMPANILI, M. & SCHAFFER, W.B. Mata Atlântica: Manual de Adequação Ambiental. **Biodiversidade**, 96. 2010.

CAMPOS, C.M., CAMPOS, V.E., MIGUEL, F. & CONA, M.I. Management of protected areas and its effect on an ecosystem function: Removal of *prosopisflexuosa* seeds by mammals in argentinian drylands. **Plos One**. 11, 1–16. 2016.

CANALE, G.R., PERES, C.A., GUIDORIZZI, C.E., GATTO, C.A.F. & KIERULFF, M.C.M. Pervasive defaunation of forest remnants in a tropical biodiversity hotspot. **Plos One** 7, 41671. 2012.

CEBALLOS, G., EHRLICH, P.R. & DIRZO, R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114, E6089–E6096. 2017.

COLWELL, R. K., & RANGEL, T. F. Hutchinson's duality: The once and future niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 19651– 19658. 2009.

COSTA, C.M.Q., SILVA, F.A.B., FARIAS, A.M.I. & MOURA, R.C. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) coletados com armadilha de interceptação de voo no Refúgio Ecológico Charles Darwin, Igarassu-PE, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 53: 88-94.2009.

COSTA FC, PESSOA KKT, LIBERAL CN, FILGUEIRAS BKC, SALOMÃO RP, IANNUZZI L. What is the importance of open habitat in a predominantly closed forest area to the dung beetle (Coleoptera, Scarabaeinae) assemblage? **Revista Brasileira de Entomologia**, 57, 329–334.2013.

COSTA, C.M.Q., BARRETTO, J.W. & MOURA, R.C. Changes in the dung beetle community in response to restinga forest degradation. **Journal of Insect Conservation**. 18: 895-902.2014.

CLARKE, KR, WARWICK, RM. Mudanças nas Comunidades Marinhas: Uma Abordagem para Análises Estatísticas e Interpretação.1994.

DAVIS, A.L.; BRINK, D.J.; SCHOLTZ, C.H.; PRINSLOO, L.C.; DESCHODT, C.M. Functional implications of temperature-correlated colour polymorphism in an iridescent, scarabaeine dung beetle. **Ecological Entomology**, v. 33, p. 771-779, 2008.

DIRZO, R., YOUNG, H.S., GALETTI, M., CEBALLOS, G., ISAAC, N.J.B. & COLLEN, B. Defaunation in the Anthropocene. **Science**, 345, 401–406. 2014.

DUBUIS A, POTTIER J, RION V, PELLISSIER L, THEURILLAT JP, ET AL. Predicting spatial patterns of plant species richness: a comparison of direct macroecological and species stacking modelling approaches. **Diversity and Distribution**17:1122–1131. 2011.

ELTON, C. Animal ecology. Sidgwick and Jackson. 1927.

DURÃES, R., MARTINS, W.P. & VAZ-DE-MELLO, F.Z. Ecology, behavior and bionomics dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forest-cerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. **Neotropical entomology**. 34: 1-11.2005.

ENDRES AA, CREÃO-DUARTE AJ, HERNÁNDEZ MIM. Diversidade de Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordestino. **Revista Brasileira de Entomologia**, 51, 67–71.2007.

ESCOBAR F, LOBO JM, HALFFTER, G. Altitudinal variation of dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes, **Global Ecology and Biogeography**.14 327–337.2005.

ESTRADA A. & COATES-ESTRADA R. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: Ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**.7, 459-474. 1991.

FINCHER, G.T. Dung beetles as biological control agents for gastrointestinal parasites of livestock. **Journal of Parasitology** 59, 396–399. 1973.

FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; COUTO, H. T. Z. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul - 2: ação de insetos fimícolas em massas fecais no campo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 237-247, 1995.

FILGUEIRAS, B.K.C. TABARELLI, M., LEAL, I.R., VAZ-DE-MELLO, F., PERES, C.A., IANNUZZI, L. Spatial replacement of dung beetles in edge-affected habitats: biotic homogenization or divergence in fragmented tropical forest landscapes? **Diversity and Distribution** 22, 400–409. 2016.

Filgueiras, B.K.C., Tabarelli, M., Leal, I.R., Vaz-De-Mello, F.Z. & Iannuzzi, L. Dung beetle persistence in human-modified landscapes: Combining indicator species with anthropogenic land use and fragmentation-related effects. **Ecological Indicators**, 55, 65–73. 2015.

FILGUEIRAS, BRUNO K.C; PERES, CARLOS A.; Iannuzzi, Luciana; TABARELLI, MARCELO; Leal, Inara R. Recovery of dung beetle assemblages in regenerating Caatinga dry forests following slash-and-burn agriculture. **Forest Ecology and Management**. 496, p. 119423, 2021.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, Disponível em: SOS Mata Atlântica Acesso em 08/08/2022.

GALETTI, M., BOVENDORP, R.S. & GUEVARA, R. Defaunation of large mammals leads to an increase in seed predation in the Atlantic forests. **Global Ecology and Conservation**, 3, 824–830. 2015.

GALETTI, M. & DIRZO, R. Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. **Biological Conservation**, 163, 1–6. 2013.

GILL, B.D. Dung Beetles in Tropical American Forest. In: J. Hanski & y. Cambefort. *Dung Beetle Ecology*. **Princeton University Press**, V. 481: p 211-229.1991.

GRINNELL, J. The niche-relations of the California thrasher. **The Auk**, 34, 427– 433.1917.

GRINNELL J. Geography and Evolution. **Ecology** 5: 225–229.1924.

GUISAN A, THUILLER W. Predicting Species Distribution: Offering More than Simple Habitat Models. **Ecology Letters**, 9:993–1009.2005.

GUISAN A, TINGLEY R, BAUMGARTNER JB, ET AL. Predicting species distributions for 491 conservation decisions. **Ecology Letters**, 16:1424–1435. 2013.

HALFFTER, G. & ARELLANO, L. Response of Dung Beetle Diversity to Human-737 induced Changes in a Tropical Landscape1. **Biotropica**, 34, 144–154. 2002.

HALFFTER, G. e EDMONDS, W. D. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae) - an ecological and evolutive approach. **Instituto de Ecología/ MAB, México**, DF, 242p. 1982.

HALFFTER, G. e FAVILA, M. E. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. **Biology International**, v. 27, p. 15 –21, 1993.

- HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomologica Mexicana**, v. 82, p. 195–238, 1991.
- HALFFTER G, MATTHEWS E. The Natural History of Dung Beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**. 12-14: 1-312 1966.
- HANSKI, I. e CAMBEFORT, Y. Dung beetle ecology. Princeton: **Princeton University Press**, p. 481. 1991
- HANSKI, I. & H. KOSKELA. Niche relations among dung- inhabiting beetles. **Oecologia** 28: 203-231. 1977.
- HAWES, J.E., VIEIRA, I.C.G., MAGNAGO, L.F.S., BERENGUER, E., FERREIRA, J., ARAGÃO, L.E.O.C., ET AL. A large-scale assessment of plant dispersal mode and seed traits across human-modified Amazonian forests. **Journal of Ecology**, 1–13. 2020.
- HAWKINS, B. A. ET AL. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. **Ecology**, v. 84, n. 12, p. 3105-3117, 2003.
- HERNÁNDEZ, M.I.M. The night and day of dungd to daily activity. Revista **Brasileira de Entomologia** 46: 597-600. 2002.
- HERNÁNDEZ, M.I.M. Besouros Scarabaeidae (Coleoptera) da área do Curimataú, Paraíba. Pp. 369-380. In: F.S. de Araújo; M.J.N. Rodal & M.R.V. Barbosa, (orgs.), Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga: Suporte a Estratégias Regionais de Conservação. **Ministério do Meio Ambiente**. 445 p. 2005.
- HERNÁNDEZ M.I.M. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) da caatinga paraibana, Brasil. **Oecologia Brasiliis**, 11, 356–364. 2007.
- HERNÁNDEZ MIM, BARRETO PSCS, COSTA VH, CREÃO-DUARTE AJ, FAVILA ME. Response of a dung beetle assemblage along a reforestation gradient in Restinga forest. **Journal of Insect Conservation**, 18(4): 539–546. 2014.
- HUTCHINSON, G.E. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22, 415– 427.1957.
- IANNUZZI L, SALOMÃO RP, COSTA FC, LIBERAL CN. Environmental patterns and daily activity of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in the Atlantic Rainforest of Brazil. **Entomotropica** 31(23): 196-207. 2016.
- IBGE. Atlas nacional do Brasil: região Nordeste. IBGE, Rio de Janeiro, 114 pp. 1985
- IZMA: Instituto Zoobotânico de Morro Azul, Disponível em: Instituto Zoobotânico de Morro Azul (izma.org.br) Acesso em 08/08/2022
- KLANDERUD, K.; VANDVIK, V.; GOLDBERG, D. The importance of biotic vs. abiotic drivers of local plant community composition along regional bioclimatic gradients. **Plos One**, v. 10, n. 6, p. 13. 2015.
- Krebs CJ. Ecological Methodology. 2 ed.: Benjamin Cummings. University of British Columbia. 765 p.1989.

LAROCA S. Ecologia: Princípios e Métodos. Petrópolis, RJ: 1 ed. Vozes Ltda. 197 p 1995.

LAURANCE, W.F. & VASCONCELOS, H.L. Ecological consequences of forest fragmentation in the amazon. **Oecologia Brasiliensis**, 13, 434–451. 2009.

LEAL I.R., TABARELLI M., SILVA J.M.C. Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 822. 2003.

LEAL I. R., SILVA J. M. C., TABARELLI M., LACHER JR. T. E. Changing the Course of Biodiversity Conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Conservation Biology** 19, 19 (3), 701-706. 2005.

LOUZADA, J.N.C. Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) detritívoros em ecossistemas tropicais: biodiversidade e serviços ambientais. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras: UFLA, p. 299 - 322. 2008.

Lopes, P.P. A relação espécie/área em fragmentos florestais: testando hipóteses através das comunidades de coleópteros predadores (Histeridae). **PhD Thesis**, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP. 2001.

MAGIOLI, M., RIBEIRO, M.C., FERRAZ, K.M.P.M.B. & RODRIGUES, M.G. Thresholds in the relationship between functional diversity and patch size for mammals in the Brazilian Atlantic Forest. **Animal Conservation**. 18, 499–511. 2015.

MENDES PONTES, A.R., BELTRÃO, A.C.M., NORMANDE, I.C., MALTA, A.D.J.R., SILVA, A.P. DA & SANTOS, A.M.M. Mass extinction and the disappearance of unknown mammal species: Scenario and perspectives of a biodiversity hotspot's hotspot. **Plos One**. 11, 1–26. 2016.

MENEZES R. S. C., SAMPAIO E. V. S. B., GIONGO V., PEREZ-MARIN A. M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology** 72, 643-653. 2012.

MORRONE JJ. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. **Zootaxa** 3782: 1–110. 2014

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, 853–858. 2000.

NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M.E. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetle. **Biological Conservation**, 141: 1461-1474. 2008.

PETRAITS PS. Likelihood measures of niche breadth and overlap. **Ecology** 60: 703- 710.1979.

PHILIPS, T.K. The evolutionary history and diversification of dung beetles. In Ecology and Evolution of Dung Beetles (ed: by Ridsdill-Smith, L. & Simmons, W; James, T.). Wiley-Blackwell, Chichester, UK, pp. 21–46. 2011.

- PIANKA ER. The structure of lizard communities. *Annu. Rev. of Ecol. Evol. and Syst.* 4: 53–74. 1973.
- PULLIAM, H. R. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*, 3(4), 349– 361 2000.
- RANTA, P. BLOM, T., NIEMELÄ, J., JOENSUU, E. & SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: Size, shape and distribution of forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, 7, 385 403.1998.
- RIPPLE, W.J., ESTES, J.A., BESCHTA, R.L., WILMERS, C.C., RITCHIE, E.G., HEBBLEWHITE, M., ET AL. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343. 2014.
- RODRIGUES ASL, ANDELMAN SJ, BAKARR MI, BOITANI L, BROOKS TM, COWLING RM, FISHPOOL LDC, FONSECA GAB, GASTON KJ, HOFFMANN M, LONG JS, MARQUET PA, PILGRIM JD, PRESSEY RL, SCHIPPER J, SECHREST W, STUART SN, UNDERHILL LG, WALLER RW, WATTS MEJ, YAN X. Effectiveness of the Global Protected Area Network in representing species diversity. *Nature* 428 (6983): 640–643. 2004.
- SANTOS AMM, CAVALCANTI DR, SILVA JMC, TABARELLI M. Biogeographical relationships among tropical forests in North-Eastern Brazil. *Journal of Biogeography* 34 (3): 437–446.2007.
- SHAHABUDDIN S., HASANAH U., ELIJONNADIH E. Effectiveness of dung beetles as bioindicators of environmental changes in land-use gradient in Sulawesi, Indonesia. *Biotropia* 21, 48-58.2014.
- SHANNON CE. The mathematical theory of communication. In: Shannon, C.E., Weaver, W. The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana, p. 3–91. 1948.
- SCHEFFLER, P. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*. 21: 9-19.2005.
- SIMBERLOFF D, DAYAN T. Guilds and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 22:115–43. 1991.
- SLADE E. M., D. J. MANN, J. F. VILLANUEVA, AND O. T. LEWIS. Experimental evidence for the effects of dung beetle functional group richness and composition on ecosystem function in a tropical forest. *Journal of Animal Ecology*. 76: 94-104. 2007.
- SLADE, E.M.; MANN, D.J.; LEWIS, O.T. Biodiversity and ecosystem function of tropical forest dung beetles under constrasting logging regimes. *Biological Conservation*, 144: 166-174. 2011.
- SILVA SM, MORAES-BARROS N, RIBAS CC, FERRAND N, MORGANTE JS. Divide to conquer: a complex pattern of biodiversity de picted by vertebrate components in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Journal of the Linnean Society* 107: 39–55. 2012.
- SILVA, J.M.C. DA & TABARELLI, M. The future of the Atlantic forest in northeastern Brazil. *Conservation Biology*, 15, 819–820. 2001.

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** 21(3), 487-494. 2017.

SILVA, F.A.B., HERNÁNDEZ, M.I.M., IDE, S. & MOURA, R.C. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro-necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 51: 228-233. 2007.

SILVA, F.A.B.; COSTA, C.M. Q.; MOURA, R.C. & FARIAS, A.M.I. Study of the Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Community at Two Sites: Atlantic Forest and Clear-Cut, Pernambuco, Brazil. **Environmental entomology**.39: 359-367. 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**. 44(3): 345 – 352. 2014.

SOBERÓN J, NAKAMURA, M Niches and Distributional Areas: Concepts, Methods, and Assumptions. **PNAS**, 2:19644–1950. 2009.

SOUZA, T., FRANÇA, F.M., BARLOW, J., DODONOV, P., SANTOS, J.S., FARIA, D., ET AL. The relative influence of different landscape attributes on dung beetle communities in the Brazilian Atlantic forest. **Ecological Indicators**, 117, 106534. 2020.

TABARELLI M, MELO MDVC, LIRA OC. A Mata Atlântica do nordeste. Mata Atlântica: uma rede pela floresta. Athalaia Gráfica e Editora Ltda, São Paulo, 149–164. 2006.

TABARELLI, M., AGUIAR, A.V., RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P. & PERES, C.A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, 143, 2328–2340. 2010.

URREA-GALEANO, L.A., ANDRESEN, E., COATES, R., MORA ARDILA, F. & IBARRA-MANRÍQUEZ, G. Dung beetle activity affects rain forest seed bank dynamics and seedling establishment. **Biotropica**, 51, 186–195. 2019.

VASCONCELOS, H. L. ET AL. Patterns of ant species diversity and turnover across 2000 km of Amazonian floodplain forest. **Journal of Biogeography**, v. 37, n. 3, p. 432-440, 2010.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. Monografias Terceiro Milênio, Zaragoza, v. 1:p. 183-195, 2000.

VELLOSO A. L., SAMPAIO E. V. S. B., PAREYN F. G. C. Ecorregiões: Propostas para o bioma Caatinga. Recife: Flamar, 76p. 2002.

YAMADA, D.; IMURA O.O.; SHI, K.; SHIBUYA, T.; Effect of tunneler dung beetles on cattle dung decomposition, soil nutrients and herbage growth grassland. **Grassl Sci**. 53:121–129. 2007

APÊNDICE

APÊNDICE A: Tabela representativa das espécies coletadas nas áreas de estudo, nos biomas de Mata Atlântica e Caatinga.

Caatinga	Mata Atlântica	Mata Atlântica / Caatinga
<i>Aphengium carbonarius</i>	<i>Agamopus convexus</i>	<i>Ateuchus ovalis</i>
<i>Ateuchus semicribratus</i>	<i>Anomiopus nigricans</i>	<i>Canthidium manni</i>
<i>Ateuchus volxemi</i>	<i>Aphengium ibateguara</i>	<i>Canthon carbonarius</i>
<i>Canthon curvipes</i>	<i>Ateuchus oblongus</i>	<i>Canthon lituratus</i>
<i>Canthon melanchlicum</i>	<i>Canthidium colare</i>	<i>Canthon mutabilis</i>
<i>Canthon rutilans</i>	<i>Canthidium humerale</i>	<i>Canthon nigripennis</i>
<i>Canthon substriatus</i>	<i>Canthidium korschefskyi</i>	<i>Canthon piluliformis</i>
<i>Deltochilum brasiliense</i>	<i>Canthon haroldi</i>	<i>Canthon simulans</i>
<i>Deltochilum verruciferum</i>	<i>Canthon iannuzziae</i>	<i>Canthon staigi</i>
<i>Dichotomius irinus</i>	<i>Canthon juvenicus</i>	<i>Canthon terciæ</i>
<i>Dichotomius laevicollis</i>	<i>Canthon machadoi</i>	<i>Canthon virens chalybaeus</i>
<i>Dichotomius puncticolis</i>	<i>Canthon maldonadoi</i>	<i>Coprophanaeus cyanescens</i>
<i>Dichotomius triangulariceps</i>	<i>Canthon oliverioi</i>	<i>Coprophanaeus pertyi</i>
<i>Eutrichillum hirsutum</i>	<i>Canthon septemmaculatus histrio</i>	<i>Deltochilum calcaratum</i>
<i>Malagoniella astyanax</i>	<i>Canthon smaragdulus</i>	<i>Deltochilum irroratum</i>
<i>Ontherus appendiculatus</i>	<i>Canthon virens scrutator</i>	<i>Deltochilum pseudoicarus</i>
<i>Ontherus digitatus</i>	<i>Canthonella barrerae</i>	<i>Diabroctis mimas</i>
<i>Ontherus ulcopygus</i>	<i>Canthonella lenkoi</i>	<i>Dichotomius carbonarius</i>

<i>Uroxys bahianus</i>	<i>Canthonella silphoides</i>	<i>Dichotomius catimbau</i>
-	<i>Coprophanaeus acrisius</i>	<i>Dichotomius geminatus</i>
-	<i>Coprophanaeus bellicosus</i>	<i>Dichotomius mormon</i>
-	<i>Coprophanaeus dardanus</i>	<i>Dichotomius nisus</i>
-	<i>Coprophanaeus ensifer</i>	<i>Dichotomius semisquamosus</i>
-	<i>Coprophanaeus punctatus</i>	<i>Digitonthophagus gazella</i>
-	<i>Deltochilum sextuberculatum</i> species-group	<i>Eurysternus caribaeus</i>
-	<i>Diabroctis pseudomimas</i>	<i>Eurysternus hirtellus</i>
-	<i>Dichotomius bos</i>	<i>Eurysternus nigrovirens</i>
-	<i>Dichotomius depressicollis</i>	<i>Ontherus azteca</i>
-	<i>Dichotomius filgueirasi</i>	<i>Onthophagus hircus</i>
-	<i>Dichotomius gilleti</i>	<i>Onthophagus ranunculus</i>
-	<i>Dichotomius guaribensis</i>	<i>Trichilum externepunctatum</i>
-	<i>Dichotomius iannuzziae</i>	-
-	<i>Dichotomius schiffleri</i>	-
-	<i>Ontherus aphodioides</i>	-
-	<i>Ontherus erosus</i>	-
-	<i>Onthophagus bidentatus</i>	-
-	<i>Onthophagus clypeatus</i>	-
-	<i>Onthophagus ptox</i>	-
-	<i>Oxysternon silenus</i>	-
-	<i>Pseudocanthon xanthurus</i>	-
-	<i>Sylvicanthon obscurus</i>	-

-	<i>Uroxys batesi</i>	-
---	----------------------	---

Tabela 2: Espécies encontradas nos estudos revisados de besouros escarabeíneos, na Mata Atlântica e Caatinga.