

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

DIVERSIDADE DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS COPRO-NECRÓFAGOS
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) E A DISPERSÃO
SECUNDÁRIA DE SEMENTES POR *Canthon (Peltecanthon) staigi* (Pereira,
1953) EM UMA ÁREA DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO
BRASIL

JOÃO PESSOA
2019

DANIEL BRUNO DE SÁ DANTAS

DIVERSIDADE DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS COPRO-NECRÓFAGOS
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) E A DISPERSÃO
SECUNDÁRIA DE SEMENTES POR *Canthon (Peltecanthon) staigi* (Pereira,
1953) EM UMA ÁREA DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO
BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Biológicas
(Zoologia) da Universidade Federal da
Paraíba, como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Mestre em Ciências
Biológicas (Zoologia).

ORIENTADOR: Dr. Celso Feitosa Martins

COORIENTADORA: Dra. Carolina Nunes Liberal

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Zoologia

LINHA DE PESQUISA: Ecologia de populações e ecossistemas

NATUREZA DO TRABALHO: Dissertação de Mestrado

João Pessoa
2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

D184d Dantas, Daniel Bruno de Sá.

Diversidade de besouros escarabeíneos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) e a dispersão secundária de sementes por Canthon (Peltecanthon) staigi (Pereira, 1953) em uma área de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil / Daniel Bruno de Sá Dantas. - João Pessoa, 2019.

78 f. : il.

Orientação: Celso Feitosa Martins.

Coorientação: Carolina Nunes Liberal.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Rola-bosta. 2. Espécies - riqueza. 3. Coprofagia. 4. Zoocoria. 5. Mata do Buraquinho. I. Martins, Celso Feitosa. II. Liberal, Carolina Nunes. III. Título.

UFPB/BC

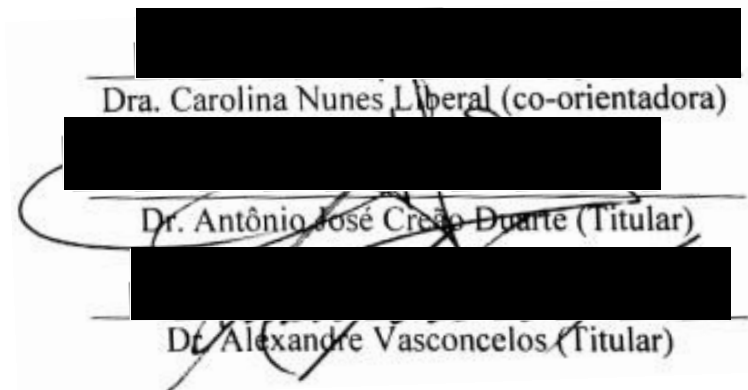
CDU 595.764(043)

DANIEL BRUNO DE SÁ DANTAS

DIVERSIDADE DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS COPRO-NECRÓFAGOS
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) E A DISPERSÃO
SECUNDÁRIA DE SEMENTES POR *Canthon (Peltecanthon) staigi* (Pereira,
1953) EM UMA ÁREA DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO
BRASIL

BANCA EXAMINADORA

TITULARES



SUPLENTES

Dra. Luciana Iannuzzi
Departamento de Zoologia – UFPE

Dr. Fredy Alexander Alvarado Roberto
Centro de Ciências Agrárias - UFPB

*Dedico esta obra a todas as
crianças carentes, as quais não
tiveram oportunidade de estudar e
conhecer a ciência, devido à
ignorância e egoísmo de terceiros.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar e iluminar minhas ideias durante toda esta longa e árdua jornada de trabalho.

Aos meus pais Geraldo Magela Dantas e Maria de Fátima de Sá Dantas, aos meus irmãos Diógenes de Sá Dantas e Dennis de Sá Dantas, às minhas cunhadas Liny Dantas e Camille Dantas e aos meus lindos sobrinhos Guilherme Dantas e Arthur Dantas, nos quais busquei forças e discernimento para completar esta etapa tão importante para minha vida.

Aos meus orientadores: Dra. Carolina Nunes Liberal e Dr. Celso Martins Feitosa que gentilmente aceitaram a minha proposta de projeto e confiaram no meu trabalho. São dois orientadores e amigos verdadeiros, os quais aprendi muito durante minha vida acadêmica. Aos mesmos, o meu muito obrigado, de coração.

Ao professor Dr. Alexandre Vasconcellos pelo apoio técnico-científico, pela elaboração da carta de referência durante o processo de seleção, pelo espaço durante a disciplina de Estágio Docência e pelo aceite para participar da minha banca de Mestrado.

Ao professor: Dr. Antônio José Creão-Duarte, pelo aceite para participar da minha banca de Mestrado, além de me apresentar à Entomologia na UFPB, desde à época do início da minha Graduação e pelas demais orientações durante a minha vida acadêmica, o meu muito obrigado.

Aos colegas do meu grupo de pesquisa Anthony Bessa, João Paulo (JP) e Jean (o homem abelha), além dos demais do laboratório de entomologia da UFPB, em especial àqueles que me ajudaram nas coletas.

Ao Governo do Estado da Paraíba, na pessoa da Suênia, diretora do Parque Estadual: Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, pelo licenciamento e apoio durante os trabalhos de campo.

Ao ICMbio pela autorização de coleta de material biológico, além das demais orientações técnicas durante as solicitações de licenciamento ambiental para pesquisas.

Ao professor Dr. Márcio Bernardino da Silva, pelo espaço durante a disciplina de Estágio Docência, além das demais orientações no Laboratório de Entomologia.

Ao professor Dr. Bráulio Almeida Santos pela autorização do espaço, cedido gentilmente no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação – LEAC e pelas orientações técnicas durante a Disciplina de Seminários de Pesquisa –II.

Ao Dr. Patrício Adriano da Rocha pelas orientações nas Disciplinas de Seminários de Pesquisa – I e Zoologia de Campo.

À professora Dra. Rogéria Galdêncio do Rego pelo carinho, atenção e apoio desde a graduação, a qual concluí também na UFPB.

Ao professor Dr. Alexandre Colavite pela orientação das referências bibliográficas, as quais eu adquiri durante a formação da minha biblioteca pessoal, além das orientações durante a Disciplina de Zoologia de Campo.

Ao Prof. Pedro Gadelha pelo apoio técnico na área da Botânica com as sementes.

Aos professores: Dr. Gindomar G. Santana e MSc. Paulo Montenegro pelo apoio na pesagem das sementes e besouros no Laboratório de Eco fisiologia da UFPB.

À professora MSc. Natieli Tenório da Silva pela disponibilidade de boa parte dos dados meteorológicos.

Ao amigo Lucas José Macedo Freire pela ajuda na edição de mapas, o meu muito obrigado.

Aos amigos: Sr. Nenê e Sr. Nildo, ambos dos serviços gerais pela ajuda com as caixas de papelão, além dos seus serviços de limpeza de alta qualidade os quais mantém o nosso ambiente de trabalho sempre limpinho.

A minha grande amiga Júlia Maria Casseiro de Assis, muito obrigado pelas palavras de carinho, incentivo e de fé, o meu muito obrigado.

Ao amigo Aldo Machado pela ajuda e disponibilidade de tempo nos reparos de marcenaria no recinto de testes no LEAC-UFPB, o meu muito obrigado.

Aos amigos: Hélio de Siqueira, Cláudia Germana, Ana Morena, Dona Irani (*in memorian*), Sr Gilvandro Vasconcellos e Dona Zenilda Vasconcellos, Gorete Alves, Alberlany Pereira, os quais sempre me apoiaram nos estudos.

À toda família Oliveira: Dona Auxiliadora (tia do coração), Deyse, Danilo, Priscila, Davidson, minha linda pequena Madú e em especial ao grande professor de Biologia, mestre Bill (*in memorian*), o qual me inspirou nos primeiros trabalhos acadêmicos durante a graduação.

*As luzes da ignorância se
acabam, quando os homens
de boa fé as apagam.*

Daniel Dantas

RESUMO

Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) possuem mais de 6.200 espécies descritas, as quais são predominantemente coprófagas. Devido a suas atividades de alimentação e reprodução são sugeridos como bioindicadores e desempenham papéis ecológicos importantes. O presente estudo teve como objetivo estudar a diversidade de besouros escarabeíneos copro-necrófagos e avaliar a capacidade de dispersão secundária de sementes por *Canthon staigi* em uma área de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. Foram formuladas as seguintes hipóteses: a riqueza e abundância desses besouros é maior na estação chuvosa; há diferença na composição de espécies entre as estações; *Canthon staigi* é um eficiente dispersor secundário de sementes pequenas. As seis coletas de besouros e sementes foram realizadas no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, sendo três durante a estação seca e três na chuvosa, em 2018. Foram utilizados 40 *pitfalls*, iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido para besouros e dez coletores (1x1m) para chuva de sementes. Sementes e besouros foram triados e apenas os indivíduos da espécie *C. staigi* foram mantidos vivos para os testes em laboratório. Os dados de abundância e riqueza entre as estações foram comparados utilizando ANOVA um fator. Cinco testes de dispersão secundária de sementes foram realizados no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação – LEAC-UFPB. Para isso, as sementes, previamente classificadas em quatro classes de tamanho, foram inseridas em porções de 15g de fezes bovinas frescas e dispostas em cada um dos dez terrários. Os terrários foram adaptados em bandejas plásticas (43 x 30 x 8cm) com terra, cada uma contendo cinco besouros. Foram feitos os registros de quantidades de bolas com ou sem sementes. Também foi feita a observação dos tipos de movimentos horizontal ou vertical. Dos 1.184 indivíduos coletados de nove espécies, foram registrados 756 (63,9%) das nove espécies para a estação chuvosa e 428 (36,2%) de seis espécies para a seca, sendo encontrada diferença significativa tanto na abundância quanto na riqueza entre as estações. *Canthon staigi* foi a espécie mais abundante em ambas as estações, sendo *Canthon* sp., *Coprophanaeus ensifer* e *Coprophanaeus cyanescens* registrados apenas na estação chuvosa, o que indica que houve diferença na composição das espécies nas estações. Em 107 bolas de fezes produzidas, foi registrado deslocamento de 42 bolas com sementes e dessas, foi registrado 91% da dispersão de sementes pequenas (< 6 mm). De acordo com tais resultados, pode-se concluir que a riqueza e abundância dos besouros escarabeíneos são maiores na estação chuvosa e que a composição dessas espécies é diferente entre as estações seca e chuvosa. Além disso, conclui-se também que *Canthon staigi* é um dispersor de sementes pequenas e médias pode atuar diretamente nos processos de sucessão ecológica, dessa forma contribuindo para estudos de conservação da biodiversidade, em especial em ecossistemas tropicais.

Palavras-chave: Rola-Bosta; Riqueza de espécies; Coprofagia; Zoocoria; Mata do Buraquinho

ABSTRACT

Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) have more than 6,200 species described, which are predominantly coprophagous. Due to their feeding and breeding activities they are suggested as bioindicators and play important ecological roles. This study aim to know the diversity of copro-necrophagous dung beetles and to evaluate the secondary seed dispersal capacity by *Canthon staigi* in an area of Atlantic Forest in Northeast Brazil. The following hypotheses were formulated: the richness and abundance of these beetles is higher in the rainy season; there is a difference in species composition between seasons; *Canthon staigi* is an efficient secondary spreader of small seeds. The six collections of beetles and seeds were carried out at the Mata do Buraquinho Wildlife Refuge, three during the dry season and three in the rainy season, in 2018. Forty pitfalls were used, baited with human faeces and rotted bovine spleen for beetles and ten collectors (1x1m) for seed rain. Seeds and beetles were screened and only *C. staigi* individuals were kept alive for laboratory tests. The abundance and richness data between the seasons were compared using one-way ANOVA. Five tests of secondary dispersion of seeds were carried out in the Laboratory of Ecology Applied to Conservation - LEAC-UFPA. For this, the seeds, previously classified in four size classes were inserted in portions of 15g of fresh bovine feces and placed in each of the ten terrariums. The terrariums were adapted of plastic trays (43 x 30 x 8cm) with soil, each containing five beetles. Records of quantities of seeded and seedless balls were made. Also, the observation of the types of horizontal or vertical movements was made. Of the 1,184 individuals collected from nine species, 756 (63.9%) of the nine species were recorded for the rainy season and 428 (36.2%) of six species were recorded for the drought. A significant difference was found in both abundance and richness between the seasons. *Canthon staigi* was the most abundant species in both seasons, being *Canthon* sp., *Coprophanaeus ensifer* and *Coprophanaeus cyanescens* recorded only in the rainy season, which indicates that there was difference in the composition of the species between the seasons. In 107 balls of feces produced, displacement of 42 balls with seeds was registered, 91% of the dispersion of small seeds (<6 mm) was recorded. According to these results, we can conclude that the richness and abundance of beetle beetles are higher in the rainy season and that the composition of these species is different between dry and rainy seasons. In addition, we conclude that *Canthon staigi* is an secondary spreader of small seeds and can act directly in the processes of ecological succession, thus contributing to biodiversity conservation studies, especially in tropical ecosystems.

Keywords: Rola-bosta; Species richness; Coprophagia; Zoocoria; Mata do Buraquinho

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	6
RESUMO.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABELAS.....	17
APRESENTAÇÃO.....	20
INTRODUÇÃO GERAL.....	21
REFERÊNCIAS.....	25

CAPÍTULO - I

Diversidade de besouros escarabeíneos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) em uma área de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil.....	29
INTRODUÇÃO.....	30
<i>Objetivos e hipóteses</i>	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
<i>Área de estudo</i>	32
<i>Coleta dos escarabeíneos</i>	33
<i>Análises de dados</i>	36
RESULTADOS	36
<i>Abundância, riqueza e composição de espécies</i>	38
<i>Suficiência amostral de escarabeíneos</i>	41
DISCUSSÃO.....	43
<i>Abundância e riqueza</i>	43
<i>Composição de espécies</i>	45
<i>Sazonalidade dos besouros escarabeíneos</i>	47
CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

CAPÍTULO - II

Dispersão secundária de sementes por <i>Canthon (Peltecanthon) staigi</i> Pereira, 1953 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) em uma área de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil	53
INTRODUÇÃO.....	54
<i>Objetivos e hipóteses</i>	56
MATERIAL E MÉTODOS.....	57
<i>Área de estudo</i>	57
<i>Coleta de besouros</i>	57
<i>Coleta, triagem e classificação das sementes</i>	57
<i>Área do estudo experimental</i>	60
<i>Criação de besouros</i>	62
<i>Protocolo</i>	62
<i>Testes de dispersão secundária de sementes e suas respectivas etapas</i>	64
RESULTADOS.....	66
<i>Coleta de dados</i>	66
<i>Besouros</i>	66
<i>Sementes</i>	67
<i>Testes de laboratório</i>	68
<i>Produção de bolas de fezes</i>	68
DISCUSSÃO.....	70
<i>Dispersão secundária de sementes e os processos de regeneração florestal</i>	73
CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
APÊNDICE.....	80

CAPÍTULO - I

Figura 01: Localização geográfica do Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho Na matriz urbana da cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Créditos da figura para Freire, 2019.* 33

Figura 02. Desenho amostral do transecto de *pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino para coleta de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), durante os meses de março a dezembro de 2018, no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, Município de João Pessoa, PB. 34

Figura 3. *Pitfalls* utilizados durante as coletas dos besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, durante o ano de 2018. **A.** Detalhes para uma armadilha iscada com fezes. **B.** Detalhe para uma armadilha iscada com baço bovino em decomposição. 35

Figura 4. Esquema simplificado da montagem dos *Pitfalls*, utilizados durante as coletas dos besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, durante o ano de 2018. **A.** Detalhes para uma armadilha iscada com fezes. **B.** Detalhe para uma armadilha iscada com baço bovino em decomposição. 35

Figura 5. *Canthon staigi*, coletado através de *Pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido, durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018. 37

Figura 6. *Coprophanaeus ensifer*, coletado através de *Pitfalls* iscados com baço bovino apodrecido, durante a estação chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018. 38

Figura 7. *Dichotomius guaribensis*, coletado através de *Pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido, durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018. 38

Figura 8. Comparação dos dados de abundância de besouros escarabeíneos copro-necrófagos entre as estações seca e chuvosa no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, 2018, por meio da Análise de Variância (ANOVA um fator). 39

Figura 9. Comparação dos dados de riqueza de espécies de besouros escarabeíneos copro-necrófagos entre as estações seca e chuvosa no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, 2018, por meio da Análise de Variância (ANOVA um fator). 40

Figura 10. Dendrograma representativo da comparação entre a composição das espécies entre os meses chuvosos e secos, de acordo com o Coeficiente de Jaccard = 0,7475, coletadas no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, 2018. 41

Figura 11. Dendrograma representativo da comparação entre a composição das espécies entre os meses chuvosos e secos, de acordo com o Coeficiente de Morisita = 0,9645, coletadas no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, 2018. 41

Figura 12. Estimativas de riqueza de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em relação ao esforço amostral de coletas, realizadas *Pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido, durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018. 42

CAPÍTULO - II

Figura 01. Desenho amostral do transecto com armadilhas de *Pitfalls*, instalado durante os meses de março a dezembro de 2018, no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, Município de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Col.:** Coletor. 57

Figura 02. Coletores de sementes confeccionado sem PVC e utilizados nas coletas durante as estações seca e chuvosa, no ano de 2018 no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Coletor utilizado no teste piloto. **B.** Coletor utilizado no transecto durante a coleta de amostras da chuva de sementes. 58

Figura 03. Processo de pesagem das amostras de sementes coletadas no ano de 2018, no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Detalhe para a balança de precisão, caderno de anotações e potes de acrílico com as amostras de sementes separadas por quatro classes de tamanho. **B.** Detalhes do processo de pesagem e anotação dos dados. 60

Figura 04. Localização da área de estudo. A estrela indica o Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação no interior de um dos fragmentos do Campus I da Universidade Federal da Paraíba. *Fonte: Adaptado de Silva (2011) e Costa et al. (2017).* 61

Figura 05. Local de realização dos testes de dispersão secundária de sementes por *Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Entrada do LEAC. **B.** Vista externa do recinto de testes. 61

Figura 06. Terrário adaptado em um balde plástico para a criação de *Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Vista externa do terrário. **B.** Vista interna do terrário. 62

Figura 07. Esquema simplificado do desenho amostral dos terrários utilizados durante a etapa experimental para dispersão secundária de sementes *por Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

63

LO. Local de observação do pesquisador; **T.** Terrários enumerados de 01 a 10.

Figura 08. Disposição dos terrários internamente ao recinto de testes de dispersão secundária de sementes *por Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A e B:** Vista panorâmica da disposição dos terrários com destaque para os potes coletores de bolas de esterco. **C:** Vista frontal de um terrário com destaque para a tela de proteção presa ao elástico azul. **D.** Vista superior de um terrário, com destaque para uma porção de esterco bovino.

63

Figura 09. Amostras de sementes separadas por quatro subclasses de tamanho e bandeja metálica com as porções de esterco bovino, preparadas com as respectivas sementes e utilizadas durante os testes para dispersão secundária de sementes *por Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Potes de acrílico com as respectivas classes de sementes: **c-01** subclasse de semente número 01; **c-02** subclasse de semente número 02; **c-03** subclasse de semente número 03 e **c-04** subclasse de semente número 04. **B.** Bandeja metálica com as porções de esterco bovino, preparadas com as respectivas classes de sementes: **p1(c-1)** porção 1 com a subclasse c-1; **p2(c-2)** porção 2 com a subclasse c-2; **p3(c-3)** porção 3 com a subclasse c-3; **p-4(c-4)** porção 4 com a subclasse c-4 e **p5(c-m)** porção 5 com a classe mista c-m.

65

Figura 10. *Canthon staigi*, coletado através de *Pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido, durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018.

67

Figura 11. Classificação dos tamanhos das sementes, total de bolas produzidas (com e sem sementes) e tipos de deslocamento do recurso *Canthon (P) staigi*, durante os 5 testes de dispersão secundária de sementes, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **C-01** subclasse de semente número 01; **c-02** subclasse de semente número 02; **c-03** subclasse de semente número 03; **c-04** subclasse de semente número 04 e **c-m**: classe de sementes mistas. 69

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO – I

Tabela 1. Abundância, riqueza e composição das espécies de besouros escarabeíneos copro-necrófagos, coletados durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018. 37

Tabela 2. Estimativas de riqueza de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em relação ao esforço amostral de coletas, realizadas durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018. 42

Si. Singleton. **Do.** Doubletons. **M.E.A.** Média da estimativa da abundância. **S.A.A.** Suficiência amostral (abundância %). **M.E.I.** Média da estimativa incidência. **S.A.I.** Suficiência amostral (incidência %).

CAPÍTULO – II

Tabela 1. Classificação, comprimento e peso médio das sementes coletadas no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho em 2018 e utilizadas nos testes de dispersão secundária de sementes por *Canthon (P) staigi*, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. 60

Tabela 2. Representação da proporção das classes de sementes, inseridas nas porções de 15 g de esterco bovino por tratamento da classe mista (**c-m**) nos 10 terrários durante os 5 testes de dispersão secundária por *Cathon (P) staigi*, 60 realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Nsu.** Número de sementes utilizadas na porção de esterco. **Nsc.** Número de sementes coletadas para os testes.

Tabela 3. Resumo da distribuição das classes de sementes inseridas nas porções de 10 g de esterco bovino/tratamento nos 10 terrários durante os 5 testes de dispersão secundária de sementes por *Canthon (P) staigi*, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à 66 Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **T.** Terrários. **c-01** subclasse de semente número 01; **c-02** subclasse de semente número 02; **c-03** subclasse de semente número 03; **c-04** subclasse de semente número 04 e **c-m:** classe de sementes mistas.

Tabela 4. Medidas de comprimento médio, largura média e peso médio da espécie *Canthon staigi*, utilizadas durante os testes para dispersão secundária de sementes durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada 67 à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Tabela 5. Classificação, número, tamanho e peso médio das sementes coletas durante os meses de março e dezembro de 2018 no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **S.C.** Subclasses; **C.M.** 68 Comprimento médio; **C.M.I.C.** Comprimento médio por intervalos de classes; **D.P.C.** Desvio padrão do comprimento médio; **P.M.** Peso médio. **D.P.P.M.** Desvio padrão do peso médio.

Tabela 6. Classificação dos tamanhos das sementes, total de bolas produzidas (com e sem sementes) e tipos de deslocamento do recurso *Canthon (P) staigi*, durante os 5 testes de dispersão secundária de sementes, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação 69

(LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **C-01** classe de semente número 01; **c-02** classe de semente número 02; **c-03** classe de semente número 03; **c-04** classe de semente número 04 e **c-m**: classe de sementes mistas.

APRESENTAÇÃO

Este estudo faz parte de um projeto de pesquisas maior, o qual objetiva investigar tanto a diversidade quanto aspectos comportamentais referentes à fauna de besouros escarabeíneos copro-necrófagos, na Paraíba. O presente estudo apresenta resultados referentes à diversidade de escarabeíneos copro-necrófagos em Floresta Atlântica e o potencial de dispersão secundária de sementes por *Canthon staigi*.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do planeta, com aproximadamente 20% do total da diversidade biológica descrita e mesmo assim, o conhecimento científico sobre a mesma ainda é bastante restrito, principalmente no que diz respeito aos invertebrados (Varella, 1997; Joly, 2002; Peixoto & Amorim, 2003; Moreira, 2005; Toledo, 2006). Aproximadamente 10% de toda a fauna de invertebrados do planeta ocorre no Brasil e das 950 mil espécies de insetos no mundo (73% dos invertebrados), apenas pouco mais de 11% foram registradas para esse país (Lewinsohn & Prado, 2005). Além disso, esse restrito conhecimento sobre a diversidade desse táxon se apresenta de maneira bastante desigual nas diversas regiões do país, mesmo sendo levadas em conta as espécies de interesses médico e econômico (Brandão *et al.*, 2002; Catanozi, 2010).

Tal expressiva diversidade biológica dos insetos pode ser explicada devido às suas adaptações morfológicas e comportamentais, ocupando os mais diversos habitats e nichos, e desempenhando importantes funções ambientais. Por esses e outros atributos, alguns táxons de hexápodes, como por exemplo, os besouros escarabeíneos têm sido sugeridos como ótimos indicadores de biodiversidade em ecossistemas de florestas tropicais, em especial para programas de monitoramento ambiental e reflorestamento (Halffter & Favila, 1993; Vaz-de-Mello, 2000; Liberal, 2008).

Os besouros escarabeíneos pertencem à Ordem Coleoptera, família Scarabaeidae, e contam com mais de 6.200 espécies descritas em 267 gêneros (Tarasov & Génier, 2015). Para o Brasil foram registradas 618 espécies, das quais 323 são endêmicas para esse país e distribuídas em 49 gêneros (Vaz-de-Mello, 2000). Seus hábitos alimentares são importantes por determinar suas características comportamentais, morfológicas, desenvolvimento embrionário e distribuição geográfica, podendo ser encontrados em grandes diversidades, principalmente na faixa tropical (Halffter & Matthews, 1966; Liberal, 2008). A maioria das espécies se restringe às áreas com precipitação superior a 250mm por ano e com temperatura média acima de 15°C (Endres *et al.*, 2005).

Tais besouros encontram-se classificados em guildas bem definidas, as quais podem ser classificadas de acordo com o nível de generalização da dieta em: coprófagas (alimentam-se de fezes, principalmente de mamíferos), necrófagas (alimentam-se de carcaças de animais em decomposição) ou ainda em generalistas (apresentam uma maior variedade de recursos alimentares) (Halffter & Matthews, 1966; Halffter & Favila, 1993; Liberal, 2008). Além disso, esses insetos podem ser classificados pelas estratégias de

alocação de recursos, em grupos funcionais, tais como: telecoprídeos ou rola-bosta (aqueles que conduzem parte do recurso para locais distantes da fonte), paracoprídeos ou tuneleiros (aqueles que conduzem o recurso para o lado ou abaixo da fonte) e endocoprídeos ou moradores (aqueles que permanecem no próprio local da fonte) (Cambefort & Hanski, 1991; Liberal, 2008). Além dessas categorias citadas, ainda podemos identificar besouros micetófagos (que se alimentam de fungos em decomposição), mirmecófilos (estabelecem relações de cooperação com formigas), predadoras e ainda as que utilizam recursos alternativos, tais como ovos em decomposição (Halffter & Matthews, 1966; Vaz-de-Mello & Louzada, 1997; Vaz-de-Mello *et al.*, 1998; Cano 1998, Silveira *et al.*, 2006).

No Brasil, de maneira geral, esses insetos são conhecidos por “rola bosta”, devido ao hábito de transportar e utilizar material fecal de outros animais (por exemplo, mamíferos) para alimentação e nidificação em locais protegidos (Halffter & Matthews, 1966). O termo “rola bosta”, adaptado do inglês “*Dung Beetle*” ou besouro do esterco, citado por Halffter & Matthews (1966), pode ser aplicado aos membros das três subfamílias de Scarabaeidae: Aphodiinae, Geotrupinae e Scarabaeinae, entretanto, para essa última, a coprofagia é uma característica importante para a maioria das espécies, tanto por larvas quanto pelos adultos, já que a mesma é uma característica exclusiva de poucas espécies de insetos, nas quais essa subfamília encontra-se inserida (Halffter & Edmonds, 1982).

O fato dos besouros escarabeíneos desenvolverem suas atividades de alimentação e reprodução, através da construção de túneis sob a superfície do solo (Halffter & Matthews, 1966), faz com que esses insetos exerçam diversos serviços ambientais, entre eles: fertilização e aeração do solo (Mittal, 1993); retenção de matéria orgânica e água no solo (Nealis, 1977; Hernández, 2007); controle sobre ovos e larvas de moscas (Bergstrom *et al.*, 1976); supressão e dispersão de parasitas, regulação trófica e polinização (Nichols *et al.*, 2008), além da atuação na dispersão de sementes, onde consequente participam no processo natural de regeneração do ambiente (Andresen, 1999; 2001; 2002; Andresen & Feer, 2005).

Entende-se por dispersão de sementes, o processo pelo qual as sementes são removidas das imediações da planta-mãe para distâncias “seguras”, onde as taxas de predação e competição são mais baixas, como sendo um processo-chave dentro do ciclo de vida da maioria das plantas, especialmente em ambientes tropicais (Janzen, 1970; Howe & Miriti, 2004). Esse é um importante processo ecológico envolvido na dinâmica

da regeneração florestal (Guariguata & Ostertag, 2001) e a combinação de dois diferentes meios de dispersão pode aumentar sua eficácia (Vander & Longland, 2004).

Em geral, a dispersão de sementes pode ser classificada como dispersão primária e secundária. Entende-se por dispersão primária, aquela onde as sementes são transportadas para locais próximos ou distantes da planta-mãe, com ou sem o auxílio de agentes dispersores externos. Com relação aos dispersores externos (por exemplo, vertebrados ou invertebrados) esses podem consumir direta ou indiretamente essas sementes, ainda no fruto ou não, e transportá-las via material fecal para algum local próximo ou muito distante da planta-mãe. A dispersão secundária é aquela em que a semente, já dispersa primariamente será consumida ou carregada e distribuída para locais próximos ou distantes dessa mesma planta (O’Farril *et al.*, 2013; Watson, 2013).

Além disso, os movimentos horizontais e/ou verticais das sementes presentes no esterco também ocorrem, entretanto, esse papel ecológico da atividade, por parte dos besouros e seus efeitos sobre a reprodução da planta ainda são pouco compreendidos (Andresen, 2002). O movimento horizontal promove a diminuição da competição entre as sementes, a predação e ação de patógenos (Estrada & Coates-Estrada, 1991), enquanto que o movimento vertical, proporciona um melhor microambiente para a germinação das sementes (Andresen, 2001). Com isso, os besouros escarabeíneos, em Florestas Tropicais, como por exemplo a Floresta Atlântica, podem contribuir para o processo reprodutivo das plantas e, portanto, na regeneração das mesmas, através da sua função como dispersores secundários de sementes (Andresen, 2001).

A Floresta Atlântica é considerada um dos 34 *hotspots* de biodiversidade do mundo e atualmente, menos de 12% dessa floresta ainda permanecem (Costa, 2012) distribuídos, geralmente em pequenos fragmentos florestais (<50 ha) (Tabarelli *et al.*, 2012) e desses, menos de 2% estão localizados em zonas protegidas (Ribeiro *et al.*, 2009). Embora tenha sido em grande parte destruída, altamente fragmentada e isolada (Ribeiro *et al.*, 2009), ainda abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Myers *et al.*, 2000).

Desde à chegada dos portugueses, a Floresta Atlântica nordestina foi o carro chefe na participação ativa das “trilhas” do que viria a ser o nosso País (Cabral, 2014). De lá para cá aquela paisagem florestal contínua deu espaço aos mais diversos processos indiscriminados de usos do solo para o cultivo de cana-de-açúcar, além da pecuária extensiva e outros sistemas agroindustriais (Melo, 2017), resultando nos altos índices de fragmentação, os quais já foram citados anteriormente.

No Nordeste brasileiro a Floresta Atlântica se apresenta distribuída na planície litorânea, onde são conhecidas por Florestas de Tabuleiros, as quais se estendem sobre solos arenosos e areno-argilosos e que apresentam altitudes inferiores a 100m (Mabsoone *et al.*, 1972). Em relação às outras regiões as quais o bioma Mata Atlântica abrange, o Domínio Nordeste é o menor (Melo, 2017) e também foi reconhecido pela Lei nº 11.428/2006 (BRASIL, 2006).

De acordo com dados avaliados entre 2017 e 2018 (SOS Mata Atlântica, 2019), na região Nordeste, o Estado do Piauí-PI ocupa a primeira colocação em porcentagem de conservação natural da Mata Atlântica, com 34,4% de área natural conservada, seguida dos Estados do Ceará-CE, Rio Grande do Norte- RN e Pernambuco-PE, respectivamente com 16,1%, 13,0% e 12,6%. Ainda de acordo com esses dados, o Estado da Paraíba vem em seguida com 11,2% do total de área natural conservada.

Apesar de uma redução de 9,3% na taxa de desmatamento da Floresta Atlântica, de acordo com os dados coletados entre 2017 e 2018 (SOS Mata Atlântica, 2019), os processos de fragmentação, e outras ações antrópicas ainda estão evidentes, em especial para o Domínio Nordeste. Isso, de fato, torna-se motivo de alerta para ações ecológicas de conscientização social e estudos científicos, visando a proteção permanente dessa tão importante biodiversidade local.

Dessa forma, considerando a importância dos estudos de diversidade biológica, altos índices de fragmentação do Domínio Nordeste da Floresta Atlântica e as funções ambientais desenvolvidas pelos besouros escarabeíneos, este estudo objetivou estudar a diversidade dos besouros escarabeíneos copro-necrófagos e avaliar a capacidade de dispersão secundária de sementes por *Canthon staigi* em uma área de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. Por fim, espera-se contribuir efetivamente para futuros estudos mais aprofundados sobre a conservação da biodiversidade, em especial em ecossistemas tropicais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRESEN, E. 1999. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rainforest. *Biotropica* 31: 145-158 pp.
- ANDRESEN, E. 2001. 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 pp.
- ANDRESEN, E. 2002. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. *Ecological Entomology* 27: 257-270 pp.
- ANDRESEN, E; FEER, F. 2005. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforests. Pp. 331–349 in P-M. Forget, J. E. Lambert, P. E. Hulme & S. B. VanderWall (eds.). Seed fate: Predation, dispersal and seedling establishment, CAB International, Wallingford, UK.
- BERGSTROM, R. C; MARI, L. R. 1976. Coccidiostatic action of monesin fed to lambs: Body weight gains feed conversion efficacy. *Animal Journal Veterinary Research* 1:79-81pp.
- BRANDÃO C. R. F; KURY A; MAGALHÃES C; MIELKE O. 2002. Coleções Zoológicas do Brasil, 1998. In: LEWINSON, T. M.; PRADO, P. I. *Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. São Paulo, SP.
- BRASIL, 2006. Lei nº 11.428/2006.
- CABRAL, D. C. 2014. *Na presença da floresta: Mata Atlântica e história colonial*. 1a ed – Rio de Janeiro, Ed: Garamond.
- CAMBEFORT, Y; HANSKI, I. 1991. Dung Beetle Population Biology. In: Hanski, Cambefort & Y. (eds.) *Dung Beetle Ecology*, I. Princeton University Press, Princeton, 36-50 pp.
- CANO, E. B. *Deltochilum valgum acropyge* Bates. 1998. (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) Habits and distribution. *Coleopterists Bulletin*, v. 52, 174-178 pp.
- CATANOZI, G. 2010. Análise espacial da macrofauna edáfica sob diferentes condições ambientais dos trópicos úmidos. *Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas, SP*. 7-51 pp.
- COSTA, C. 2012. Uma floresta de oportunidades: um novo olhar sobre a Mata Atlântica do Nordeste. COSTA, C. & GUERRA, R. (coordenação da publicação BASTOS, M.) – Belo Horizonte, Conservação Internacional. 56 p.

- ENDRES, A. A; HERNÁNDEZ, M. I. M; CREÃO-DUARTE, A. J. 2005. Considerações sobre *Coprophanaeus ensifer* (Germar) (Coleoptera, Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 49(3): 427-429 pp.
- ESTRADA, A; COATES-ESTRADA, R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* 7: 459-474 pp.
- GUARIGUATA, R. M; OSTERTAG, R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology Management* 148: 185-206 pp.
- HALFFTER, G. & MATTHEWS, E. G. 1966. The Natural History of Dung Beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12-14: 1-312 pp.
- HALFFTER, G; EDMONDS, W. D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach. In: *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach.* pp.176 pp. ref.8 pp.
- HALFFTER, G; FAVILA, M. E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* 27: 15-21 pp.
- HERNÁNDEZ, M. I. M. 2007. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) da Caatinga paraibana, Brasil. *Oecologia Brasiliensis* 11: 356-364 pp.
- HOWE, H. F; MIRITI, M. N. 2004. When seed dispersal matters. *BioScience* 54: 651–660 pp.
- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528 pp.
- JOLY, C. A. 2002. A questão da biodiversidade na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável realizada em Joanesburgo, África do Sul.
- LEWINSOHN, T. M; PRADO, P. I. 2005. How Many Species Are There in Brazil? *Conservation Biology* 19(3): 619–624 pp.
- LIBERAL, C. N. 2008. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) na Caatinga do Parque Nacional do Catimbau, Buíque – PE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

- MABESOONE JM, CAMPOS E, SILVA A AND BEURLLEN K. 1972 Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Rev Bras Geoc* 2, 173-190 pp.
- MELO, M. D. V. C. 2017. Lições da Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: saberes e fazeres de uma rede gestores na implementação de um corredor de biodiversidade. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).
- MITTAL I. C. 1993. Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. *Tropical Ecology* 34: 150-159 pp.
- MOREIRA, F. M. S. 2005. Biodiversidade de ecossistemas naturais: projeto conservação e manejo sustentável da biodiversidade do solo – *BiosBrasil*. In: *XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 2005, Recife. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.
- MYERS, N; MITTERMEIER, R. A; MITTERMEIER, C. G; FONSECA, G. A. B; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*: 403 pp.
- NEALIS, V. G. 1977. Habitat association and community analysis of Texas dung Beetles (Coleoptera: Scarabaidae). *Canadian Journal of Zoology* 55: 138-147.
- NICHOLS, E; SPECTOR, S; LOUZADA, J; LARSEN, T; AMEZQUITA, S. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461–1474 pp.
- O’FARRIL, G; GALETTI, M; CAMPOS-ARCEIZ, A. 2013. Frugivory and seed dispersal by tapirs: an insight on their ecological role. *Integr. Zool.* 8: 4-17 pp.
- PEIXOTO, A. L; MORIM, M. P. 2003. Coleções botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. *Cienc. Cult.* 55(3).
- RIBEIRO, M. C; METZGER, J. P; MARTENSEN, A. C; PONZONI, F. J; HIROTA, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141– 1153 pp.
- SILVEIRA, F. A. O; VAZ-DE-MELLO, F. Z; FERNANDES, G. W; SANTOS, J. C; VIANA, L. R; FALQUETO, S. A. 2006. Predation on *Atta laevigata* (Smith, 1858) (Formicidae Attini) by *Canthon virens* (Mannerheim 1829) (Coleoptera: Scarabaeidae). *Tropical Zoology*, v. 19, n.1, 1-7 pp.
- SOS MATA ATLÂNTICA. 2019. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. 34-62 pp.

- TABARELLI, M; AGUIAR, A. V; RIBEIRO, M. C; METZGER, J. P. 2012. A conversão da Floresta Atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. *Interciencia* 37: 88-92 pp.
- TARASOV, S; GÉNIER, F. 2015. Innovative Bayesian and Parsimony Phylogeny of Dung Beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) Enhanced by Ontology-Based Partitioning of Morphological Characters. *PLoS ONE* 10(3): e0116671.
- TOLEDO, P. M. 2006. Biodiversidade: a megaciência em foco Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC - Florianópolis, SC - Julho/2006.
- VANDER, W. S. B; LONGLAND, W. S. 2004. Diplochory: are two seed dispersers better than one? *Trends in Ecology & Evolution* 19:155-61 pp.
- VARELLA, M. D. 1997. Biodiversidade: o Brasil e o quadro internacional. *Rev. bras. polít. int.* vol.40(1).
- VAZ-DE-MELLO, F. Z; LOUZADA, J. N. C. 1997. Considerações sobre forrageio arbóreo por Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeoidea), e dados sobre sua ocorrência em floresta tropical do Brasil. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 72: 55-61 pp.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z; LOUZADA, J. N. C; SHOEREDER, J. H. 1998. New data and comments on Scarabaeidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) associated with Attini (Hymenoptera: Formicidae). *Coleopt. Bull.* 52: 209-216 pp.
- VAZ-DE-MELO, F. Z. 2000. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae S. Str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000. SEA, Zaragoza 1: 183—195 pp.
- WATSON, D. M. 2013. The relative contribution of specialists and generalists to mistletoe dispersal: insights from a Neotropical Rain Forest. *Biotropica* 45:195-202 pp.

CAPÍTULO 01

**DIVERSIDADE DE BESOUROS ESCARABEÍNEOS COPRO-NECRÓFAGOS
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) EM UMA ÁREA DE
FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL**

INTRODUÇÃO

Estudos sobre a conservação da biodiversidade têm aumentado nos últimos anos. Tal aumento tem sido justificado, por exemplo, devido às consequências do processo de fragmentação florestal, tendo em vista que a maior parte da biodiversidade se encontra localizada nesses pequenos fragmentos, os quais recebem pouca atenção das entidades conservacionistas (Viana & Pinheiro, 1998).

Com relação à diversidade dos insetos, estudos recentes têm alertado para um declínio global dos mesmos, devido a ações antrópicas, tais como intensificação da agricultura, urbanização, uso de pesticidas e mudanças climáticas (Eggleton, 2020). Diante deste cenário, comunidades neotropicais de besouros escarabeíneos sofrem cada vez mais com o aumento das ações antrópicas e modificação de seus habitats, bem como a fragmentação dos mesmos (Nichols *et al.*, 2007).

Os besouros escarabeíneos são reconhecidos como bons bioindicadores de qualidade dos ecossistemas tropicais, tendo em vista que a presença deste táxon responde rapidamente à qualidade e/ou mudanças no ambiente, além de serem amostrados com melhor custo-benefício, em relação aos outros táxons de Florestas Tropicais (Liberal, 2008; Gardner *et al.* 2008). Além disso, o fato desses insetos manterem íntima relação com as fezes dos mamíferos, devido aos seus hábitos alimentares e de reprodução, também fazem com que os besouros escarabeíneos sejam reconhecidos como bons bioindicadores de qualidade em ecossistemas tropicais (Halffter & Favila, 1993; Salomão *et al.*, 2019; Estrada & Coates-Estrada, 1991). Dessa forma é evidente a importância da realização de inventários, tendo em vista que uma melhor compreensão do funcionamento das comunidades e dos ecossistemas é feita através de estudos da fauna em áreas ainda preservadas (Ronqui & Lopes, 2006).

Os primeiros inventários de Scarabaeidae no Brasil datam do Séc. XIX, entretanto o pioneiro efetivamente brasileiro registrado é o de Harold no ano de 1875 (Vaz-de-Mello, 2000). Ainda de acordo com Vaz-de-Mello (2000), o primeiro inventário do Séc. XIX foi feito por Luederwaldt, pesquisador radicado no Brasil e que teve o seu estudo publicado no ano de 1911, onde são citadas 34 espécies de besouros escarabeíneos necrófagas para a região da capital do Estado de São Paulo. No ano de 1941, Pessôa e Lane publicaram o primeiro e mais abrangente estudo de Scarabaeidae brasileiros, no qual foram descritas 109 espécies, entretanto o mesmo restringiu-se à fauna do Estado de São Paulo e regiões vizinhas (Vaz-de-Mello, 2000).

No século XX, estudos de taxonomia e ecologia foram desenvolvidos, entretanto os especialistas argumentam sobre a necessidade de novos estudos, nos quais sejam abrangidos critérios da taxonomia, biologia e ecologia (Vaz-de-Mello, 2000; Endres, *et al.*, 2007). Contudo, além da importância ecológica desse táxon, ainda existem limitações com relação a estudos das espécies brasileiras de Scarabaeidae, e os trabalhos de inventários podem ressarcir a falta de registros, ou até mesmo descobrir novas espécies (Vaz-de-Mello, 2000).

Estudos relacionados à diversidade de Scarabaeidae, em algumas regiões de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil foram realizados por (Endres *et al.*, 2005, Endres *et al.*, 2007, Liberal, 2008, Costa *et al.*, 2009, Filgueiras *et al.*, 2009, Hernández & Vaz-de-Mello, 2009, Hernández & Endres (*dados não publicados*) e Salomão, *et al.*, 2019), entretanto, apenas estes dois últimos foram desenvolvidos no fragmento do Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho e somente em uma das estações climáticas. Além do problema com a escassez de inventários dessa natureza e levando em conta a importância dos besouros escarabeíneos para a eficiência nas dinâmicas florestais nos ecossistemas, tornam-se importantes mais estudos sobre a diversidade desses insetos, principalmente em regiões de Floresta Atlântica do Nordeste brasileiro.

Afim de alcançar o objetivo de estudar a diversidade de besouros escarabeíneos copro-necrófagos do Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, tendo em vista a importância ecológica desses insetos, foram elaborados os seguintes objetivos específicos, baseados em questionamentos para os quais foram levantadas hipóteses baseadas em previsões obtidas a partir de bibliografia:

1. Qual a fauna de besouros escarabeíneos presentes no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho? **Objetivo:** Inventariar a fauna de besouros escarabeíneos copro-necrófagos do Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho.
2. A diversidade de besouros escarabeíneos sofre algum tipo de influência das estações em Floresta Atlântica? **Objetivo:** Comparar a abundância e riqueza de besouros escarabeíneos copro-necrófagos do Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho entre as estações seca e chuvosa. **Hipótese:** A riqueza e abundância de espécies são maiores durante a estação chuvosa. **Predição:** Os besouros escarabeíneos são influenciados positivamente pelas variações na precipitação, tendo em vista que a mesma influencia na cobertura vegetal

e qualidade do solo, já que tais atributos são determinantes para a estrutura e diversidade da fauna destes insetos (Hanski & Cambefort, 1991; Halfter & Arellano, 2002).

3. Há diferença na composição de espécies de besouros escarabeíneos coprófagos entre as estações seca e chuvosa? **Objetivo:** Comparar a composição de espécies de besouros escarabeíneos copro-necrófagos do Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho entre as estações seca e chuvosa. **Hipótese:** A composição de espécies de besouros escarabeíneos é diferente entre estações. **Predição:** o aumento da precipitação faz com que a floresta disponha uma maior opção fatores bióticos a abióticos, e consequentemente um aumento da diversidade e interações intra e interespecíficas locais. Além disso, outros estudos neste ecossistema também sugerem uma relação entre os níveis de precipitação e a capacidade de retenção de água, por parte dos besouros escarabeíneos, dessa forma sugerindo a precipitação como um fator limitante para o estabelecimento de tais insetos (Endres *et al.*, 2007).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, o qual possui 519ha, dos quais 343ha pertencem à SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba) e o restante ao IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), imersos em uma matriz urbana no município de João Pessoa, Estado da Paraíba, Brasil (Figura 1) (Percequillo *et al.*, 2007; Paraíba, 2014). O fragmento encontra-se localizado na região sudeste do centro urbano da Capital (7° 8' 17" Sul e 34° 50' 42" Oeste), no litoral do Estado da Paraíba, a uma altitude média de 45m, na formação geológica do Baixo Planalto Costeiro (Barbosa, 1996).

A área apresenta clima do tipo As', tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen (Alvares *et al.*, 2013), com chuvas concentradas entre março e agosto. Os meses mais secos vão de outubro a dezembro e a vegetação, em vários estágios de sucessão, é de floresta estacional semi-decidual, representante típica das florestas pluviais costeiras do Nordeste brasileiro, com elementos amazônicos e da hileia baiana

(Andrade-Lima & Rocha, 1971; Melo & Barbosa, 2007). Para os meses chuvosos e secos foram registradas pluviosidades médias de 263mm e 57mm, respectivamente (INMET, 2010). A pluviosidade média anual é de 1.700mm, temperatura média anual de 25°C e umidade relativa do ar em torno de 80% (Lima & Heckendorff, 1985).

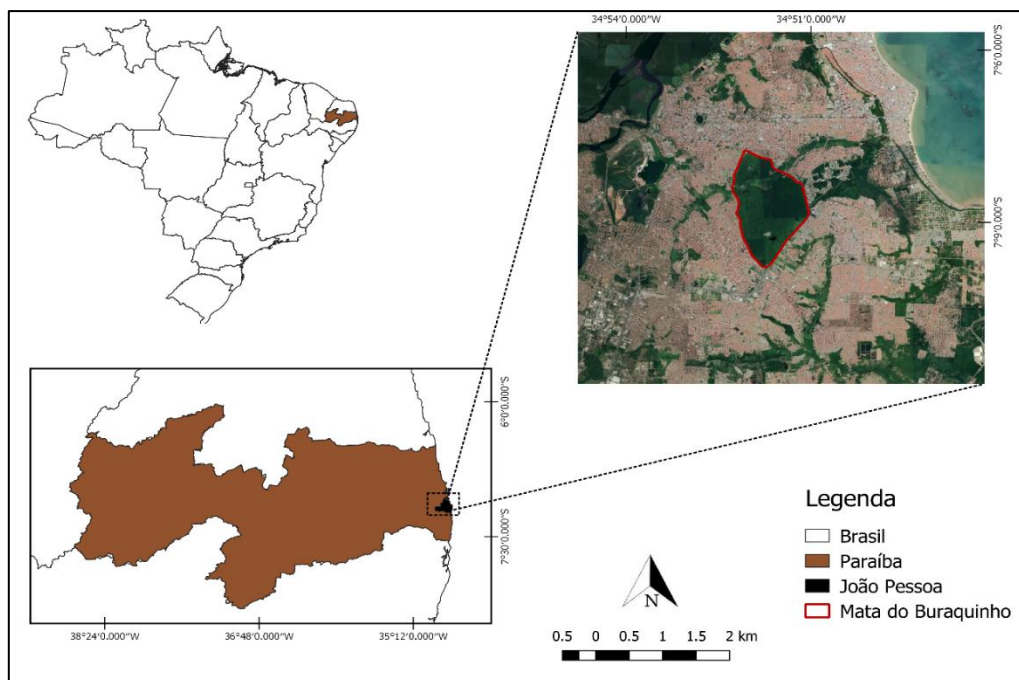


Figura 01: Localização geográfica do Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho Na matriz urbana da cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Créditos da figura para Freire, 2019.*

Coletas dos besouros escarabeíneos

Foi realizado um total de seis coletas, sendo três delas para cada estação (meses de março, maio e junho para estação chuvosa e para a estação seca os meses de outubro, novembro e dezembro), sendo uma coleta por mês e ambas as estações referentes ao ano de 2018. Para isso foram instalados 40 *pitfalls*, (20 iscados com fezes humanas e 20 iscados com baço bovino em decomposição), em dez pontos amostrais (cada um com quatro *pitfalls*) ao longo de um transecto e separados um do outro por 100m (Figura 2).

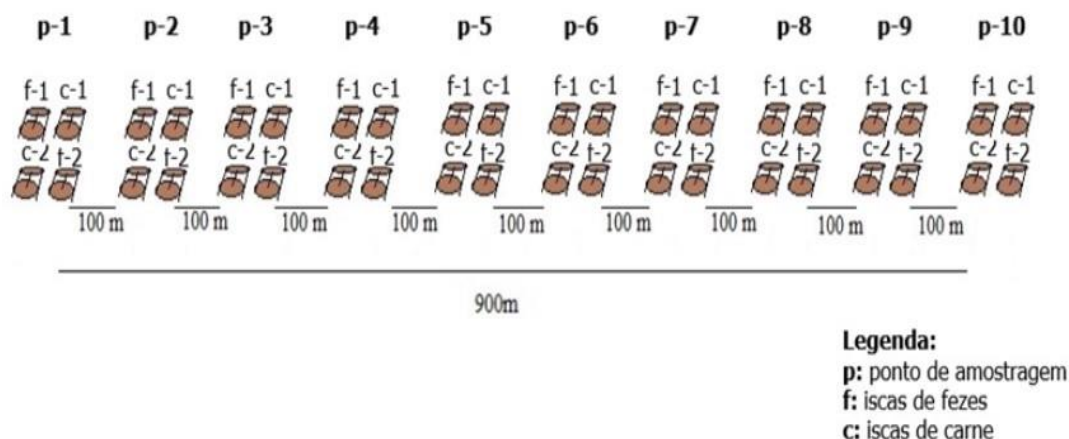


Figura 02. Desenho amostral do transecto de *pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino para coleta de besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), durante os meses de março a dezembro de 2018, no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, Município de João Pessoa, PB.

Os *pitfalls* foram constituídos por garrafas pet (2L) cortadas a cerca de 20cm de altura, os quais foram enterrados, com a borda superior no nível do solo. Em seus interiores, foi inserido um funil (“boca da garrafa” PET invertida) para evitar a saída dos besouros (Figuras 3 e 4). As iscas de fezes foram mantidas em potes plásticos (coletor universal 50ml) com tampa telada adaptada (malha 1mm), acoplados na parte superior interna dos *pitfalls*, com auxílio de arame, enquanto que as iscas de baço bovino foram mantidas em portas-isca de metal com as hastes fincadas ao solo (Figuras 3 e 4). Essas armadilhas estavam protegidas contra chuva, dessecação das iscas e queda de material em seu interior, por um disco de isopor suspenso (20cm de diâmetro), a cerca de 15cm do solo, sustentado por hastes de palitos de madeira. As armadilhas ficaram expostas 48h/coleta. Após esse período, as armadilhas foram recolhidas, os besouros colocados em potes devidamente etiquetados, e transportados para o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Os besouros escarabeíneos coletados foram montados em alfinetes entomológicos, secos em estufa (60°C) durante 48h e depositados na Coleção Entomológica do Departamento de Sistemática e Ecologia da UFPB. A identificação das espécies foi realizada por meio da utilização de chaves de identificação (ex.: Vaz-de-Mello *et al.*, 2011) e comparados com material entomológico das coleções entomológicas da UFPB e UFPE.

Análises de dados

Os dados de abundância e riqueza de espécies entre as estações foram comparados através de Análise de Variância (ANOVA) um fator, tendo em vista que os pré-requisitos foram testados e os dados para a riqueza de espécies foram transformados (ln). Cada ponto com quatro armadilhas foi considerado uma unidade amostral, totalizando 30 unidades por estação. A análise foi realizada no software Statistica 8.0 (Statsoft, 2007).

Para a análise dos dados da diferença na composição das espécies entre as estações foram utilizados os métodos das similaridades quantitativa e qualitativa, coeficientes de Jaccard e Morisita, respectivamente.

Foram aplicados estimadores não paramétricos de riqueza de espécies a fim de verificar a suficiência amostral. A riqueza observada foi comparada à média da estimativa obtida pelos estimadores de abundância (ACE e Chao1) e de incidência das espécies (ICE, Chao 2 Jackknife 1 e 2 e Bootstrap). As estimativas foram obtidas por meio do software EstimateS 9.1.0 utilizando 999 randomizações sem reposição (Colwell, 2013).

RESULTADOS

Abundância, riqueza e composição de espécies

Foi coletado um total de 1.184 indivíduos, pertencentes a nove espécies de cinco gêneros e distribuídos em quatro tribos: (Ateuchini, Canthonini, Phanaeini e Coprini) (Tab.1). As tribos de maior representatividade em números de indivíduos foram Canthonini e Phanaeini, com 999 (84,37%) e 112 (9,45%) indivíduos, respectivamente.

As três espécies mais abundantes foram *Canthon staigi* (968 indivíduos - 81,75%) (Figura 5), *Coprophanaeus ensifer* (54 indivíduos - 4,56%) (Figura 6) e *Dichotomius guaribensis* (48 indivíduos - 4,05%) (Figura 7). Essas três espécies juntas totalizam 90,37% dos besouros coletados.

Tabela 1. Abundância, riqueza e composição das espécies de besouros escarabeíneos copro-necrófagos, coletados durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018.

Tribo	Espécie	Estação Chuvosa	Estação Seca	Total
Ateuchini	<i>Ateuchus</i> sp.1	9	14	23
	<i>Ateuchus</i> sp.2	1	1	2
Canthonini	<i>Canthon nigripennis</i> Lansberg, 1867	15	15	30
	<i>Canthon</i> sp.	1	-	1
	<i>Canthon (Peltecanthon) staigi</i> Pereira, 1953	587	381	968
Phanaeini	<i>Coprophanaeus cyanescens</i> (d'Olsoufieff, 1924)	37	-	37
	<i>Coprophanaeus ensifer</i> (German, 1924)	54	-	54
	<i>Deltochilum</i> sp.	20	1	21
Coprini	<i>Dichotomius guaribensis</i> Valois, Vaz-de-Mello & Silva, 2017	32	16	48
Abundância total		756	428	1184
Riqueza total		9	6	9



Figura 5. *Canthon staigi*, coletado através de *Pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido, durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018.



Figura 6. *Coprophanaeus ensifer*, coletado através de *Pitfalls* iscados com baço bovino apodrecido, durante a estação chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018.



Figura 7. *Dichotomius guaribensis*, coletado através de *Pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido, durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018.

Com relação às diferenças de abundância entre as estações seca e chuvosa, foi registrada para essa última um total de 756 (63,85%) de indivíduos (Tabela 1). A abundância total foi significativamente maior para a estação chuvosa ($F = 17,8609$; g.l. =

1,58; $p = 0,00009$) (Figura 8) e dessa forma é possível afirmar que a primeira hipótese foi aceita e que esses insetos são mais abundantes para esta estação.

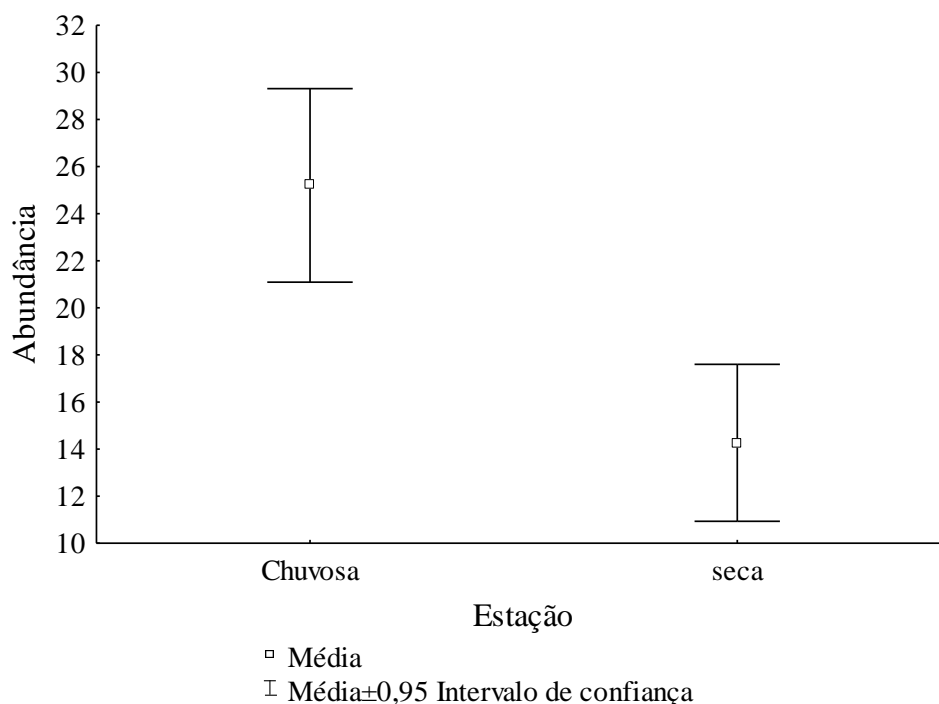


Figura 8. Comparação dos dados de abundância de besouros escarabeíneos copro-necrófagos entre as estações seca e chuvosa no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, 2018, por meio da Análise de Variância (ANOVA um fator).

Com relação às diferenças da riqueza de espécies entre as estações seca e chuvosa, foi registrado para essa última um total de nove espécies, representando 100% da riqueza para esta amostragem (Tabela 1). Desta forma podemos aceitar a primeira hipótese e afirmar que, de forma análoga à abundância, a riqueza de espécies também foi significativamente maior ($F=17,1188$; g.l. = 1,58; $p = 0,0001$) para a estação chuvosa (Figura 9).

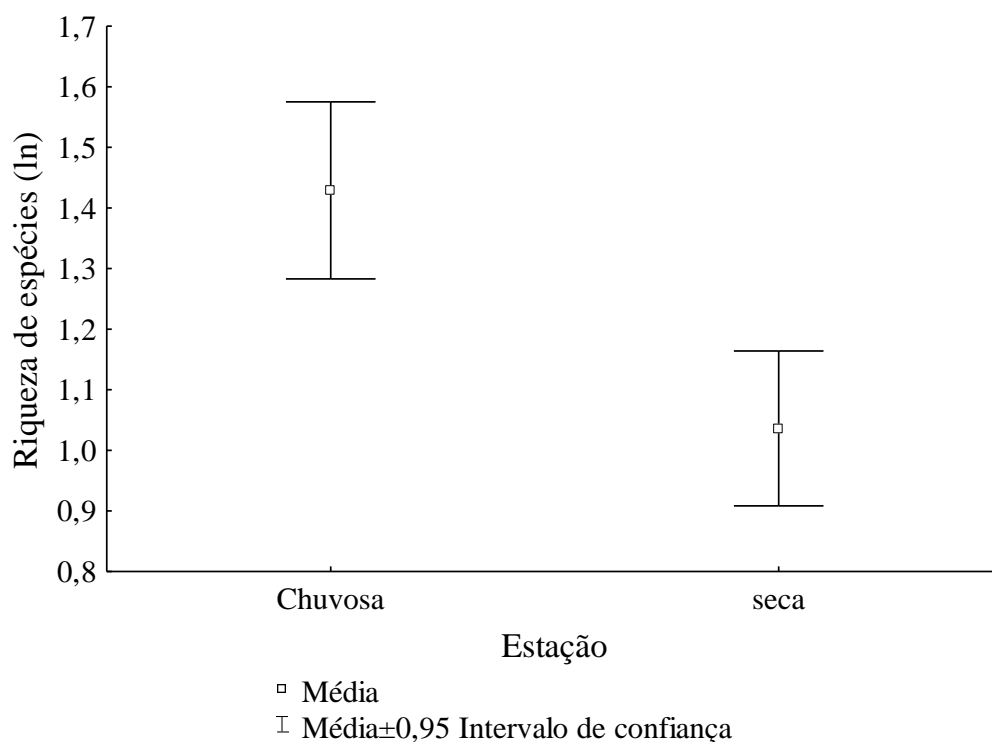


Figura 9. Comparação dos dados de riqueza de espécies de besouros escarabeíneos copro-necrófagos entre as estações seca e chuvosa no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, 2018, por meio da Análise de Variância (ANOVA um fator).

Das nove espécies registradas na estação chuvosa, seis foram registradas para a estação seca. (Tabela 1). A composição de espécies entre as estações foi diferente em relação à quantidade de cada espécie (Coeficiente de Jaccard = 0,7475), porém semelhante apenas em relação à presença ou ausência das mesmas (Coeficiente de Morisita = 0,9645) (Figuras 10 e 11). Tendo em vista a diferença da composição das espécies de besouros escarabeíneos entre as estações, podemos afirmar que a segunda hipótese foi aceita e os objetivos foram alcançados.

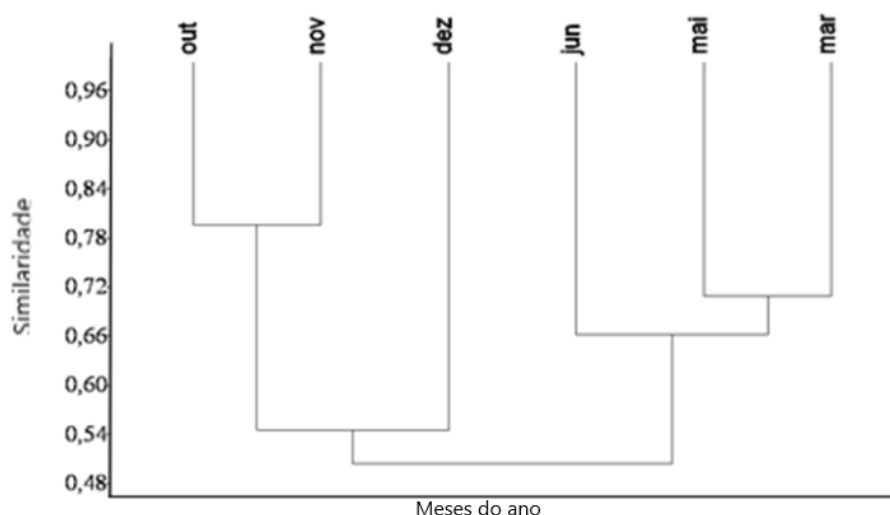


Figura 10. Dendrograma representativo da comparação entre a composição das espécies entre os meses chuvosos e secos, de acordo com o Coeficiente de Jaccard = 0,7475, coletadas no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, 2018.

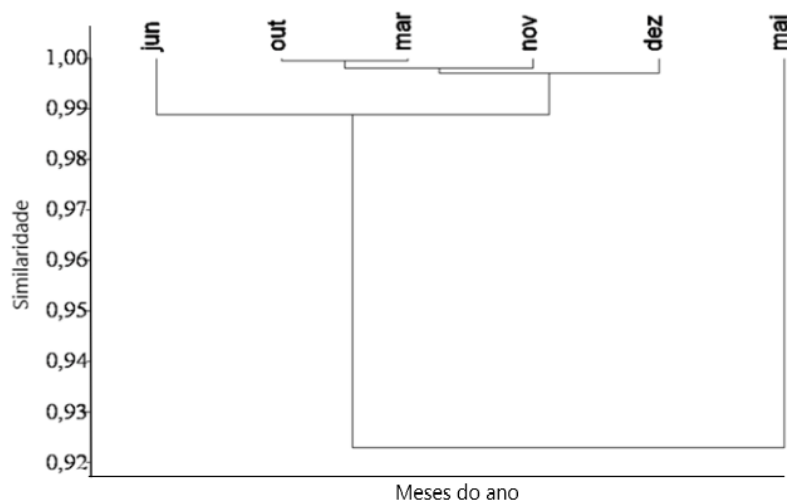


Figura 11. Dendrograma representativo da comparação entre a composição das espécies entre os meses chuvosos e secos, de acordo com o Coeficiente de Morisita = 0,9645, coletadas no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, 2018.

Suficiência amostral de escarabeíneos

De acordo com os valores estimados para riqueza de espécies, pode-se dizer que as coletas realizadas no presente estudo foram suficientes para amostrar a fauna de besouros escarabeíneos do Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, visto que as

suficiências amostrais, baseadas tanto na abundância quanto na incidência, foram maiores que 90% (Tabela 3 e Figura 12).

Tabela 2. Estimativas de riqueza de espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em relação ao esforço amostral de coletas, realizadas durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018. **Sing.** Singleton. **Doub.** Doubletons. **MEA.** Média da estimativa da abundância. **SAA.** Suficiência amostral (abundância). **MEI.** Média da estimativa incidência. **SAI.** Suficiência amostral (incidência).

N	S	Sing.	Doub.	Estimadores de abundância		MEA	SAA (%)	Estimadores de incidência					MEI	SAI (%)
				ACE	Chao 1			ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap		
1184	9	1	1	10	9	9,5	94,74	10	9	9,98	10	9,5	9,7	92,78

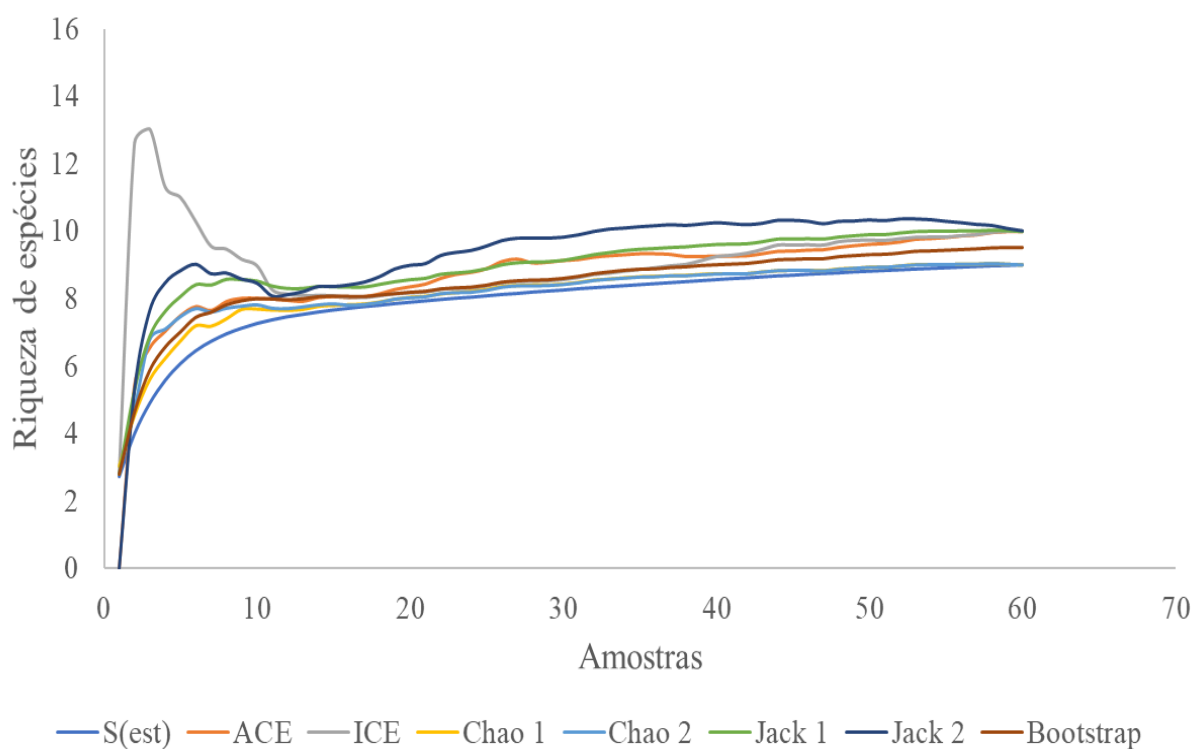


Figura 12. Estimativas de riqueza de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em relação ao esforço amostral de coletas, realizadas *Pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido, durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018.

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com um padrão descrito em estudos de sazonalidade de besouros escarabeíneos neotropicais (Halffter & Matthews 1966; Hernandez & Vaz-de-Mello, 2009; Salomão & Iannuzi, 2015). Com relação à região tropical, a estação chuvosa influencia positivamente na estrutura das comunidades desses besouros (Andersen, 2005). Os resultados do presente estudo sugerem que os índices pluviométricos mais altos, no caso a estação chuvosa, influenciam positivamente tanto na abundância e riqueza, quanto na composição das espécies de besouros escarabeíneos copro-necrófagos em áreas de Floresta Atlântica nordestina.

Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos em Floresta Atlântica nordestina. Em um estudo de diversidade de besouros escarabeíneos, no Estado de Pernambuco, Silva *et al*, 2010 obtiveram resultados semelhantes, em relação à correlação entre a estação chuvosa e a abundância e riqueza de espécies, entretanto tal resultado foi encontrado em áreas de mata aberta. Ainda de acordo com os autores, a explicação plausível para esse registro se dá pelo fato de que as regiões de mata aberta estão mais propícias às oscilações nas condições ambientais anuais, podendo ter influenciado a alta correlação entre a estação chuvosa e as variáveis biológicas (temperatura, umidade, radiação solar), tendo em vista que as áreas de matas fechadas constituem um microclima no qual tais variáveis sofrem poucas oscilações anuais.

Outros estudos para a mesma região de Floresta Atlântica nordestina, tais como (Salomão & Iannuzi, 2015), também identificaram uma correlação positiva entre a estação chuvosa e a abundância de espécies de besouros escarabeíneos. Endres *et al.*, 2005, em um estudo realizado na mesma área na qual foi realizado o presente estudo, também encontraram resultados os quais indicam a influência dos índices pluviométricos na abundância desses insetos.

Abundancia e riqueza

Os registros de maiores abundância e riqueza para a estação chuvosa sustentam a primeira hipótese, confirmando que a riqueza e abundância dos besouros escarabeíneos são maiores para esta estação chuvosa.

Canthon staigi é uma das espécies com maior distribuição na Região Neotropical, com registros em diferentes habitats, da Floresta Atlântica brasileira até o sul do Continente Americano, no Paraguai e Argentina (Halffter & Martínez, 1967; 1977). No Brasil, tal espécie foi registrada no Paraná, Rio Grande do Sul, todos os estados do Sudeste, e para a região Nordeste em Pernambuco, na Bahia e Paraíba, ocorrendo preferencialmente em regiões de mata fechada, além de ser uma espécie dominante para este tipo de ecossistema (Hernandez, *dados não publicados*, Endres *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2013; Costa *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2014; Medina & Lopes, 2014; Salomão *et al.*, 2019).

O registro da abundância de uma espécie telecoprídea (ou roladora), tal como *Canthon staigi* é importante, já que este grupo funcional é fundamental para o realocamento de matéria orgânica, além da dispersão secundária de sementes e consequentemente participação nos processos naturais de reflorestamento (Silva *et al.*, 2011; Hernandez *et al.*, 2014, Dantas, *dados inéditos*). Pelo fato de ser uma espécie abundante e sensível às mudanças ambientais, principalmente pela perda de habitat a qual interfere em sua densidade populacional e dinâmica ecológica, *C. staigi* é considerado uma espécie bioindicadora (Endres *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2014).

A espécie *Coprophanaeus ensifer* é endêmica da América do Sul, com registros para Argentina, Paraguai e Brasil (Halffter & Edmonds 1982; Otronen 1988). No Brasil, *C. ensifer* não possui distribuição exata, entretanto a mesma foi registrada em algumas regiões de São Paulo e Mato Grosso do Sul (Endres *et al.*, 2005; Pessoa & Lane, 1941; Otronen, 1988). Registrada no Nordeste brasileiro pela primeira vez por Endres *et al.*, (2005) e distribuída nos remanescentes de Floresta Atlântica da Paraíba, essa espécie também foi registrada na Reserva Biológica Guaribas, localizada ao norte do Estado da Paraíba, tanto em áreas de mata como em áreas adjacentes, cobertas por vegetação característica de Tabuleiro Nordestino (Endres, *et al.*, 2005; Endres, 2003). Além disso, *C. ensifer* também foi registrado na Unidade de Conservação Estadual da Mata do Xém-Xém, com 182 ha e localizada na Cidade de Bayeux, região metropolitana da Capital João Pessoa, Paraíba (Salomão *et al.*, 2019). Tal espécie encontra-se inserida entre as maiores (em comprimento) da região neotropical, com 50mm, sendo preferencialmente necrófaga (Gill, 1991).

Dichotomius guaribensis possui distribuição geográfica em Florestas tropicais, em países tais como Colômbia, Paraguai, Argentina, Guiana Francesa e no Brasil, e esta espécie encontra-se distribuída nos domínios da Caatinga e Floresta Atlântica, além das

restingas (Vaz-de-Mello *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2010). *D. guaribensis* uma espécie predominantemente coprófaga, paracoprídea (ou tuneleira), predominantemente noturna e que pode ser encontrada ao longo do ano na Floresta Atlântica nordestina, com maior abundância entre setembro e fevereiro, meses secos e quentes na Paraíba (Hernández, *dados não publicados*). Nesse contexto, tal espécie é dominante em áreas abertas e de Tabuleiros, com registros de maior abundância para estes habitats (Endres, *et al.* 2007; Salomão *et al.*, 2019).

Os registros de abundância de *D. guaribensis*, tanto em Florestas de Tabuleiro quanto em matas significa um ponto positivo, já que a mesma conduz pequenas porções de matéria orgânica e as depositam em túneis sob a superfície do solo. Dessa forma, essa espécie contribui para os serviços ecossistêmicos, já citados e provavelmente atue diretamente na dispersão secundária de sementes, da mesma forma que *C. staigi*.

O registro da riqueza de espécies de besouros escarabeíneos copro-necrófagos é de extrema importância, tendo em vista que o aumento de tal riqueza para este táxon geralmente representa estágios avançados de sucessão ecológica e tal processo e suas respectivas variações na complexidade ambiental influenciam positivamente, tanto na diversidade quanto na estrutura funcional das comunidades de escarabeíneos (Gardner *et al.*, 2008; Hernández & Vaz-de-Mello, 2009; Sticca *et al.*, 2011).

Composição de espécies

O fato da composição de espécies entre as estações seca e chuvosa ter sido diferente, em relação à quantidade de cada espécie pode ser explicado pela influência dos altos níveis de precipitação, como fatores limitantes para o estabelecimento dos besouros escarabeíneos, para o Domínio da Floresta Atlântica nordestina (Endres *et al.*, 2007). Dentro da estação chuvosa, o mês de junho apresentou maior abundância para a maioria das espécies coletadas. Além disso, junho foi o mês no qual todas as espécies foram registradas, tendo em vista que esse é o mês com maiores registros de precipitação para a região estudada (INMET, 2010).

Com relação à semelhança da composição de espécies entre as estações seca e chuvosa, apenas em relação à presença ou ausência das mesmas, tal fato pode ser explicado também pelos altos índices de precipitação dentro da própria estação chuvosa. Dentro da estação chuvosa, os meses de maio e junho se destacam, tendo em vista que as

espécies *Canthon* sp., *Coprophanaeus cyanescens* e *Coprophanaeus ensifer* só foram registradas para esses meses.

A diferença na composição das espécies entre as estações seca e chuvosa pode ser explicada pelo fato dessa última representar um fator limitante para a sazonalidade das espécies *Canthon* sp., *Coprophanaeus ensifer* e *Coprophanaeus cyanescens*. Tais padrões de sazonalidade observados em *C. ensifer* e *C. cyanescens* seguem um padrão comum entre os besouros escarabeíneos, nos mais diversos tipos de vegetação, nos quais o aumento da precipitação faz emergir expressiva quantidade de adultos (Endres *et al.*, 2007). Isso pôde ser constatado pelo fato de nenhuma das espécies *C. ensifer* e *C. cyanescens* terem sido coletadas durante a estação seca. Os presentes resultados corroboram com outros encontrados por Endres *et al.*, 2005 e Salomão & Iannuzzi (2015) os quais também só coletaram indivíduos do gênero *Coprophanaeus* sp durante a estação chuvosa, para o domínio da Floresta Atlântica nordestina. Isso sugere que as espécies de tal gênero, de fato dependem de um fator limitante, guiado pela estação chuvosa.

Apesar das espécies *Coprophanaeus ensifer* e *Coprophanaeus cyanescens* terem sido registrados apenas na estação chuvosa, ambas são espécies relativamente grandes, dessa forma indicando a qualidade do ambiente em termos dos recursos oferecidos, os quais permitem certo equilíbrio na dinâmica de populações de escarabeíneos de grande porte, além de uma maior eficiência nos processos de ciclagem de nutrientes, como por exemplo as carcaças de vertebrados (Hernandez, *dados não publicados*).

Os registros de espécies grandes, tais como *Coprophanaeus ensifer* e *Coprophanaeus cyanescens*, apenas para a estação chuvosa, também podem ser explicados pelo fato da relação entre equilíbrio hídrico desses insetos e os índices pluviométricos, diferenciados entre as estações (Endres *et al.*, 2007). A manutenção do equilíbrio hídrico por parte desses insetos deve ser possível quando, diante de consideráveis níveis pluviométricos favoráveis aos mesmos, seus corpos não percam muita água pelo processo de evaporação, já que a estação seca propicia geralmente altas temperaturas (Endres *et al.*, 2007). Além disso, tais espécies demonstram comportamentos crepusculares e noturnos, sugerindo que seus picos de atividade metabólica sejam processados com temperaturas mais amenas, em comparação aos horários mais quentes (Endres *et al.*, 2007; Halffter & Matthews 1966; Gill, 1991).

A sazonalidade dos besouros escarabeíneos

Conforme foi dito anteriormente, a sazonalidade das chuvas afeta as comunidades de besouros escarabeíneos em florestas Tropicais, como por exemplo da área desse estudo (Cassenote *et al*, 2019). Em um estudo sobre estacionalidade de besouros escarabeíneos, realizado na Costa Rica, foi sugerido que os picos nos períodos de chuva coincidem com um determinado momento nas fases de desenvolvimento embrionário desses insetos, além de explorarem várias hipóteses sobre os mecanismos de ação da chuva (Hilje, 1996). Ainda de acordo com tal estudo citado, os resultados do mesmo sugerem que há uma similaridade de estacionalidade desses insetos durante os altos níveis de precipitação, entretanto não existem muitos estudos comparativos de longo prazo para tornar essa ideia mais robusta.

Contudo, para o Domínio da Mata Atlântica nordestina, a diversidade de besouros escarabeíneos não demonstra correlação com a temperatura, tendo em vista que a mesma é registrada com pouca variação durante todo o ano (Endres *et al*, 2005). Estudos realizados em outros domínios de Floresta Atlântica, ex. Sul do Brasil, demonstram que há correlação com a temperatura. Para regiões do Sul do país a abundância e riqueza estão correlacionadas com temperatura, mas não com a pluviosidade (Cassenote *et al*, 2019), tendo em vista que as baixas temperaturas podem influenciar no desenvolvimento embrionário dos escaravelhos, causando a morte ou hibernação dos mesmos (Halffter & Matthews, 1966).

O fato da floresta atlântica ter uma característica fitogeográfica heterogênea, com expressivas variações climáticas ao longo da costa brasileira, faz com que a estrutura das comunidades dos besouros escarabeíneos seja moldada com base nessas características únicas. Por fim, não há um padrão comportamental definido e único para todas as espécies desses insetos, tendo em vista que a sazonalidade dos mesmos depende intimamente dos padrões morfoclimáticos de cada região.

CONCLUSÃO

De acordo com os presentes resultados, pode-se concluir que a riqueza e abundância dos besouros escarabeíneos são influenciados pelos níveis de precipitação em Floresta Atlântica, apresentando-se maiores na estação chuvosa. E que a composição dessas espécies é diferente entre as estações seca e chuvosa. Esses resultados contribuem

para o aumento do conhecimento da diversidade de besouros escarabeíneos copro-necrófagos em Floresta Atlântica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES GONCALVES J.L.; SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22 (6): 711–728.
- ANDRADE-LIMA, D. & M.G. ROCHA, 1971. Observações preliminares sobre a Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba. *Anais do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife* 1: 47-61
- ANDRESEN, E; FEER, F. 2005. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforests. Pp. 331–349 in P-M. Forget, J. E. Lambert, P. E. Hulme & S. B. VanderWall (eds.). *Seed fate: Predation, dispersal and seedling establishment*, CAB International, Wallingford, UK
- BARBOSA, M. R. V. 1996. Estudo florístico e fitossociológico da Mata do Buraquinho, remanescente de Mata Atlântica em João Pessoa, PB. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa –PB, 04: pp.
- CASSENOTE, S., SILVA, P. G., DI MARE, R. A., PALADINI, A. 2019. Seasonality of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in Atlantic Forest sites with different levels of disturbance in southern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 109.
- COLWELL, R. K.; CHAO, A.; GOTELLI, N. J.; HSIEH, T. C.; SANDER, K. H.; ELIZABETH, L.; ELLISON, A. M. 2013. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecology Monographs*.
- COSTA, C. M. Q.; BARRETO, J. W.; MOURA, R. C. 2014. Changes in the dung beetle community in response to restinga forest degradation. *Journal of Insect Conservation* 18:895-902. doi: 10.1007/s10841-014-9697-6
- COSTA, C. M. Q.; SILVA, F. A. B.; FARIAS, A. M. I.; MOURA, R. C. 2009. 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
- COSTA, F. C.; PESSOA, K. K. T.; SALOMÃO, R. P.; LIBERAL, C. N.; FILGUEIRAS, B. K. C.; IANNUZZI, L. 2013. What is the importance of open habitat in a predominantly closed forest to the dung beetle community? *Revista Brasileira de Entomologia* 57: 329-334.
- EGGLETON, P. 2020. The State of the World's Insects. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 45:8.1–8.22
- ENDRES, A. A. 2003. Diversidade e Análise Faunística de Scarabaeidae (Coleoptera) em áreas de Mata e de Tabuleiro na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape-Pb. Dissertação de Mestrado, UFPB.
- ENDRES, A. A; CREÃO-DUARTE, A. J; HERNÁNDEZ, M. I. M. 2007. Diversidade de Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordeste. *Revista Brasileira de Entomologia* 51(1): 67-71 pp.
- ENDRES, A. A; HERNÁNDEZ, M. I. M; CREÃO-DUARTE, A. J. 2005. Considerações sobre *Coprophanaeus ensifer* (Germar) (Coleoptera, Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 49(3): 427-429 pp.
- ESTRADA, A; COATES-ESTRADA, R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* 7: 459-474 pp.
- FILGUEIRAS, B. K. C. ; LIBERAL, C. N. ; AGUIAR, C. M. ; HERNANDEZ, M. M. ; IANNUZZI, L. 2009 . Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) in a tropical Atlantic rainforest remnant. *Revista Brasileira de Entomologia* (Impresso), v. 53, p. 422-427 pp.
- GARDNER, A. T; HERNÁNDEZ, M. I. M; BARLOW, J; PERES, C. A. 2008. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. *Journal of Applied Ecology* 45: 883–893 pp.
- GILL, B. D. 1991. Dung Beetles in American Tropical Forest, p. 211– 229. In: I. Hanski & Y. Cambeport (eds.). *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton. 481 p.

- HALFFTER, G & ARELLANO, L. 2002. Response of dung beetle diversity to human induced changes in a tropical landscape. **Biotropica** **34**: 144-154 pp.
- HALFFTER, G & MARTÍNEZ, A. 1967. Revisión monográfica de los Canthonina americanos (2ª parte). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 28:79–116
- HALFFTER, G & MARTÍNEZ, A. 1977. Revisión monográfica de los Canthonina americanos, IV Parte. Clave para géneros y subgéneros. *Folia Entom Mex* 38:29–107 pp.
- HALFFTER, G. & MATTHEWS, E. G. 1966. The Natural History of Dung Beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12-14: 1-312.
- HALFFTER, G; EDMONDS, W. D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach. In: *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach.* pp.176 pp. ref.8 pp.
- HALFFTER, G; FAVILA, M. E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* 27: 15-21 pp.
- HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. 1991. Dung beetle ecology. Princeton University Press, NJ. USA.
- HERNÁNDEZ, M. I. M.; BARRETO, P. S. C. S.; VALDERÊZ, H. C. CREÃO-DUARTE, A. J.; FAVILA, M. E. 2014. Response of a dung beetle assemblage along a reforestation gradient in Restinga forest. *Journal of Insect Conservation* 18:539-546. doi: 10.1007/s10841-014-9645-5
- HERNÁNDEZ, M. I. M; ENDRES, A. A. 2004. Besouros Escarabeídeos em Remanescentes de Mata Atlântica no Estado da Paraíba: As Espécies da Mata do Buraquinho. (*Dados não publicados*).
- HERNÁNDEZ, M. I. M; VAZ-DE-MELLO, F. Z. 2009. Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae s. str.) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(4): 607–613 pp.
- HILJE, L. 1996. Estacionalidad de adultos de Scarabaeidae (Coleoptera) en Barva, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 44(2):719-729.

- INMET, 2010. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>, com acesso em junho de 2019.
- LIBERAL, C. N. 2008. Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) na Caatinga do Parque Nacional do Catimbau, Buíque – PE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
- LIMA, P. J. & HECKENDORFF, W. D. 1985. *Climatologia*. In: Governo do Estado da Paraíba(eds). Paraíba. Atlas geográfico do Estado da Paraíba. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil. pp.34-43.
- MEDINA, A. M.; LOPES, P. P. 2014. Resource Utilization and Temporal Segregation of Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) Community in a Caatinga Fragment. *Neotropical Entomology* 43: 127-133
- MELO, A. L. & BARBOSA, M. R. V. 2007. O gênero *Borreria* G.Mey (Rubiaceae) na Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 627–629 pp.
- OTRONEN, M. 1988. Intra- and intersexual interactions at breeding burrows in the horned beetle, *Coprophanaeus ensifer*. *Animal Behaviour* 36: 741–748.
- PARAÍBA. 2014. Estudo para subsidiar a criação de Unidade de Conservação de Proteção Integral da Mata do Buraquinho – Paraíba. 133p.
- PERCEQUILLO, A. R.; SANTOS, K.; SANTOS, R. G.; CAMPOS, B. A. T. P.; TOLEDO, G.; LANGGUTH, A. 2007. Mamíferos dos remanescentes florestais de João Pessoa, Paraíba. *Biol. Geral Experimental*, São Cristóvão, SE 7(2):17-31 pp.
- PESSÔA, S. B. & LANE, F. 1941. Coleópteros necrófagos de interesse médico-legal. *Arquivo de Zoologia do Estado de São Paulo* 2: 389–504.
- RONQUI, D.C. & LOPES, J. 2006. Composição e diversidade de Scarabaeoidea (Coleoptera) atraídos por armadilha de luz em área rural no norte do Paraná, Brasil. *Iheringia Ser. Zool.* 96(1):103-108 pp.
- SALOMÃO, R. P & IANNUZZI, L. 2015. Dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae) assemblage of a highly fragmented landscape of Atlantic forest: from small to the largest fragments of northeastern Brazilian region. *Revista brasileira de entomologia*, 59, 126 -131 pp.
- SALOMÃO, R. P.; ALVARADO, F.; BAENA-DÍAZ, F.; FAVILA, M. E.; IANNUZZI, L.; LIBERAL, C. N.; SANTOS, B. A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; GONZÁLEZ-

- TOKMAN, D. 2019. Urbanization effects on dung beetle assemblages in a tropical city. *Ecological indicators* 103 665-675 pp.
- SILVA, F. A. B.; COSTA, C. M. Q.; MOURA, R. C. & FARIAS, A. I. 2010. Study of the dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Community at Two Sites: Atlantic Forest and Clear-Cut, Pernambuco, Brazil. *Environment Entomology*, 39(2): 359-367 pp.
- SILVA, P. G.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DI MARE, R. A. 2011. Guia de identificação das espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* 14: 329-34 pp.
- STATSOFT, INC. 2007. Statistica (data analysis software system), version 7.
- STICCA, S. C; MELLO, A. J. M; SCHULZE, C; BEZAMAT, C; ALVES, R. P; HERNÁNDEZ, M. I. M. 2011. Influência das características da vegetação na riqueza e abundância de besouros escarabeíneos do Parque Municipal Lagoa do Peri – Florianópolis –SC. *Disponível em: Ecologia de Campo na Ilha de Santa Catarina - PPG - Ecologia – UFSC*. 93 – 96 pp.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z.; LOUZADA, J. N. C.; GAVINO, M. 2001. Nova espécie de *Dichotomius* Hope, 1838 (Coleoptera: Scarabaeidae) do Espírito Santo, Brasil. *Revista brasileira de entomologia* 45(2): 99-102 pp.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z; EDMONDS, W. D; OCAMPO, F. C; SCHOOLMEESTERS, P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Magnolia Press Auckland, New Zealand*.
- VAZ-DE-MELO, F. Z. 2000. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae S. Str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. *Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000*. SEA, Zaragoza 1: 183—195 pp.
- VIANA, V. M. & PINHEIRO, L. A. F. V. 1998. Conservação da Biodiversidade e fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF*; v. 12; n. 32; 25-42 pp.

CAPÍTULO 02

DISPERSÃO SECUNDÁRIA DE SEMENTES POR *Canthon (Peltecanthon) staigi*
PEREIRA, 1953 (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) EM UMA
ÁREA DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL

INTRODUÇÃO

O gênero *Canthon* (Hoffmannsegg, 1817), pertencente à subfamília Scarabaeinae, é composto por aproximadamente 160 espécies descritas, distribuídas em nove subgêneros e pode ser encontrado do Canadá à Argentina, exceto no Chile e nas Antilhas (Vieira *et al.*, 2016). A espécie *Canthon (Peltecanthon) staigi* Pereira, 1953 é predominantemente coprófaga, endêmica e abundante na Floresta Atlântica, além de possuir hábitos predominantemente diurnos (Endres *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2013; Hernández *et al.*, 2014).

Canthon staigi pertence ao grupo funcional dos telecoprídeos (ou roladores) devido à forma de alocação do recurso nídico-alimentício (Cambefort & Hanski, 1991). Além de roladores, essa espécie escava pequenos túneis sob o solo, nos quais deposita seus ovos dentro de bolas de fezes e após a eclosão dos ovos, as larvas se alimentam dos nutrientes presentes nas bolas de fezes (Halfpter & Matthews, 1966).

A coprofagia em besouros escarabeíneos é uma característica muito antiga e identificada através de registros fósseis de galerias sob o solo ainda com bolas feitas de fezes de dinossauros, datadas do período Cretáceo (Chin & Gill, 1996). Isso sugere uma antiga interação entre os besouros escarabeíneos e estes recursos nídico-alimentícios muito antes da diversificação dos grandes mamíferos, em uma época que a coprofagia dominava os hábitos, tanto para alimentação quanto para nidificação para este grupo de insetos (Chin & Gill, 1996).

De acordo com Halfpter & Matthews (1966), a saprofagia e necrofagia talvez sejam tipos de especializações da coprofagia, visto que a mesma em Scarabaeinae é uma característica determinante para seus padrões de comportamento, distribuição, morfologia e desenvolvimento, além de determinar diretamente sua abundância relativa em vários biomas. Esta exploração de fezes de animais vertebrados demonstra um traço comportamental extremamente representativo para os ecossistemas (Tarasov & Génier, 2015), e dentre as funções ambientais citadas provavelmente é quase certo que *Canthon staigi* atue efetivamente no processo de dispersão de sementes.

O material fecal, descartado pelos agentes dispersores primários, atrai predadores de sementes, por exemplo, roedores ou alguns invertebrados, além dos dispersores secundários tais como formigas e os próprios besouros escarabeíneos (Andresen, 2000). As fezes de vertebrados herbívoros são o recurso mais importante para os besouros escarabeíneos na maioria dos ecossistemas (Cambefort & Hanski, 1991) e é quase certo

que grande parte dessas fezes utilizadas por escarabeíneos em florestas neotropicais contenham sementes. Devido às suas estratégias de manipulação do recurso, os besouros escarabeíneos podem aumentar consideravelmente a probabilidade de sobrevivência das sementes e o estabelecimento de mudas (Andresen, 1999), contribuindo para os processos naturais de sucessão ecológica.

De acordo com Miranda (2009) o processo de regeneração florestal natural ou sucessão ecológica é a forma ordenada de mudanças no ecossistema, oriunda da modificação do ambiente físico pela comunidade biológica, podendo ser primária, secundária e clímax. Ainda de acordo com o autor, tal termo pode ser utilizado para descrever as respectivas alterações na vegetação em escalas temporal e espacial.

Tais processos de sucessão dependem intimamente da propagação vegetativa, chuva e bancos de sementes no solo e/ou de bancos de plântulas (Santos, 2005). Com relação aos bancos de sementes, as mesmas são geralmente e em grande maioria de tamanhos pequenos, dando origem às espécies vegetais pioneiras, as quais necessitam de muita luz para germinação e são geralmente germinadas em grandes clareiras (Santos, 2005). Os bancos de plântulas não necessitam de tanta luz para seu desenvolvimento e são oriundos de sementes pequenas e médias, as quais constituem a chamada regeneração avançada, a qual parece ser mais importante do que a chuva e o próprio banco de sementes no solo, durante o processo de regeneração florestal, após a abertura de uma clareira (Baider *et al.*, 1998).

Contudo, o fato dos besouros escarabeíneos, em especial a espécie *Canthon staigi* dispersar sementes, indica que tal espécie contribui para os processos de regeneração florestal descritos, tendo em vista que tanto o banco de sementes no solo, quanto o banco de plântulas dependem intimamente da eficiência e das dinâmicas dos próprios dispersores dessas próprias sementes. Espécies de animais dispersores (primários e/ou secundários) são importantes para manter a dinâmica das áreas em processo de recuperação, ou mesmo a serem recuperadas, além de contribuir para o aumento das interações ecológicas (Barbosa, 2006).

Estudos sobre dispersão secundária de sementes por besouros escarabeíneos têm sido reconhecidos (Estrada & Coates-Estrada, 1991; Andresen & Feer, 2005). No Brasil, esse tipo de estudo foi realizado principalmente em áreas da Floresta Amazônica (Vulínek, 2000; Andresen, 2001), sendo escassos em outros ecossistemas, como por exemplo a Floresta Atlântica e em especial para o Domínio dessa floresta no Nordeste Brasileiro.

Tendo em vista tais considerações, é quase certo que a dispersão secundária de sementes por besouros escarabeíneos em áreas de Floresta Atlântica exerça importante papel para compreendermos os principais processos ecológicos naturais e artificiais, diante deste cenário de relevantes alterações na formação original deste ecossistema.

Afim de alcançar o objetivo de avaliar a capacidade de dispersão secundária de sementes pela espécie *Canthon (P.) staigi* e tendo em vista que essa é uma função importante nos processos de regeneração florestal, foram elaborados os seguintes objetivos específicos, baseados em questionamentos para os quais foram levantadas hipóteses fundamentadas em predições obtidas a partir de referências bibliográficas:

1. *Canthon (P.) staigi* é um dispersor secundário de sementes? **Objetivo:** Avaliar a capacidade de dispersão secundária de sementes pela espécie *Canthon (P.) staigi* em um fragmento de Floresta Atlântica nordestina. **Hipótese:** *Canthon staigi* é um dispersor secundário de sementes. **Predição:** O besouro *C. staigi* é uma espécie coprófaga e muito abundante em Floresta Atlântica. Além de ser uma espécie dominante, com fácil adaptação em cativeiro, a mesma pertence ao grupo funcional dos telecoprídeos (ou roladores), dessa forma atendendo aos pré-requisitos para um possível dispersor secundário de sementes.
2. Qual tamanho das sementes que *C. staigi* pode dispersar? **Objetivo:** Testar quais os tamanhos das sementes disponíveis no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho podem ser dispersados por *C. staigi*. **Hipótese:** *Canthon (P.) staigi* é capaz de dispersar sementes pequenas. **Predição:** Sementes consideradas pequenas podem ser dispersas secundariamente por besouros escarabeíneos coprófagos ou generalistas, tendo em vista que as sementes consideradas grandes, em relação ao tamanho do corpo daqueles dispersores secundários são retiradas e consideradas contaminantes para tal recurso. A literatura descreve esse tipo de comportamento em alguns estudos de dispersão secundária de sementes em ecossistemas neotropicais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta de besouros escarabeíneos

O estudo foi realizado no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, ou seja, a mesma área e protocolo para coletas dos besouros escarabeíneos, descritas no Capítulo 1.

Coletas, triagem e classificação das sementes

A coleta de sementes foi realizada durante os meses de março a dezembro de 2018, no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho (Figura 1, capítulo 1), juntamente com a coleta dos besouros escarabeíneos. Para isso, foram utilizados dez coletores de sementes, distribuídos ao longo de um transecto e distantes pelo menos 100m uns dos outros, dispostos paralelamente ao transecto dos *pitfalls* (Figura 1) (Figura 2, capítulo 1). Os coletores foram constituídos de uma armação de PVC (1m²) revestido na parte superior por um tecido com malha do tipo *Voil* (abertura da malha com menos de 1mm), instalados à 0,5m da superfície do solo (Figura 2). Os coletores ficaram expostos durante seis meses e foi realizado um total de seis coletas, sendo três delas para cada estação (meses de março, abril e maio para estação chuvosa e para a estação seca os meses de outubro, novembro e dezembro), sendo uma coleta por mês e ambas as estações referentes ao ano de 2018.

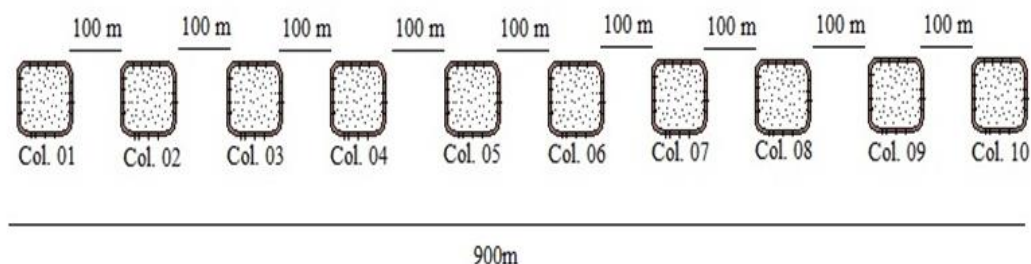


Figura 01. Desenho amostral do transecto com armadilhas de *Pitfalls*, instalado durante os meses de março a dezembro de 2018, no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, Município de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Col.:** Coletor.

O material caído dentro do coletor, tais como folhas, gravetos, flores, inflorescência, frutos, fungos, pequenos invertebrados e sementes foi recolhido em

sacolas plásticas, devidamente etiquetadas e levadas ao Laboratório de Entomologia da UFPB. À medida que as sementes iam sendo coletadas, as mesmas foram passando por um processo de triagem em uma bandeja plástica branca 43 x 30 x 8cm, com auxílio de pinças de ponta fina e ponta grossa, além de uma lupa de mesa e luminária articulada. Em seguida, todas as sementes triadas foram divididas e identificadas em dez diferentes tipos e acondicionadas em potes de plástico hermeticamente fechados, contendo álcool 70% e devidamente etiquetados.



Figura 02. Coletores de sementes confeccionado sem PVC e utilizados nas coletas durante as estações seca e chuvosa, no ano de 2018 no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Coletor utilizado no teste piloto. **B.** Coletor utilizado no transecto durante a coleta de amostras da chuva de sementes.

Posteriormente, as sementes foram separadas em três classes de tamanho (pequenas, médias e grandes). Além disso, as sementes ainda foram classificadas nas subclasses: (c-01 e c-02) dentro da classe pequena e todas < 6mm de comprimento; (c-03) dentro da classe média, com sementes entre 6 e 8mm de comprimento e por fim, a subclasse (c-04) dentro da classe das sementes grandes, com comprimento > 8mm (Tabela 1). Além dessa classificação, foi adicionada a classe c-m (classe mista) (Tabela 2). A proporção de sementes para a classe mista (c-m) foi feita de acordo com a quantidade de sementes disponíveis do total coletado, já que as mesmas, na maioria das vezes foram perdidas após serem misturadas às porções de fezes.

Tabela 1. Classificação, comprimento e peso médio das sementes coletadas no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho em 2018 e utilizadas nos testes de dispersão secundária de sementes por *Canthon (P.) staigi*, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Classificação geral	Subclasse	Comprimento médio (mm)	Comprimento por intervalo de classes (mm)	Peso médio (g)	N
Pequenas	c-1	2,07	1,38 – 2,97	0,0015	30
	c-2	4,82	4,30 – 5,80	0,0183	30
Médias	c-3	6,68	6,30 – 7,20	0,0612	30
Grandes	c-4	11,9	8,00 – 15,11	0,2189	30

Tabela 2. Representação da proporção das classes de sementes, inseridas nas porções de 15 g de esterco bovino por tratamento da classe mista (**c-m**) nos 10 terrários durante os 5 testes de dispersão secundária por *Cathon (P.) staigi*, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Nsu.** Número de sementes utilizadas na porção de esterco. **Nsc.** Número de sementes coletadas para os testes.

Classes	Subclasses	Nsu	Nsc
Pequena	01	03	318
	02	04	489
Média	03	02	232
Grande	04	01	108
Total	-	10	1.147

Após a classificação das sementes, as mesmas foram pesadas com auxílio de balança de precisão 0,0001g *Bel®* e medidas (comprimento e largura) sob esteriomicroscópio com o auxílio do software *Leica® Application Suite*. Após esta etapa, as sementes foram dispostas em potes de acrílico e devidamente etiquetados de acordo com as respectivas subclasses de tamanhos citadas (Figuras 3 e 9 - A).

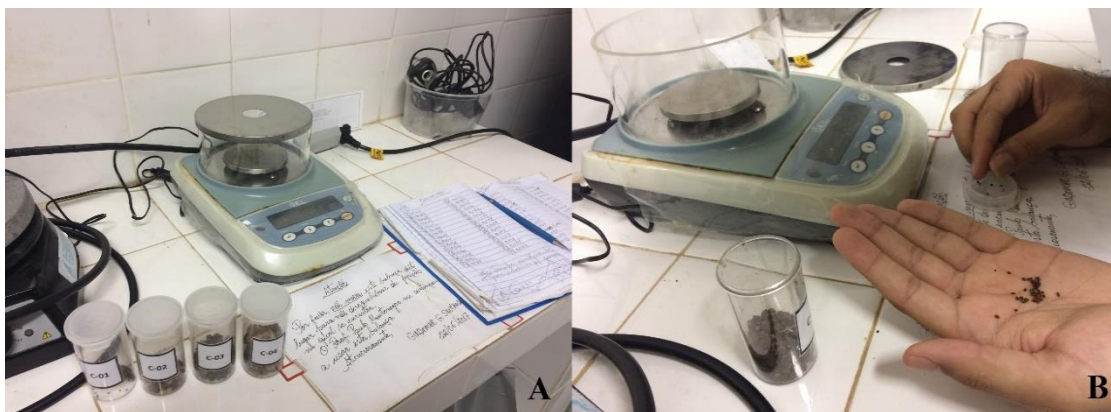


Figura 03. Processo de pesagem das amostras de sementes coletadas no ano de 2018, no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Detalhe para a balança de precisão, caderno de anotações e potes de acrílico com as amostras de sementes separadas por quatro classes de tamanho. **B.** Detalhes do processo de pesagem e anotação dos dados.

Área do estudo experimental

O estudo experimental foi desenvolvido entre os meses de março e abril de 2019 (dias 23 e 30 de março; 06, 13 e 19 de abril) no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) da UFPB, *campus* – I, João Pessoa, PB, Brasil. O mesmo, onde funcionava o antigo Laboratório de Primatologia Tropical, encontra-se localizado em um pequeno fragmento de Mata Atlântica (latitude 07°06'54"S e longitude 34°51'47"O), com aproximadamente 8ha dentro do próprio *Campus*. Esse pequeno fragmento foi desmembrado do Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho em meados da década de 1950 para a construção do *campus* - I da UFPB (Figuras 4 e 5).

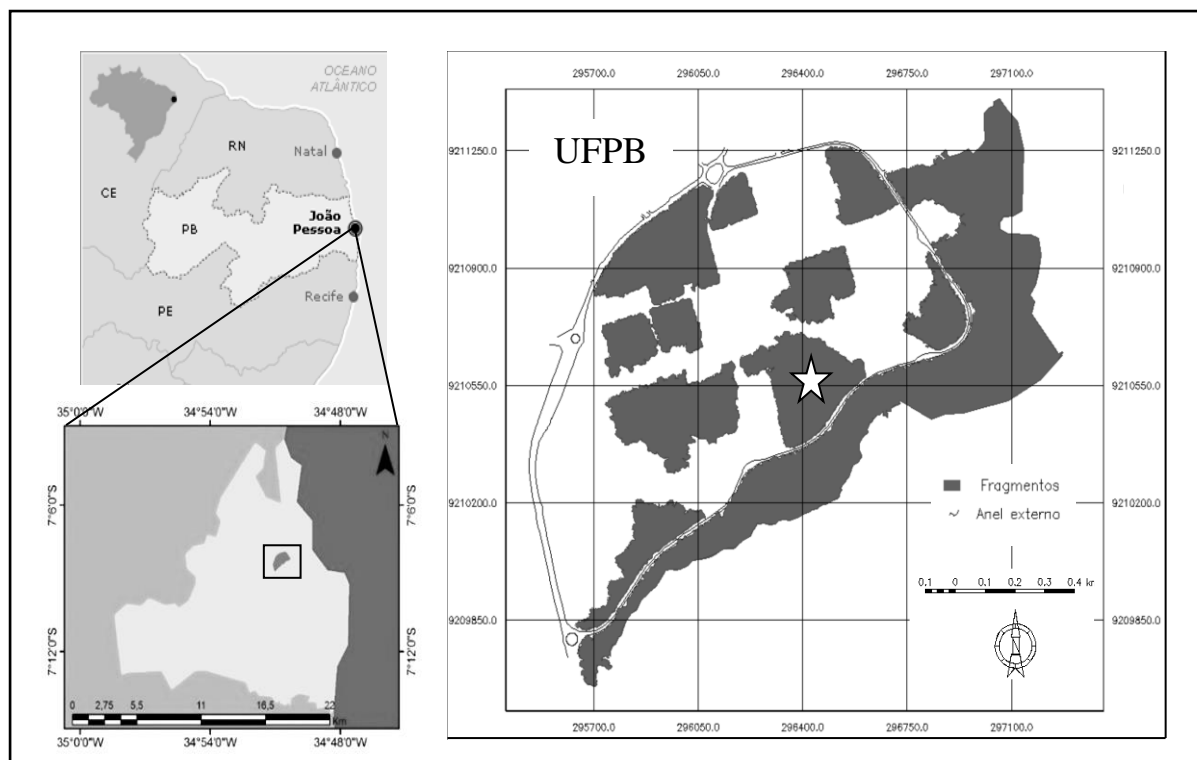


Figura 04. Localização da área de estudo. A estrela indica o Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação no interior de um dos fragmentos do Campus I da Universidade Federal da Paraíba. *Fonte: Adaptado de Silva (2011) e Costa et al. (2017).*



Figura 05. Local de realização dos testes de dispersão secundária de sementes por *Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Entrada do LEAC. **B.** Vista externa do recinto de testes.

Criação dos besouros

Após a coleta e triagem dos espécimes de *C. staigi*, os mesmos foram juntos em um terrário adaptado em um balde com diâmetro de 30cm por 40cm de altura (Figura 6). Para a criação, foram utilizados 100 indivíduos, entre machos e fêmeas dispostos aleatoriamente naquele recipiente. O mesmo foi preenchido com 7Kg de areia do próprio solo do fragmento de Mata Atlântica e protegido com uma tela composta por um tecido do tipo Voil (malha <1mm), preso com elástico, para evitar que os besouros escapassem.

Em laboratório, os besouros foram mantidos sob condições naturais de temperatura e umidade, dessa forma simulando ao máximo as condições ambientais e evitando ao máximo os níveis de stress aos besouros. Os mesmos foram alimentados com 200g de fezes bovinas regularmente a cada 72h, seguidos pelo serviço de manutenção de limpeza dos restos de fezes ressecadas e umedecimento da terra. As fezes bovinas foram coletadas semanalmente em uma vacaria, localizada na Granja Santo Antônio, região metropolitana da cidade de João Pessoa, Paraíba.



Figura 06. Terrário adaptado em um balde plástico para a criação de *Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Vista externa do terrário. **B.** Vista interna do terrário.

Protocolo

Foram utilizados 50 besouros por teste e os mesmos foram divididos e distribuídos em dez terrários, com cinco besouros em cada. Os terrários foram dispostos em forma de U [Figuras 7 e 8]. Cada terrário foi adaptado com bandejas plásticas de cor branca, com formato retangular e dimensões 43 x 30 x 8cm e preenchidos com 3kg de areia peneirada

do próprio solo da Floresta Atlântica. Além disso, os terrários foram revestidos na parte superior por um tecido com malha do tipo *Voil* (abertura da malha <1mm) e preso por um elástico para evitar a fuga dos besouros escarabeíneos (Figura 8 - C).

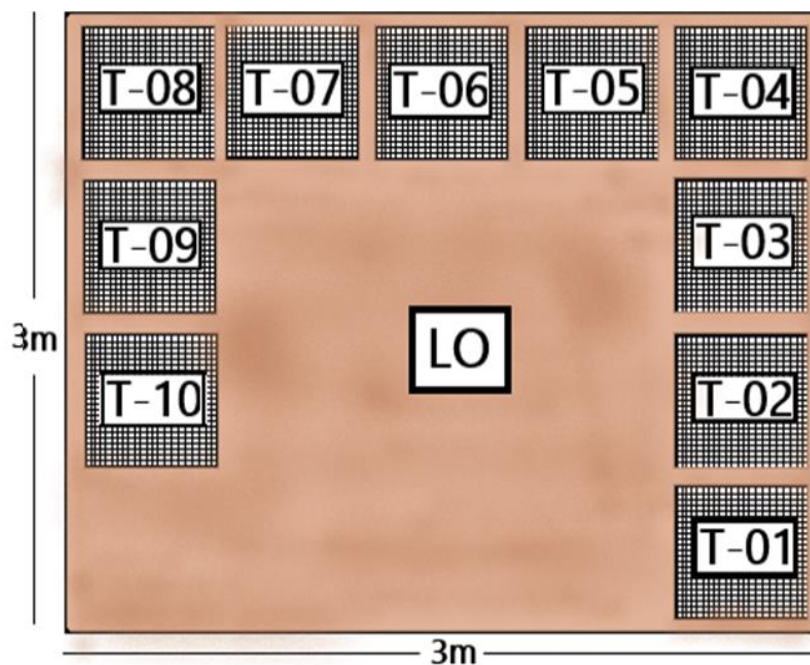


Figura 07. Esquema simplificado do desenho amostral dos terrários utilizados durante a etapa experimental para dispersão secundária de sementes *por Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **LO.** Local de observação do pesquisador; **T.** Terrários enumerados de 01 a 10.

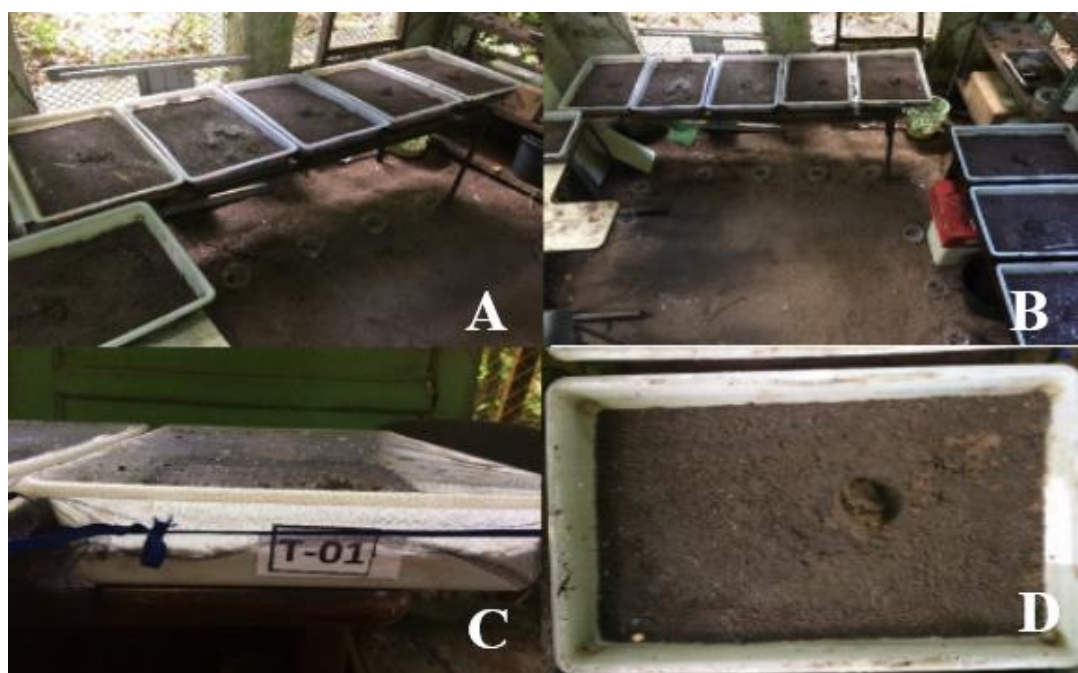


Figura 08. Disposição dos terrários internamente ao recinto de testes de dispersão secundária de sementes por *Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A e B:** Vista panorâmica da disposição dos terrários com destaque para os potes coletores de bolas de esterco. **C:** Vista frontal de um terrário com destaque para a tela de proteção presa ao elástico azul. **D.** Vista superior de um terrário, com destaque para uma porção de esterco bovino.

Testes de dispersão secundária de sementes e suas respectivas etapas

Foi realizado um total de cinco testes durante os meses de março e abril de 2019. Os mesmos foram realizados semanalmente e tiveram duração de 7h/teste, com início às 7h00 e término às 14h00 horas. Seguem as respectivas etapas dos testes:

1ª Preparação das porções de esterco

Para esta etapa, foi coletada uma amostra de 150g de esterco bovino fresco. A mesma foi dividida em dez porções homogêneas, cada uma contendo 15g de esterco as quais foram pesadas em balança e dispostas em uma bandeja metálica (32 x 21 x 5cm) (Figura 9 - B) para a preparação da etapa seguinte.

2ª Preparação das sementes no esterco

As sementes, previamente separadas em três classes de tamanho (pequenas, médias e grandes) e subdivididas em quatro subclasses de tamanho foram inseridas diretamente nas porções de esterco com auxílio de uma pinça. Foram inseridas dez sementes em cada porção de esterco (Figura 9 - B). Nas duas primeiras porções dispostas na bandeja metálica foram inseridas dez sementes da subclasse c-01/porção. O mesmo foi feito para mais duas porções com o mesmo número de sementes, agora da subclasse c-02. Para as subclasses c-03 e c-04 foi feito o mesmo procedimento, entretanto para a classe c-m (mista) foi feita uma proporção de distribuição de acordo com a Tabela 2. As sementes da subclasse c-01 foram pintadas com caneta especial de tinta branca, atóxica (*Paint Marker® 791 Edding*) devido ao seu pequeno tamanho, a fim de serem facilmente detectadas durante as observações e uma posterior recuperação das mesmas.



Figura 09. Amostras de sementes separadas por quatro subclasses de tamanho e bandeja metálica com as porções de esterco bovino, preparadas com as respectivas sementes e utilizadas durante os testes para dispersão secundária de sementes por *Canthon (P) staigi* durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **A.** Potes de acrílico com as respectivas classes de sementes: **c-01** subclasse de semente número 01; **c-02** subclasse de semente número 02; **c-03** subclasse de semente número 03 e **c-04** subclasse de semente número 04. **B.** Bandeja metálica com as porções de esterco bovino, preparadas com as respectivas classes de sementes: **p1(c-1)** porção 1 com a subclasse c-1; **p2(c-2)** porção 2 com a subclasse c-2; **p3(c-3)** porção 3 com a subclasse c-3; **p4(c-4)** porção 4 com a subclasse c-4 e **p5(c-m)** porção 5 com a classe mista c-m.

3ª Distribuição nos terrários

Após o processo de preparação das sementes nas porções de esterco, as mesmas foram dispostas de formas individuais na região central de cada terrário. A cada teste, as disposições das porções de esterco com as referidas subclasses de tamanhos de sementes foram alternadas em forma de rodízio.

Para o teste 01, realizado em 23 de março de 2019, as duas primeiras porções de esterco, ambas com a subclasse c-01 foram dispostas nos terrários t-01 e t-02, respectivamente. As duas porções seguintes, ambas contendo a subclasse c-02 foram dispostas nos terrários t-03 e t-04, respectivamente. Outras duas porções de esterco, contendo ambas a subclasse c-03 foram disponibilizadas para os terrários t-05 e t-06, respectivamente. Mais duas porções de esterco, contendo a subclasse c-04 foram dispostas nos terrários t-07 e t-08, respectivamente. Por fim, as duas últimas porções de esterco contendo a classe mista (c-m), foram inseridas nos terrários t-09 e t-10, respectivamente e dessa forma fechando o ciclo do rodízio do primeiro teste.

A dinâmica do rodízio nos terrários durante os cinco testes de dispersão secundária de sementes por *Canthon (P) staigi* está resumida na tabela abaixo:

Tabela 3. Resumo da distribuição das classes de sementes inseridas nas porções de 10 g de esterco bovino/tratamento nos 10 terrários durante os 5 testes de dispersão secundária de sementes por *Canthon (P) staigi*, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **T.** Terrários. **c-01** subclasse de semente número 01; **c-02** subclasse de semente número 02; **c-03** subclasse de semente número 03; **c-04** subclasse de semente número 04 e **c-m**: classe de sementes mistas.

Testes/ Tratamentos	Teste 01 23 de março	Teste 02 30 de março	Teste 03 06 de abril	Teste 04 13 de abril	Teste 05 19 de abril
T – 01	c-01	c-m	c-04	c-03	c-02
T – 02	c-01	c-m	c-04	c-03	c-02
T – 03	c-02	c-01	c-m	c-04	c-03
T – 04	c-02	c-01	c-m	c-04	c-03
T – 05	c-03	c-02	c-01	c-m	c-04
T – 06	c-03	c-02	c-01	c-m	c-04
T – 07	c-04	c-03	c-02	c-01	c-m
T – 08	c-04	c-03	c-02	c-01	c-m
T – 09	c-m	c-04	c-03	c-02	c-01
T - 10	c-m	c-04	c-03	c-02	c-01

4ª Observação e registros

Em cada terrário foram dispostos cinco besouros, escolhidos aleatoriamente do balde de criação, os quais foram mantidos vivos durante toda a etapa experimental do estudo. Foram realizados cinco testes de laboratório. A cada teste foi observado o comportamento de *Canthon (P) staigi*, no que diz respeito à alocação do recurso. Foram observadas quantidades de bolas com ou sem sementes transportadas e os tipos de deslocamentos das sementes (horizontal e vertical).

RESULTADOS

Coleta de dados

Besouros

Foi coletado um total de 1.184 besouros escarabeíneos, entretanto apenas 100 da espécie *Canthon staigi* foram mantidos vivos para os respectivos testes em laboratório. Os dados de dimensões e peso de *C. staigi* estão descritos na tabela abaixo.

Tabela 4. Medidas de comprimento médio, largura média e peso médio da espécie *Canthon staigi*, utilizadas durante os testes para dispersão secundária de sementes durante os meses de março e abril de 2019, no Laboratório de Ecologia Aplicada à Ecologia (LEAC), UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

	Dimensões (mm)		Peso (g)	N
	Comprimento	Largura		
	10,6	6,7	0,046	30
Desvio padrão	1,07	0,68	0,014	-



Figura 10. *Canthon staigi*, coletado através de *Pitfalls* iscados com fezes humanas e baço bovino apodrecido, durante as estações seca e chuvosa no Refúgio da vida silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa-PB, 2018.

Sementes

Foi coletado um total de 1.147 sementes. Foram coletadas 807 sementes da classe pequena (318 da subclasse c-1 e 489 da subclasse c-2) representando 70% do total de sementes coletadas. Os dados de dimensões e peso das sementes estão descritos na tabela abaixo.

Tabela 5. Classificação, número, tamanho e peso médio das sementes coletas durante os meses de março e dezembro de 2018 no Refúgio da Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **S.C.** Subclasses; **C.M.** Comprimento médio; **C.M.I.C.** Comprimento médio por intervalos de classes; **D.P.C.** Desvio padrão do comprimento médio; **P.M.** Peso médio. **D.P.P.M.** Desvio padrão do peso médio.

Classe	S.C	C.M. (mm)	C.M.I.C (mm)	D.P.C	P.M (g)	D.P.P. M	N
Pequena	c-1	2,07	1,38 – 2,97	0,336	0,0015	0,0008	318
	c-2	4,82	4,30 – 5,80	0,375	0,0183	0,008	489
Média	c-3	6,68	6,30 – 7,20	0,298	0,0612	0,0137	232
Grande	c-4	11,9	8,00 – 15,11	1,815	0,2189	0,2027	108
Média total		6,36			0,074		
Desvio padrão		4,14			0,09		
Total							1.147

Testes de laboratório

Produção de bolas de fezes

Foi produzido um total de 107 bolas de fezes e destas 42 (39,25%) continham sementes (Tabela 6). Foram produzidas 12 bolas com sementes da subclasse c-1, 21 da subclasse c-2, quatro da subclasse c-3 e nenhuma para a subclasse c-4 e para a classe mista (c-m) foram produzidas cinco bolas com uma semente cada. Destas, três sementes pertenciam à subclasse c-1 e as outras duas pertenciam à subclasse c-2.

O gráfico da Figura 11 representa a quantidade total de bolas produzidas com sementes e suas respectivas subclasses dispersas por *Canthon staigi*. Ao final foram dispersas 36% das bolas com sementes da subclasse c-1, 55% da subclasse c-2, 9% da subclasse c-3 e 0% da subclasse c-4. A classe pequena (c-1 e c-2) representou 91% do total, entretanto, foi registrado o deslocamento de quatro bolas, nas quais continham sementes da classe média (subclasse c-3) com sementes > 6 mm (Tabela 6 e Figura 15). Foram retiradas 91% das sementes médias e 100% das sementes grandes.

Com relação aos tipos de deslocamento, das 42 bolas com sementes, 37 (88%) foram dispersas horizontalmente, e deste percentual foram registradas 33 bolas (89%) com sementes pequenas e quatro com sementes médias. Das cinco bolas com sementes dispersas verticalmente, foi registrado 100% de sementes pequenas.

Tabela 6. Classificação dos tamanhos das sementes, total de bolas produzidas (com e sem sementes) e tipos de deslocamento do recurso *Canthon (P) staigi*, durante os 5 testes de dispersão secundária de sementes, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **C-01** classe de semente número 01; **c-02** classe de semente número 02; **c-03** classe de semente número 03; **c-04** classe de semente número 04 e **c-m**: classe de sementes mistas.

Classes de sementes	Total de bolas	Total de bolas com sementes	Total de bolas sem sementes	Deslocamento			
				Horizontal		Vertical	
				Com sementes	Sem sementes	Com sementes	Sem sementes
c-1	18	12	6	10	5	2	1
c-2	32	21	11	18	7	3	4
c-3	24	4	20	4	17	0	3
c-4	8	0	8	0	8	0	0
c-m	25	5	20	5	19	0	1
-	107	42	65	37	56	5	9

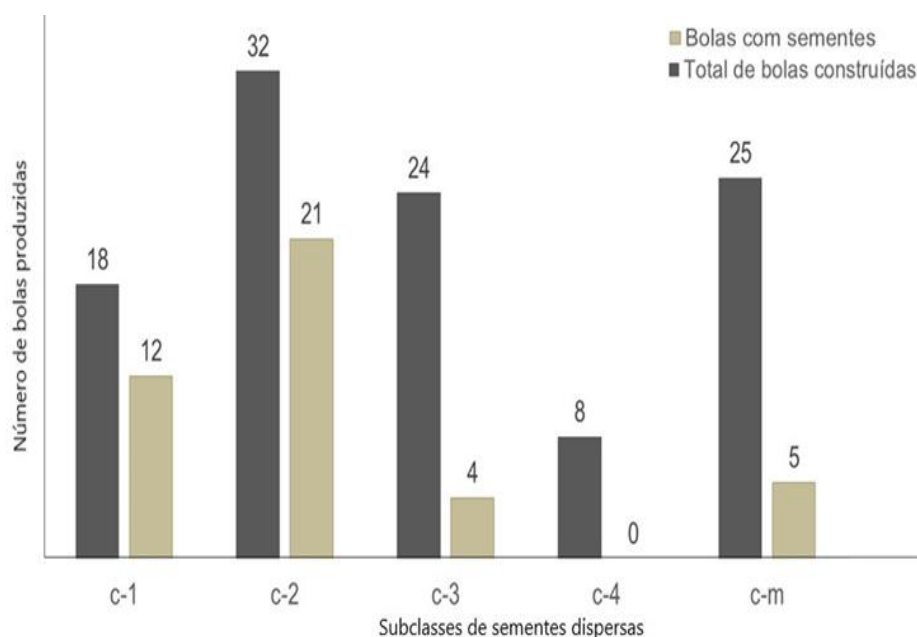


Figura 11. Classificação dos tamanhos das sementes, total de bolas produzidas (com e sem sementes) e tipos de deslocamento do recurso *Canthon (P) staigi*, durante os 5 testes de dispersão secundária de sementes, realizados entre os meses de março e abril de 2019 no Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação (LEAC) - UFPB, *campus I*, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **C-01** subclasse de semente número 01; **c-02** subclasse de semente

número 02; **c-03** subclasse de semente número 03; **c-04** subclasse de semente número 04 e **c-m**: classe de sementes mistas.

DISCUSSÃO

Canthon staigi é um dispersor secundário de sementes pequenas e médias em áreas de Floresta Atlântica, deslocando-as, tanto horizontal quanto verticalmente, juntamente às fezes usadas como seu principal recurso nídico-alimentício. Os presentes resultados, além de corroborarem com as hipóteses, comprovam que os objetivos foram alcançados.

Esta espécie, *Canthon staigi*, é dominante e abundante em áreas de mata fechada na Floresta Atlântica, além de ser predominantemente diurna, com pico de atividades entre 7h00 e 11h00, dessa forma contribuindo para a logística de estudos comportamentais (Endres *et al.*, 2005; 2007; Dantas, *dados inéditos*). Além disso, tal espécie é de fácil adaptação em cativeiro e dessa forma proporciona melhor eficiência para um estudo desta natureza (Bessa, *dados inéditos*).

A quantidade de sementes pequenas coletadas (70%), pode ser justificada pela extinção local dos grandes dispersores de sementes, em especial os grandes mamíferos, já que os mesmos dispersariam sementes maiores (Andresen, 2000; 2001; 2002; Percequillo *et al.*, 2007; Salomão *et al.*, 2019). Apesar da predominante fauna de pequenos mamíferos, os besouros rola-dores, em especial os diurnos processam mais quantidades de fezes rapidamente, devido a própria escassez das mesmas, além da competição e efemeridade do próprio recurso interferirem na diminuição do poder de atratividade das fezes (Feer, 1999; Estrada e Coates-Estrada, 1991; Andresen & Levey, 2004; Halffter & Edmonds, 1982). Dessa forma os besouros escarabeíneos realocam tais quantidades de recursos com maior rapidez e eficiência, portanto contribuindo para as funções ecossistêmicas já descritas (Silva *et al.*, 2011; Hernandez *et al.*, 2014).

O fato de *C. staigi* demonstrar capacidade de dispersão secundária de sementes, transportando 91% das sementes da classe pequena, tendo em vista que a maioria das sementes médias foram retiradas (81%) e todas as sementes grandes também foram retiradas sugere a eficiência de tal espécie para este tipo de função ecológica. Um dos fatores que determina se uma semente será dispersa ou não por besouros escarabeíneos é o tamanho da própria semente, tendo em vista que estas são consideradas contaminantes para o recurso do ponto de vista destes insetos (Andresen, 2002). Com isso, as sementes

maiores devem ser separadas dos recursos e, por conseguinte serem dispersas com menos frequência que as sementes menores (Estrada & Coates-Estrada, 1991; Andresen, 1999; Feer, 1999).

As sementes grandes, além de interferirem no deslocamento por besouros rola-dores, de certa forma dificultam a deposição das bolas de fezes na entrada do túnel, já que a mesma é feita sob medida para atender ao diâmetro da própria bola de fezes (Andresen e Levey, 2004). Além disso, sementes grandes são dispersas por besouros maiores os quais predominam com hábitos noturnos, portanto sugere-se que as sementes maiores sejam dispersas secundariamente neste horário (Andresen, 2002).

Deste ponto de vista pode-se levantar o seguinte questionamento: *Por que os besouros não retiram todas as sementes das fezes?* Isso pode ser explicado pelos tipos de competições (intra e interespecíficas), além do tempo de vida útil do recurso, já que durante o dia as taxas de evaporação são maiores, dessa forma comprometendo a qualidade e poder de atratividade das fezes, conforme já foi discutido (Feer, 1999; Estrada e Coates-Estrada, 1991; Andresen & Levey, 2004; Halffter & Edmonds, 1982). Além disso, outros fatores, tais como espécie, número e tamanho dos indivíduos, quantidade de esterco, hora do dia e sazonalidade também interferem no destino das sementes presentes nas fezes (Andresen, 2002; Hanski & Cambefort, 1991; Estrada & Coates-Estrada, 1991; Andresen, 1999).

Com relação aos tipos de movimentos de realocação do recurso registrados e suas respectivas vantagens, para o movimento horizontal pode-se citar a promoção e diminuição da competição entre as sementes, a redução da predação por outros animais e da ação de patógenos (Estrada & Coates-Estrada, 1991). Já para o movimento vertical, o mesmo proporciona um melhor microambiente para a germinação das sementes, entretanto, para esse último tipo de movimento, a profundidade do enterramento das sementes também pode definir o sucesso ou não da germinação das mesmas (Andresen, 2001; Feer, 1999). Tendo em vista que *C. staigi* é um besouro telecoprídeo, e que esses dispersam porções de fezes horizontalmente com maior frequência, pode-se sugerir mais um pré-requisito para a qualidade nas funções ambientais, por parte desta e de outras espécies telecoprídeas diurnas.

Com relação à classificação das sementes, em especial para a classe mista (c-m), a mesma foi inserida para tentar simular a heterogeneidade da dieta de dispersores primários, além de servir como complemento durante a comparação com as demais classes e subclasses. É tanto que, das cinco bolas de fezes produzidas, com uma semente

cada, três sementes pertenciam à subclasse c-1 e as outras duas pertenciam à subclasse c-2, ou seja, todas pertenciam à classe pequena, confirmando a premissa que *C. staigi* é um eficiente dispersor de sementes pequenas. A proporção de sementes para essa classe especial foi feita de acordo com a quantidade de sementes disponíveis do total coletado, já que as mesmas, na maioria das vezes foram perdidas após serem misturadas às porções de fezes.

Os presentes resultados corroboram com outros estudos de dispersão secundária por escaravos, em outros países e aqui no Brasil (Estrada & Coates-Estrada, 1991; Andresen & Feer, 2005; Feer, 1999; Vulinec, 2000; Andresen, 2001; Pergentino, 2015). (Apêndice 1). Conforme o exposto, a classificação das sementes foi feita com base em tais estudos, os quais sugerem de forma geral, sementes pequenas aquelas menores que 5,7mm (Bautz, *et al.*, *dados não publicados*; Pergentino (2015); Andresen, 1999; 2002; Andresen & Levey, 2004; Estrada & Coates-Estrada, 1991; Feer, 1999; Vulinec, 2000).

O método de utilização de sementes artificiais tem sido registrado em alguns estudos de dispersão secundária de sementes por besouros escarabeíneos (Andresen, 1999; 2002; Pergentino, 2015; Bautz, *et al.*, *dados não publicados*), entretanto, para o presente estudo foram utilizadas sementes naturais da própria Floresta Atlântica. Para o estudo piloto foram utilizadas sementes artificiais (miçangas plásticas), entretanto, tais “sementes” não simulam realmente uma semente natural, tendo em vista que aquelas diferem em percentuais de densidade, peso e tamanho. Além disso, os odores produzidos pela substância sintética (plástico, acrílico ou vidro) poderiam interferir nos presentes resultados, tanto para o poder de atratividade das fezes, quanto no processo de pesagem para as inferências com o tamanho do besouro.

É importante ressaltar que os estudos com dispersão secundária de sementes em outros países, tais como México, Peru e Guiana Francesa, também foram feitos com sementes naturais, entretanto com outros táxons de escarabeíneos (Apêndice). No entanto, dos estudos feitos no Brasil, apenas dois utilizaram sementes naturais (Vulinec, 2000; Andresen & Levey, 2004). Dentre os estudos feitos no Brasil, apenas o presente estudo foi realizado com sementes naturais de plantas da Floresta Atlântica, além do diferencial de relacionar o *Canthon staigi* com tamanho da semente. Dos estudos já citados, tanto em outros países quanto no Brasil, foi observado o interesse entre as relações entre tamanho do besouro com: profundidade do enterro do recurso e das sementes e seus destinos (Feer, 1999); quantidade e profundidade de sementes enterradas

(Andresen, 2002) e estudos comparativos sobre padrões de defecação de primatas (Andresen & Levey, 2004).

Ainda com relação aos estudos de dispersão secundária de sementes por escarabeíneos no Brasil, foi encontrado apenas um estudo para a espécie *Canthon staigi*, realizado no estado do Espírito Santo (Bautz *et al*, dados não publicados). Entretanto, a falta de dados foi insuficiente para expandirmos as análises comparativas com esse estudo, já que foi identificado apenas um resumo em anais de congresso, realizado no ano de 2017 no Estado de Minas Gerais- MG. Contudo, dos poucos dados fornecidos por tal estudo, um deles chama a atenção pelo fato de que os casais de besouros da espécie *C. staigi* são mais eficientes na produção de bolas de fezes, ao invés de experimentação com indivíduos (machos e fêmeas) separados. De certa forma, os presentes resultados corroboram com tal estudo, tendo em vista que aqui foram utilizados cinco indivíduos aleatórios por teste, em cada terrário e também foi registrada formação de bolas ninho com e sem sementes.

Dispersão secundária de sementes e os processos de regeneração florestal

O processo de sucessão ecológica e suas respectivas variações na complexidade ambiental influenciam positivamente, tanto na diversidade quanto na estrutura funcional das comunidades desses besouros e geralmente o aumento da riqueza de tais espécies representa estágios avançados de sucessão (Sticca *et al.*, 2011; Gardner *et al.*, 2008; Hernández & Vaz-de-Mello, 2009). Dessa forma, pode-se inferir que os processos de regeneração florestal e de estrutura funcional dos besouros escarabeíneos estão intimamente ligados.

Durante o processo de sucessão ecológica, ao longo da estabilização das espécies secundárias tardias, há grande domínio de plantas as quais produzem boas quantidades de sementes pequenas e médias, com algum tipo de dormência de relativa viabilidade longa (Almeida, 2016). Diante deste cenário e pelo fato de *C. staigi* deslocar sementes pequenas (< 6 mm) e até mesmo sementes médias (6,0 – 8,0 mm), sugere-se que essa espécie seja útil nos processos de reflorestamento, em especial na formação de bancos de sementes no solo, assim como o banco de plântulas, com espécies não pioneiras (Almeida, 2016). Isso indica a importância de *Canthon staigi*, atuando como dispersor secundário de sementes, em especial nos processos dinâmicos florestais, como por exemplo na dinâmica de clareiras.

Tais processos de regeneração florestal e suas ferramentas de apoio, apesar de não restaurarem a diversidade da formação original por completa, dependem dos níveis de degradação, tendo em vista que os mesmos devem levar em conta a distribuição espacial, abundância e qualidade da vegetação residual como fortes indicadores para a regeneração natural (Tews *et al.*, 2004). A altura das árvores, distância de arbustos e a densidade de arbustos são aspectos importantes para a determinação do grau de conservação da área e se mostraram positivamente relacionados com a comunidade de besouros escarabeíneos (Sticca *et al.*, 2011).

Entretanto, para esses besouros participarem ativamente do processo de regeneração, os mesmos necessitam de uma reestruturação de habitat que pode ser explicada por duas hipóteses não exclusivas: mudanças na estrutura da vegetação e mudanças na disponibilidade de recursos de fezes de mamíferos (Gardner *et al.*, 2008).

As mudanças na estrutura da vegetação e a disponibilidade de recursos de fezes de mamíferos são os maiores desafios para o manejo da fauna de escarabeíneos, em especial aos besouros coprófagos. A escassez de grandes mamíferos para o fornecimento das fezes e altas temperaturas são fatores os quais dificultam a estabilização de uma comunidade de besouros escarabeíneos (Gardner *et al.*, 2008). Salomão *et al.* (2019), em estudo realizado em fragmentos de Floresta Atlântica em João Pessoa –PB, argumentam sobre a escassez de recursos efêmeros, tais como as fezes de mamíferos, e que as espécies coprófagas roadoras são as mais afetadas. Dessa forma, a dispersão de sementes também depende da qualidade e dos padrões dos recursos oferecidos, principalmente por mamíferos de Floresta Atlântica.

Infelizmente, os mamíferos de grande porte foram significativamente afetados com o processo de fragmentação, principalmente em Florestas Atlânticas nordestinas, e consequentemente localmente extintos durante as últimas décadas (Percequillo *et al.*, 2007). Estudos da mastofauna em Floresta Atlântica, argumentam sobre a escassez da realização de inventários desta natureza para esse ecossistema (Vivo, 1996). Percequillo *et al.*, 2007, em estudo da mastofauna em remanescentes florestais na cidade de João Pessoa, PB, registraram 37 espécies de mamíferos, entretanto todos estão classificados como de pequeno porte. Em geral, a mastofauna registrada nas áreas estudadas ainda apresenta espécies tolerantes às perturbações ambientais, entretanto, espécies tais como lontra, o tapeti, os tamanduás, raposas, preguiças e os saguis demonstram relativa sensibilidade a tais ações antrópicas (Percequillo *et al.*, 2007). Dentre esses, principalmente os primatas, principais mamíferos de pequeno porte e fornecedores de

fezes para dispersão secundária de sementes, serão os mais afetados a curto prazo com o aumento do processo de fragmentação em Florestas Atlânticas, já que os mesmos necessitam de uma grande área para seus respectivos nichos ecológicos (Percequillo *et al.*, 2007; Andresen & Levey, 2004).

Diante desse preocupante quadro no cenário de fragmentação em Florestas Atlânticas, e levando em conta a importância e eficiência de *Canthon staigi* e os demais besouros escarabeíneos nos processos de regeneração florestal, tornam-se necessários mais estudos sobre dispersão secundária de sementes por esses insetos, ou talvez estudos minuciosos de manejos florístico e faunístico. Para esse último, estudos integrados entre a mastofauna e a entomofauna de escarabeíneos copro-necrófagos, principalmente em ecossistemas tropicais poderiam ser bastante eficazes para a manutenção e conservação da biodiversidade em remanescentes de Floresta Atlântica e para os demais ecossistemas em regiões tropicais.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados, conclui-se que *Canthon staigi* é um dispersor de sementes pequenas e médias e pode atuar diretamente nos processos de sucessão ecológica, dessa forma contribuindo para estudos de conservação da biodiversidade, em especial em ecossistemas tropicais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. S. 2016. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. 3ª edição. Ed. UESC. Ilheus –Bahia, 49-56 pp.
- ANDRESEN, E. 1999. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rainforest. *Biotropica* 31: 145-158 pp.
- ANDRESEN, E. 2001. 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 pp.
- ANDRESEN, E. 2002 Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seed. *Biotropica* 34: 261-272 pp.
- ANDRESEN, E. 2002. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. *Ecological Entomology* 27: 257-270 pp.
- ANDRESEN, E. 2000. *The role of dung beetles in the regeneration of rainforest plants in Central Amazonia. PhD dissertation*, University of Florida, Gainesville, U.S.A.
- ANDRESEN, E; FEER, F. 2005. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforests. Pp. 331–349 in P-M. Forget, J. E. Lambert, P. E. Hulme & S. B. VanderWall (eds.). *Seed fate: Predation, dispersal and seedling establishment*, CAB International, Wallingford, UK.
- ANDRESEN, E; LEVEY, D.J. 2004. Effects of dung and size on secondary dispersal, seed predation, and seedling establishment of rain forest trees. *Oecologia* 139(1): 45-54 pp.
- BAIDER, C., TABARELLI, M. MANTOVANI, W. 1999. Um banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). *Rev. Brasil. Biol.*, 59 (2): 319-328 pp.
- BARBOSA, K. C. 2006. A importância da interação animal-planta na recuperação de áreas degradadas. Em: *Manual de recuperação de áreas degradadas de São Paulo: Matas ciliares do interior paulista*. Instituto de Botânica – São Paulo –SP. 43-46 pp.

- BAUTZ, K. R; FIALHO, A; SANTOS, M. A; GIESTAS, P. H. C; ALVES, S. B; SANTOS, A. H; FROSSARD, I. G; FERREIRA-CHÂLINE, R. S. 2017. Dispersão secundária de sementes por besouros roladores *Canthon staigi*. Disponível em anais do XIII Congresso de Ecologia e III International Symposium of Ecology and Evolution, UFV, Viçosa, MG, Brasil.
- BESSA, A. R. 2019. Protocolo de criação e aspectos comportamentais de *Canthon staigi* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.
- CAMBEFORT, Y; HANSKI, I. 1991. Dung Beetle Population Biology. In: Hanski, Cambefort & Y. (eds.) Dung Beetle Ecology, I. Princeton University Press, Princeton, 36-50 pp.
- CHIN, K; GILL, B. D. 1996. Dinosaurs, Dung Beetles, and Conifers: Participants in a Cretaceous Food Web. *Palaios* 11: 280-285 pp.
- COSTA, F. C; PESSOA, K K T; LIBERAL, C. N; FILGUERAS, B. K. C, SALOMÃO, R. P; IANNUZZI, L. (2013) What is the importance of open habitat in a predominantly closed forest area to the dung beetle (Coleoptera, Scarabaeinae) assemblage? *Revista Brasileira de Entomologia* doi: 10.1590/S0085-5626201300030001.
- ENDRES, A. A; CREÃO-DUARTE, A. J; HERNÁNDEZ, M. I. M. 2007. Diversidade de Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordeste. *Revista Brasileira de Entomologia* 51(1): 67-71 pp.
- ENDRES, A. A; HERNÁNDEZ, M. I. M; CREÃO-DUARTE, A. J. 2005. Considerações sobre *Coprophanaeus ensifer* (Germar) (Coleoptera, Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 49(3): 427-429 pp.
- ESTRADA, A; COATES-ESTRADA, R. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* 7: 459-474 pp.
- FEER, F. 1999. Effects of dung beetles (Scarabaeidae) on seeds dispersed by howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the French Guianan rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 15: 129-142 pp.

- GARDNER, A. T; HERNÁNDEZ, M. I. M; BARLOW, J; PERES, C. A. 2008. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. *Journal of Applied Ecology* 45: 883–893 pp.
- HALFFTER, G; EDMONDS, W. D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach. In: *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach.* pp.176 pp. ref.8 pp.
- HALFFTER, G; MATTHEWS, E. G. 1966. The Natural History of Dung Beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomológica Mexicana* 12-14: 1-312 pp.
- HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. 1991. Dung beetle ecology. Princeton University Press, NJ. USA.
- HERNÁNDEZ, M. I. M.; BARRETO, P. S. C. S.; VALDERÊZ, H. C. CREÃO-DUARTE, A. J.; FAVILA, M. E. 2014. Response of a dung beetle assemblage along a reforestation gradient in Restinga forest. *Journal of Insect Conservation* 18:539-546. doi: 10.1007/s10841-014-9645-5
- HERNÁNDEZ, M. I. M; VAZ-DE-MELLO, F. Z. 2009. Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae s. str.) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(4): 607–613 pp.
- MIRANDA, J. C. 2009. Sucessão ecológica: conceitos, modelos e expectativas. *SaBios: Rev. Saúde e Biol.*, v.4, n.1, p.31-37.
- PERCEQUILLO, A. R; SANTOS, K; SANTOS, R. G; CAMPOS, B. A. T. P; TOLEDO, G; LANGGUTH, A. 2007. Mamíferos dos remanescentes florestais de João Pessoa, Paraíba. *Biol. Geral Experimental*, São Cristóvão, SE 7(2):17-31 pp.
- PERGENTINO, H. E. S. 2015. Qual a contribuição dos escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae; Scarabaeinae) no processo de dispersão de sementes na Caatinga? *Trabalho de Conclusão de Curso*. Petrolina, PE.
- SAMOLÃO, R. P.; ALVARADO, F.; BAENA-DÍAZ, F.; FAVILA, M. E.; IANNUZZI, L.; LIBERAL, C. N.; SANTOS, B. A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; GONZÁLEZ-TOKMAN, D. 2019. Urbanization effects on dung beetle assemblages in a tropical city. *Ecological indicators* 103 665-675 pp.

- SANTOS, S. L. 2005. Dinâmica de clareiras: comportamento de espécies pioneiras e fatores que afetam sua colonização. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Unicamp. São Paulo – SP. 2-7 pp.
- SILVA, P. G.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DI MARE, R. A. 2011. Guia de identificação das espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* 14: 329-34 pp.
- STICCA, S. C; MELLO, A. J. M; SCHULZE, C; BEZAMAT, C; ALVES, R. P; HERNÁNDEZ, M. I. M. 2011. Influência das características da vegetação na riqueza e abundância de besouros escarabeíneos do Parque Municipal Lagoa do Peri – Florianópolis –SC. *Disponível em: Ecologia de Campo na Ilha de Santa Catarina - PPG - Ecologia – UFSC*. 93 – 96 pp.
- TARASOV, S; GÉNIER, F. 2015. Innovative Bayesian and Parsimony Phylogeny of Dung Beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) Enhanced by Ontology-Based Partitioning of Morphological Characters. *PLoS ONE* 10(3): e0116671.
- TEWS, J; BROSE, U; GRIMM, V; TIELBÖRGER, K; WICHMANN, M. C; SCHWAGER, M; JELTSCH, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79-92 pp.
- VIEIRA, M. K; SILVA, F. A. B; VAZ-DE-MELLO, F. Z. 2016. Revisão do Subgênero *Canthon* (*Pseudepilissus*) Martínez, 1954 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). In: XXXI Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuibá – MT.
- VIVO, M. 1996. How many species of mammals are there in Brazil? Taxonomic practice and diversity evaluation. In: Biodiversity in Brazil. A first approach. (Bicudo, C.E. & N.A. Menezes, Eds.). Workshop: *Methods for the assessment of the biodiversity in plants and animals*, Campos do Jordão, São Paulo.
- VULINEC, K. 2000. Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), Monkeys, and Conservation in Amazonia. *Florida Entomologist* 83(3): 229-241 pp.

APÊNDICE

Apêndice 1. Resumo, em ordem cronológica dos principais estudos de dispersão secundária com besouros escarabeíneos no Brasil e em outros países em ecossistemas tropicais. T.S. Tamanho da semente (milímetros). P.S. Peso das sementes (gramas).

Autor	T.S. (mm)		P.S. (g)		Tipo	País
	Pequenas	Médias	Pequenas	Médias		
Estrada e Coates-Estrada, 1991	1,6	< 8	-	-	Natural	México
Feer, 1999	< 5	-	-	-	Natural	Guiana Francesa
Andresen, 1999	< 4,8	-	-	-	Natural	Peru
Vulinec, 2000	< 5	-	-	-	Natural/Artificial	Brasil
Andresen, 2002	< 5,7	<8	< 0,11	< 0,25	Artificial	Brasil
Andresen & Levey, 2004	-	-	-	-	Natural	Brasil
Pergentino, 2015	< 4		< 0,073	< 0,68	Artificial	Brasil
Bautz <i>et al</i> , ?*	< 2,5	< 5	< 0,117	-	Artificial	Brasil

*estudo não publicado.