



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO-UNIVASF
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Helânio Emanuel Santos Pergentino

**QUAL A CONTRIBUIÇÃO DOS ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA:
SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NO PROCESSO DE
DISPERSÃO DE SEMENTES NA CAATINGA?**

Petrolina
2015

HELÂNIO EMANUEL SANTOS PERGENTINO

**QUAL A CONTRIBUIÇÃO DOS ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA:
SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NO PROCESSO DE
DISPERSÃO DE SEMENTES NA CAATINGA?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas da UNIVASF, como parte dos requisitos para obtenção de título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Avello Nicola

Co-Orientadora: M.Sc. Thamyrys Bezerra de Souza

PETROLINA

2015

Pergentino, Helânio Emanuel Santos	
P439q	Qual a contribuição de escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabeinae) no processo de dispersão de sementes na Caatinga?/ Helânio Emanuel Santos Pergentino.-- Petrolina, 2015.
56f. : il.; 29 cm.	
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2015.	
Orientador: Dr ^a . Patricia Avello Nicola.	
Referências.	
1. Scarabaeíneos. 2. Dispersão secundária de sementes. 3. Floresta Tropical Seca--I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco	
CDD 631.521	

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

HELÂNIO EMANUEL SANTOS PERGENTINO

QUAL A CONTRIBUIÇÃO DOS ESCARABÉINEOS (COLEOPTERA:
SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NO PROCESSO DE DISPERSÃO DE
SEMENTES DA CAATINGA?

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
como requisito parcial à obtenção do grau
de Bacharel em Ciências Biológicas no
Curso de Graduação em Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Vale
do São Francisco.

Aprovado em: 29 de Junho de 2015

Patricia Avello Nicola

Dra. Patricia Avello Nicola – Orientador
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Fabio Correia Costa

MSc. Fabio Correia Costa – Primeiro Examinador
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Marcos Mendes Oliveira

Dr. Marcos Mendes Albuquerque de Oliveira – Segundo examinador
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dr. Benoit Jean Bernard Jahyny – Suplente
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dedico a minha família em especial aos meus pais, Joana Paulina Pergentino e Manuel Pergentino, e ao meu irmão Hugo Pergentino que sempre acreditaram no meu potencial e me apoiaram na realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado nessa caminhada, sendo fortalecido nos momentos que fraquejei e renovando as forças para seguir em frente nessa conquista.

Ao Ministério da Interação Nacional pelo financiamento do presente estudo.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco em especial o Colegiado de Ciências Biológicas, representado pelos professores, técnicos e discentes que contribuíram com a minha formação profissional e pessoal.

A minha orientadora Professora Dr^a Patricia Avello Nicola pela confiança na realização do presente trabalho contribuindo com minha formação profissional e pessoal, incentivando em diversos momentos dessa graduação.

A minha Co-orientadora MSc. Thamyrys Bezerra de Souza que acreditou na proposta do estudo encorajando diante de todos os obstáculos, contribuindo com minha formação profissional e pessoal.

Ao professor MSc. Luiz Cesar pela confiança e pelos conselhos para aproveitar as oportunidades e almejar conhecimento.

Ao Biólogo Renato Portela Salomão (o cientista) pela sua valiosa ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

A Bióloga Marjorie Nogueira, minha parceira de laboratório, pela amizade e ajuda na construção desse trabalho com os votos de apoio e encorajamento.

Aos biólogos Carlos Eduardo (Cadu) e Douglas Melo pelo apoio e a troca de experiência durante a minha formação acadêmica. Além de Renato Garcia, Daniele Vieira, Marcos Meiado e Marcelle Almeida pelas informações sobre os diferentes aspectos das sementes de plantas da Caatinga.

Aos membros da banca: Fábio Correia e Marcondes Oliveira pela leitura cuidadosa e as sugestões para o texto.

Meu agradecimento a toda minha família, meu maior tesouros, que mesmo distante reconhece meu esforço e minha força para seguir a batalha. Sendo encorajando a seguir em frente, mesmo quando fraquejei e renovando as minhas forças.

Meus sinceros agradecimentos ao CEMAFUNA pelo apoio logístico durante toda a realização do trabalho. Além das pessoas que formam essa família

representadas pela coordenação, administração, analistas ambientais, recepcionistas, mateiros, tias da limpeza, vigilantes e estagiários.

A Ricardo Ramos e Viviane Amorim pela construção de parte dos mapas presentes nesse estudo.

A família Marques: Tia Aurivone Marques, Felipe Marques e Alex Marques; Alencar: Tia Eleni Alencar, Carlos Alencar, Carlos Henrique Alencar, Ana Carolina Alencar, Ana Luiza Alencar, Gracileide Alencar e Tia Glória Alencar; Brune pelo carinho, amizade e ajuda em diferentes aspectos durante esses anos.

As amizades construídas durante esses quatro anos em especial: Alexsandro Fonseca, Alexandra Fonseca, Alison Guedes, Amanda Cardoso, Augusto Bentinho, Auriana Walker, Dafne Paulina, Ellen Ataide, Fábio Walker, Fabricio Silva, Geane Limeira, Geisa Rodrigues, Gian Carlos, Iardley Varjão, Jaime Rangel, Joice Milena, Karlla Rios (Karllinha), Kathianne Souza, Lislei Jorge, Luis Fernando, Marco Franco, Maria Rosane (MissSerrita), Narjara Naiane, Paulinha Tavares, Karely Menezes, Kézia Pierre, Karyne Souza (in memória), Regivaldo Nascimento, Rodrigo Menezes, Rose Araújo, Rui Alencar, Sarah Teixeira, Samylla Evangelista e Tamires Campos. Aos meus colegas de turma 2015.1 que durante esses quatro anos contribuíram com a minha formação pessoal e profissional.

Aos meus amigos e irmão de Rodelas que sempre me apoiaram e me acolheram de braços abertos, mantendo uma amizade verdadeira. Aos futuros biólogos da minha cidade: Luciane Oliveira e Ricardão Nagô pelas aventuras e debates sobre a ciência da vida.

À todos meu muito obrigado.

RESUMO

Os besouros escarabeíneos ao serem atraídos por fezes de vertebrados que se alimentam de frutos podem atuar na dispersão secundária de sementes, depositando-as em ambientes propícios para a germinação. Diante disso, são necessárias pesquisas que visem analisar o potencial desses organismos, gerando conhecimento sobre aspectos ecológicos importantes para o funcionamento do ecossistema. Sendo assim o objetivo do trabalho foi verificar a contribuição de besouros escarabeíneos no processo de dispersão secundária de sementes na Caatinga. O estudo foi realizado nos meses de abril, maio e junho de 2015. A área amostral está localizada no município de Custódia, Pernambuco, Brasil. Para amostragem da comunidade de besouros escarabeíneos foi utilizada armadilha do tipo “*pitfall*” iscada com fezes humana em ambientes com predominância de Caatinga arbustiva em duas coletas no mês de abril. Em seguida, no laboratório as espécies: *Atheucus carbonarius*, *Dichotomius nisus* e *Delthocilum verruciferum* foram relacionadas a sementes com tamanho pequeno e grande para verificar a taxa e profundidade de enterramento. Dessa forma, verificar se a quantidade e o local de depósito estão relacionados com o tamanho corporal dos besouros e se existe diferença entre tamanho, taxa e profundidade de enterramentos de sementes pequenas e grandes por espécies da mesma e diferentes guildas tróficas. Foram capturados 2.028 indivíduos pertencentes a 11 espécies, sete gêneros, três tribos: Ateuchini (3), Coprini (3) e Deltochilini (5) da subfamília Scarabeinae, sendo seis escavadoras (54%) e cinco roladoras (46%), com uma diversidade de 0,55 e equitabilidade de 0,53. Houve uma relação significativa entre a taxa de enterramento e o tamanho dos indivíduos das três espécies: *A. carbonarius*, *D. nisus* e *D. verruciferum*. Por outro lado, não foi estatisticamente notável para profundidade de depósito das sementes. Quando comparado tamanho corporal dos besouros da mesma e diferentes guildas tróficas notou-se estatisticamente que o tamanho, taxa e profundidade de enterramento de sementes foram diferentes. Dessa forma, verificou-se que os besouros escarabeíneos na Caatinga apresentam potencial para atuarem como dispersores de sementes contribuindo nesse aspecto ecológico depositando os diaspóros reprodutivos em ambientes propícios para a germinação.

Palavras- chaves: Scarabaeinae. Dispersão secundária de sementes. Floresta Tropical Seca.

ABSTRACT

Dung beetles are attracted to faeces of vertebrates, which feed on fruits, and may act on the secondary seed dispersal, placing them in adequate environments to germination. Therefore, research is needed that aim to analyse the potential of these organisms, generating knowledge about important ecological aspects of ecosystem functioning. Thus, the aim of the study was to verify the contribution of dung beetles in the process of secondary seed dispersal in the Caatinga. The study was performed in April, May, and July 2015. The sampling area is located in the of Custodia city, Pernambuco, Brasil. For sampling the dung beetles community was used baited pitfall trap with faeces human, in environments with predominance of shrubby Caatinga, in two collect efforts in April. Then, in the laboratory the species: *Atheucus carbonarius*, *Dichotomius nisus* and *Delthocilum verruciferum* were related to seeds with small and large size, to check the rate and depth of burial. Linked to that, verify whether the amount and the storage area of seeds are related with the body size of beetles and, if there is a difference between size, rate and depth of burial of small and large seeds of species of the same and different trophic guild. It were captured 2,028 individuals belonging to 11 species, seven genera, three tribes: Ateuchini (3), Coprini (3) and Deltochilini (5) Scarabeinae subfamily, six tunneler (54%) and five rollers (46%), with a diversity of 0,55 and equitability of 0,53. There was a significant relation between burial rate and size of individuals of three species: *A. carbonarius*, *D. nisus*, and *D. verruciferum*. On the other hand, it was not statistically remarkable for deep storage of seeds. Comparing the body size of beetles of the same and different trophic guilds, it was noted that the size, rate and depth of seed burial were statistically different. In this way, it was found the dung beetles of the Caatinga have the potential to act as seed dispersers, contributing in this ecological aspect by depositing reproductive diaspore in environments conducive to germination.

Key words: Scarabaeinae. Secondary seed dispersal. Dry Tropical Forest

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ponto de amostragem da comunidade de besouros escarabeíneos. O mapa representa o Brasil com o estado de Pernambuco, com destaque para o município de Custódia com o PML08.....	24
Figura 2- Armadilhas do tipo “ <i>pitfall</i> ” para a amostragem da comunidade de besouros escarabeíneos no PML08 (1) Desenho esquemático da armadilha (2) Foto da armadilha em campo.....	25
Figura 3- Distribuição das armadilhas do tipo “ <i>pitfall</i> ” na área amostrada do PML08 no PISF com mapa de uso e cobertura do solo (Agp- Agropecuária Cbe- Caatinga arbustiva aberta Cbd- Caatinga arbustiva densa Cba- Caatinga arbórea).....	26
Figura 4- Combinações realizadas nos experimentos que relaciona o tamanho corporal das espécies <i>Ateuchus carbonarius</i> , <i>Dichotomius nisus</i> e <i>Deltochilum verruciferum</i> com o tamanho das sementes.....	29
Figura 5- Distribuição de abundância das espécies de besouros escarabeíneos coletados no PML08.....	34
Figura 6- Média de sementes (por tamanho) enterradas das espécies <i>Ateuchus carbonarius</i> , <i>Dichotomius nisus</i> e <i>Deltochilum verruciferum</i> , respectivamente.....	37
Figura 7- Média da profundidade de enterramento das sementes (por tamanho) das espécies <i>Ateuchus carbonarius</i> , <i>Dichotomius nisus</i> e <i>Deltochilum verruciferum</i> , respectivamente.	37
Figura 8- Análise da relação entre o tamanho das massas de recurso com o tamanho dos indivíduos de <i>Deltochilum verruciferum</i>	39
Figura 9- Massas de recurso produzidas pelos indivíduos da espécie de <i>Deltochilum verruciferum</i> (1) Massa de recurso com semente pequena (SP) (2) Massa de recurso com semente grande (SG).....	40
Figura 10- Regressão linear entre tamanhos corporais (largura torácica) das espécies <i>Ateuchus carbonarius</i> , <i>Dichotomius nisus</i> e <i>Deltochilum verruciferum</i> com a quantidade de sementes pequenas (1) e grandes (2) enterradas.	40

Figura 11- Regressão linear entre o tamanho corporal (largura torácica) das espécies: <i>Ateuchus carbonarius</i> (1), <i>Dichotomius nisus</i> (2) e <i>Deltochilum verruciferum</i> (3) com a profundidade de sementes enterradas.....	41
Figura 12- Análise discriminante entre o tamanho dos indivíduos de <i>Ateuchus carbonarius</i> e <i>Dichotomius nisus</i> e a taxa e profundidade de enterramento de sementes pequenas e grandes (Grupo 1 e 2- <i>Ateuchus carbonarius</i> relacionada a sementes pequenas e grandes; Grupo 3 e 4- <i>Dichotomius nisus</i> relacionada a sementes pequenas e grandes, respectivamente).....	43
Figura 13- Análise discriminante entre o tamanho dos indivíduos de <i>Dichotomius nisus</i> e <i>Deltochilum verruciferum</i> relacionados a taxa e profundidade de enterramento de sementes pequenas e grandes (Grupo 1 e 2- <i>Dichotomius nisus</i> relacionada a sementes pequenas e grandes; Grupo 3 e 4- <i>Deltochilum verruciferum</i> relacionada a sementes pequenas e grandes, respectivamente).....	44
Figura 14- Complexos (recurso + sementes) processados pelas espécies <i>Dichotomius nisus</i> enterradas a uma profundidade de 10 cm (1) e <i>Deltochilum verruciferum</i> com as sementes espalhadas sobre o substrato (2).	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Lista das espécies de besouros escarabeíneos coletados na área do PML08, Custódia, PE, e suas respectivas abundância absolutas (A) e abundância relativas (Ar)..... 32

Tabela 2- Medidas dos besouros escarabeíneos e do enterramento de sementes (% smpe- porcentagem de sementes pequenas enterradas; % smge- porcentagem de sementes grandes enterradas; Pm smpe- Profundidade média de sementes pequenas enterradas; Pm smge- Profundidade médias de sementes grandes enterradas; N- número total). 38

Tabela 3- Medidas dos indivíduos e das massas de recurso produzidas por *Deltochilum verruciferum* no experimento (LT (mm)- largura torácica dos besouros em milímetros; Cmr (mm)- Comprimento da massa de recurso em milímetros; Amr (mm)- altura da massa de recurso em milímetros). 39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Dispersão de sementes	18
2.2 O papel dos besouros escarabeíneos nos ecossistemas	19
2.3 Dispersão secundária por besouros escarabeíneos	20
2.4 Panorama da Caatinga	21
3 OBJETIVO	23
3.1 Objetivo geral	23
3.2 Objetivos específicos	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 Área de Estudo	24
4.2 Comunidade de besouros escarabeíneos	25
4.2.1 Coleta dos dados	25
4.2.2 Análises dos dados	27
4.3 Dispersão secundária de sementes	27
4.3.1 Coleta de dados	27
4.3.2 Análises dos dados	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Amostragem da comunidade de besouros escarabeíneos coprófagos	32
5.2 Dispersão de sementes	35
5.2.1 Analisar se a taxa e a profundidade de enterramento das sementes estão relacionadas com o tamanho corporal de besouros escarabeíneos	35
5.2.2 Relação entre besouros de mesma guilda trófica <i>versus</i> tamanhos das sementes: Capacidade e profundidade de enterramento	42
5.2.3 Relação entre guilda trófica dos escarabeíneos <i>versus</i> tamanho da semente: Capacidade e profundidade de enterramento	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
Apêndice A- Besouros escarabeíneos coletados no PML 08 em Custódia-PE. (1) <i>Ateuchus carbonarius</i> (2) <i>Ateuchus</i> sp. (3) <i>Trichilum</i> sp. (4) <i>Canthon</i> sp. (5) <i>Canthon</i>	

carbonarius (6) *Canthon simulans* (7) *Deltochilum verruciferum* (8) *Malagoniella astyanax* (9) *Dichotomius nisus* (10) *Dichotomius geminatus* (11) *Ontherus* sp. (Indivíduos 1, 2, 3, 4, 5, 10 e 11 com aumento de 8x). 56

1 INTRODUÇÃO

A dispersão de sementes é a liberação de diásporos da planta- mãe que ao serem liberados podem se estabelecer em mudas (HOWE; SMALLWOOD, 1982). Esse processo ecológico ocasiona um aumento da taxa de sobrevivência de sementes e plântulas através do recrutamento em ambientes propícios para o estabelecimento de novos indivíduos (ALMEIDA-CORTEZ, 2004).

Para região neotropical, entre 50 a 75% das espécies de árvores produzem frutos carnosos, uma característica atrativa para os vertebrados (HOWE; SMALLWOOD, 1982). Dentre estes animais destacam-se mamíferos e aves que são capazes de consumir os frutos sem causarem injúrias às sementes, deixando-as em condições viáveis para germinação (GRELLE; GARCIA, 1999). Entre os mamíferos frugívoros que se destacam na dispersão de sementes, os primatas representam de 25 a 40% da biomassa presente nas florestas tropicais (CHAPMAN, 1995; ZÁRATE *et al.*, 2014). Atuando assim como principais dispersores de sementes nos ecossistemas (CULOT *et al.*, 2009).

O uso dos frutos como recurso alimentar pelos vertebrados representa um papel fundamental na dinâmica e na estrutura das populações de plantas (WENNY, 2000). Pelo fato dos vegetais serem organismos sésseis e estarem sujeitos às diferentes variações ambientais desfavoráveis, a dispersão de sementes atua para garantir o movimento das espécies no espaço e o fluxo gênico entre as populações (SILVERTOWN, 1987).

As plantas lenhosas na Caatinga são caracterizadas, em sua maioria, por apresentar sementes com dispersão do tipo autocórica, seguido da dispersão zoocórica e anemocórica (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003). Assim de 26 a 57% das árvores presentes nesse ecossistema apresentam frutos que necessitam dos animais para a sua dispersão (GRIZ; MACHADO, 2001; TABARELLI; VICENTE; BARBOSA, 2003). Essa região é caracterizada por apresentar aspectos meteorológicos extremos quando comparada a outras formações brasileiras (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002; PRADO, 2003;

QUEIROZ, 2006) com vegetação representando um mosaico de arbustos e árvores espinhosos em/ou contidos em florestas sazonais secas estendendo-se em cerca de 735.000 km² (LEAL *et al.*, 2005).

Na área de abrangência da Caatinga, o cachorro-do-mato [*Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)] e os primatas do gênero *Sapajus* e *Alouatta* apresentam potencial para atuar na dispersão primária de sementes, pois utilizam frutos como alimentos (OLMOS, 1993; MOURA; McCONKEY, 2007). Além disso, outros mamíferos, presentes na região, podem atuar nesse aspecto ecológico como verificado em outros ecossistemas: morcegos (*Artibeus lituratus* (Olfere, 1818) e *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) [GALLETTI; MORELLATO, 1994; MELLO *et al.*, 2004]), saruês (*Didelphis albiventris* (Lund, 1840) [CÁCERES, 2002]) e saguis (*Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) [DE FIGUEIREDO; LONGATTI, 1997]).

Na região da Caatinga existem alguns insetos, tais como as formigas que apresentam importante papel na dispersão de sementes (LEAL, 2003). Além disso, Iannuzzi *et al.* (2013) verificaram que besouros escarabeíneos apresentam potencialidade para atuar como dispersores de sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill (Euphorbiaceae) nessa região. No entanto, existe uma carência de estudos abordando a atuação destes como dispersores secundário de sementes.

Os besouros escarabeíneos são caracterizados por utilizarem fezes oriundas de vertebrados como alimento para adultos, para a oviposição e recurso de larvas (HALFFTER; EDMONDS, 1982; HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Atrelado a isso, os indivíduos podem atuar de forma paralela no processo de dispersão secundária de sementes (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 1991; ANDRESEN; FEER, 2005). Além de contribuir com a aeração do solo e a fertilização devido ao transporte do recurso no substrato, atuam aumentando a quantidade de nutrientes para as plantas e na decomposição de matéria orgânica (NEALIS, 1977; MITTAL, 1993; MIRANDA; DOS SANTOS; BIANCHIN, 1998; VULINEC, 1999)

Diante dos poucos estudos, principalmente na Caatinga, e a importância dos besouros escarabeíneos nesse aspecto ecológico faz-se necessárias pesquisas que visem analisar o potencial desses indivíduos como

dispersores de sementes. Com isso, gerar conhecimento sobre aspectos ecológicos importantes para o funcionamento do ecossistema.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Dispersão de sementes

Os organismos que se alimentam de frutos apresentam importantes papel nos ecossistemas de florestas tropicais, pois podem atuar como dispersores de sementes (TERBORGH, 1986). Essa interação biológica contribui para o movimento das espécies vegetais no espaço e o fluxo gênico entre as populações (SILVERTOWN, 1987), atuando assim na regeneração de ambientes naturais (VULINEC, 1999).

Nas florestas neotropicais os primatas predominam na dispersão primária de sementes, representando cerca de 25 a 40% da biomassa de organismos frugívoros (CHAPMAN, 1995; ZÁRATE *et al.*, 2014). Na região de Caatinga, em estudo realizado por Moura e McConkey (2007) verificaram que espécies do gênero *Sapajus* (= *Cebus*) e *Allouata*, utilizam 25 frutos de vegetais na área, tornando-os prováveis dispersores de sementes no ambiente, como observado em florestas úmidas (JULLIOT, 1997; ANDRESEN, 2002a). Embora exista uma predominância de espécies vegetais com diásporos que são dispersos por gravidade ou deiscência explosiva, existem aquelas que dependem dos animais (GRIZ; MACHADO, 2001; BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003; TABARELLI; VICENTE; BARBOSA, 2003).

Em estudo realizado por Estrada e Coates-Estrada (1991) verificou-se que mais de 90% das sementes de vegetais dispersas por macacos são inviabilizadas pela atuação de roedores. Desta forma, o enterramento das sementes através da dispersão secundária realizado por besouros escarabeíneos proporciona um refúgio para os diásporos, diminuindo a ação de predadores e contribuindo para a regeneração das florestas (VULINEC, 1999; 2002).

Assim verifica-se que insetos, tais como as formigas e os besouros escarabeíneos ganham destaque na dispersão secundária de sementes (LEAL, 2003; ANDRESEN; FEER, 2005). Os besouros escarabeíneos quando atraídos por fezes de vertebrados podem atuar como dispersores, pois ao serem atraídos pelos recursos que apresentam sementes, depositam-os em

ambientes propícios para a germinação (SHEPHERD; CHAPMAN, 1998; FEER, 1999; ANDRESEN, 2001; ANDRESEN; FEER, 2005).

2.2 O papel dos besouros escarabeíneos nos ecossistemas

Os besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeinae) são representados por cerca de 70 gêneros e 1.250 espécies na região Neotropical (HANSKI; CAMBEFORT, 1991). No Brasil são registrados 49 gêneros com mais de 600 espécies descritas, sendo 323 endêmicas no país, com 149 espécies conhecidas para o Nordeste Brasileiro (VAZ-DE-MELLO, 2000).

Os besouros escarabeíneos são popularmente conhecidos como rola-bostas e caracterizados por rolarem excrementos para locais para consumo e/ou armazenamento (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; FAVILA, 1993). O transporte do recurso alimentar para um local distante de origem está relacionado à alimentação e a reprodução das espécies, evitando a competição entre outros grupos de animais como dípteros, mamíferos e entre besouros escarabeíneos da mesma guilda trófica (HANSKI; CAMBEFORT, 1991).

Esses besouros escarabeíneos estão divididos em quatro guilda tróficas de acordo com alocação e associação ao recurso alimentar: os paracoprídeos (escavadores), os telecoprídeos (roladores), os endocoprídeos (residentes) e os cleptoparasitas (escaradores modificados). Os escavadores transportam o recurso para local próximo, ou abaixo, de onde obtiveram, enterrando em diferentes profundidades. Enquanto que roladores são caracterizados por levarem os recursos para uma distância de alguns centímetros a alguns metros da fonte, escavando e enterrando a uma baixa profundidade e os residentes formam os ninhos dentro do excremento e quando escavam o solo realizam isso abaixo do local onde o recurso é obtido (HALFFTER; EDMONDS, 1982). Por outro lado, os cleptoparasitas são caracterizados por nidificar em recursos alocados por outras espécies, não escavam e não estabelecem seus próprios ninhos (GILL, 1991).

Com a utilização e o transporte de seus recursos alimentares, os besouros escarabeíneos apresentam importantes benefícios ecológicos para os ecossistemas. Esses indivíduos atuam na decomposição de matéria

orgânica (VULINEC, 1999), na fertilização e aeração do solo (MITTAL, 1993), na ciclagem de nutrientes (NEALIS, 1977), no aumento da produção de nutrientes para as plantas (MIRANDA; DOS SANTOS; BIANCHIN, 1998) e na dispersão de sementes (ANDRESEN; LEVEY, 2004).

2.3 Dispersão secundária por besouros escarabeíneos

A eficiência da dispersão secundária de sementes pelos besouros escarabeíneos é verificada a partir do estabelecimento das mudas das espécies de vegetais. Esse aspecto ecológico depende de fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos envolvem as características como o tamanho dos besouros e das sementes e a taxocenose dos escarabeíneos atraídos pelas fezes, enquanto que os fatores extrínsecos incluem os padrões de defecação dos dispersores primários, a perturbação de habitat, as estações do ano e o horário do dia (ANDRESEN; FEER, 2005).

Estudos sobre a dispersão secundária de sementes pelos escarabeíneos foram realizados no México (ESTRADA; COATES- ESTRADA, 1991), Peru (ANDRESEN, 1999), Guiana Francesa (FEER, 1999) e Brasil (ANDRESEN, 2002b; ANDRESEN; LEVEY, 2004) e a partir dos resultados obtidos nessas literaturas verificou-se uma relação significativa entre o tamanho da semente, o tamanho dos besouros e a percentagem de enterramento dos diásporos reprodutivos. Atrelado a isso, observou que besouros escarabeíneos de maiores tamanhos tendem a enterrar sementes maiores se comparados a besouros menores (FEER, 1999; VULINEC, 2000, 2002; ANDRESEN, 2002b).

Quanto a relação entre o tamanho das sementes, a profundidade e a taxa de enterramento foi certificado que sementes maiores são enterradas em menor quantidade e profundidade quando comparada as sementes menores (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 1991; ANDRESEN, 1999; 2002b). Veiculado a isso, os diásporos reprodutivos em sua maioria são enterrados em profundidade menor que cinco centímetros (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 1991; SHEPHERD; CHAPMAN, 1998; ANDRESEN, 2002b; VULINEC, 2000).

Considerando os besouros escavadores e roladores por apresentar potencial de remover o recurso no substrato, tem-se que os besouros paracoprídeos enterram uma maior quantidade de recurso e sementes, mantendo maior agregação das sementes, o que confere uma maior competição entre mudas. Diferente do encontrado para os telecoprídeos que enterram uma menor quantidade, mas diminui a agregação dessas diaspóros reprodutivos (VULINEC, 1999; FEER, 1999; LAWSON; MANN; LEWIS, 2012).

Assim verifica-se que a dispersão de vegetais é influenciada pela relação entre sementes, dispersores primários e dispersores secundários, que conseqüentemente, reflete na regeneração das florestas (ANDRESEN; FEER, 2005). Entretanto, apesar da importância dessa rede ecológica, perturbações nas áreas tropicais são comuns, que geram conseqüências que influenciam na composição das comunidades biológicas (ANDRESEN, 1999).

2.4 Panorama da Caatinga

A Caatinga é a vegetação dominante no semiárido do Nordeste do Brasil (QUEIROZ, 2006), sendo caracterizada com um acentuado grau de diversidade e de endemismo para um ambiente árido (PRADO, 2003). Estende-se pelos estados do Piauí, Ceará, Maranhão, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e a parte nordeste de Minas Gerais (ANDRADE-LIMA, 1981; PRADO, 2003; LEAL *et al.*, 2005; QUEIROZ; CONCEIÇÃO; GIULIETTI, 2006; QUEIROZ, 2009; HAUFF, 2010).

As áreas na Caatinga apresentam variações fisionômicas e florísticas, relacionadas à heterogeneidade do clima, solo e relevo (PRADO, 2003; QUEIROZ, 2006; QUEIROZ; CONCEIÇÃO; GIULIETTI, 2006). Essas características fazem da Caatinga um ambiente não homogêneo, podendo ser subdividido em oito ecorregiões: O Complexo de Campos Maior, o Complexo Ibiapaba- Araripe, Planalto da Borborema, Depressão Sertaneja Meridional, Dunas do São Francisco, Complexo da Chapada Diamantina, Raso da Catarina e a Depressão Sertaneja Setentrional (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002).

A Depressão Sertaneja Setentrional, área de abrangência do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste

Setentrional (PISF), a precipitação média anual varia de 500 a 800 mm (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002), sendo caracterizada pela presença de alta evapotranspiração, precipitações irregulares e temperaturas médias elevadas com uma média anual que varia entre 25°C e 28°C (PRADO, 2003; LIMA; CALVACANTE; MARIN, 2011). Nessa ecoregião tem-se a predominância de vegetação do tipo Caatinga, solos pedregosos e rasos com alta fertilidade natural (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002).

Entretanto, a Caatinga apresenta pouco interesse científico entre as regiões naturais brasileiras com 8,4% do território como Unidades de Conservação (HAUFF, 2010). Este ambiente sofre um intenso empobrecimento na sua diversidade devido à atividade humana no interesse agrícola e na pecuária, promovendo corte e queimada da vegetação nativa e a caça de animais (LEAL *et al.*, 2005). Assim, devido ao uso insustentável dos recursos naturais ocorre contínua alteração ambiental ocasionando a perda de espécies e de processos ecológicos chaves no ecossistema (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003).

Dessa forma, faz-se necessários novos estudos com os besouros escarabeíneos na Caatinga, pois são organismos que apresentam importante papéis ecológicos. Dentre estes, tem-se a dispersão de sementes, que contribui com o funcionamento dos ecossistemas.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

Verificar a contribuição de besouros escarabeíneos no processo da dispersão secundária de sementes na Caatinga.

3.2 Objetivos específicos

- Amostragem comunidade de besouros escarabeíneos presentes na área de estudo;

- Analisar se a taxa e a profundidade de enterramento das sementes estão relacionadas com o tamanho corporal de besouros escarabeíneos;

- Verificar o potencial de duas espécies de mesma guilda trófica na dispersão de sementes, relacionadas com a taxa e a profundidade de enterramento sementes;

- Verificar o potencial de duas espécies de besouros escarabeíneos de diferentes guildas tróficas na dispersão secundária de sementes, relacionando guilda com a taxa e a profundidade de enterramento das sementes.

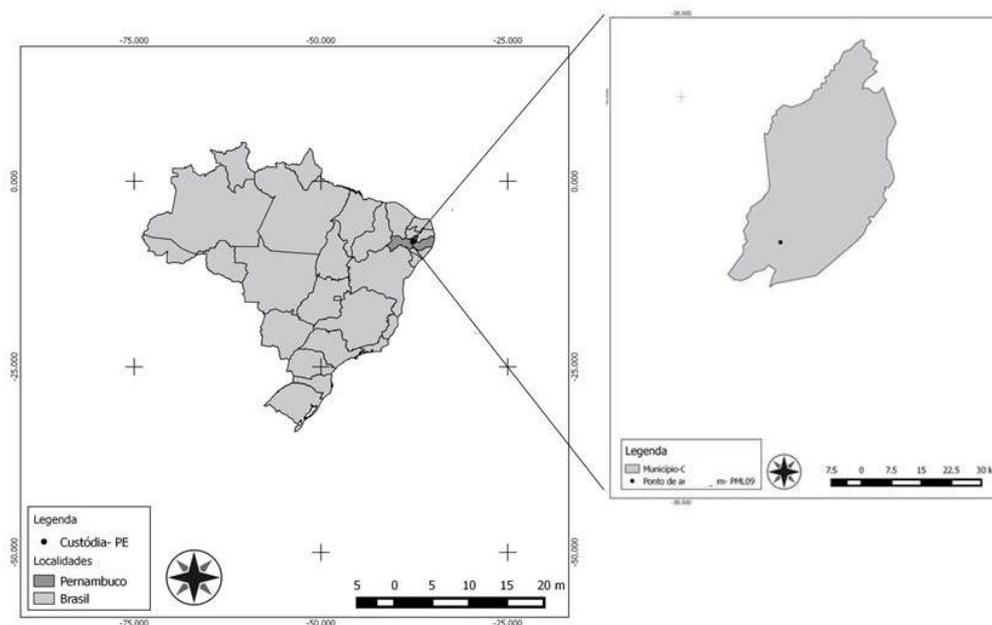
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

A área está inserida na região da depressão Sertaneja Setentrional que apresenta clima semiárido quente (BSH) de acordo com a classificação climática de Köppen (PEEL; FINLAYSON; McMAHON, 2007). Na região as temperaturas médias anuais elevadas variam entre 26°C a 28°C (PRADO, 2003) e a precipitação média anual fica em torno de 500 a 800 mm (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002).

O estudo foi realizado durante os meses abril, maio e junho de 2015 em áreas localizadas no Ponto de Monitoramento Leste 08 (PML08) do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). O PML08 (24L 635000 UTM 9079950) está situado no município de Custódia, Pernambuco, Brasil, com predominância de Caatinga arbustiva e solo do tipo Neossolo (Figura 1).

Figura 1- Ponto de amostragem da comunidade de besouros escarabeíneos. O mapa representa o Brasil com o estado de Pernambuco, com destaque para o município de Custódia com o PML08.



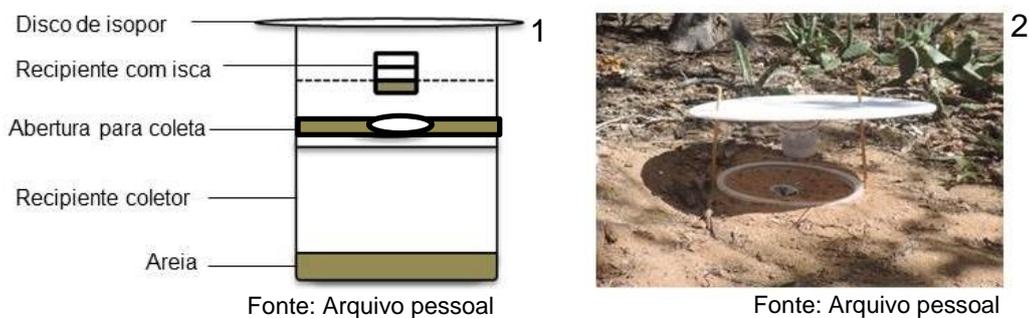
4.2 Comunidade de besouros escarabeíneos

4.2.1 Coleta dos dados

Para a coleta dos besouros foi utilizada armadilha de queda tipo “*pitfall*” (15 cm de diâmetro, 10 cm de profundidade) com uma abertura de 2,5 cm de diâmetro no centro. A armadilha consiste de um recipiente plástico enterrado de modo que a borda esteja no nível do solo. Para diminuir a ação da chuva e o sol excessivo foi utilizado um disco de isopor na região superior da armadilha com uma altura mínima de 10 cm do solo (LIBERAL *et al.*, 2011).

Dentro do “*pitfall*” foram colocados 500 g de solo da área de estudo para obtenção dos indivíduos vivos. Para atração dos besouros, 25 g de fezes humanas foram depositadas em recipientes plásticos (5 cm diâmetro, 4 cm de profundidade) suspensos por fios acima da armadilha (Figura 2)

Figura 2- Armadilhas do tipo “*pitfall*” para a amostragem da comunidade de besouros escarabeíneos no PML08 (1) Desenho esquemático da armadilha (2) Foto da armadilha em campo.

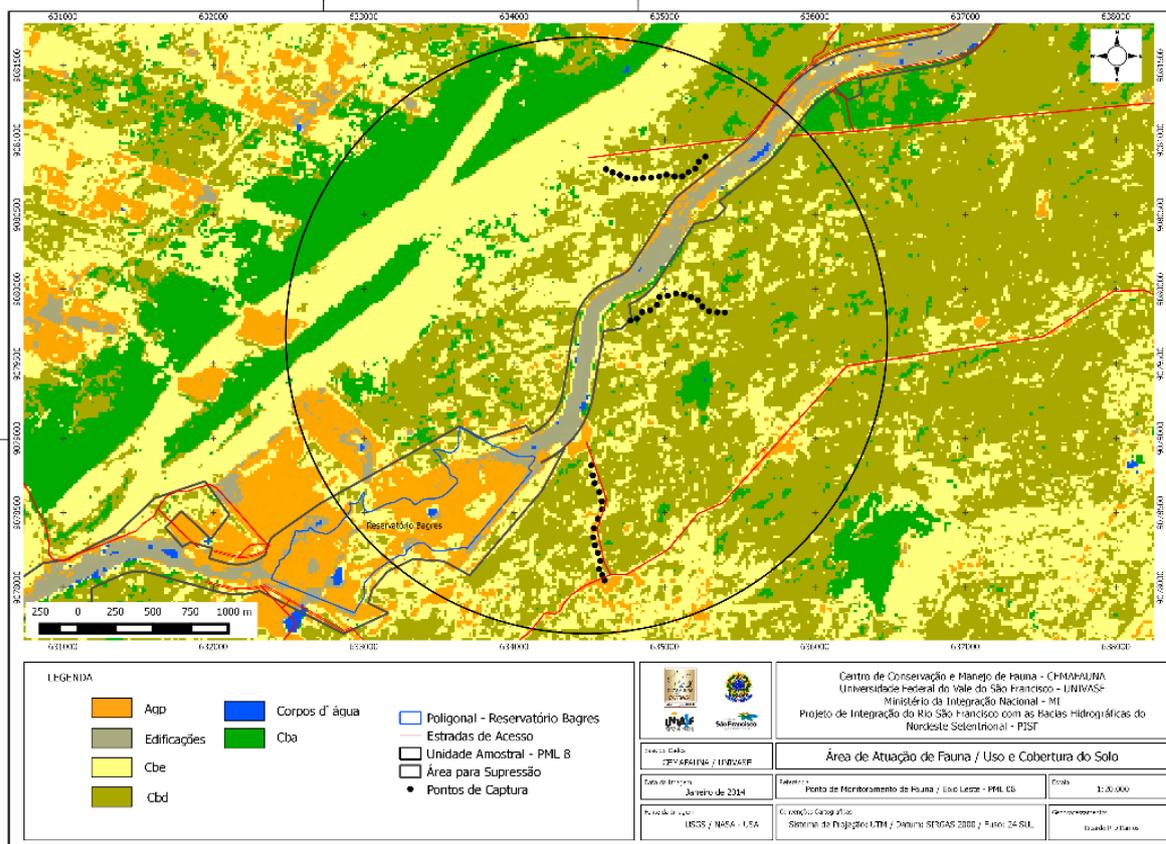


Armadilha de queda- “*pitfall*”

Para disposição das armadilhas em campo foram selecionadas áreas com predominância de Caatinga arbustiva. O ponto de disposição das armadilhas constituiu de três conjuntos de armadilhas separadas entre si por 1 km. Cada conjunto era composto de 15 armadilhas dispostas em transectos lineares separadas entre si por 50 m e revisadas após um período de 24 horas, sendo a coleta realizada em dois esforços amostrais no mês de abril com intervalo de cinco dias (Figura 3). Posteriormente, os indivíduos coletados

foram armazenados em recipientes plásticos (1000 mL) com 500 g de solo do local.

Figura 3- Distribuição das armadilhas do tipo "pitfall" na área amostrada do PML08 no PISF com mapa de uso e cobertura do solo (Agp- Agropecuária Cbe- Caatinga arbustiva aberta Cbd- Caatinga arbustiva densa Cba- Caatinga arbórea).



Fonte: Acervo CEMAFUNA

Os espécimes capturados no estudo foram identificados através de chaves taxonômicas (VAZ-DE-MELLO *et al.*, 2011), comparação com exemplares depositados na Coleção de Entomologia do Centro de Conservação e Manejo de Fauna da Caatinga (CEMAFUNA- CAATINGA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e consultas a especialistas e classificação nas guildas tróficas de acordo com alocação de recurso (HALLFETER; EDMONDS, 1982; GILL, 1991). Após a finalização da parte experimental os besouros foram sacrificados em acetato de etila e, depositados na Coleção de Entomologia localizada no CEMAFUNA-CAATINGA na UNIVASF.

4.2.2 Análises dos dados

Através dos dados obtidos calculou-se a abundância absoluta (A), a abundância relativa (Ar) e a riqueza de espécies (S). A análise de diversidade foi determinada a partir do índice de diversidade de Shannon- Wiener (KREBS, 1999), calculado pela seguinte fórmula:

Equação 1

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Onde:

p_i = abundância relativa da espécie, estimada pela razão entre o número de indivíduos de cada espécie (n) sobre o número total de indivíduos (N) coletados.

Σ = somatória.

\ln = logaritmo natural

Um dos componentes do índice de Shannon- Wiener, a equitabilidade, representa a homogeneidade do número de indivíduos das espécies coletadas, sendo calculada pela razão entre o índice de Shannon-Wiener (H') e o índice de diversidade máxima ($H_{máx}$) pela equação:

$$e = \frac{H'}{H_{máx}}$$

Equação 2

Esses resultados assumem valores de 0 a 1, em que 1 indica a uniformidade dos dados de abundância das espécies. Quanto às espécies representadas por um indivíduo foram referidas como “*singletons*”, enquanto aquelas com dois indivíduos “*doubletons*”.

4.3 Dispersão secundária de sementes

4.3.1 Coleta de dados

4.3.1.1 O potencial dos besouros escarabeíneos na dispersão de sementes

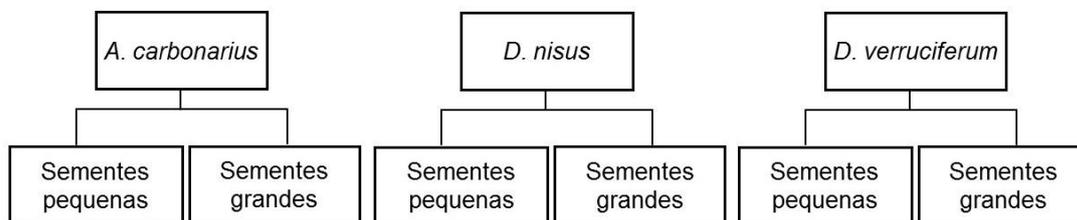
Foram selecionados aleatoriamente 40 indivíduos de cada uma das seguintes espécies: *Ateuchus carbonarius* (Harold, 1868), *Dicthomius nisus* (Olivier, 1789) e *Deltochilum verruciferum* Felsche, 1911 que foram coletadas em maior abundância no presente estudo. Os indivíduos foram medidos com auxílio de um paquímetro quanto a largura torácica (EMLEN, 1997). Em seguida foram individualizados e acondicionados em recipientes plásticos (1000 mL) para análise experimental, que decorreu de acordo com a disponibilidade de recurso (período total de cinco dias).

No caso dos indivíduos de *D. verruciferum*, espécie com hábito generalista, foi ofertado uma quantidade de 200 g de vísceras bovinas para um conjunto de 20 indivíduos que ficaram em baldes plásticos (30 cm diâmetro, 43 cm de profundidade) devido a limitação de recurso disponível. Posteriormente, após um dia da oferta, os besouros foram individualizados em recipientes (1000 mL) sem alimento durante um período de 72 horas. Após esse período os indivíduos foram submetidos ao experimento utilizando fezes humanas.

Para avaliação da dispersão pelos besouros foram utilizadas sementes artificiais categorizadas em pequenas (3,5 a 4,0 mm de diâmetro, 0,056 a 0,073 g de peso) e grandes (8,0 a 10,0 mm de diâmetro, 0,38 a 0,68 g de peso). O uso de sementes artificiais tem sido avaliado com sucesso em vários estudos de dispersão secundária de sementes por besouros escarabeíneos (ANDRESEN, 1999; VULINEC, 2002).

Em laboratório no CEMAFUNA foram utilizados recipientes plásticos (30 cm de diâmetro cm x 43 cm de profundidade) preenchidos com 15 cm de solo. No centro desses recipientes foram colocadas 10 sementes artificiais embutidas em 25 g de fezes humanas, em seguida, houve adição de um indivíduo e realizada a hidratação do solo de forma manual em dias alternados (10mL/dia). Esses recipientes foram cobertos com tecido de malha fina e mantidos sobre condições naturais, sendo realizadas seis combinações, cada uma representadas com 20 réplicas (Figura 4).

Figura 4- Combinações realizadas nos experimentos que relaciona o tamanho corporal das espécies *Ateuchus carbonarius*, *Dicothomius nisus* e *Deltochilum verruciferum* com o tamanho das sementes.



Os besouros escarabeíneos e as sementes nas fezes ficaram nos recipientes durante um período de 72 horas (VULINEC, 2000). Após esse intervalo, para determinar a taxa de enterramento, contabilizou-se a quantidade de sementes que permaneceram nas fezes na superfície do solo. Posteriormente, foi realizada a remoção do solo a cada 1 cm para determinar a profundidade de enterramento das sementes no substrato (VULINEC, 2000).

4.3.1.2 Relação entre o tamanho corporal dos escarabeíneos versus tamanho da semente: Capacidade e profundidade de enterramento de sementes.

As espécies *A. carbonarius*, *D. nisus* e *D. verruciferum* foram avaliadas quanto à taxa e a profundidade de enterramento de sementes relacionando dados da largura torácica dos besouros *versus* taxa e profundidade média de sementes pequenas e grandes enterradas.

Além disso, foi analisado se indivíduos da espécie *D. nisus* (paracoprídeo) apresentaram diferença quanto à taxa de enterramento de sementes de tamanhos diferente. Enquanto que para *D. verruciferum* (telecoprídeo), observou a quantidade de sementes por massa de recurso de fezes que ficaram espalhadas sobre o substrato, sendo analisada a relação do tamanho dos besouros com o tamanho das massas de recurso produzidas.

4.3.1.3 *Relação entre besouros de mesma guilda trófica versus tamanho das sementes: capacidade e profundidade de enterramento*

Esse experimento ocorreu com besouros escarabeíneos paracoprídeos representados por *A. carbonarius* e *D. nisus*. Dessa forma, relacionou-se o tamanho dos besouros quanto a taxa e a profundidade de enterramento de sementes pequenas e grandes.

4.3.1.4 *Relação entre guilda trófica dos escarabeíneos: Capacidade e profundidade de enterramento de sementes*

Esse experimento ocorreu com besouros escarabeíneos de diferentes guilda tróficas. A guilda dos paracoprídeos foi representada pela espécie *D. nisus*, enquanto que a guilda dos besouros telecoprídeos pela espécie *D. verruciferum* sendo relacionado a largura torácica dos besouros quanto a taxa e profundidade de enterramento de sementes. Não sendo realizadas análises estatísticas entre *A. carbonarius* e *D. verruciferum* devido a pequena quantidade de sementes enterradas pelas duas espécies.

4.3.2 Análises dos dados

Para verificar o potencial das espécies: *A. carbonarius*, *D. nisus* e *D. verruciferum* foi calculada a média da quantidade e da profundidade de sementes enterradas. Em *D. nisus* utilizou-se do teste t de *Student* para comparar a quantidade de sementes pequenas enterradas em relação a sementes grandes (BEIGUELMAN, 1996). Enquanto que em *D. verruciferum* realizou-se um teste de regressão linear através do software BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007) para relacionar tamanho dos besouros dessa espécies, quanto ao comprimento e a altura das massas de recurso produzidas por esses indivíduos.

Para avaliar a taxa e a profundidade de enterramento das sementes pelas espécies: *A. carbonarius*, *D. nisus* e *D. verruciferum* foi feita uma regressão linear entre o tamanho corporal dos besouros *versus* taxa e

profundidade de enterramento das sementes ofertadas no BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

Na comparação dos dados de tamanho corporal das espécies da mesma e de guilda trófica diferente foi utilizado o teste não- paramétricas de Mann-Whitney, definida pela fórmula:

$$U = n_1n_2 + \frac{n_1(n_1+1)x^2}{2} - R_1 \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

n_1 = tamanho da primeira amostra;

n_2 = tamanho da segunda amostra;

R_1 = soma dos pontos da primeira amostra.

Além disso, para verificar se existiu diferença de tamanho dos besouros quanto a capacidade e profundidade de enterramento de sementes pequenas e grandes utilizou-se ainda do teste não- paramétrico de Mann- Whitney e da análises multivariadas discriminantes de Fisher implantada no software BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Amostragem da comunidade de besouros escarabeíneos

Foram capturados 2.028 indivíduos pertencentes a 11 espécies, sete gêneros, três tribos: Ateuchini (3), Coprini (3) e Deltochilini (5) da subfamília Scarabeinae, representando 33,3% das espécies registradas para Pernambuco (VAZ-DE-MELLO, 2000; SILVA *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2009) (Tabela 1; Apêndice A). Entretanto, para a Caatinga, não se tem ao certo o número de espécies, sendo reportada em diversos estudos na região de abrangência. Como exemplo, 20 espécies em áreas na Paraíba (HERNÁNDEZ, 2005; 2007), 23 espécies em ambientes de transição de Caatinga com floresta decídua na Bahia (LOPES; LOUZADA; VAZ-DE-MELLO, 2006) e 13 espécies no Parque Nacional do Catimbau em Pernambuco (LIBERAL *et al.*, 2011). Assim, o presente estudo capturou 25%, 8,7% e 38,4% das espécies registradas nessas literaturas, respectivamente.

Segundo Silva *et al.* (2007), o baixo número de espécies de besouros escarabeíneos registrado nos diferentes ecossistemas da região do Nordeste do Brasil e em Pernambuco quando comparado a outras regiões refere-se ao escasso número de inventários realizados.

Tabela 1- Lista das espécies de besouros escarabeíneos coletados na área do PML08, Custódia, PE, e suas respectivas abundância absolutas (A) e abundância relativas (Ar).

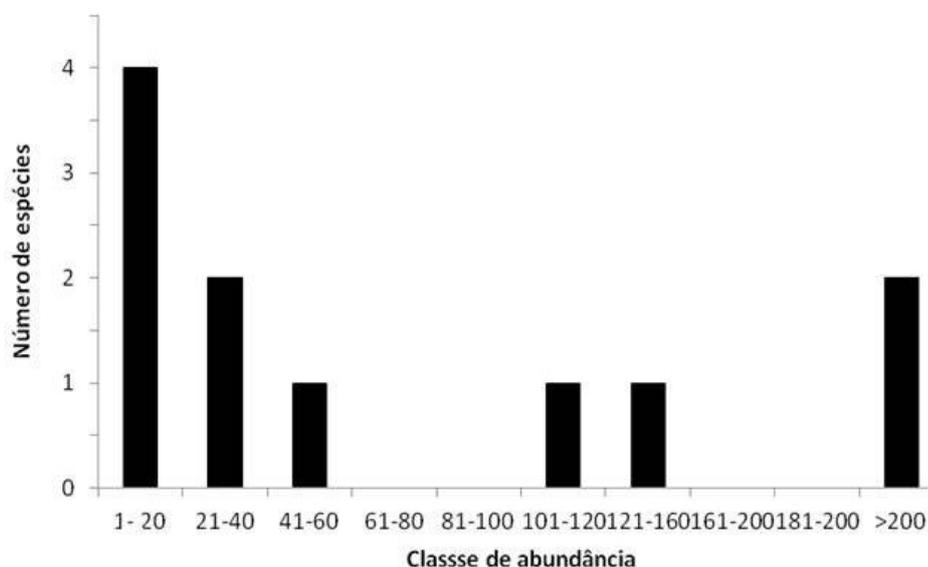
Espécies	A	Ar (%)
Paracoprídeo		
Ateuchini		
<i>Ateuchus carbonarius</i> (Harold, 1868)	520	25
<i>Ateuchus</i> sp.	4	0,2
<i>Trichillum</i> sp.	57	2,8
Coprini		
<i>Dichotomius nisus</i> (Olivier, 1789)	155	7,6
<i>Dichotomius geminatus</i> (Arrow, 1913)	23	1,1

<i>Ontherus</i> sp.	5	0,2
Telecoprídeo		
Deltochilini		
<i>Canthon</i> sp.	2	0,1
<i>Canthon carbonarius</i> Harold, 1868	110	5,4
<i>Canthon simulans</i> Martinez, 1950	1	0,04
<i>Deltochilum verruciferum</i> Felsche, 1911	1129	55,7
<i>Malagoniella astyanax</i> (Olivier, 1789)	22	1,1
Total	2028	1

As espécies *D. verruciferum* (55,7%), *A. carbonarius* (25,0%) e *D. nisus* (7,6%) apresentaram maior abundância relativa e absoluta. Enquanto que a espécie *Canthon simulans* foi representada por apenas um indivíduo (*singleton*) e *Canthon* sp. por dois indivíduos (*doubletons*). A baixa captura de besouros do gênero *Canthon* pode estar relacionada ao período e o esforço de amostragem do presente estudo, visto que já foram amplamente coletados em Caatinga (HERNÁNDEZ, 2005). Enquanto, a espécie *D. verruciferum* merece destaque por se tratar de uma espécie restrita a Caatinga e ser coletada com elevada frequência (HERNÁNDEZ, 2007).

Verificou-se que as espécies apresentaram distribuição assimétrica, quando relacionado abundância dos indivíduos com a riqueza (Figura 5). Visto que quatro espécies: *Ateuchus* sp., *Ontherus* sp., *Canthon* sp. e *Canthon simulans* apresentaram menor abundância sendo classificadas no intervalo de 1 a 20, enquanto que duas espécies: *Ateuchus carbonarius* e *D. verruciferum* apresentaram abundância maior que 200 indivíduos.

Figura 5- Distribuição de abundância das espécies de besouros escarabeíneos coletados no PML08.



Dos indivíduos capturados, *A. carbonarius*, *C. carbonarius*, *D. verruciferum*, *D. nisus* e *M. astyanax* também foram registradas em outros estudos em Pernambuco (LIBERAL *et al.*, 2011; HERNÁNDEZ, 2005; 2007; SILVA *et al.*, 2007). No entanto, faz-se necessário um maior período amostral para inventariar as espécies da área, visto que diferentes fatores como a variação sazonal de precipitação (HANSKI; CAMBEFORT, 1991; HALFFTER; FAVILA, 1993), a perturbação da área (DAVIS *et al.*, 2001) e a fitofisionomias (LOPES; LOUZADA; VAZ-DE-MELLO, 2006) influenciam a comunidade de besouros escarabeíneos.

A diversidade dos besouros escarabeíneos na área de estudo foi calculada pelo índice de Shannon- Wiener equivalente a 0,55, enquanto que a equitabilidade igual a 0,53. Essa última sendo influenciada pela dominância da espécie *D. verruciferum*, representando 55,7% dos indivíduos capturados. Entretanto, o valor da diversidade foi menor do que em outros estudos em Caatinga, pode estar relacionada a período e o esforço de amostragem (HERNÁNDEZ, 2005; 2007).

Dos indivíduos capturados na área de estudo, os besouros escavadores e rola-dor representaram 37,7% e 62,3% da abundância total, respectivamente, não sendo registradas espécies residentes. Ao contrário

desse estudo, Liberal *et al.* (2011) observou que a abundância de besouros escavadores foi maior que dos rolares. Essa diferença entre os estudos pode ser explicado pela quantidade de indivíduos de *D. verruciferum* capturados no período e o esforço de amostragem. Por outro lado, quando comparado a quantidade de espécies das guildas dos paracoprídeos e telecoprídeos, foram capturadas seis escavadoras (54%) e cinco rolares (46%). Essa maior quantidade de espécies escavadoras em relação a rolares corroboram com estudo de Lopes, Louzada e Vaz-de-Mello (2006) e Liberal *et al.* (2011).

5.2 Dispersão de sementes

5.2.1 Analisar se a taxa e a profundidade de enterramento das sementes estão relacionadas com o tamanho corporal de besouros escarabeíneos

As espécies *A. carbonarius*, *D. nisus* e *D. verruciferum* apresentaram diferentes características no processo de remoção das sementes presentes no recurso:

a) *Ateuchus carbonarius* (Harold, 1868)

Os indivíduos apresentaram tamanho médio de 3,17 ($\pm 0,33$) mm. A espécie enterrou um total de quatro sementes (1%) e 396 (99%) ficaram no recurso ofertado na superfície do substrato. Nesse caso, 100% destas sementes enterradas estão dentro da categoria de tamanho pequeno, uma média de 0,2 para sementes pequenas e zero para grandes, depositadas em uma profundidade de 1 cm (Figuras 6 e 7; Tabela 2).

A baixa quantidade de sementes removidas pelos besouros pode estar relacionada ao tamanho dos indivíduos (largura torácica = $3,17 \pm 0,33$ mm), visto que besouros escarabeíneos menores que 6 a 7 mm removem ou enterram uma pequena quantidade de recurso (VULINEC, 1999; 2002; CULOT *et al.*, 2011).

b) *Dichotomius nisus* (Olivier, 1789)

Os indivíduos de *D. nisus* apresentaram um tamanho médio de 12,56 ($\pm 0,74$) mm. A espécie enterrou 162 sementes (40,5%), sendo 87 de tamanho pequeno e 75 de tamanho grande, uma média de 4,3 para sementes pequenas e 3,7 sementes grandes, enquanto 238 (59,5%) foram mantidas no recurso ofertado na superfície do substrato (Figuras 6 e 7; Tabela 2).

Quando comparada a taxa de enterramento das sementes pequenas e grandes de acordo com o teste t (*Student*) não houve diferença significativa ($t= 0,62$; $gl= 38$; $p= 0,27$). No entanto, sementes pequenas foram enterradas em uma profundidade média de 5,78 cm, enquanto que as grandes a 3,78 cm. Estes resultados corroboram com os achados de Estrada e Coates- Estrada (1991), Shepherd e Chapman (1998) e Andresen (1999), pois sementes pequenas tendem a ser enterradas em uma maior profundidade quando comparadas as sementes maiores. Diante dos dados obtidos em que os indivíduos *D. nisus* enterraram uma taxa de sementes em diferentes profundidades, corroboram com os estudos de Vulinec (1999) e (2002), nos quais verificaram que espécies do gênero *Dichotomius* apresenta potencial para atuar na dispersão de sementes.

c) *Deltochilum verruciferum* Felsche, 1911

Os indivíduos apresentaram largura torácica média de 10,7 ($\pm 0,67$) mm. A espécie enterrou uma quantidade de quatro sementes (1%) em uma profundidade de 1 cm, equivalente a uma média de 0,2 para sementes pequenas e zero para grande (Figuras 6 e 7; Tabela 2). Os indivíduos foram caracterizados por removerem 97 (24,2%) das sementes no recurso ofertados e espalharem sobre o substrato. Enquanto que nove sementes (2,2%) foram registradas nas massas de recurso e 290 (72,6%) ficaram nas fezes ofertadas na superfície do substrato.

A baixa quantidade de sementes enterradas pela espécie de *D. verruciferum*, corroboram com os estudos de Vulinec (1999), no qual verificaram que espécies desse gênero apresentam baixa taxa de enterramento, principalmente de sementes grandes tornando-a de baixo potencial no processo de enterramento de sementes. Em contrapartida, eles

apresentam um tipo de comportamento que os pode torná-los eficientes na dispersão, pois separam as sementes do recurso e em alguns casos envolvem em massas fecais distintas (FEER, 1999).

Figura 6- Média de sementes (por tamanho) enterradas das espécies *Ateuchus carbonarius*, *Dichotomius nisus* e *Deltochilum verruciferum*, respectivamente.

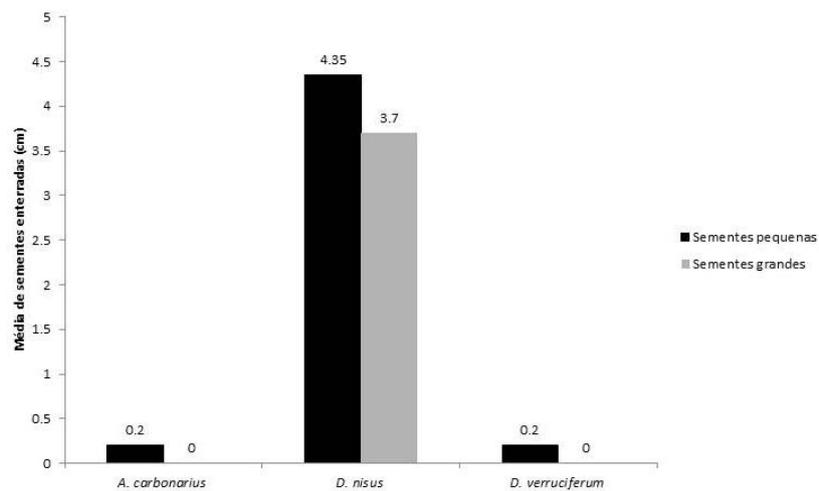


Figura 7- Média da profundidade de enterramento das sementes (por tamanho) das espécies *Ateuchus carbonarius*, *Dichotomius nisus* e *Deltochilum verruciferum*, respectivamente.

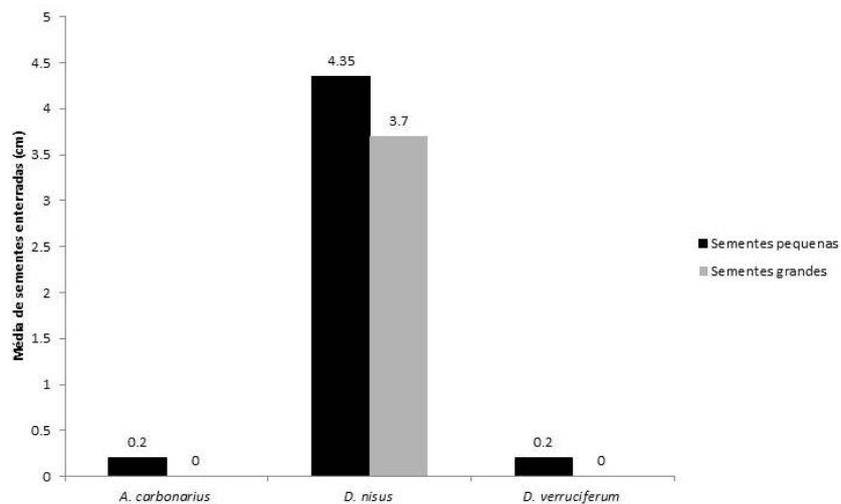


Tabela 2- Medidas dos besouros escarabeíneos e do enterramento de sementes (% smpe- porcentagem de sementes pequenas enterradas; % smge- porcentagem de sementes grandes enterradas; Pm smpe- Profundidade média de sementes pequenas enterradas; Pm smge- Profundidade médias de sementes grandes enterradas; N- número total).

Espécies	<i>A. carbonarius</i>	<i>D. nisus</i>	<i>D. verruciferum</i>
Largura torácica (mm)	3,17 (\pm 0,33)	12,56 (\pm 0,74)	10,7 (\pm 0,67)
% smpe (N)	1 (4)	53,7 (87)	1 (4)
% smge (N)	0	46,3 (75)	0
Pm smpe (cm)	1	5,78 (\pm 4,07)	1
Pm smge (cm)	0	3,78 (\pm 3,29)	0

No experimento com *D. verruciferum* em 42,5% dos recipientes utilizados ocorreu à formação de 18 massas de recurso sobre o substrato, produzidas por 15 indivíduos. Essas estruturas apresentaram comprimento e altura média de 15,9 (\pm 1,71) mm e 12,4 (\pm 1,65) mm, respectivamente. Enquanto que os besouros apresentaram largura torácica média de 10,59 (\pm 0,71) mm (Tabela 3). Hanski e Cambefort (1991) afirmam que o tamanho das massas de recursos são proporcionais ao tamanho dos indivíduos. No entanto, verificou-se que o comprimento da massa de recurso ($r^2=0,0022$; $b=0,9688$) e altura da massa de recurso ($r^2=-0,0412$; $b=0,3183$) não foram explicada pela largura torácica do besouro (Figura 8). Das nove sementes encontradas nas massas de recurso, sete foram de tamanho pequeno e duas de tamanho grande (Figura 9). O abandono das massas de recurso com as sementes sobre o substrato pode ter sido causado pelo diâmetro dos recipientes de plástico utilizados.

Figura 8- Análise da relação entre o tamanho das massas de recurso com o tamanho dos indivíduos de *Deltochilum verruciferum*.

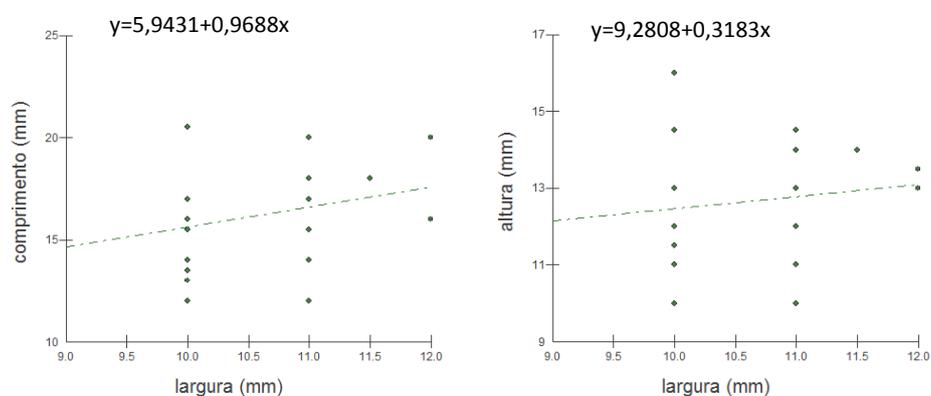


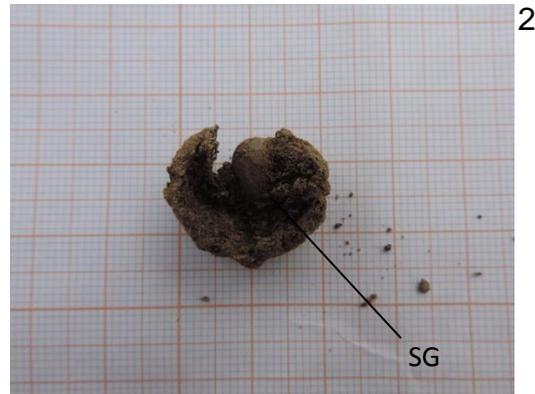
Tabela 3- Medidas dos indivíduos e das massas de recurso produzidas por *Deltochilum verruciferum* no experimento (LT (mm)- largura torácica dos besouros em milímetros; Cmr (mm)- Comprimento da massa de recurso em milímetros; Amr (mm)- altura da massa de recurso em milímetros).

Indivíduos	LT (mm)	Cmr (mm)	Amr (mm)
1	11	14	11
2	10	14	12
3	11	15,5	14
4	11	12	10
5	12	20	13,5
	12	16	13
6	11,5	18	14
7	10	17	11
8	10	20,5	14,5
9	10	20,5	13
	10	13,5	11,5
10	10	13	13
11	10	15,5	12
12	10	16	16
13	10	12	10
14	11	17	13
	11	20	14,5
15	11	18	12

Figura 9- Massas de recurso produzidas pelos indivíduos da espécie de *Deltochilum verruciferum* (1) Massa de recurso com semente pequena (SP) (2) Massa de recurso com semente grande (SG).



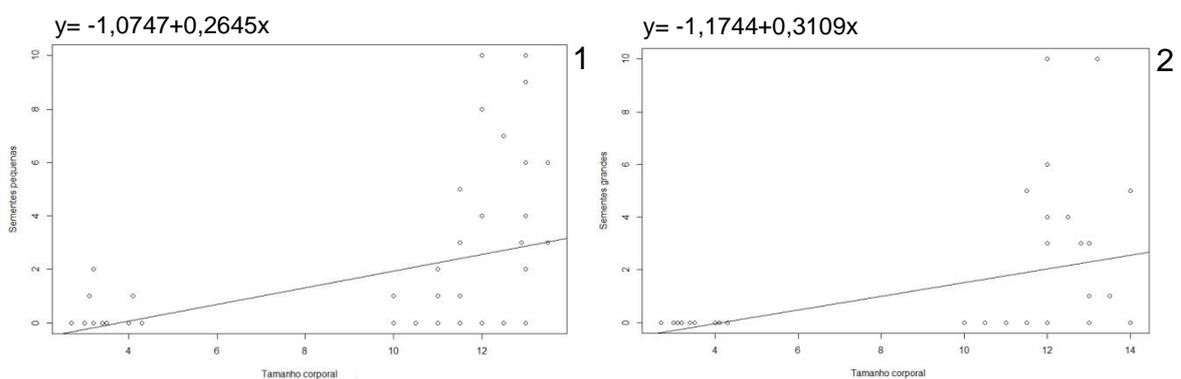
Fonte: Arquivo pessoal



Fonte: Arquivo pessoal

Na capacidade de enterramento das sementes observou-se uma relação significativa e positiva quanto o tamanho corporal e a quantidade de sementes enterradas ($r^2= 0,21$; $b= -1,1744$ e $r^2= 0,17$; $b= -1,0747$) para sementes pequenas e grandes, respectivamente). No entanto, apesar de ser significativo o modelo explica pouca a relação dos dados (Figura 10).

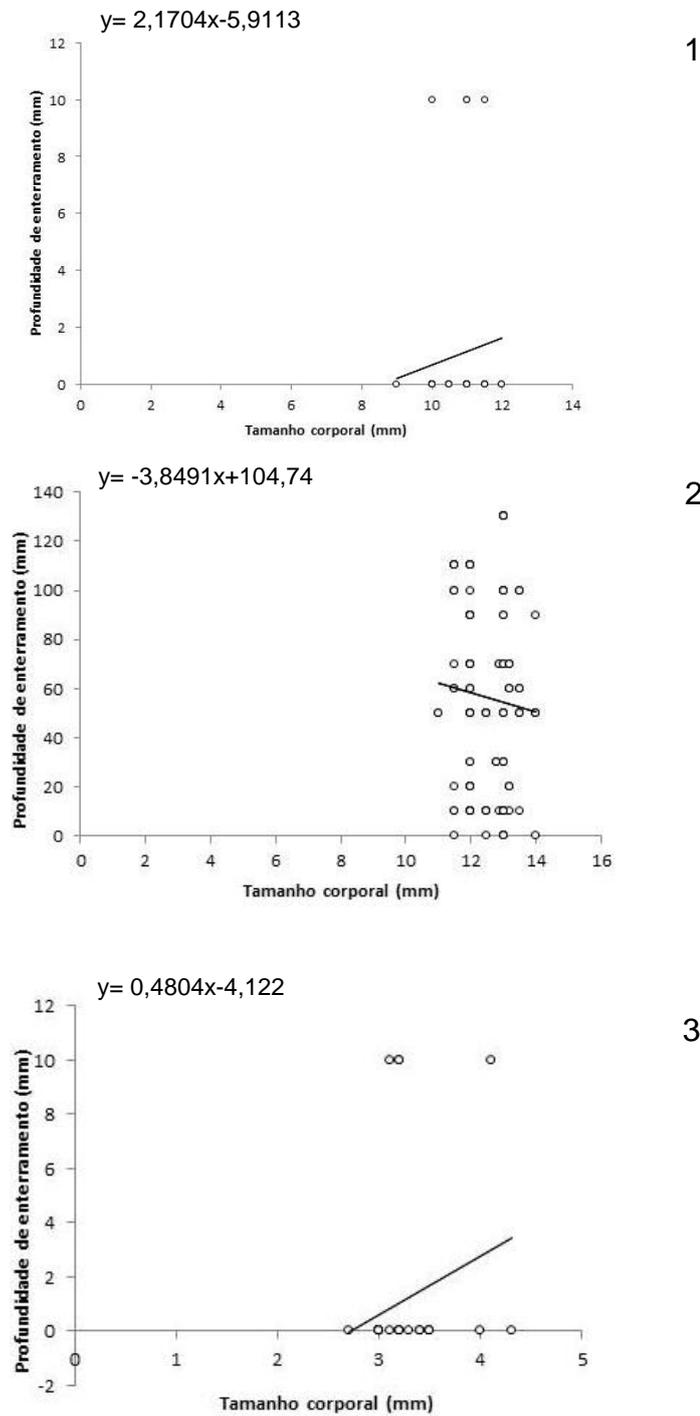
Figura 10- Regressão linear entre tamanhos corporais (largura torácica) das espécies *Ateuchus carbonarius*, *Dichotomius nisus* e *Deltochilum verruciferum* com a quantidade de sementes pequenas (1) e grandes (2) enterradas.



Quanto à profundidade de enterramento não teve uma relação significativa com o tamanho corporal em nenhuma das espécies estudadas (*A. carbonarius*: $r^2= 0,0546$; $b= -5,9113$; *D. nisus*: $r^2= 0,0042$; $b= 104,74$; *D.*

verruciferum: $r^2= 0,013$; $b= -4,1222$), sendo pouco explicado na relação dos dados (Figura 11).

Figura 11- Regressão linear entre o tamanho corporal (largura torácica) das espécies: *Ateuchus carbonarius* (1), *Dichotomius nisus* (2) e *Deltochilum verruciferum* (3) com a profundidade de sementes enterradas.



Apesar disso, estudos que relacionaram tamanho dos besouros e das sementes, profundidade e a taxa de enterramento certificam que sementes maiores são enterradas em menor quantidade e profundidade quando comparada as sementes menores (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 1991; ANDRESEN, 1999; 2002b).

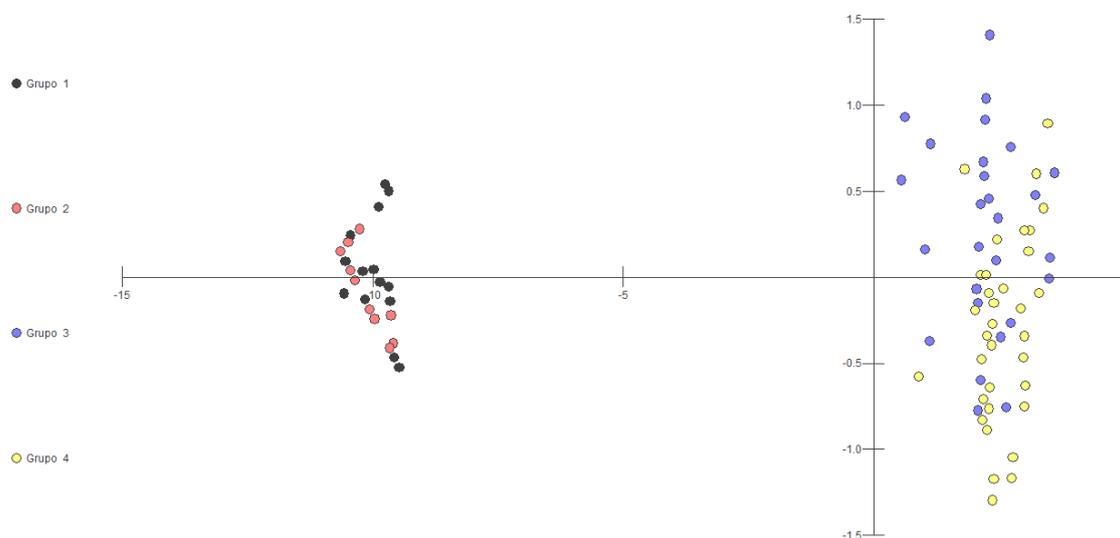
5.2.2 Relação entre besouros de mesma guilda trófica *versus* tamanhos das sementes: Capacidade e profundidade de enterramento.

Os indivíduos de *A. carbonarius* e *D. nisus* apresentaram tamanho médio de 3,17 (\pm 0,33) mm e a segunda 12,56 (\pm 0,74) mm, respectivamente. Ao comparar o tamanho das duas espécies verificou-se que estas apresentam tamanhos corporais distintos (Mann-Whitney: $Z(U) = 7,7$; $p < 0,0001$).

As espécies apresentaram comportamento distintos quanto a taxa e a profundidade de enterramento de sementes pequenas e grandes (Mann-Whitney: $Z(U) = 4,39$; $p < 0,0001$; $Z(U) = 4,05$; $p < 0,0001$ e $Z(U) = 6,59$; $p < 0,0001$; $Z(U) = 6,43$; $p < 0,0001$, respectivamente). A espécie *D. nisus* enterrou as sementes em uma maior quantidade e profundidade quando comparado a *A. carbonarius*. Esse resultado corrobora com estudos que mostram que besouros maiores, quando comparado a besouros menores enterram sementes em uma maior quantidade e profundidade (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 1991; FEER, 1999; VULINIC, 2002).

Através da análise discriminante de Fisher verificou-se uma distinção entre o tamanho dos indivíduos de *A. carbonarius* e *D. nisus* relacionados a taxa e a profundidade do enterramento de sementes pequenas e grandes (Figura 12). Verifica-se que besouros maiores enterram maior quantidade de sementes e aquelas de tamanhos menores são depositadas em maior profundidade, fato esse observado com *D. nisus*. No entanto, esse padrão não pode ser observado em *A. carbonarius* (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 1991; VULINEC, 2002).

Figura 12- Análise discriminante entre o tamanho dos indivíduos de *Ateuchus carbonarius* e *Dichotomius nisus* e a taxa e profundidade de enterramento de sementes pequenas e grandes (Grupo 1 e 2- *Ateuchus carbonarius* relacionada a sementes pequenas e grandes; Grupo 3 e 4- *Dichotomius nisus* relacionada a sementes pequenas e grandes, respectivamente).

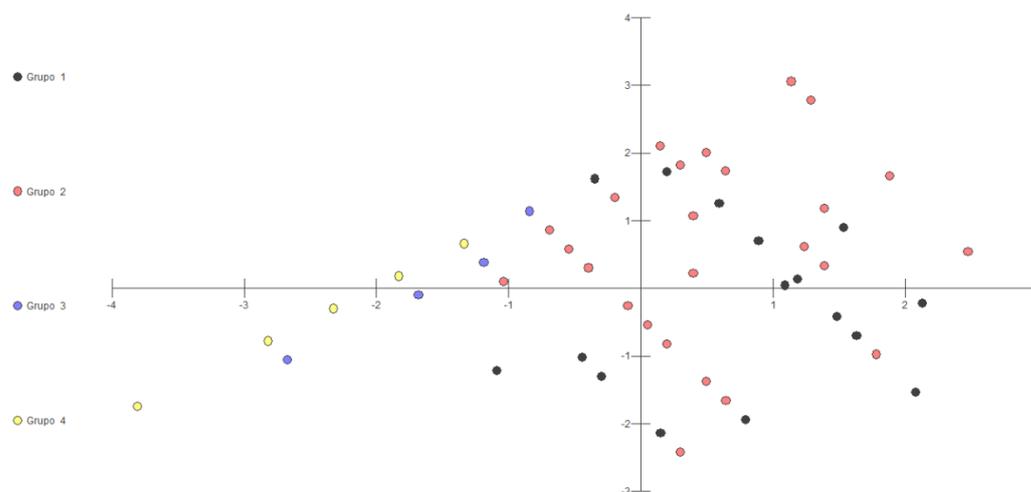


5.2.3 Relação entre guilda trófica dos escarabeíneos *versus* tamanho da semente: Capacidade e profundidade de enterramento.

Os indivíduos das espécies de *D. nisus* e *D. verruciferum* apresentaram tamanho corporal médio de 12,56 ($\pm 0,74$) mm e 10,7 ($\pm 0,67$), respectivamente. Dessa forma, quando comparado esses dados através do teste não-paramétrico de Mann-Whitney foi notável estatisticamente diferença significativa ($Z(U) = 6,51$; $p < 0,0001$).

A diferença entre guilda quanto a capacidade e a profundidade de enterramento das sementes pequenas e grandes foi estatisticamente diferente, com os paracoprídeos apresentando maior taxa de enterramento e profundidade de sementes pequenas e grande (Mann-Whitney: $Z(U) = 5,94$; $p < 0,0001$; $Z(U) = 6,44$; $p < 0,0001$ e $Z(U) = 6,46$; $p < 0,0001$; $Z(U) = 6,89$; $p < 0,0001$, respectivamente). No entanto, através da análise multivariada discriminante de Fisher verificou-se relação entre os tamanhos de *D. nisus* e *D. verruciferum* com a taxa e profundidade de enterramento de sementes pequenas e grandes (Figura 13).

Figura 13- Análise discriminante entre o tamanho dos indivíduos de *Dichotomius nisus* e *Deltochilum verruciferum* relacionados a taxa e profundidade de enterramento de sementes pequenas e grandes (Grupo 1 e 2- *Dichotomius nisus* relacionada a sementes pequenas e grandes; Grupo 3 e 4- *Deltochilum verruciferum* relacionada a sementes pequenas e grandes, respectivamente).



O baixo enterramento de sementes por besouros rolaadores, a exemplo de *D. verruciferum*, pode ter sido influenciado pelo diâmetro dos recipientes utilizados (30 cm de diâmetro), assim como em estudo realizado por Feer *et al.* (2013). Visto que esses organismos da guilda telecoprídeo são caracterizados por levarem os recursos para uma distância de alguns centímetros a alguns metros da fonte (HALFFTER; EDMONDS, 1982).

As espécies do gênero *Dichotomius* são caracterizadas por enterrarem maior quantidade de recurso e sementes (VULINEC, 1999; 2002). Enquanto que espécies do gênero *Deltochilum* processam menor quantidade, visto que, são caracterizados por rolaarem os recursos e enterrarem em outros ambientes de onde obtiveram (HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Assim, tem sido sugerido que os besouros rolaadores são mais seletivos com a presença de sementes nas fezes, evitando sua incorporação nas massas de recurso. Por outro lado, foi verificado que besouros paracoprídeos mantêm uma maior agregação de

sementes, quando comparado aos besouros telecoprídeos, implicando em maior competição entre mudas (FEER, 1999) (Figura 14).

Figura 14- Complexos (recurso + sementes) processados pelas espécies *Dichotomius nisus* enterradas a uma profundidade de 10 cm (1) e *Deltochilum verruciferum* com as sementes espalhadas sobre o substrato (2).



Fonte: Arquivo pessoal



Fonte: Arquivo pessoal

Embora *A. carbonarius* e *D. verruciferum* tenham apresentado baixa quantidade de sementes enterradas, quando comparado aos indivíduos de *D. nisus*, o trabalho de Slade *et al.* (2007) mostra que espécies de besouros escarabeíneos, mesmo de guildas diferentes, apresentam ações ecológicas que se complementam. Dessa forma, as espécies de besouros escarabeíneos possuem importantes papéis que contribuem com o funcionamento dos ecossistemas no processo de remoção de recurso e sementes.

A dispersão secundária de sementes por besouros escarabeíneos contribui de forma positiva para a taxa de sobrevivência de sementes (ESTRADA; COATES- ESTRADA, 1991; SHEPHERD; CHAPMAN, 1998). Entretanto, após o enterramento, as sementes são influenciadas pela profundidade de depósito, visto que quanto maior a profundidade menor é a taxa de germinação (SHEPHERD; CHAPMAN, 1998; ANDRESEN, 2001; ANDRESEN, 2002b).

Estudos mostram que sementes de plantas presentes na Caatinga podem ser comprometidas com o aumento da profundidade de enterramento. Como exemplo, tem-se que sementes de *Ziziphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae) apresentam baixa germinação quando em maior profundidade (ALVES *et al.*,

2008). Atrelado a isso, Pereira (2011) afirma que a semeadura de plantas da Caatinga em uma profundidade maior que dois centímetros devem ser realizadas para sementes de tamanho grande, enquanto que sementes pequenas devem ser semeadas a um centímetro.

Por outro lado, a dispersão de sementes por besouros escarabeíneos diminui o efeito da predação ao enterrar as sementes presentes nos recursos em diferentes profundidades, pois roedores são capazes de inviabilizar 90% de sementes presentes nas fezes de primatas. Esses predadores localizam sementes enterradas em uma profundidade de 2,5 cm, sendo essa percepção reduzida com o aumento dessa região de depósito (ESTRADA; COATES-ESTRADA, 1991).

Assim, a dispersão é influenciada pelo tamanho dos besouros e das sementes, resultando em uma taxa de enterramento em diferentes profundidades (ANDRESEN, 2001; ANDRESEN; LEVEY, 2004), como observado no presente estudo. No entanto, por se tratar de um processo complexo, existem diferentes fatores que precisam ser avaliados como: a interferência da quantidade de recurso incorporados nas sementes (ANDRESEN, 2001), o tempo de deposição do recurso (CULOT *et al.*, 2011), o tamanho e a composição da taxocenose dos besouros (ANDRESEN, 2002b; SLADE *et al.*, 2007) e o potencial de atratividade de fezes de mamíferos para besouros escarabeíneos, principalmente daqueles que utilizam frutos como recursos (BOGONI; HERNANDEZ, 2014) na Caatinga. Dessa forma, são necessários estudos complementares que visem analisar esses diversos aspectos, visto que os besouros escarabeíneos apresentam importante papel nos ecossistemas contribuindo na regeneração de florestas (FEER, 1999; VULINEC, 2002; CULOT *et al.*, 2011).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies de besouros escarabeíneos: *Ateuchus carbonarius*, *Dichotomius nisus* e *Deltochilum verruciferum* apresentam potencial no processo de dispersão, pois atuaram removendo as sementes do recurso ofertado durante o experimento. De um modo geral, as espécies ao alocarem as sementes para diferentes regiões no substrato presentes nos recipientes depositaram em diferentes quantidades e profundidades.

Verificou-se que o tamanho dos indivíduos influencia na taxa de enterramento das sementes, diferente do que ocorre para profundidade que essa relação não é significativa. Quanto a *Ateuchus carbonarius* e *Dichotomius nisus*, espécies de mesma guilda trófica, apresentam diferença quanto ao tamanho dos indivíduos, a taxa e a profundidade de enterramento. Assim como verificado para as espécies, *Dichotomius nisus* e *Deltochilum verruciferum*, de guildas tróficas diferentes. No entanto, sugere-se novos estudos sobre os diferentes aspectos que abrange o processo de dispersão secundária de sementes e que para besouros telecoprídeos sejam utilizados recipientes com maiores diâmetros, visto que, os indivíduos de *Deltochilum verruciferum* abandonaram as massas de recurso com sementes sobre o substrato.

Dessa forma, devido a importância dos besouros escarabeíneos no processo de dispersão de sementes, atuando na regeneração de ambientes e, conseqüentemente, representando uma ferramenta no processo de recuperação de áreas degradadas. Faz-se necessários estudos complementares para analisar a contribuição dos besouros escarabeíneos nesses aspectos ecológicos em Caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M. *et al.* **BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007, 364p.
- ALMEIDA- CORTEZ, J.S. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. (orgs.). **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artemed, 2004, p.225-136.
- ALVES, E.U. *et al.* Profundidades de semeadura para emergência de plântulas de juazeiro. **Ciência Rural**. v.38, n.4, p.1158-1161, 2008.
- ANDRADE-LIMA, D. The Caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**. v.4, p.149-153, 1981.
- ANDRESEN, E. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian Rain Forest. **Biotropica**. v.31, n.1, p.145-158, 1999.
- ANDRESEN, E. Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**. v.17, p.61-78, 2001.
- ANDRESEN, E. Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seed. **Biotropica**. v.34, p.261-272, 2002a.
- ANDRESEN, E. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. **Ecological Entomology**. v.27, p.257-270, 2002b.
- ANDRESEN, E.; FEER, F. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforests. In: FORGET, P.M. *et al.* (eds.). **Seed fate: predation, dispersal and seedling establishment**. CAB International, Wallingford, UK, 2005, p.331-349.
- ANDRESEN, E.; LEVEY, D.J. Effects of dung and size on secondary dispersal, seed predation, and seedling establishment of rain forest trees. **Oecologia**. v.139, n.1, p.45-54, 2004.

BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I.R., TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. 3. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003, p.657-693.

BEIGUELMAN, B. **Curso Prático de Bioestatística**. 4. ed. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1996, 254p.

BOGONI, J.A.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Attractiveness of native mammal's feces of different trophic guild to dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). **Journal of Insect Science**. v.14, n.299, p.1-7, 2014.

CÁCERES, N.C. Food habits and seed dispersal by the white-eared opossum *Didelphis albiventris* in southern Brazil. **Studies Neotropical Fauna and Environment**. v.37, p.97-104, 2002.

CHAPMAN, C. Primate seed dispersal: coevolution and conservation implications. **Evolutionary Anthropology**. v.4, p.74-82, 1995.

COSTA, C.M.Q. *et al.* Diversidade de Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeidae) coletados com armadilhas de interceptação de vôo no refúgio ecológico Charles Darwin, Igarassu-PE, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.53, n.1, p.88-94, 2009.

CULOT, L. *et al.* Short-term post-dispersal fate of seeds defecated by two small primate species (*Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*) in the Amazonian forest of Peru. **Journal of Tropical Ecology**. v.25, p.229-238, 2009.

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

DE FIGUEIREDO, R.A.; LONGATTI, C.A. Ecological aspects of the dispersal of a Melastomataceae by marmosets and howler monkeys (Primates: Platyrrhini) in a semideciduous forest of southeastern Brazil. **Revue D'Ecologie (terre et la Vie)**. v.52, n.1, p.3-8, 1997.

DAVIS, A.J. *et al.* Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. **Journal of Applied Ecology**. v.38, p.593-616, 2001.

- EMLLEN, D.J. Alternative reproductive tactics and male-dimorphism in the horned beetle *Onthophagus acuminatus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v.41, p.335-341, 1997.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**. v.7, p.459-474, 1991.
- FEER, F. Effects of dung beetles (Scarabaeidae) on seeds dispersed by howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the French Guianan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**. v.15, p.129-142, 1999.
- FEER, F. *et al.* Monkey and dung beetle activities influence soil seed bank structure. **Ecological Research**. v.28, n.10, p.93-102, 2013.
- GALLETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Diet of the large fruit-eating bat *Artibeus lituratus* in a forest fragment in Brazil. **Mammalia**. v.58, n.4, p.661-665, 1994.
- GILL, B.D. Dung beetles in American Tropical Forest. In: HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). **Dung Beetles Ecology**. New Jersey: Princeton University Press, 1991, p.211-229.
- GRELLE, C.V.E.; GARCIA, Q.S. Potential dispersal of *Cecropia hololeuca* by the common opossum (*Didelphis aurita*) in Atlantic Forest, southeastern Brazil. **Revue Ecologie (Terre et Vie)**. v.54, p.327-332, 1999.
- GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a Tropical dry Forest in the Northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**. v.17, p.303-321, 2001.
- HALFFTER, G.; EDMONDS, W.D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach**. México: Instituto de Ecología, Publicación 10, 1982, 176p.
- HALFFTER, G.; FAVILA, M.E. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. **Biology International**. v.27, p.15-21, 1993.

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

HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (eds.). **Dung beetle ecology**. New Jersey: Princeton University Press, 1991, 481p.

HAUFF, S.N. **Representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga**. Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento, projeto sustentabilidade e repartição dos benefícios da biodiversidade, Brasília, 2010, 110p.

HERNÁNDEZ, M.I.M. Besouros Scarabeidae (Coleoptera) da área do Curimataú, Paraíba. In: ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V.(eds) **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: Suporte a estratégias regionais de conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005, p.370-380.

HERNÁNDEZ, M.I.M. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabeidae) da Caatinga Paraibana, Brasil. **Oecologia Brasiliensis**. v.11, p.356-364, 2007.

HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology Systematics**. v.13, p.201-228, 1982.

IANNUZZI, L. *et al.* First record of myrmecochorous diaspores removal by dung beetles in the Caatinga vegetation, a Brazilian semiarid ecosystem. **Journal of Arid Environments**. v.88, p.1-3, 2013.

JULLIOT, C. Impacts of seed dispersal by red howler monkey *Alouatta seniculus* on the seedling population in the understory of tropical rain forest. **Journal Ecology**. v.85, p.431-440, 1997.

KREBS. C. **Ecological Methodology**. 2. ed. New York: Harper publishers, 1999, 654p.

LAWSON, C.R., MANN, D.J., LEWIS, O.T. Dung beetles reduce clustering of tropical tree seedlings. **Biotropica**. v.44, p.271-275, 2012.

LEAL, I.R. Dispersão de sementes por formigas na Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. 3. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003, p.593-624.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. Ecologia e conservação da Caatinga: uma introdução ao desafio. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.(eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. 3. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003, p.XIII-XVI.

LEAL, I.R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste Brasil. **Megadiversidade**. v.1, n.1, p.139-146, 2005.

LIBERAL, C. N. *et al.* How habitat change and rainfall affect dung beetle diversity in Caatinga, a Brazilian semi-arid ecosystem. **Journal of Insect Science**. v.11, p.1-11, 2011.

LIMA, R.C.C.; CAVALCANTE, A.M.B.; MARIN, A.M.P. (eds.). **Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: INSA-PB, 2011, 209p.

LOPES, P.P.; LOUZADA, J.N.C.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. Organization of dung beetle communities (Coleoptera, Scarabaeidae) in areas of vegetation reestablishment in Feira de Santana, Bahia, Brazil. **Sitientibus Séries Ciências Biológicas**. v.4, n.4, p.261-266, 2006.

MELLO, M.A.R *et al.* Seasonal variation in the diet of bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) in as Atlantic Forest area in southeastern Brazil. **Mammalia**. v.68, n.1, p.49-55, 2004.

MIRANDA, C.H.B.; DOS SANTOS, J.C.C.; BIANCHIN, I. Contribution of *Onthophagus gazella* to soil fertility improvement by bovine fecal mass incorporation into the soil. 1. Greenhouse studies. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v.27, p.681-685, 1998.

MITTAL, I.C. Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. **Tropical Ecology**. v.34, p.150-159, 1993.

MOURA, A.C.A.; McCONKEY, K.R. The capuchin, the howler, and the Caatinga: seed dispersal by monkeys in a Threatened Brazilian forest. **American Journal of Primatology**. v.69, p.220-226, 2007.

NEALIS, V.G. Habitat associations and community analysis of South Texas dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). **Canadian Journal of Zoology**. v.55, p.138-147, 1977.

OLMOS, F. Notes on the food habits of Brazilian Caatinga carnivores. **Mammalia**. v.57, n.1, p.126-130, 1993.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen- Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**. v.11, p.1633-1644, 2007.

PEREIRA, M.S. **Manual técnico conhecendo e produzindo sementes e mudas da Caatinga**. Fortaleza: Associação da Caatinga, 2011, 60p.

PRADO, D. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. 3. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003, p.3-74.

QUEIROZ, L.P. The Brazilian Caatinga: Phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: PENNINGTON, R.T.; LEWUS, G.P.; RATTER, J.A. (eds.) **Neotropical Savannas and seasonally dry forests: Plant diversity, Biogeography and Conservation**. Oxford: Taylor & Francis CRC Press, 2006, p.121-158.

QUEIROZ, L.P.; CONCEIÇÃO, A.A.; GIULIETTI, A.M. Nordeste semi-árido: caracterização geral e lista das fanerógamas. In: GIULIETTI, A.M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L.P. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do semi-árido brasileiro**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2006, v.1, p.15-364.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009, 913p.

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

SILVA, F.A.B. *et al.* Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro- necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.51, n.2, p.228-233, 2007.

- SILVERTOWN, J.W. **Introduction to plant population ecology**. 2. ed. New York: Longman Scientific & Technical, 1987, 220p.
- SLADE, E.M. *et al.* Experimental evidence for the effects of dung beetles functional groups richness and composition on ecosystem function in a tropical forest. **Journal of Animal**. v.76, p.1094-1104, 2007.
- TABARELLI, M.; VICENTE, A.; BARBOSA, D.C.A. Variation of seed dispersal spectrum of woody plants across a rainfall gradient in north-eastern Brazil. **Journal of Arid Environments**. v.53, p.197-210, 2003.
- TERBORGH, J. Community aspects of frugivory in tropical forests. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T.H. (eds.). **Frugivores and Seed Dispersal**. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht, 1986, p.371-384.
- VAZ-DE-MELLO, F.Z. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: MARTIN-PIERA, F.; MORRONE, J.J.; MELIC, A. (eds.). **Hacia um Proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad Entomológica em Iberoamérica: PrIBES-2000**. Zaragoza, Sociedad Entomológica Aragonesa & CYTED, m3m: Monografías Tercer Milenio. v.1, p.183-195, 2000.
- VAZ-DE-MELLO *et al.* A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). **Zootaxa**. v.2854, p.1-73, 2011.
- VELLOSO, A.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; PAREYN, F.G.C. **Ecorregiões: Propostas para o bioma Caatinga**. Recife: Flamar, 2002, 76p.
- VULINEC, K. **Dung beetles, monkeys, and seed dispersal in the Brazilian Amazon**. 1999. 119 f. Thesis (Ph.D. of Philosophy) University of Florida, Florida, 1999.
- VULINEC, K. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia. **Florida Entomologist**. v.83, n.3, p.229-241, 2000.
- VULINEC, K. Dung beetle communities and seed dispersal in primary forest and disturbed land in Amazonia. **Biotropica**. v.34, n.2, p.297-309, 2002.

WENNY, D.G. Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a Neotropical montane tree. **Ecological Monographs**. v.70, p.331-335, 2000.

ZÁRATE, D. *et al.* Black howler monkey (*Alouatta pigra*) activity, foraging and seed dispersal patterns in shaded cocoa plantations versus rainforest in southern Mexico. **American Journal of Primatology**. v.76, p.890-899, 2014.

Apêndice A- Besouros escarabeíneos coletados no PML 08 em Custódia-PE. (1) *Ateuchus carbonarius* (2) *Ateuchus* sp. (3) *Trichilum* sp. (4) *Canthon* sp. (5) *Canthon carbonarius* (6) *Canthon simulans* (7) *Deltochilum verruciferum* (8) *Malagoniella astyanax* (9) *Dichotomius nisus* (10) *Dichotomius geminatus* (11) *Ontherus* sp. (Indivíduos 1, 2, 3, 4, 5, 10 e 11 com aumento de 8x).

