UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCIÊNCIA ANIMAL

JULIANNE MOURA DA SILVA

Relações ecológicas, aspectos ecofisiológicos e comportamentais da espécie *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) em fragmentos de Mata Atlântica de Pernambuco.

Recife

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCIÊNCIA ANIMAL

JULIANNE MOURA DA SILVA

Relações ecológicas, aspectos ecofisiológicos e comportamentais da espécie *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) em fragmentos de Mata Atlântica de Pernambuco.

.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção do grau de Doutora em Biociência Animal.

Orientadora: Drª. Maria Adélia B. de Oliveira.

Coorientadora: Drª Bruna Martins Bezerra

Recife

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586r Silva, Julianne Moura da
Relações ecológicas, aspectos ecofisiológicos e comportamentais da espécie Alouatta belzebul (Linnaeus, 1766) em fragmentos de Mata Atlântica de Pernambuco / Julianne Moura da Silva. - 2022.
135 f. : il.

Orientadora: Maria Adelia Borstelmann de Oliveira.
Coorientadora: Bruna Martins Bezerra.
Inclui referências.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal, Recife, 2022.

1. Guariba . 2. Fezes. 3. Sementes. 4. Endoparasitos. 5. Besouros escarabeídeos. I. Oliveira, Maria Adelia Borstelmann de, orient. II. Bezerra, Bruna Martins, coorient. III. Título

CDD 636.089

Julianne Moura da Silva

Relações ecológicas, aspectos ecofisiológicos e comportamentais da espécie *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) em fragmentos de Mata Atlântica de Pernambuco.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção do grau de Doutora em Biociência Animal.

Orientadora: Drª. Maria Adélia B. de Oliveira.

Coorientadora: Drª Bruna Martins Bezerra

Tese aprovada em 27 de junho de 2022

BANCA EXAMINADORA

_____

Drª. Maria Adélia B. de Oliveira (Orientadora)
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal – UFRPE

_____

Dr. Leucio Câmara Alves (Titular)
Departamento de Medicina Veterinária – UFRPE

_____

Dr. Dilmar Alberto Gonçalves de Oliveira (Titular)
Departamento de Fauna silvestre – Secretaria do Meio Ambiente - SP

_____

Dr. Valdir Luna da Silva (Titular)
Departamento Fisiologia e Farmacologia – UFPE

_____

Dra. Carla Soraia Soares de Castro (Titular)
Departamento de Engenharia e Meio Ambiente - UFPB

Para aqueles que tornam meus dias
mais iluminados, dedico com
muito amor: Zefinha, João,

Joanne, Luiz e Doninha.

AGRADECIMENTOS

Contradizendo a afirmação que diz “Cientistas não acreditam em Deus”, quero começar esse manuscrito agradecendo imensamente a Deus por ter me dado à oportunidade de vivenciar essa pesquisa científica com todas as alegrias, dificuldades e desafios, principalmente em meio à pandemia de COVID-19 que levou muitos de nossos irmãos. Aprendi a ser forte, perseverante e valorizar cada momento desta longa caminhada e “Graças a Deus” estou viva para contar essa história!

As minhas queridas e eternas orientadoras Maria Adélia Oliveira e Bruna Bezerra que contribuíram de forma tão afetuosa para meu crescimento acadêmico e sempre acreditaram no meu potencial e me desafiaram a buscar sempre o melhor. Obrigada por transmitirem muitos ensinamentos com força e maestria. Como diria o Mestre Yoda: “Nós, somos o que eles se tornam. Esse é o verdadeiro fardo de todos os mestres”.

À minha mãe e meu pai por terem dedicado tanto tempo de suas vidas para cuidar de mim e de minha irmã com tanto amor e carinho. Por terem acompanhado de perto meus primeiros passos e terem ensinado quais os melhores valores para se levar na caminhada da vida. À minha irmã e amiga, Joanne, que me ensinou o sentido de companheirismo e amor fraterno, que sempre pegou na minha mão quando era pequena e estava com medo e sempre me incentivou a lutar pelos meus sonhos. Sempre me inspirei em você e espero um dia conseguir ser tão inteligente, tão forte e determinada como você é. À Doninha, meu pedacinho de luz que representa todos os peludos que fizeram parte da minha vida e me ensinaram o amor incondicional aos animais.

À Luiz, meu amor e amigo, que com seu amor sempre me trouxe equilíbrio e conduziu para o lado bom da força. Obrigada por compartilhar comigo tantos momentos, sonhos e também por ter me escolhido para seguir com você na caminhada da vida. Obrigada por desde o inicio sempre acreditar e torcer para que essa pesquisa desse certo, mesmo sabendo que para isso, eu teria que passar vários dias distantes de você. Obrigada pelo carinho e companhia e conversas nas noitadas, regadas à Coca-Cola, enquanto estava madrugando escrevendo essa tese. Seu amor e carinho tornaram os momentos difíceis da pesquisa mais leves e me motivaram a continuar.

À família de amigos que construí ao longo dos anos, Emille (*in memoriam*), Roberta, Rose, Yuri, Natalhinha, Saul, Renata e Bruno pela amizade, carinho e incentivo durante o período da pesquisa e nos momentos de descontração após as coletas de campo. À todos os amigos que de alguma forma estiveram presentes e torceram para esta pesquisa dar certo.

A todos os meus amigos do Engenho Pedra Ímã, em especial, meus queridos amigos Sr. Zé Paulo e Neco (*in memoriam*) que desde o primeiro dia que cheguei ao engenho me acolheram como parte da família. Agradeço também todos da Familia Matheus Silva, seus doguinhos carismáticos e ao destemido Jones, que me acolheram com tanto carinho e me deram o suporte logístico necessário para a permanência na área de estudo. Agradeço à Carlinha, Tatá, Geane, Jean e Dona Lica pela amizade, conversas e momentos de descontração durante os campos.

Ao Professor Dr. Leucio Câmara por toda a luz e ensinamentos transmitidos durante minha permanência no Laboratório de Parasitárias (UFRPE). Sou grata também às amigas que fiz por lá, em especial Bia, Vanessa e Vanuza, que me acolheram como parte do laboratório e compartilharam comigo o mundo da parasitologia veterinária.

Aos amigos do LECA, Profa. Cristiane, Estefani, Juliana, Marcelo e Jadson pelos conselhos e apoio durante os momentos desafiadores do doutorado e as triagens das amostras. Sempre é bom ter com quem partilhar esses momentos, principalmente se estamos "pegando em fezes" kkkkk.

Aos amigos antigos e novos do Laboratório de Ecologia, Comportamento e Conservação (UFPE), como Monique, Anie, Karol, Rebecca, Bárbara, Ana e Juliana que sempre estiveram por perto, mandando energias positivas e, cada um a seu modo, me apoiaram durante essa pesquisa.

Aos alunos que foram guerreiros e se aventuraram na mata, deixando para trás a "vida tecnológica" pelo perrengue da mata. A todos vocês obrigada (Juliana Lacerda, Kimberlly Mikaelle, Lana Sofia Alcântara, Leonardo Vilas Boas, Luiz Marcos, Marinai Santana, Rodrigo Silva). Ao Dr. Dilmar Oliveira que se deslocou de São Paulo até Pernambuco para ir a campo e ouvir um longo ronco de guariba nordestino.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal e aos professores pelas contribuições e ensinamentos durante as disciplinas visando meu crescimento profissional. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela

concessão da bolsa de Doutorado. Aos funcionários e motoristas do setor de transporte da UFRPE que não mediram esforços para me levar e buscar em campo, e por isso, tornaram as viagens mais divertidas.

E por último, agradeço aos guaribas que são responsáveis diretamente por tudo que vivenciei nesses quase 10 anos de pesquisa. Obrigada por compartilhar um pouco da vida de vocês comigo e ao mesmo tempo me fazerem ver o amor que tenho em estar com vocês. Desejo a vocês uma vida longa e próspera e um “alto e longo ronco” de agradecimento por tudo.

“Deixa algum sinal de alegria
por onde passes”

Francisco Candido Xavier

RESUMO

Os primatas neotropicais do gênero *Alouatta* se distinguem dos demais por emitirem vocalizações de alta intensidade (roncos) e por apresentarem um comportamento sedentário em função da dieta frugívora-folívora, que pela grande quantidade de folhas consumidas, requer um longo processo digestivo. Esses primatas escolhem pontos específicos para defecar e abaixo desses locais são vistos bancos de sementes acumuladas no solo, bem como besouros utilizando as fezes como recurso alimentar e reprodutivo. Do ponto de vista endoparasitário, essa dieta frugívora-folívora diversificada se torna favorável aos guaribas, uma vez que algumas espécies vegetais podem ter ação antiparasitária. A situação das populações nordestinas de *Alouatta belzebul* é crítica, devido ao intenso processo de desmatamento e fragmentação das áreas de Mata Atlântica e a caça que tem contribuído para a diminuição de suas populações. Diante disso, ela foi incluída na lista vermelha de espécies ameaçadas na categoria de vulnerável pela IUCN, esta entre as espécies-alvo do Plano Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste (PAN PriNE) e foi alvo de um Plano de Ação Emergencial para a sua conservação no Estado de Pernambuco. Desta forma, essa tese se baseou no estudo das fezes da espécie *Alouatta belzebul* para elucidar aspectos como a dispersão de sementes, a associações com besouros escarabeídeos e a presença de endoparasitas nas fezes dos grupos e com esses dados trazer recomendações que venham a contribuir para a conservação da população no Estado. Foram monitorados mensalmente, entre os períodos de junho de 2018 a fevereiro de 2020 e de dezembro de 2020 a setembro de 2021, os sítios de defecação dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas habitantes de dois fragmentos da Mata de Sacramento para a coleta de amostras fecais. Em 13 sítios de defecação foram coletadas 349 amostras fecais, que continham 8.600 sementes de 33 morfoespécies diferentes. Sementes de *Schefflera morototoni* e a *Sloanea obtusifolia* representaram 67% das sementes, ambas associadas com recente impacto antrópico, visto que comumente ocorrem em estágios iniciais de sucessão na Mata Atlântica. Plântulas de *Sloanea obtusifolia* foram encontradas em dois sítios de defecação, indicando que essas sementes mesmo passando pelo trato digestivo e excretadas nas fezes dos guaribas-de-mãos-ruivas são viáveis em termos de germinação. As análises parasitológicas de 250 amostras de fezes pela técnica de Mini-FLOTAC associada ao Fill-FLOTAC e pelo exame coproparasitológico direto apontaram positividade para algum tipo de endoparasito (29/250), sendo encontrados representantes da Família Ascarididae (1/250), dos Gêneros *Platynosomum* (5/250), *Strongyloides* (7/250), *Ancylostoma* (9/250) e da espécie *Trypanoxyuris minutus* (12/250), não sendo observada diferença significativa no perfil parasitário dos grupos. Comprovando a associação dos grupos de *A.belzebul* com besouros escarabeídeos nas duas matas, foram encontrados 304 besouros nas fezes dos guaribas (n= 545), distribuídos em 10 táxons, incluindo os gêneros *Canthidium, Onthophagus* e a espécie *Eurysternus hirtellus*. As armadilhas de queda coletaram 878 espécimes, distribuídos em 32 táxons, incluindo uma espécie exótica. Diante disso, podemos confirmar a importância ecológica dos guaribas-de-mãos-ruivas para os dois fragmentos estudados, bem como podemos concluir que apesar do distanciamento entre os grupos, eles apresentam uma dieta e perfil parasitários similares. Isto consolida os argumentos necessários para a confecção de corredores ecológicos e restauração dos ambientes da área de estudo que abriga a única população de guariba no Estado de Pernambuco.

Palavras-chave: fezes, guariba, latrina, sementes, endoparasitos, coleóptero coprófago.

ABSTRACT

Neotropical primates of the genus *Alouatta* are distinguished from others primates by emitting loud vocalizations (howl) and a sedentary behaviour due to the frugivorous-folivore diet, which, due to the large amount of leaves consumed, requires a long digestive process. These primates choose specific places to defecate and below these places are seen banks of seeds accumulated in the soil, and dung beetles using the faeces as a food and reproductive resource. In relation to endoparasites, this diversified frugivorous-folivore diet is favorable for howler monkeys, because the plant species may have antiparasitic action. The situation of the Northeastern populations of *Alouatta belzebul* is critical, due to the intense process of deforestation and fragmentation of Atlantic Forest and the hunting that has contributed to the decrease of their populations. Therefore, it was included in the red list of threatened species in the category of vulnerable by IUCN, is among the target species of the National Plan for the Conservation of Primates of Northeast (PAN PriNE) and it was the target of an Emergency Action Plan for Conservation in the State of Pernambuco.This thesis was based on the study of faeces of the *Alouatta belzebul* species to elucidate aspects of seed dispersal, associations with dung beetles and the presence of endoparasites in the faeces of the groups, in order to provide recommendations that will contribute to the conservation of the population in the State. Between June 2018 and February 2020 and from December 2020 to September 2021, the defecation sites of groups of red-handed howler monkeys inhabiting two fragments of Mata de Sacramento were monitored monthly for collection of fecal samples. In 13 defecation sites, 349 fecal samples were collected, which contained 8,600 seeds of 33 different morphospecies. *Schefflera morototoni* and *Sloanea obtusifolia* represented 67% of the seeds, both associated with recent anthropic impact, as they commonly occur in early successional stages in the Atlantic Forest. Seedlings of *Sloanea obtusifolia* were found in two defecation sites, indicating that seeds excreted in the faces of monkeys are viable in terms of germination. The parasitological analysis of 250 stool samples using the Mini-FLOTAC technique associated with the Fill-FLOTAC and by direct coproparasitological examination showed positivity for some type of endoparasites in the total of samples (29/250), being found nematodes of the Ascarididae Family (1/ 250), the genera *Platynosomum* (5/250), *Strongyloides* (7/250), *Ancylostoma* (9/250) and the species *Trypanoxyuris minutus* (12/250), with no significant difference being observed in the parasite profile of the groups. Proving the association of *A.belzebul* groups with dung beetles in the two forests, 304 beetles were found in the faces of howler monkeys (n= 545), distributed in 10 taxa, including the genera *Canthidium*, *Onthophagus* and the species *Eurysternus hirtellus*. The *pitfall* traps collected 878 specimens, distributed in 32 taxa, including one exotic species. Therefore, we can confirm the ecological importance of red-handed howler monkeys for the two fragments studied, as well as we can conclude that despite the distance between the groups, they have a similar diet and prevalence of gastrointestinal parasites. This consolidates the arguments necessary for the creation of ecological corridors and the restoration of environments in the study area, which inhabit the only population of howler monkeys in the State of Pernambuco.

Keywords: Faeces, howler monkey, latrine, seeds, endoparasites, dung beetles

LISTA DE FIGURAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1 Padrão da coloração da pelagem da espécie *Alouatta belzebul* em vida livre, que confere o nome popular de guariba-de-mãos-ruivas para a espécie 19

Figura 2 Mapa ilustrando a distribuição geográfica de *Alouatta belzebul*. Fonte: ICMBio disponível em https://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article/7171-mamiferos-alouatta-belzebul-guariba-de-maos-ruivas acessado 7 de janeiro de 2021 20

Figura 3 Sítio de defecação da espécie *Alouatta belzebul* no fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco: a) Plântulas germinadas a partir das sementes depositadas pelas fezes dos guaribas-de-mãos-ruivas, b) Banco de sementes depositadas abaixo das árvores sítios..... 23

Figura 4 Besouro escarabeídeo rolando uma pelota fecal da espécie *Alouatta belzebul* 26

CAPÍTULO 1

Fig.1 Absolute frequency of the number of faecal samples obtained at the defecation sites used by four groups of red-handed howler monkeys (*Alouatta belzebul*), between 2018 and 2019 in the Engenho Sacramento Forest, Pernambuco, Brazil. 52

CAPÍTULO 2

Fig.1 Funções discriminantes canônicas geradas na discriminação de três grupos sociais de *Alouatta belzebul* com base no perfil parasitário encontrado a partir das amostras de fezes e considerando seis parasitas como variáveis..... 75

CAPÍTULO 3

Fig. 1 Esquema do sistema de armadilhas de queda montados nas áreas próximas as latrinas dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas monitorados em dois nos fragmentos da Mata de Sacramento e em uma área de pasto no Município de Água Preta, Pernambuco, Brasil. 97

Fig. 2 As armadilhas de queda (*pitfalls*) utilizadas para coleta de besouros escarabeídeos contendo isca de fezes e instaladas rente ao solo nos fragmentos da Mata de Sacramento, Água Preta, Pernambuco, Brasil..…..98

CAPÍTULO 4

Fig.1 Desenho do guariba trocado pelo cercopitecídeo africano no livro Historia naturalis Brasiliae (1648). 119

Fig.2 Desenho do cercopitecídeo africano trocado pelo guariba no livro Historia naturalis Brasiliae (1648). 120

Fig.3 O "grito de alerta" nos cartazes do III (a) e IV (b) Congressos Brasileiro de Primatologia. 123

Fig.4 Mapa indicando a Mata de Sacramento, única localidade do Estado de Pernambuco com confirmação da ocorrência do *Alouatta belzebul* 126

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Table 1 *Alouatta belzebul* groups using the monitored latrines in two fragments of Atlantic rain forest in North-eastern Brazil 49

Tabela 2 Characterisation of defecation sites used by red-handed howler monkey (*Alouatta belzebul*) groups (1,2, 3 and 4), indicating the tree used as a latrine and respective height (h in metres) and diameter at chest height (DAP, cm), geographic location and type of site. The monitoring the sites was performed between 2018 and 2019 in two fragments of the Engenho Sacramento Forest complex, Pernambuco, Brazil 51

Tabela 3 Characterisation of seeds found in red-handed howler (*Alouatta belzebul*) monkey faeces, deposited in latrines from 2018-2019, in two fragments of Atlantic Forest in the Engenho Sacramento Forest complex, Pernambuco, Brazil 53

CAPÍTULO 2

Tabela 1Composição dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) habitantes da Mata de Sacramento,Pernambuco, Brasil 70

Tabela 2 Prevalência de endoparasitos nos grupos sociais de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) na Mata de Sacramento, Pernambuco, Brasil 72

Tabela 3 Diversidade de endoparasitos nos três grupos sociais de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) na Mata de Sacramento, Pernambuco, Brasil 73

Tabela 4 Variáveis usadas na análise de função discriminante para verificar se o perfil parasitário das amostras fecais de três grupos sociais de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebu*l) poderia ser usado para diferenciar estes grupos 74

CAPÍTULO 3

Tabela 1 Composição dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas monitorados em dois nos fragmentos da Mata de Sacramento no Município de Água Preta, Pernambuco, Brasil.....95

Tabela 2 Frequência absoluta dos besouros escarabeídeos encontrados nas fezes de três grupos de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) na Mata de Sacramento, Pernambuco, Brasil.....99

Tabela 3 Táxon dos besouros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados nas armadilhas de queda entre os meses de junho a setembro de 2021 nas três áreas de estudo no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil.....100

Tabela 4 Comparação dos besouros coletados nas armadilhas de queda no mês de agosto nas três áreas de estudo no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil.....101

Tabela 5 Comparação dos besouros escarabeídeos coletados nas armadilhas de queda com três tipos de iscas diferentes (fezes bovina, fezes de guariba, fezes humana) em uma área de pasto e em dois fragmentos de Mata Atlântica de ocorrência da espécie *Alouatta belzebul,* estudo no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil.....103

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
2 REFERENCIAL TEÓRICO 19
2.1 *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766): descrição, distribuição geográfica, ecologia 19
2.2. Sítios de defecação e dispersão de sementes 22
2.3 Parasitos gastrointestinais em primatas e no gênero *Alouatta* 23
2.4 Associações de besouros escarabeídeos com o gênero *Alouatta* 26
3 OBJETIVOS 28
3.2 Objetivo geral 28
3.2.1 Objetivos específicos 28
4 REFERÊNCIAS 29
5 CAPÍTULO 1 - Defecation site and potential seed dispersal by *Alouatta belzebul* living in an isolated and highly threatened remnant of Atlantic Forest in Northeast Brazil 44
5.1 Abstract 45
5.2 Introduction 46
5.3 Methodology 48
5.3.1.Study area and animals 48
5.3.2Monitoring of defecation sites 49
5.3.3Data Analysis 50
5.4 Results 50
5.4.1 Defecation sites 50
5.4.2. Frequency of latrine use 51
5.4.3.Dispersion and germination potential of seeds found in *Alouatta belzebul* faeces deposited in latrines. 52
5.5 Discussion 54
5.6. Acknowledgements 57
5.7 References 58
6 CAPÍTULO 2 – Endoparasitos em *Alouatta belzebul* e estratégias de conservação no último refúgio natural para espécie no Estado de Pernambuco, Nordeste, Brasil. 64
6 .1 Resumo 65
6.2 Introdução 66
6.3 Metodologia 68
6.3.1 Área de estudo 68

6.3.2 Composição dos grupos de *Alouatta belzebul*....70
6.3.3.Coleta e análise de material fecal....70
6.3.4.Análise estatística....71
6.4 Resultados....72
6.5 Discussão....75
6.6.. Conclusão....80
6.7 Agradecimentos....81
6.8 Referências....81
7 CAPÍTULO 3 - Do galho ao chão: Associações ecológicas entre as fezes de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) e besouros escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeinae) na Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. 90
7.1 Resumo 91
7.2 Introdução 92
7.3 Metodologia 94
7.3.1 Área de estudo....94
7.3.3 Coleta ativa de besouros nas fezes de *Alouatta belzebul* 96
7.3.4 Coleta de besouros através de armadilhas de queda (*pitfalls*)....96
7.4 Resultados....98
7.5 Discussão 104
7.6.Conclusão....108
7.7. Agradecimentos 109
7.8 Referências....109
8 CAPÍTULO 4 -*Alouatta belzebul*: revisitando o contexto histórico, a situação no Nordeste, os esforços de conservação e as recomendações para manutenção das populações de guaribas do Estado de Pernambuco....114
8.1 Primeiros relatos e estudos recentes sobre o primata guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*)....115
8.2 Esforços para a conservação da espécie *Alouatta belzebul*....121
8.3 Direcionamentos para a conservação da população de guariba-de mãos-ruivas em Pernambuco 126
8.4 Referências....129
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS....135

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Alouatta belzebul,* guariba-de-mãos-ruivas, teve sua primeira descrição realizada por George Marcgrave no ano de 1648, após uma expedição no Estado de Pernambuco. Marcgrave nomeou esse primata de guariba, destacou sua pelagem preta e lustrosa e a emissão de grandes gritos que podem ser ouvidos de longe (ALMEIDA *et al*., 2011; GREGORIN, 2006). O padrão de cor da espécie, cujo corpo é recoberto por uma pelagem preta, com as extremidades das mãos, dos pés e do terço apical da cauda castanho-avermelhado ou ruivo, atribui a espécie o nome popular de guariba-de-mãos-ruivas (BONVICINO *et al*., 1989; GREGORIN, 2006). Esse primata neotropical é endêmico do Brasil e apresenta uma distribuição geográfica disjunta: na Floresta Amazônica existem registros de populações nos Estados do Amapá, Pará e Maranhão (GREGORIN, 2006) e na Mata Atlântica nordestina nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas (COIMBRA-FILHO; RYLANDS, 1995; FIALHO *et al*., 2014). Emitem vocalizações de alta intensidade (roncos) para comunicação entre indivíduos e grupos, que podem chegar a ser ouvida a uma distância de 5 km, característica que lhe confere o nome popular de macaco-uivador, em inglês “howler monkey” (CROCKETT; EISENBERG, 1987). Possui uma dieta composta por folhas (jovens, maduras, pecíolos), flores e frutos, portanto, são classificados como folívoros-frugívoros (NEVILLE *et al.,* 1988). Esse tipo de dieta requer maior tempo de digestão e faz com que esses primatas usem boa parte do seu tempo no descanso (BONVICINO *et al.*, 1989).

Os primatas neotropicais se destacam por serem eficientes dispersores de sementes de frutos carnudos e por favorecem um aumento significativo na germinação dessas sementes (FUZESSY *et al*., 2016). Através dos tipos e quantidades de sementes dispersadas por primatas pode se obter dados da composição florística, densidade e distribuição das espécies de plantas da área (IZAR, 2008). Em áreas em recuperação ou degradadas, a dispersão de sementes funciona como uma ótima ferramenta na manutenção dessas áreas (DEMINICIS *et al*., 2009). Além disso, outras relações como a associação de besouros escarabeídeos com as fezes de primatas dispersores são importantes para a manutenção do ecossistema, uma vez que favorece a ciclagem de nutrientes, aeração secundária do solo e proteção das sementes contra predação (VULINEC, 2000).

Contudo, a perda de florestas, fragmentação, caça e corte seletivo afetam gravemente a manutenção das espécies de primatas e processos ecológicos que os envolvem (FUZESSY *et*

al., 2016). No caso do gênero *Alouatta*, a fragmentação florestal afeta não só o tamanho da área de uso das espécies, como diminui a quantidade de espécies vegetais consumidas (BICCA-MARQUES, 2003), aumenta a contaminação por parasitos entre indivíduos (SANTA CRUZ *et al*., 2000) e pode modificar as relações ecológicas existentes.

Em contraste com os relatos de Marcgrave (1648) que destacava a abundância de guaribas nas matas de Pernambuco (GREGORIN, 2006), atualmente uma única localidade de ocorrência registrada para o Estado é o município de Água Preta (COIMBRA-FILHO; RYLANDS, 1995; FIALHO *et al*., 2014). Logo, é imprescindível a busca por novas áreas de ocorrência da espécie e o alcance das metas estabelecidas pelos planos de ação para a conservação da espécie a nível estadual e nacional. As informações acerca das relações ecológicas, comportamentais e ecofisiologia da espécie *A. belzebul* se concentram nas populações que habitam a Floresta Amazônica, sendo escassos os trabalhos que abordam essas temáticas com as populações que habitam a Mata Atlântica do Nordeste. Sendo assim, é urgente e necessário o desenvolvimento de pesquisas que esclareçam essas questões e possam contribuir para a sobrevivência da espécie *A. belzebul* na região Nordeste.

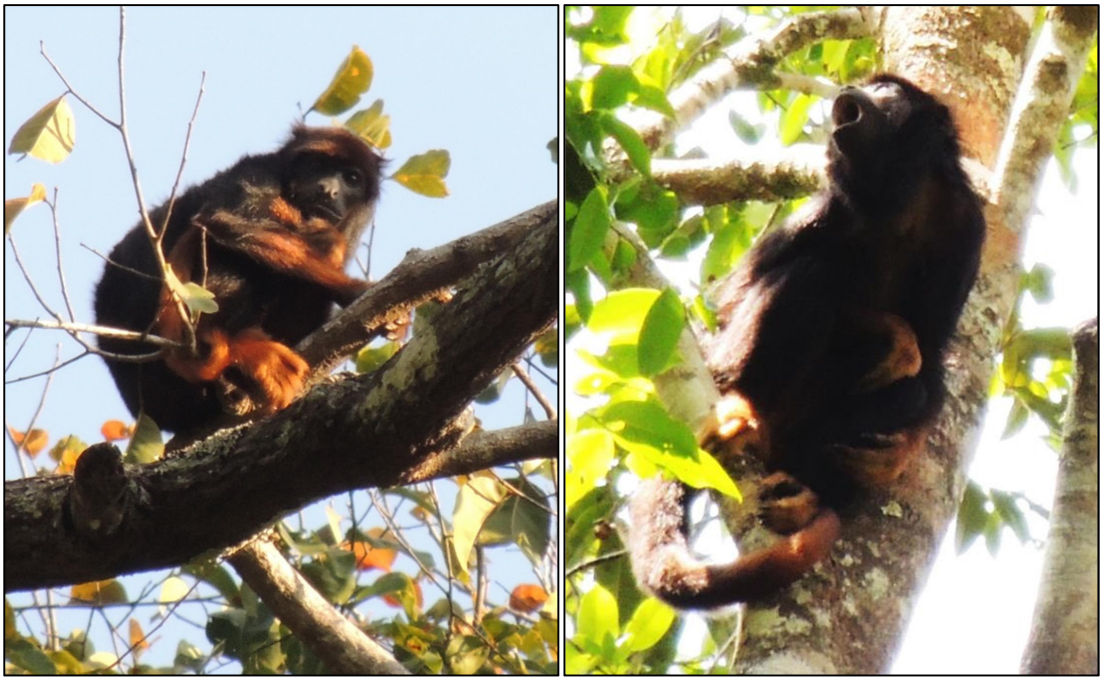
Esta tese está dividida em cinco partes. A primeira trás um referencial teórico contextualizando os temas abordados nos capítulos subsequentes. A segunda parte (capítulo 1) abordará uso dos sítios de defecação e a dispersão de sementes pela espécie *A. belzebul*. A terceira (capítulo 2) descreve e compara o perfil endoparasitário dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas em dois fragmentos da Mata de Sacramento. A quarta parte (capítulo 3) será abordado à questão das associações ecológicas das fezes da espécie *Alouatta belzebul* com os besouros escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae, Subfamília Scarabaeinae) e por fim, a quinta parte (capítulo 4) será tratado à situação atual e perspectivas futuras para a conservação da espécie *Alouatta belzebul* em Pernambuco. A abordagem desses aspectos de *A. belzebul* em dois fragmentos de Mata Atlântica com diferentes graus de ameaça e tamanhos em Pernambuco servirá para preencher lacunas existentes e contribuirá no alcance dos objetivos do Plano Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste (PAN PriNE) e do Plano Emergencial para sua Conservação no Estado de Pernambuco. Convém lembrar que os fragmentos escolhidos como áreas de estudo, pertencem ao conjunto de fragmentos conhecido como Mata de Sacramento. Estes estão incluídos na lista das áreas importantes para a conservação da espécie *Alouatta belzebul* no Centro de Endemismo de Pernambuco, elaborada pelo Plano Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste-PAN PriNE (CPB, 2014).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766): descrição, distribuição geográfica, ecologia.

A espécie *Alouatta belzebul* foi descrita pela primeira vez no ano de 1648 pelo naturalista George Marcgrave durante uma expedição no Estado de Pernambuco (ALMEIDA *et al*., 2011; COIMBRA-FILHO; RYLANDS, 1995; GREGORIN, 2006). Seu padrão de coloração de pelagem negra distribuída por todo corpo com as regiões das mãos, pés e terço apical da cauda de coloração ruiva ou castanho-avermelhada (Figura 1), confere a espécie o nome popular de guariba-de-mãos-ruivas ou bugio-de-mãos-ruivas (AURICCHIO, 1995; BONVICINO *et al*., 1989; GREGORIN, 2006). Nesta espécie não é observado dicromatismo sexual na coloração da pelagem dos indivíduos, porém existe o dimorfismo sexual no tamanho corporal e tamanho estrutural do osso hioide, este osso nos machos é maior que nas fêmeas (AURICCHIO, 1995; GREGORIN, 2006).

Figura 1 Padrão da coloração da pelagem da espécie *Alouatta belzebul* em vida livre, que confere o nome popular de guariba-de-mãos-ruivas para a espécie (Fonte: Julianne Silva)

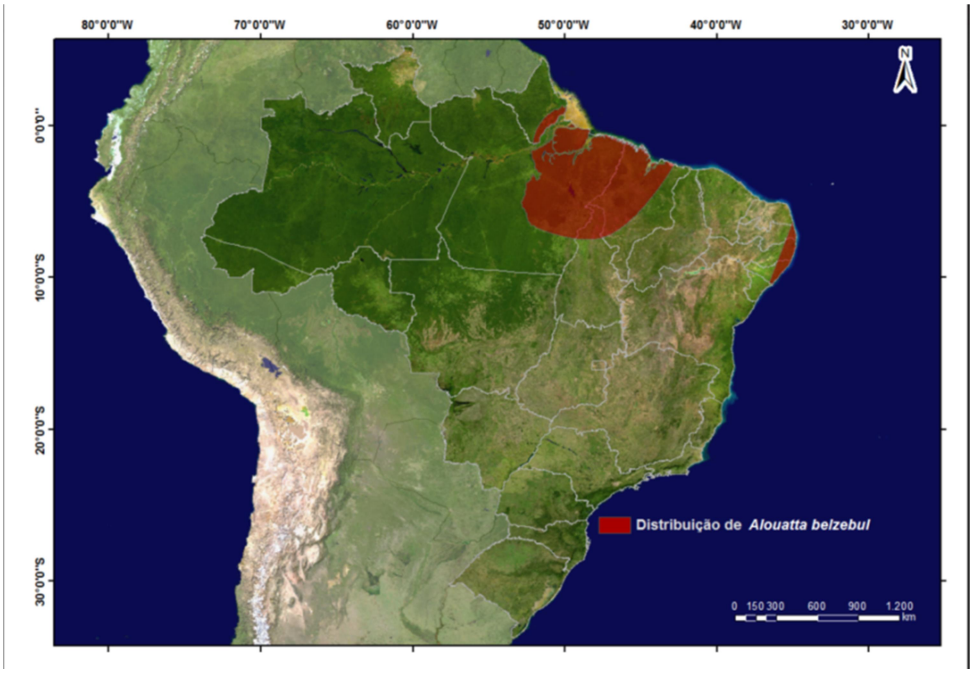


No estudo taxonômico realizado por Bonvicino *et al*. (1989), baseado na coloração e distribuição geográfica de *Alouatta belzebul*, foi considerado que esta espécie apresentava

quatro subespécies (*Alouatta belzebul belzebul*, *Alouatta belzebul discolor*, *Alouatta belzebul ululata, Alouatta belzebul nigerrima*). Em estudo posterior, Bonvicino *et al*. (2001) elevou *Alouatta belzebul nigerrima* a nível de espécie (*A. nigerrima*). A revisão taxonômica de Gregorin (2006), fundamentada em análises morfológicas e dados citogenéticos, comprovou a distinção entre essas subespécies, elevando as mesmas ao nível de espécie (*A. discolor, A. ululata A. nigerrima*) e mantendo *Alouatta belzebul* como espécie ausente de subespécie. O estudo filogenético recente realizado por Povill *et al*. (2021) também evidenciou a distinção entre *A. belzebul*, *A. discolor* e *A. ululata,* corroborando desta forma com o observado por Gregorin (2006).

As populações da espécie *Alouatta belzebul* são endêmicas do Brasil e apresentam uma distribuição disjunta (Figura 2), sendo encontradas tanto no bioma Floresta Amazônica quanto na Floresta Atlântica (COIMBRA-FILHO; RYLANDS, 1995; GREGORIN, 2006). Na Floresta Amazônica as populações são encontradas nos Estados do Pará e Maranhão (GREGORIN, 2006) e na Floresta Atlântica são encontradas nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas (COIMBRA-FILHO; RYLANDS, 1995; FIALHO *et al*., 2014). Apesar da distribuição disjunta das populações, não foi comprovada a existência de variação genética entre as populações nordestinas e amazônicas de *A. belzebul* (BONVICINO *et al*., 2001; NASCIMENTO *et al*., 2005).

Figura 2 Mapa ilustrando a distribuição geográfica de *Alouatta belzebul*. Fonte: ICMBio disponível em https://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article/7171-mamiferos-alouatta-belzebul-guariba-de-maos-ruivas acessado 7 de janeiro de 2021



Em razão do declínio acentuado de suas populações na região Nordeste do Brasil, *A. belzebul* está incluída na lista vermelha de espécies ameaçadas IUCN na categoria de espécie vulnerável (VALENÇA MONTENEGRO *et al*., 2019) e se inclui entre as seis espécies-alvo do Plano de Ação Nacional para conservação de primatas ameaçados do Nordeste - PAN PriNE (BRASIL, 2018), sendo o Estado de Pernambuco o cenário mais crítico para a sobrevivência de sua população (PERNAMBUCO, 2017), visto que existe apenas o registro de uma única localidade de ocorrência na Mata de Sacramento, no Município de Água Preta (FIALHO *et al*., 2014). A espécie também foi alvo de um Plano Emergencial e de um Decreto Estadual para estabelecer os limites de sua área de ocorrência e salvaguardar sua população no Estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2017).

Por estar inserida na Família Atelidae, a espécie *A. belzebul* apresenta uma cauda preênsil que lhe favorece o deslocamento nas árvores (AURICCHIO, 1995; CROCKETT; EISENBERG, 1987). Dentre os caracteres diagnósticos do gênero *Alouatta*, está à presença do osso hioide desenvolvido e modificado servindo como uma câmara de ressonância. Essa modificação no osso hioide confere a todas as espécies do gênero a capacidade de emitirem vocalizações longas e de altas intensidades que podem ser ouvidas até uma distância de 5 km (AURICCHIO, 1995; CROCKETT; EISENBERG, 1987; GREGORIN, 2006). As vocalizações dos primatas desse gênero, também conhecidas como roncos, são utilizadas para a comunicação intergrupais e extragrupais (OLIVEIRA, 2002; OLIVEIRA; ADES, 2004). Estas podem ter a função de delimitação e defesa territorial entre grupos (CROCKETT; EISENBERG, 1987; HORWICH; GEBHARD, 1983) ou alerta para predadores e perigo (CHIARELLO, 1995).

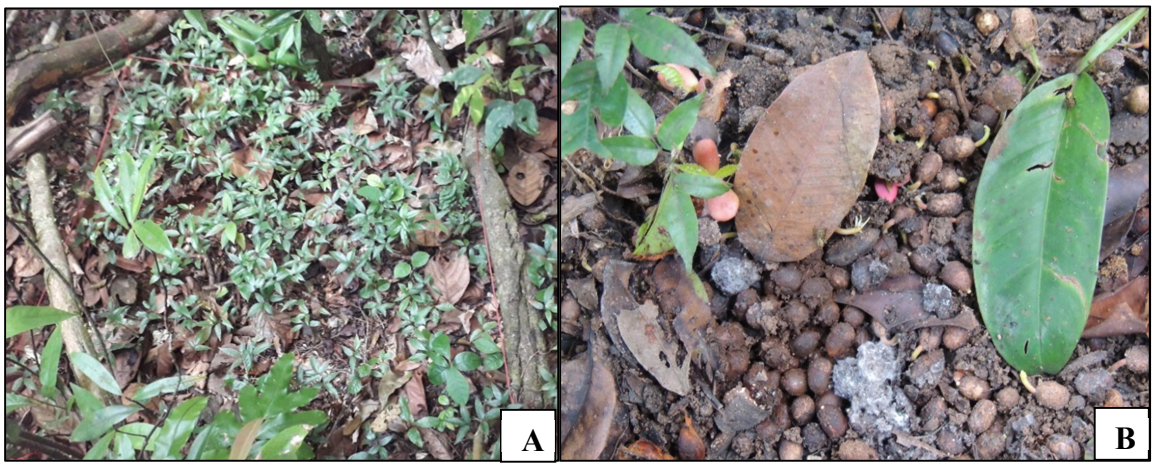
Assim como as demais espécies do gênero *Alouatta*, apresenta o hábito arborícola, utilizando principalmente o dossel superior das árvores e descendo ao chão raras vezes para ingerir água (AURICCHIO, 1995; NEVILLE *et al.,* 1988). É uma espécie que apresenta uma dieta composta por folhas, frutos e flores, sendo considerada predominantemente frugívora (BONVICINO *et al*., 1989; NEVILLE *et al.,* 1988, SOUZA *et al*., 2002). A presença de uma dieta mais frugívora que folívora por *A. belzebul* está relacionada à disponibilidade de frutos no local, a presença de espécies vegetais que compõe esse ambiente e a precipitação que influenciará nos padrões fenológicos dessas espécies vegetais (BONVICINO *et al.,*1989).

2.2. Sítios de defecação e dispersão de sementes

O uso de sítios de defecação ou latrinas por primatas não humanos para deposição de fezes e urina foi registrado para várias espécies (BONADONA *et al*., 2017; BRAVO;CUETO, 2020; BUFALO *et al*., 2016; DRÖSCHER;KAPPELER, 2014; IRWIN *et al*., 2004; GILBERT, 1997; GÓMEZ, 2004; GONZÁLEZ-ZAMORA *et al*., 2012). Os sítios são usados, por exemplo, para comunicação olfatória, tendo estudos com lemuriformes se destacado nessa linha (*Indri indri* – BONADONA *et al*., 2017; *Lepilemur leucopus* - DRÖSCHER;KAPPELER, 2014; *Lepilemur* sp. e *Hapalemur griseus* – IRWIN *et al*., 2004). O odor proveniente das fezes e urina depositadas nessas latrinas favorecem a transmissão de sinais sociais, com funções de defesa de recursos (IRWIN *et al*., 2004) e fortalecimento de vínculo social principalmente em espécies noturnas em função da visibilidade limitada (DRÖSCHER; KAPPELER, 2014). Além do potencial de comunicação, sítios de defecação também são associados ao potencial de dispersão de sementes em várias espécies com dieta frugívora (BRAVO; CUETO, 2020; QUIROGA-CASTRO *et al*., 2001; POUVELLE *et al*., 2009; SAKAMOTO; TAKATSUKI, 2015).

Na família Atelidae, o uso de sítios de defecação é comum entre os representantes dos gêneros *Alouatta*, *Ateles* e *Brachyteles*. Nos locais onde existe a presença desses primatas frugívoros, os sítios de defecação (Figura 3) são descritos como áreas de grande deposição de sementes de diversas espécies vegetais (BUFALO *et al.*, 2016; BRAVO; CUETO, 2020; GONZÁLEZ-ZAMORA *et al.,* 2012; WHITWORTH *et al*., 2019). Segundo Bufalo *et al.* (2016) a diminuição ou extinção local desses primatas pode ocasionar sérias mudanças na dinâmica populacional das comunidades de plantas dos fragmentos florestais, uma vez que pequenos animais frugívoros não conseguem dispersar as sementes com tanta eficiência e abundância como eles.

Figura 3 Sítio de defecação da espécie *Alouatta belzebul* no fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco: a) Plântulas germinadas a partir das sementes depositadas pelas fezes dos guaribas-de-mãos-ruivas, b) Banco de sementes depositadas abaixo das árvores sítios (Fonte:Julianne Silva)



O fato das espécies de *Alouatta* terem a capacidade de sobreviver em fragmentos de mata de médio e pequeno porte, sob constante impacto de caça e desmatamentos (BICCA-MARQUES, 2003; PINTO *et al.*, 2003; RIMBACH *et al.*, 2013), fazem da dispersão de sementes realizada por elas uma ação fundamental na manutenção desses fragmentos impactados, contribuindo para a conservação dos mesmos (AMATO;ESTRADA, 2010; ANDRESEN, 2002; ARROYO-RODRIGUEZ *et al*., 2015; GOMÉZ, 2004; POUVELLE *et al*., 2009; SERIO-SILVA;RICO-GRAY, 2002). Isto porque, estes primatas neotropicais consomem e defecam as sementes ingeridas e diversas espécies de plantas sem predar as sementes (ARROYO-RODRIGUEZ *et al*., 2014). Desta forma, a manutenção das populações de *Alouatta* nesses fragmentos é o elemento-chave dos programas de restauração e manejo de áreas que apresentam paisagens fragmentadas (GOMÉZ, 2004).

2.3 Parasitos gastrointestinais em primatas e no gênero *Alouatta*

O estudo da parasitologia da vida silvestre evidencia que os parasitos são parte do ecossistema. A compreensão da dinâmica ecológica de um parasito compartilhado entre várias espécies é imprescindível na avaliação dos riscos que eles podem oferecer as espécies parasitadas (JECKINS *et al*., 2015). Embora a biomassa dos parasitos seja relativamente baixa quando comparada a outros níveis tróficos, os parasitos exercem influência em uma série de funções dos ecossistemas (e.g. moldam a dinâmica da população hospedeira, influenciam o

fluxo de energia), bem como servem como indicadores da biodiversidade e relações tróficas em ecossistemas saudáveis (HUDSON *et al*., 2006).

As doenças parasitárias estão presentes em primatas humanos e não humanos em todo o mundo. Primatas não humanos são potencialmente fontes de transmissão de zoonoses bacterianas, virais e parasitárias. Estes primatas compartilham de parasitos de protozoários e de helmintos semelhantes morfologicamente aos parasitos de seres humanos (MAHARJAN, 2015). Em ambientes que sofreram algum desequilíbrio ambiental é possível que ocorram surtos de doenças emergentes de origem silvestre provocada por parasitos. Esses surtos acabam comprometendo a sobrevivência de espécies silvestres locais, além de causar sérios problemas de saúde pública (JECKINS *et al*., 2015).

A presença de endoparasitos gastrointestinais nos grupos de primatas não humanos está relacionada não só com alterações ambientais de fragmentação florestal (GILBERT, 1997; HELENBROOK, *et al*., 2017; MAHARJAN, 2015; SANTA CRUZ *et al*., 2000), mas também com a densidade dos grupos numa área, e a forma como eles se alimentam e ingerem água (MAHARJAN, 2015). O aumento da umidade em períodos chuvosos é um fator que pode influenciar o aumento das taxas de parasitos nas fezes de primatas (SILVA *et al*., 2018). A escolha de árvores latrinas e pontos mais abertos dos galhos das árvores para defecar é fundamental para evitar a contaminação por parasitos no ambiente e entre indivíduos do grupo familiar de primatas (GILBERT, 1997).

Estudos ao longo da região neotropical com espécies do gênero *Alouatta* demonstraram a presença de parasitas intestinais em primatas cativos (SILVA *et al*., 2009; VOLOTÃO *et al*., 2008), em semi-cativeiro (SILVA *et al*., 2009) e de vida livre (CAMAROTTI *et al*., 2017; GILBERT, 1997; GODOY *et al*., 2004; HELENBROOK, *et al*., 2017; MUNIZ-PEREIRA *et al*., 2009; RONDÓN *et al*., 2017; STUART *et al*., 1990; VITAZKOVA; WADE, 2006). No caso dos grupos do gênero *Alouatta* de vida livre, alguns autores relacionaram a fragmentação do habitat com o aumento da taxa e prevalência de parasitos nesses primatas (HELENBROOK, *et al*., 2017; SILVA *et al*., 2018; SANTA CRUZ *et al*., 2000).

Dentre os protozoários encontrados no gênero *Alouatta* estão os gêneros *Giardia*, *Trypanosoma* e *Plasmodium* (MILOZI, 2012; SILVA *et al*., 2009; STUART, *et al*., 1998; VITAZKOVA;WADE, 2006; VOLOTÃO *et al*., 2008). A presença de *Giardia* sp. foi observada com uma prevalência maior em indivíduos de *Alouatta* cativos (GREINERT *et al*.,

2007; SILVA et al., 2009; VOLOTÃO *et al*., 2008), se comparado a grupos de vida livre (RONDÓN *et al*., 2017; VITAZKOVA; WADE, 2006). As análises genéticas demonstraram que a espécie *Giardia duodenalis* encontrada em *Alouatta pigra* é a mesma presente em fezes humanas, logo, pode ocorrer contaminação cruzada entre guaribas e humanos, uma vez que se trata de uma espécie de parasita com caráter zoonótico (VOLOTÃO *et al*., 2008).

A positividade para helmintos em espécies do gênero *Alouatta* foi confirmada através da presença de ovos e larvas das famílias Trichuridae, Ancylostomatidae, Ascarididae, Oxyuridae e Strongyloididae (CAMAROTTI *et al*., 2017 – *Alouatta belzebul*; GODOY *et al*., 2004 – *Alouatta caraya*; HELENBROOK, *et al*., 2017 - *Alouatta palliata aequatorialis*, SANTA CRUZ *et al*., 2000 – *Alouatta caraya*; RONDÓN *et al*., 2017 – *Alouatta seniculus*; STUART *et al*., 1990 *Alouatta palliata palliata*; VITAZKOVA; WADE, 2006 – *Alouatta pigra*). A presença do endoparasito *Trypanoxyuris minutus* foi registrado nas espécies *A. belzebul, A. seniculus, A. caraya, A. fusca e A. guariba* e *A. pigra* (AMATO *et al*., 2002; SOUZA *et al*., 2010, STUART, *et al*., 1998; VICENTE *et al.*, 1997; MARTINEZ-MOTA *et al.*, 2018).

Poucos são os estudos com a espécie *Alouatta belzebul* e menos ainda que relatem a presença de parasitos gastrointestinais. Estudos anteriores a mais recente classificação encontraram positividade de endoparasitos para a espécie *Alouatta belzebul ululata* (atualmente elevada a nível de espécie e classificada como *Alouatta ululata*), cujas espécies eram: *Trypanoxyuris oedip*, *Ascaris elongata*, *Trypanoxyuris minutus e Mathevotaenia megastoma* (CORRÊA *et al.*, 2016; MUNIZ-PEREIRA *et al.*,2009; STUART *et al.*, 1998). O estudo de Martins *et al*. (2008) relatou a presença de endoparasitos de doze táxons (entre helmintos e protozoários) em grupos de *A. belzebul* habitantes de cinco áreas de Floresta Amazônica, sendo encontrada positividade também para o oxiurídeo *Trypanoxyuris minutus*. Em Mata Atlântica, apenas um estudo descreve a presença de endoparasitos em um grupo de *A. belzebul* no município de Água Preta, neste foi detectado cistos e trofozoítos de protozoários da Familia Balantidiidae, além de ovos de helmintos das famílias Ascarididae, Ancylostomatidae, Oxyuridae e Trichuridae (CAMAROTTI *et al*., 2017).

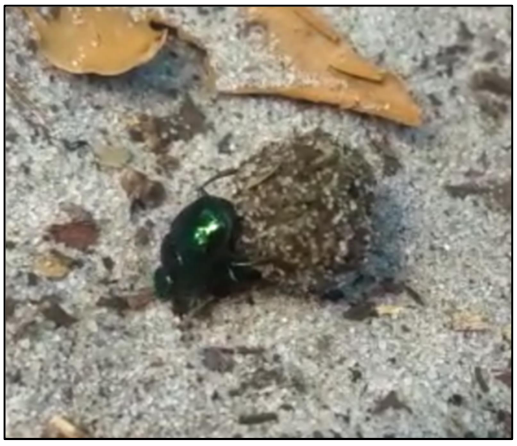
Faz-se necessário mais estudo que investiguem os endoparasitos presentes nas zoonoses, uma vez que a proximidade entre humanos e primatas não-humanos se mostra cada vez menor devido a fragmentação do habitat (CUCURACHI *et al*., 2007). Para isso, além dos estudos morfológicos, os estudos voltados para identificação genética dos endoparasitos são

de suma importância para elucidar quais parasitos possuem caráter zoonótico e quais são sinalizadores da saúde do ambiente (HUDSON *et al*., 2006; VITAZKOVA;WADE, 2006).

2.4 Associações de besouros escarabeídeos com o gênero *Alouatta*

A associação de besouros escarabeídeos com as fezes de primatas neotropicais (Figura 4) tem sido citada em diversos estudos com espécies do gênero *Alouatta* (AMATO; ESTRADA 2010; ESTRADA; COATES-ESTRADA 1991; NORIEGA 2012), *Ateles* (ANDRESEN, 1999), *Lagothrix* (NORIEGA, 2012), *Callicebus* e *Phitecia* (JACOBS *et al*., 2008). Esse tipo de associação é fundamental na manutenção dos ecossistemas, pois além de favorecer a dispersão secundária, evita a predação das sementes, contribui para a aeração do solo e para a ciclagem de nutrientes (VULINEC, 2000). De acordo com Jacobs *et al*. (2008) algumas espécies de besouros escarabeídeos podem ser encontradas na região genital e anal dos primatas e permanecem por lá até que as pelotas de fezes sejam expelidas pelos mesmos.

Figura 4 Besouro escarabeídeo rolando uma pelota fecal da espécie *Alouatta belzebul* (Fonte: Monique Bastos)



A grande riqueza de besouros escarabeídeos em áreas de Floresta Atlântica comprova que a diversidade de besouros em fragmentos florestais é alta. Isso ressalta a importância de se manter trechos de floresta próximos às áreas voltadas para a produção agrícola a fim de se conservar a diversidade da fauna local (CAMPOS; HERNÁNDEZ, 2013). Embora nas áreas de Floresta Atlântica exista um aumento na quantidade de besouros escarabeídeos em períodos chuvosos (HERNÁNDEZ; VAZ-DE-MELO, 2009), a abundância de besouros

coprófagos nas fezes dos primatas está diretamente relacionada com a presença de mamíferos na área (VULINEC, 2000).

A atratividade dos besouros escarabeídeos pode estar relacionada a vários tipos de recursos, entre eles carcaças e fezes (ENDRES *et al*., 2007; FILGUEIRAS *et al*., 2009; CAMPOS; HERNÁNDEZ, 2013; SALOMÃO *et al.*, 2017). Conforme a utilização das fezes pelos besouros escarabeídeos, estes podem ser classificados três grupos funcionais: endocoprídeos (que utilizam o recurso diretamente na fonte sem o realocar para outro), telecoprídeos (que rolam pelotas de fezes no solo até certa distância da fonte do recurso e, posteriormente, as enterram) e paracoprídeos (que fazem tuneis abaixo ou ao lado do recurso a fim de enterrá-lo no solo) (HALFFTER; MATHEWS, 1966).

3 OBJETIVOS

3.2 Objetivo geral

O objetivo desta tese foi elucidar aspectos ecológicos, ecofisiológicos e comportamentais de grupos sociais de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) habitantes de dois fragmentos de Mata Atlântica no Município de Água Preta, Pernambuco, Brasil, visando subsidiar futuras ações para a conservação da espécie na área.

3.2.1 Objetivos específicos

3.2.1.1 Investigar o uso dos sítios de defecação e o potencial dos guaribas-de-mãos-ruivas como dispersores de sementes nativas e exóticas através das fezes;

3.2.1.2 Descrever o perfil parasitário e avaliar a prevalência de endoparasitos nas fezes dos grupos de *A. belzebul* nos fragmentos em estudo;

3.2.1.3 Descrever a associação de besouros escarabeídeos com as fezes da espécie *Alouatta belzebul* e realizar um levantamento desses besouros nos dois fragmentos de Mata Atlântica e uma área de pastagem bovina;

3.2.1.4 Avaliar a situação da espécie *A. belzebul* em Pernambuco, revisitando o contexto histórico da espécie, os esforços de conservação e trazendo recomendações para manutenção das populações de guaribas-de-mãos-ruivas do Estado.

4 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. V.; OLIVEIRA, M.A.B.; MEUNIER, I.M.J. Animais e plantas do horto zoo-botânico do Palácio de Friburgo (1639-1645) construído por Maurício de Nassau no Recife. **Filosofia e História da Biologia**, v.6, n.1, p. 19-35, 2011.

AMATO, K.R.; ESTRADA, A. Seed dispersal patterns in two closely related howler monkey species (*Alouatta palliate* and *A. pigra*): a preliminary report of differences in fruit consumption, traveling behavior, and associated dung beetle assemblages. **Neotropical Primates**. n.17, v.2, p.59-66. 2010. doi:10.1896/044.017.0203. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/Seed-Dispersal-Patterns-in-Two-Closely Related-and-Amato-Estrada/a2d4c03cb628865fbc76b13e0e9469524b4fc906. Acesso em: 3 nov. 2019.

AMATO *et al*., *Trypanoxyuris (Trypanoxyuris) minutus* associated with the death of a wild southern brown howler monkey, *Alouatta guariba clamitans*, in Rio Grande do Sul, Brazil**.** **Arquivos do Instituto Biológico**, v.69, n.4, p.99-102. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230727667_Trypanoxyuris_Trypanoxyuri. Acesso em: 7 jan.2020.

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. doi:10.1111/j.1744-7429.1999.tb00125.x. Disponível em: https://europepmc.org/article/agr/ind22001741 Acesso em: 3 nov. 2019.

ANDRESEN, E. Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seeds. **Biotropica**. N.34, v.2, p.261–272. 2002. doi: 10.1111/j.1744-7429.2002.tb00537.x. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00537.x. Acesso em: 4 nov. 2019.

ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; ANDRESEN, E.; BRAVO, S.P.; STEVENSON, P.R. Seed dispersal by howler monkeys: current knowledge, conservation implications, and future directions. In: KOWALEWSKI, M.; GARBER, P.A.; CORTÉS-ORTIZ,L. ; URBANI,B.; YOULATOS,D. Howler Monkeys: Examining the biology, adaptive radiation, and behavioral ecology of the most widely distributed Genus of neotropical primate. Springer Developments in Primatology: Progress and Prospects book series, 2015. cap.22. p. 111-139.

AURICCHIO, P. Primatas do Brasil. São Paulo: Terra Brasilis, 1995. 168p.

BICCA-MARQUES, J.C. How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: MARSH, L.K. Primates in Fragments: Ecology and Conservation. KluwerAcademic/Plenum Publishers: New York, 2003. p. 283–303.

BONADONNA, G.; TORTI, V.; SORRENTINO, V.; RANDRIANARISON, R. M. ; ZACCAGNO, M.; GAMBA, M.; TAN, C. L.; GIACOMA, C. Territory exclusivity and intergroup encounters in the indris (Mammalia: Primates: Indridae: *Indri indri*) upon methodological tuning. **The European Zoological Jornal**, n.84, v.1, p.238-251. 2017. dói: 10.1080/24750263.2017.1318184. Disponível em: https://doi.org/10.1080/24750263.2017.1318184.Acesso em 21 jan. 2020.

BONVICINO, C.R. Ecologia e comportamento de *Alouatta belzebul* (Primastes: Cebídea) na Mata Atlântica. **Revista Nordestina de Biologia**, v.6, n.2., p.149–179. 1989. Disponível em: https://periodicos. ufpb.br/ojs/index.php/revnebio/article/view/16763. Acesso em: 4 set 2018.

BONVICINO, C. R.; LEMOS, B.; SEUÁNEZ, H. N. Molecular phylogenetics of howler monkeys (*Alouatta*, Platyrrhini): A comparison with kariotypic data. **Chromosoma**. n.110, v.3, p. 241-246. 2001. doi:10.1007/s004120000128. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11513299. Acesso em: 23 jan. 2019.

BRASIL (2018). Portaria N°. 242 de 26 de março de 2018 do Ministério do Meio Ambiente. Aprova o 2°. Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste - PAN PriNE.

BRAVO, S.P., CUETO, V.R. Directed seed dispersal: The case of howler monkey latrines. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** v.42, p.1-8. 2020 Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ppees.2019.125509. Acesso em: 17 out. 2020

BUFALO, F.S.; GALETTI, M.; CULOT, L. Seed dispersal by primates and implications for the conservation of a biodiversity hotspot, the Atlantic Forest of South America. **International Journal of Primatology**, v.37, n.3. p.333-349. 2016. doi:10.1007/s10764-016-9903-3. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301797423_Seed_Dispersal_by_Primates_and_Implications_for_the_Conservation_of_a_Biodiversity_Hotspot_the_Atlantic_Forest_of_South_America. Acesso em: 16 jan. 2020.

CAMPOS, R.C.; HERNÁNDEZ, M.IM. Dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeinae) in Atlantic forest fragments in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.57, n.1, p.47-54. 2013. doi:10.1590/S0085-56262013000100008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262013000100008. Acesso em: 6 dez. 2019.

CAMAROTTI, F.L.M.; MACHADO, D.C., SILVA, J.M., BEZERRA, B.M., OLIVEIRA, M.A.B.; GOMES, B. S.; SILVA, V.L. Parasitas intestinais em guaribas-de-mãos-ruivas *Alouatta belzebul* de um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. In: SILVA, V.L.; FERREIRA, R.G.; OLIVEIRA, M.A.B. A Primatologia no Brasil 14. Recife: Ed. UFPE; Sociedade Brasileira de Primatologia, 2017.p.424-433.

CHIARELLO, A.G. Role of loud calls in brown howlers, *Alouatta fusca.* **American Journal of Primatology**. n.36.v.3.p.213–222.1995. doi: 10.1002/ajp.1350360305. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31924089/. Acesso em: 6 maio. 2021.

COIMBRA-FILHO, A. F.; RYLANDS, A.B. On the geographic distribution of the red-handed howling monkey, *Alouatta belzebul*, in North-east Brazil. **Neotropical Primates** v.3, n.4., p.176-178.1995.

CORRÊA, P.; BUENO, C; SOARES, R.; VIEIRA, F.M.; MUNIZ-PEREIRA, L.C. 2016. Checklist of helminth parasites of wild primates from Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, n.87, v.3, p. 908-918. 2016.doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.03.008. Disponível em: http://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/1042.Acesso em: 6 Jan. 2020.

CPB (2014) Áreas Importantes para a Conservação de Primatas no Centro de Endemismo Pernambuco 2014. Documento Técnico do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros (CPB) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Ministério do Meio Ambiente, Brasil. Disponível em *www.icmbio.gov.br/cpb*

CROCKETT, C. M.; EISENBERG, J. F. Howlers: Variations in group size and demography. In: SMUTS, B. B.; CHENEY, D. L.; SEYFARTH, R. M.; WRANGHAM, R. W.; STRUHSAKER, T. T. Primate Societies. Chicago: University of Chicago Press, 1987. cap.22., p.54-68.

CUCURACHI, M.S.A.; ESPINOSA, D.C.; RODRIGUÉZ, M.P. Parasitos gastrointestinales em mono aullador (*Alouatta palliata*) em la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. In: BICCA-MARQUES, J.C. A Primatologia no Brasil 10. Porto Alegre: RS., 2007. p.225-237.

DEMINICIS, B. B. et al. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de zootecnia** v.58, n.R, p.35-58. 2009. Disponível em: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/07_11_48_1448REVISIONDispersaoDeminicis1.pdf. Acesso em 8 jan. 2020.

DRÖSCHER, I.; KAPPELER, P.M. Maintenance of familiarity and social bonding via communal latrine use in a solitary primate (*Lepilemur leucopus*) **Behavior Ecology Sociobioloy**. v.68, n. 12, p.2043-2058. 2014. doi: 10.1007/s00265-014-1810-z. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00265-014-1810-z. Acesso em: 23 jan. 2020.

ENDRES, A.A.; CREÃO-DUARTE, A.J; HERNÁNDEZ, M.I.M. Diversidade de Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil: uma comparação entre Mata Atlântica e Tabuleiro Nordestino. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, n.1, p. 67-71. 2007. doi:10.1590/S0085-56262007000100012. Disponível: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262007000100012. Acesso em: 15 nov.2019.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Howling monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**. n.7.v.4, p 459–474. 1991. doi:10.1017/S026646740000585X. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/231746830_Howler_monkeys_Alouatta_palliata_dung_beetles_Scarabaeidae_and_seed_dispersal_ecological_interactions_in_the_tropical_rain_forest_of_Los_Tuxtlas_Mexico. Acesso em: 3 nov. 2019.

FIALHO, M.S., Valença-Montenegro, M.M; SILVA, T.C.F., FERREIRA, J.G., LAROQUE, P.O. Ocorrência de *Sapajus flavius* e *Alouatta belzebul* no Centro de Endemismo Pernambuco. **Neotropical Primates**, v.21, n.2, p. 214-218. 2014. doi: https://doi.org/10.1896/044.021.0215. Disponível em: https://bioone.org/journals/neotropical-primates/volume-21/issue-2/044.021.0215/Ocorr%C3%AAncia-de-Sapajus-flavius-e-Alouatta-belzebul-no-Centro-de/10.1896/044.021.0215.full. Acesso em: 4 fev. 2019

FILGUEIRAS, B.K.C., LIBERAL, C.N., AGUIAR, C.D.M., HERNÁNDEZ, M.I.M., AND IANNUZZI, L. Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) in a tropical Atlantic rainforest remnant. **Revista**

Brasileira de Entomologia, v.53, n.3, p. 422–427. 2009 Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000300017. Acesso em: 20 feb.2017.

FUZESSY, L.F.; CORNELISSEN, T.G.; JANSON C.; SILVEIRA, F.A.O. How do primates affect seed germination? A meta-analysis of gut passage effects on neotropical plants. **Oikos,** v.125, n.8, p.1069–1080. 2016. doi: https://doi.org/10.1111/oik.02986. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/oik.02986. Acesso em: 14 jan.2020

GILBERT, K.A. 1997. Red howling monkey use of specific defecation sites as a parasite avoidance strategy. **Animal Behavior**, n.54, n.2, p.451–455. 1997. doi:10.1006/anbe.1996.0439. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000334729690439X. Acesso em: 4 set. 2019.

GODOY, K.C.I.; ODALIA-RÍMOLI, A.; AND RÍMOLI, J. Infecção por endoparasitas em um grupo de bugios-pretos (*Alouatta caraya*) em um fragmento florestal no Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Neotropical Primates**, v.12, n.2, p.63–68. 2004. doi: Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261620769_INFECCAO_POR_ENDOPARASITAS_EM_UM_GRUPO_DE_BUGIOS-PRETOS_ALOUATTA_CARAYA_EM_UM_FRAGMENTO_FLORESTAL_NO_ESTADO_DO_MATO_GROSSO_DO_SUL_BRASIL. Acesso em: 23 mar. 2019.

GOMÉZ, M.S. Seed dispersal and red howlers in forest fragments. **Neotropical Primates**, v.12, n.3, p.155-156 2004. doi: https://doi.org/10.1896/1413-4705.12.3.155. Disponível em: https://bioone.org/journals/Neotropical-Primates/volume-12/issue-3/1413-4705.12.3.155/Seed-Dispersal-and-Red-Howlers-in-ForestFragments/10.1896/1413-4705.12.3.155.full. Acesso em: 28 jun. 2019.

GONZÁLEZ-ZAMORA A; ARROYO-RODRÍGUEZ V; OYAMA K; SORK V; CHAPMAN CA; STONER KE. Sleeping sites and latrines of spider monkeys in continuous and fragmented rainforests: implications for seed dispersal and forest regeneration. ***PLoS ONE*7**, v.7, n.10, p.e46852. 2012. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046852.Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0046852 Acesso em:4 set. 2019.

GREINERT, J.A.; SOUSA JR., J. C.; BAADE, R.; RODE, G.; HEINIG JR., A.; CARDOSO, E.; SILVA FILHO, H. H.; HIRANO, Z.M.B. Levantamento de parasitos intestinais de bugios-ruivos, *Alouatta guariba clamitans*, mantidos em cativeiro no Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial, Santa Catarina. In: BICCA-MARQUES, J.C. A Primatologia no Brasil 10. Porto Alegre: RS., 2007. p.238-249.

GREGORIN, R. Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia.** n.23.v.1.p.64-144.2006. doi: http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000100005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-81752006000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso: 5 mar. 2019.

HAFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. The natural history of dung beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomológica Mexicana**, v.12, p. 1-312. 1966. doi:10.1002/mmnz.19690450211. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mmnz.19690450211. Acesso em: 07 set. 2019.

HELENBROOK, *et al*. Gastrointestinal parasites of ecuadorian mantled howler monkeys (*Alouatta palliata aequatorialis*) based on fecal analysis. **Journal of Parasitology**, v.101, n.3. p.341-350. 2017. doi: 0.1645/13-356.1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272358980_Gastrointestinal_Parasites_of_Ecuadori

an_Mantled_Howler_Monkeys_Alouatta_palliata_aequatorialis_Based_on_Fecal_Analysis. Acesso em: 4 jan. 2019.

HERNÁNDEZ, M.I.M.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae *s. str*.) in the Atlantic Forest of Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.52, n.4, p.607-613. 2009. Disponível: http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000400010 Acesso em: 25 marc. 2019.

HORWICH, R.H.; GEBHARD, K. Roaring rhythms in black howler monkeys *Alouatta pigra* Belize. **Primates** n.24.v.2.p.290-296. 1983. Disponível: https://link.springer.com/article/10.1007/BF02381093. Acesso em: 25 março. 2020.

HUDSON, P.J.; DOBSON, A.P.; LAFFERTY, K.D. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? **Trends in Ecology & Evolution**, n.21, v.7. p.381-385. 2006.doi: 10.1016/j.tree.2006.04.007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/7068769_Is_a_healthy_ecosystem_one_that_is_rich_in_parasites. Acesso em: 24 jul. 2019.

IRWIN, M.T.; SAMONDS, K.E.; RAHARISON, J.L; WRIGHT, P.C. Lemur latrines:observations of latrine behavior in wild primates and possible ecological significance. **Journal of Mammalogy**, v.85, n.3., p. 420-427. 2004. doi:http://doi.org/10.1644/1545-1542(2004)085<0420:LLOOLB>2.0.CO;2. Disponível em: https://bioone.org/journals/journal-of-mammalogy/volume-85/issue-3/1545-1542(2004)085%3c0420%3aLLOOLB%3e2.0.CO%3b2/LEMUR-LATRINES--OBSERVATIONS-OF-LATRINE-BEHAVIOR-IN-WILD-PRIMATES/10.1644/1545-1542(2004)085%3C0420:LLOOLB%3E2.0.CO;2.short. Acesso em: 15 jan. 2020.

IZAR, P. Dispersão de sementes por *Cebus nigritus e Brachyteles aracnoides* em área de Mata Atlântica, Parque Estadual Intervales, SP. In: Ferrari, S.F., Rimolí, J. A Primatologia no Brasil 9. Aracaju: Sociedade Brasileira de Primatologia, 2008. p 8-24.

JACOBS, J.; NOLE, I.; PALMINTER, S.; RATCLIFFE, B. First Come, First Serve: "Sit and Wait" Behavior in Dung Beetles at the Source of Primate Dung. **Neotropical Entomology**, v.37, n.6, p.641-645. 2008. doi:10.1590/S1519-566X2008000600003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2008000600003 Acesso em: 2 dez. 2019.

JECKINS, E.J.; SIMON, A.; BACHAND, N.; STEPHE, C. Wildlife parasites in a One Health world. **Trends in Parasitology**, n.31, v.5. p.174- 2015. doi: 10.1016/j.pt.2015.01.002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272098734_Wildlife_parasites_in_a_One_Health_world. Acesso em: 19 mai. 2019.

MAHARJAN, M. Endo-parasites of Primates and their Zoonotic Importance. **Zoonoses and food hygiene news**. v.21, n.2., p.1-4. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282136324_Endoparasites_of_primates_and_their_zoonotic_importance. Acesso em: 24 jul. 2019.

MARTINEZ-MOTA, R., KOWALEWSKI, M., GILLESPIE, T. Ecological Determinants of Parasitism in Howler Monkeys. In: KOWALEWSKI, M.M., GARBER, P.A. (eds) Howler monkeys: adaptive radiation, systematics, and morphology. Springer Developments in Primatology. 2015. p.259-285

MILOZZI, C.; BRUNO, G.; CUNDOM, E.; MUDRY, M. D.; NAVONE, G.T. Intestinal parasites of *Alouatta caraya* (Primates, Ceboidea): preliminary study in semi-captivity and ind the wild in Argentina. **Mastozoología neotropical**, v. 19, n.2, p. 271-278. 2012. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/286562842_Intestinal_parasites_of_Alouatta_caraya_Primates_Ceboidea_Preliminary_study_in_semi-captivity_and_in_the_wild_in_Argentina. Acesso em: 27 fev. 2019.

MUNIZ-PEREIRA *et al*., 2009; Checklist of helminth parasites of threatened vertebrate species from Brazil. **Zootaxa**, n.2123, v.2123, p.1-45. 2009.doi:10.5281/zenodo.188170. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234164941_Checklist_Of_Helminth_Parasites_Of_Threatened_Vertebrate_Species_From_Brazil. Acesso em: 01 mar. 2019.

NEVILLE, M. K *et al*. The howling monkeys, Genus *Alouatta*. In: MITTERMEIER, A. R.; RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO,A.; FONSECA, B. A. G. Ecology and behaviour of Neotropical Primates.Washington:World Wildlife Fund, 1988. v.2. cap. p.349-453.

NORIEGA, J.A. Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) Attracted to *Lagothrix lagotricha* (Humboldt) and *Alouatta seniculus* (Linnaeus) (Primates: Atelidae) Dung in a Colombian Amazon Forest. **Psyche**, v.2012, p.1-6. 2012. doi:10.1155/2012/437589. Disponível em: https://www.hindawi.com/journals/psyche/2012/437589/ Acesso em: 12 nov. 2019.

OLIVEIRA, D.A.G. Vocalizações de longo alcance de *Alouatta fusca clamitans* e *Alouatta belzebul belzebul*: estruturas e contextos. 2002. 155f. Tese (Doutorado em Psicologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, D.A.G.; ADES, C. Long-distance calls in Neotropical primates. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n.76, v.2., p.393-398. 2004. doi:10.1590/S0001-37652004000200031. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/8450286_Long-distance_calls_in_Neotropical_primates. Acesso em: 23 abr. 2019.

PERNAMBUCO, 2017. Decreto Estadual N°. 44.444 de 17 de maio de 2017. Estabelece limites administrativos provisórios para salvaguardar a área de ocorrência dos macacos-guaribas em Água Preta, Pernambuco.

PINTO, A.C.B.; AZEVEDO–RAMOS C; CARVALHO JR, O. Activity patterns and diet of the howler monkey *Alouatta belzebul* in areas of logged and unlogged forest in Eastern Amazonia. **Animal Biodiversity Conservation**, v.26, n.2, p.39–49. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26411017_Activity_patterns_and_diet_of_the_howler_monkey_Alouatta_belzebul_in_areas_of_logged_and_unlogged_forest_in_Eastern_Amazonia. Acesso em: 05 jan. 2020.

POUVELLE, S.; JOUARD, S.; FEER, F.; TULLY, T.; PONGE, J.F. The latrine effect: impact of howler monkeys on the distribution of small seeds in a tropical rain-forest soil. **Journal of Tropical Ecology**, v.25, n.3. p.239–248. 2009. doi: 10.1017/s0266467409005987. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/44567083_The_latrine_effect_impact_of_howler_monkeys_on_the_distribution_of_small_seeds_in_a_tropical_rain-forest_soil. Acesso em: 11 abr. 2019.

POVILL, C.P., OLIVEIRA, M.A.P., MELO, F.R., BONVICINO, C.R. Phylogenetic relationships, population demography, and species delimitation of the *Alouatta belzebul* species complex (Atelidae: Alouattinae). Primates v.63, n.1, p. 65-78. 2021. doi: 10.1007/s10329-021-00959-x. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34716855/ Acesso em: 23 mar. 2022.

QUIROGA-CASTRO, VERÓNICA D., AND ALEJANDRA I. ROLDÁN. The Fate of *Attalea Phalerata* (Palmae) seeds dispersed to a tapir latrine. **Biotropica**, v.33, n.3, p.472-77. 2001. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/3593191?seq=1.Acesso em: 2 fev.2020.

RIMBACH, R.; LINK, A.; HEISTERMANN, M;l Gómez-Posada, C., GALVIS, N., HEYMANN, E.W. Effects of logging, hunting, and forest fragment size on physiological stress levels of two sympatric atelinae primates in Colombia. **Conservation Physiology**, v.1, n.1, p.1-11. 2013. doi:10.1093/conphys/cot031. Disponível em: https://academic.oup.com/conphys/article/1/1/cot031/365444. Acesso em: 05 mar. 2019.

RONDÓN, S.; ORTIZ, M.; LÉON, C.; GALVIS, N.; LINK, A. 2017. Seasonality, richness and prevalence of intestinal parasites of three neotropical primates (*Alouatta seniculus, Ateles hybridus* and *Cebus versicolor*) in a fragmented forest in Colombia. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v.6, n.33, p.202-208 doi: https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2017.07.006. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213224417300482

SAKAMOTO, Y.; TAKATSUKI, S. Seeds Recovered from the Droppings at Latrines of the Raccoon Dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*): The Possibility of Seed Dispersal. **Zoological Science**, n.32, v.2, p.157-162. 2015. doi: 10.2108/zs140107. Disponível em: https://bioone.org/journals/Zoological-Science/volume-32/issue-2/zs140107/Seeds-Recovered-from-the-Droppings-at-Latrines-of-the-Raccoon/10.2108/zs140107.short. Acesso em: 24 jan. 2020.

SALOMÃO, R.P.; MAIA, A.C. D.; BEZERRA, B.M.; IANNUZZI, L. Attractiveness of Different food resources to dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) of a dry tropical area**. Neotropical Entomology.** v.47, n.1. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316053179_Attractiveness_of_Different_Food_Resources_to_Dung_Beetles_Coleoptera_Scarabaeidae_of_a_Dry_Tropical_Area.doi:10.1007/s13744-017-0515-1. Acesso em: 8 jan. 2019.

SANTA CRUZ, A.C.M., et al. Habitat fragmentation and parasitism in howler monkeys (*Alouatta caraya*). **Neotropical primates,** n.8, p.146-148. 2000.

SERIO-SILVA, J. , RICO-GRAY, V. Howler Monkeys (*Alouatta palliata mexicana*) as Seed Dispersers of Strangler Figs in Disturbed and Preserved Habitat in Southern Veracruz, México. In: Primates in Fragments: Ecology and Conservation 2003. P267-281. doi:. 10.1007/978-1-4757-3770-7_17.

SILVA, M. T. F. *et al*. Ocorrência de parasitos intestinais em bugio-preto (*Alouatta caraya*) do Parque Zoobotânico de Teresina, Piauí. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.46, n.1, p.1-2 . 2018. doi: 10.22456/1679-9216.87478. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332974919_Occurrence_of_Intestinal_Parasites_in_Alouatta_caraya_of_the_Zoobotanical_Park_of_Teresina_Piaui_Brazil. Acesso em: 8 abr. 2019.

SILVA, A.S., GRESSLER, L.T., LARA, V.M., MONTEIRO, S.G., CARREGARO, A.B. Protozoários gastrintestinais em bugios (*Alouatta*) mantidos em cativeiro. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 669-672, 2009. doi: 10.5216/cab.v10i2.1382. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/43530373_PROTOZOARIOS_GASTRINTESTINAIS_EM_BUGIOS_Alouatta_sp_MANTIDOS_EM_CATIVEIRO_GASTROINTESTINAL_PROTOZOA_IN_CAPTIVE_HOWLER_MONKEYS_Alouatta_sp. Acesso em: 8 abr. 2019.

SOUZA, L.L.; FERRARI, S. F.; DA COSTA, M. L.; KERN, D.C. **Journal of Chemical Ecology**, v.28, n.8, p.1613-1621. 2002. doi:10.1023/a:1019928529879. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1023/A:1019928529879. Acesso em: 11 ago. 2019.

SOUZA, D. P., Magalhães, C. M. F. R., Vieira, F. M., & Souza Lima, S. Ocorrência de *Trypanoxyuris (Trypanoxyuris) minutus* (Schneider, 1866)(Nematoda, Oxyuridae) em *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940 (Primates, Atelidae) em Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.19, n.2, p.124–126, 2010. doi: http://dx.doi.org/10.4322/rbpv.01902011. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1984-29612010000200011&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 29 jan. 2019.

STUART, M.D.; GREENSPAN, L.L.; GLANDER, K.E.;CLARKE, M.R. A coprological survey of parasites of wild mantled howling monkeys, *Alouatta palliata palliata*. **Journal of wildlife diseases**, v.26, n.4., p.547-549. 1990. doi: 10.7589/0090-3558-26.4.547. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/20906406_A_Coprological_Survey_of_Parasites_of_Wild_Mantled_Howling_Monkeys_Alouatta_palliata_palliata. Acesso em: 17 out. 2019.

STUART, Michael *et al*. Parasites of wild howlers (*Alouatta* spp**.). International Journal of Primatology**, v.19, n.3, p.493-512.1998. doi:10.1023/A:1020312506375. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226147852_Parasites_of_Wild_Howlers_Alouatta_spp. Acesso em: 18 mai.2019.

VALENÇA MONTENEGRO, M; CARVALHO, A.; CORTES-ORTÍZ, L.; FIALHO, M.; JERUSALINSKY, L.; MELO, F.; MITTERMEIER, R.A.; RAVETTA, A.; RÉGIS, T.; TALEBI, M; VEIGA, L.M. 2019. *Alouatta belzebul* . *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T39957A17925370. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39957A17925370.en. Acesso em: 09 February 2020.

VICENTE, J.J.; RODRIGUES, H.O; GOMES, D.C.; PINTO,R.M. Nematóides do Brasil. Parte4: nematoides de mamíferos. **Revista brasileira de Zoologia**, n.14, v.1, p. 1 - 452, 1997. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S01018175199700050001.Disponível:http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101- 1751997000500001&script=sci_abstract&tlng=es. Acesso em: 8 jul. 2019.

VITAZKOVA,S.K.; WADE,S.E. Parasites of free-ranging black howler monkeys (*Alouatta pigra*) from Belize and Mexico. **American Journal of Primatology**, n.68, v. 11, p.1089–1097. 2006. doi: 10.1002/ajp.20309. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17044010 Acesso em:21 abr.2019.

VOLOTÃO, A. C. C.; SOUZA-JUNIOR, J.C.; GRASSINI, C.; PERALTA, J.M.; FERNANDES, O. Genotyping of *Giardia duodenalis* from Southern brown howler monkeys (*Alouatta clamitans*) from Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 158, p.133–137, 2008. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.07.003. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18834669. Acesso em: 4 jan. 2020.

VULINECK, K. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys and conservation in Amazonia. **Florida Entomologist**, v.83, n.3, p.229-241. 2000. doi: 10.2307/3496341. Disponível em: http://europepmc.org/article/AGR/IND22082563. Acesso em: 24 out. 2019.

WHITWORTH,A.; WHITTAKER,L.; HUARCAYA,R.P.; FLATT, E.; MORALES,M.L.; CONNOR,D.; PRIEGO,M.G.; FORSYTH,A.; BEIRNE, C. 2019.Spider monkeys rule the roost: Ateline sleeping sites influence rainforest heterogeneity. **Animals***, v.*9, n.12, p. 1052. 2019. 1052; doi: 10.3390/ani9121052. Disponível em: https://www.google.com/search?q=doi%3A+10.3390%2Fani9121052&oq=doi%3A+10.3390%2Fani9121052&aqs=chrome..69i57j69i58.978j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8 Acesso em: 24 jun 2019.

5 CAPÍTULO 1 - Defecation site and potential seed dispersal by *Alouatta belzebul* living in an isolated and highly threatened remnant of Atlantic Forest in Northeast Brazil

Nota: *Este capítulo foi idealizado no formato de artigo para submissão em periódico voltado para a área de Primatologia. Figuras e tabelas foram deixadas no corpo do texto para facilitar a avaliação pela banca e seguir a formatação única da tese. Por ser fruto de uma colaboraçao com pesquisadores da Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal de Pernambuco, os autores serão incluidos na versão de submissão.*

5.1 Abstract

Studies on the use of defecation sites by primates can reveal their contribution to ecosystem balance. The presence of seed banks in defecation sites, for example, is indicative of the dispersal potential of species in maintaining an area fragmented or isolated. Thus, the aim of this study was to investigate red-handed howler monkey, *Alouatta belzebul*, as potential dispersers, in a strongly impacted and isolated area in North-eastern Brazil. From June 2018 to December 2019, we monitored 13 defecation sites used by four groups of howler monkeys (a total of 25 individuals) monthly, in two adjacent Atlantic Forest fragments. We collected 349 faecal samples found at these defecation sites. The faeces contained 8,600 seeds (22,57 +- 1,36 / MD+- EP), represented by 33 different morphospecies. *Schefflera morototoni* and *Sloanea obtusifolia* seeds represented 67% of the seeds found. Both species are associated with recent anthropogenic impact, since they commonly occur in initial stages of succession in the Atlantic Forest. *Sloanea obtusifolia* seedlings were also found in two of the 13 defecation sites, indicating that excreted seeds in red-handed howler monkey faeces are viable, in terms of germination. The expressive number of seeds found in the faeces and the confirmation of germination, demonstrate the potential of red-handed howler monkeys acting as dispersers in the study area, highlighting their role in the balance of impacted Atlantic Forest. This study will add to our knowledge of how howler monkeys contribute to floristic stability of Atlantic Forest ecosystems.

Keywords: red-handed howler monkey, latrine, faeces, seeds, germination.

5.2 Introduction

The use of defecation sites or latrines by non-human primates for the deposition of faeces and urine has been registered for several species (Gilbert 1997; Gómez 2004; Irwin et al. 2004; González-Zamora et al. 2012; Dröscher and Kappeler 2014; Bufalo et al. 2016; Bonadona et al. 2017; Bravo and Cueto 2020). The sites are used, for example, for olfactory communication, with studies on lemuriformes standing out on this topic (e.g. *Lepilemur* sp. and *Hapalemur griseus* – Irwin et al. 2004; *Lepilemur leucopus* – Dröscher and Kappeler 2014; *Indri indri* – Bonadona et al. 2017). The odour from faeces and urine deposited in these latrines, favours the transmission of social signals, serving to defend resources (Irwin et al. 2004) and strengthening social ties, especially in nocturnal species due to their limited visibility (Dröscher and Kappeler 2014). As well as the potential for communication, defecation sites are also associated with the potential of seed dispersal by several species with frugivorous diets (e.g. Quiroga-Castro et al. 2001; Pouvelle et al. 2009; Sakamoto and Takatsuki 2015; Bravo and Cueto 2020).

In the Atelidae family, the use of defecation sites is common by representatives from the genera *Alouatta, Ateles* and *Brachyteles*. In areas where these frugivorous primates are found, defecation sites are described as large areas of seed deposition of diverse vegetal species (Gozález- Zamora et al. 2012; Bufalo et al. 2016; Whitworth et al. 2019; Bravo and Cueto 2020). The decrease or local extinction of these primates can cause a series of changes in the population dynamics of plant communities in forest fragments, since small frugivorous animals are not able to disperse seeds as efficiently or as abundantly as primates. (Bufalo et al. 2016; Andresen et al. 2018).

The fact that *Alouatta* species are able to survive in medium and small sized fragments of forest, under constant hunting and deforestation pressures (Bicca-Marques 2003; Pinto et

al. 2003; Rimbach et al. 2013), makes their seed dispersal fundamental for the maintenance of these impacted fragments, contributing to their conservation (Andresen 2002; Serio-Silva and Rico-Gray 2002; Goméz 2004; Pouvelle et al. 2009; Amato and Estrada 2010). As such, the maintenance of *Alouatta* populations in these fragments is a key factor in restoration and management programmes of areas with fragmented landscapes (Goméz 2004).

Alouatta belzebul populations present disjunct distributions in Amazonian and Atlantic Forests (Bonvicino 1989; Coimbra-Filho and Rylands 1995; Gregorin 2006). Due to the accentuated decline in *A. belzebul* populations in North-eastern Brazil, this species is included as one of six target species of the National Action Plan for the conservation of threatened primates in the Northeast – PAN PriNE (BRASIL 2018), with the State of Pernambuco being the most critical for the survival of the population (PERNAMBUCO 2016). This species was also a target for an Emergency Plan and a State Decree implemented to establish limits for its area of occurrence and to safeguard the population found in the State of Pernambuco (PERNAMBUCO 2017). Considering the few of studies focusing on the faecal ecology of *Alouatta belzebul* in the Northeast (Fernandes 2013; Silva 2015; Souza et al. 2021), this study aims to understand this species' ecological role in the dispersal of seeds, evaluating the seeds from deposited faeces at defecation sites used by groups of howler monkeys in the area. Specifically, we aimed to: i) Characterise the defecation sites used by four groups of howler monkeys in two forest fragments; ii) Estimate the frequency and use of latrines; iii) Evaluate the potential dispersion and germination *in situ* of seeds found in *Alouatta belzebul* faeces deposited in latrines.

5.3 Methodology

5.3.1. Study area and animals

The Engenho Sacramento Forest (8°41'45.9"S-35°24'37.4"W) is comprised of a complex of four Atlantic Forest fragments in the municipality of Água Preta, Mata Sul zone in the State of Pernambuco, Brazil (Fidem 2000; Lucena 2009). The forest area stretches from the old Sacramento, Canoa Rachada and Pedra Ímã mills, where traditionally extensive sugar cane plantations and small subsistence crops exist, which are more recently being substituted by areas designated for cattle and horse livestock (Lucena 2009; Pereira 2009). During the 19 month period of the study, from June 2018 to December 2019, the monthly average annual precipitation was 114.4mm (http://www.ipa.br/indice_pluv.php), the average annual temperature reached 26.2 ºC and the average annual humidity was 72%.

Four groups of howlers (N=25 total individuals, average 6.25, Table 1), inhabited the two study fragments located in the Engenho Sacramento complex: i) one fragment of 138 ha and ii) other fragment of 43 ha with a minimum distance of 380m from cattle livestock. Both fragments contain trees of an average height of 20m, species with elevated densities and biomasses and a dense and shaded understory due to the closed canopy. Springs are drained by streams that traverse the entire length of the remnants (Lucena 2009; Pereira 2009). These fragments were included in the "Important Areas for the Conservation of Primates in the Centre of Endemism Pernambuco", elaborated by the National Centre of Research and Conservation of Primates (CPB 2014), with the aim of directing conservationist actions, environmental licensing activities, inspections, research and management of red-handed howler monkeys, *Alouatta belzebul*. This study was completely non-invasive and authorised

by the Brazilian government environmental research licensing system (SISBIO permit number: 69593-1).

Table 1 *Alouatta belzebul* groups using the monitored latrines in two fragments of Atlantic rain forest in North-eastern Brazil

Howler Group	Fragment	Total number of individuals	Number of adult females	Number of adult males	Number of adult undetermined sex	Number of juveniles or infants
Group 1	138 ha	6	2	2	-	2
Group 2	138 ha	8	1	1	4	2
Group 3	138 ha	7	1	1	4	1
Group 4	43 ha	4	1	1	1	1

5.3.2Monitoring of defecation sites

Between June 2018 and December 2019, we performed monthly monitoring of the defecation sites used by the four groups of red-handed howler monkeys, to know the fidelity and frequency of use of these areas and all stool samples found in the latrines were collected. As well as for accompanying the germination of the seed banks at the fixed defecation sites, quadrants of 1m x 1m were outlined in the areas of the greatest concentration of faeces (N=3) and were monitored monthly from May to December 2019.

The defecation sites were geo-referenced using GPS Garmin 62s and the height (h) and diameter (DAP) of the trees used by the group at the moment of faecal and urine deposition were measured, and when possible, the tree species were identified.

5.3.3Data Analysis

Descriptive statistics were used to characterise the defecation sites. The fidelity of latrine use was categorised as fixed latrines and eventual latrines. We categorised fixed latrines as areas which were used for the collective deposition of faeces for two or more months and eventual latrines when the deposition of faeces has occurred only once a month. Locations with faecal samples observed for less than two months were categorised as eventual defecation sites. Dispersal potential was estimated by the presence of each seed type per faecal sample. Seed diversity found in faecal samples was calculated using the Shannon-Wienner Diversity Index (H') (Ludwig and Reynolds 1988). Germination was assessed by direct observation in the 1m x 1m quadrants at three defecation sites (sites 1, 2 and 6).

5.4 Results

5.4.1 Defecation sites

We identified 13 defecation sites used by the four howler monkey groups in the two forest fragments, eight of which were fixed latrines and five eventual latrines (Table 2). At the fixed defecation sites, tall trees species from 30 to 45 m were the chosen sites, the majority of which were located near rivers and streams. Of the eight fixed sites, the tree species at three of the sites were identified. However, at the eventual sites it was not possible to identify the tree species used for defecation.

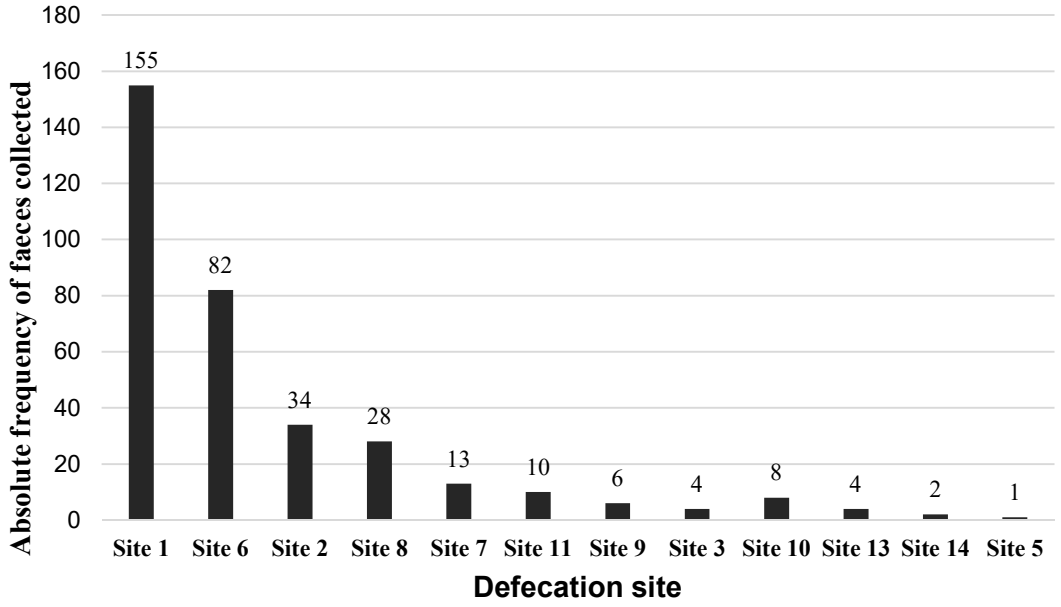
Table 2 Defecation sites used by red-handed howler monkey (*Alouatta belzebul*) groups (1,2, 3 and 4), indicating the tree used as a latrine and respective height (h in metres) and diameter at chest height (DAP, cm), geographic location and type of site. The monitoring the sites was performed between 2018 and 2019 in two fragments of the Engenho Sacramento Forest complex, Pernambuco, Brazil

Defecation site	Species	h (m)	DAP (cm)	Geographic coordinate	Group site	Classification site
Site 1	*Lecythis pisonis* Cambess.	40	194,90	S 08º43'32" W 35º24'18"	Group 1	Fixed
Site 2	*Sloanea obtusifolia* (Moric.) Schum.	45	138,85	S 08º43'29" W 35º24'19"	Group 1	Fixed
Site 3	Undetermined	-	-	S 08º43'16.7" W 35º24'11.1"	Group 1	Eventual
Site 4	Undetermined	-	-	S 08º43'15.8" W 35º24'11.9"	Group 1	Eventual
Site 5	Undetermined	-	-	S 08°43'5.20" W 5°24'19.58"	Group 2	Eventual
Site 6	Undetermined	45	144,26	S 08º43'4.49" W 35º24'21.3"	Group 2	Fixed
Site 7	Undetermined	30	75,4	S 08º43'03.6" W 35º24'26.2"	Group 2	Fixed
Site 8	Undetermined	40	195,8	S 08°43'4.90" W 35°24'24.3"	Group 2	Fixed
Site 9	Undetermined	35	147,1	S 08º43'03.4" W 35º23'48.8"	Group 2	Fixed
Site 10	Undetermined	-	-	S 08º43'10.5" W 35º24'18.9"	Group 3	Eventual
Site 11	Undetermined	-	-	S 08º43'78" W 35º24'17.3"	Group 3	Fixed
Site 12	Undetermined	-	-	S 08º42'42.4" W 35º23'48.8"	Group 4	Eventual
Site 13	*Lecythis pisonis* Cambess.	30	178,6	S 08º42'48.7" W 35º23'46.8"	Group 4	Fixed

5.4.2. Frequency of latrine use

As for the fidelity of defecation site use, in terms of the number of samples collected, site 1 was the most frequently used (155 times by group 1), followed by site 6 (82 times by group 2) (Fig 1). Site 1 also served as an overnight stay area for group 1.

Fig 1 Absolute frequency of the number of faecal samples obtained at the defecation sites used by four groups of red-handed howler monkeys (*Alouatta belzebul*), between 2018 and 2019 in the Engenho Sacramento Forest, Pernambuco, Brazil.



5.4.3.Dispersion and germination potential of seeds found in *Alouatta belzebul* faeces deposited in latrines.

From the total of 402 faecal samples (weight 25.70g ± 18.45, average ± DP), 8,600 seeds (weight 4.18g ± 5.66, average ± DP) from 33 different species were obtained (Table 3). Of the consumed species, *Schefflera morototoni* and *Sloanea obtusifolia* were more frequently found in the faeces during the study period. The seed diversity found in the faeces was high (Shannon's Diversity Index, H' = 0.75).

We detected the presence of a seedling carpet below the defecation sites 1, 2 and 6. It was possible to identify that the seeds of *Sloanea obstusifolia* germinated after passing through the red-handed howler monkeys' digestive tracts at defecation sites 1 (Group 1) and 6

(Group 2). The seedlings at site 2 could not be identified. During the months when the latrines were strongly used, the seedlings monitored in the quadrants did not persist, likely due to the high weight/volume of faeces and urine deposited.

Table 3 Characterisation of seeds found in red-handed howler (*Alouatta belzebul*) monkey faeces, deposited in latrines from 2018-2019, in two fragments of Atlantic Forest in the Engenho Sacramento Forest complex, Pernambuco, Brazil

Family **Species or morphotype**	**Local common name**	**Total**	**Number of fecal samples with this type of seed**	**Average of seed for fecal samples +- DP**
Araliaceae				
Schefflera morototoni Aubl.	Sabacuim, Mandioqueiro	4.606	138	33
Tapirira guianensis Aubl.	Pau-pombo	130	28	5
Arecaceae				
Aeracacea 1	palmeira	1	1	1
Burseraceae				
Protium giganteum Engl.	amescla	374	31	12
Elaeocarpaceae				
Sloanea obtusifolia (Moric.) Scum.	mamajuda	1.156	57	20
Salicaceae				
Jaracatia spinosa Aubl.	Jaracatiá, Mamore	221	34	7
Fabaceae-Caesalpinioideae				
Dialium guianense (Aubl) Sandwith	Jitaí, Jutaí	174	37	5
Fabaceae-Mimosoidea				
Inga sp. 1	Inga	12	5	2
Fabaceae sp.		18	7	3
Fabaceae				
Enterolobium	Orelha de macaco	160	33	5
Erythroxylaceae				
Erythroxylum sp.		24	18	1
Malpighiaceae				
Byrsonima sp.	Muricí	164	63	3
Moraceae				
Helicostylis tomentosa (Poepp. and Endl.) Rusby	inharé	184	36	5
Sapotaceae				

Diploon cuspidatum	guapevá	11	5	2
Pradosia lactescens (Vell.) Radlk.	Abiu de macaco, Buranhem	32	18	2
Chrysophyllum imperial (Linden ex K.Koch & Fintelm.) Benth. & Hook.	guapeba	2	2	1
Chrysophyllum brasiliense A.DC.		3	2	2
Chrysophyllum sp. 1		146	15	10
Manilkara huberi (Ducke) A.Chev.	Maçaranduba	52	17	3
Sapotacea sp1		5	4	1
Sapotacea sp 2		4	4	1
Urticasseae				
Pourouma guianensis Aubl.	Embaúba-da-mata	120	28	4
Family undetermined (n = 11)				
Morphotype1		1	1	1
Morphotype2		2	2	1
Morphotype3		17	8	2
Morphotype4		2	2	1
Morphotype5		5	2	3
Morphotype6		4	4	1
Morphotype7		15	3	5
Morphotype8		11	6	2
Morphotype9		4	1	4
Morphotype10		4	1	1
Morphotype11		1	2	1
Undetermined*		935	63	15
Total		**8.600**		

5.5 Discussion

The latrine trees identified in this study presented dense canopies and heights that varied between 30 and 45m. The choice of more than one latrine was observed for all the groups however, when compared to the quantity of latrines between the groups, it was observed that the groups that inhabited the larger fragment (138ha) used more latrines than the group found in the smaller fragment (43ha). This may be related to the size of fragment, since the home range of groups inhabitants the larger fragment are greater, and consequently

the use of latrines increases. In a study by Gilbert (1997), on *Alouatta seniculus*, it was observed that howler monkeys chose trees specifically as latrines and preferentially defecated on the parts with less leaves and which were of a height of between 15 and 25m from the ground. Santos (2008), also observed that groups of *Alouatta clamitans* defecated with greater frequency on the branches of latrine trees that were of heights 16-20m from the ground. According to Santa Cruz et al. (2000), howler monkeys that inhabit smaller fragments, spend more time in the same trees and since they use these same trees as latrines, the risk of parasitic infection increases between individuals of a group.

The monitoring of the latrines revealed the high frequency of use of the latrines by the red-handed howler monkey groups in the study area. The howler monkey latrines were wide, in order to facilitate their detection in the forest without the need of direct observation of excrement deposition (Bravo and Cueto 2020). Furthermore, the latrines in this study, presented a strong odour characteristic of howler monkey faeces, as was also observed by Buzz and Romanowski (2000). Collective defecation by howler monkeys in latrines is common but not exclusive as faeces and urine can be excreted in eventual areas in the forest and individually (Pouvelle et al. 2009). This irregularity in the location of defecation sites can be related to not only the location of the sites of fixed latrines but also to overnight (Pouvelle et al. 2009). In our study, well established, fixed defecation latrines (such as site 1, used for at least 18 months by group1, for example) were observed however, faeces were also found in eventual sites (eventual defecation sites), in accordance with Gómez (2004).

The faecal sample analyses showed an elevated number of seeds being potentially dispersed, which is in accordance with the data observed in the literature for this species and other species of the genus *Alouatta* (Bonvicino 1989; Julliot and Sabatier 1993; Pinto and Setz 2004; Porfirio 2005; Pouvelle et al. 2009; Dunn et al. 2010; Fernandes 2013; Chaves et al. 2018). Through the dispersion of seeds (e.g. richness and abundance) it is possible to

obtain information on their distribution, floristic composition and density, as well as records of the presence of vegetal species in the area (Izar 2008). Seeds of the species, *Schefflera morototoni* were the most dispersed in the study animals' faeces. As it is a secondary plant which grows rapidly and produces fruits that are amply consumed by fauna, it has been highlighted as an important species for the regeneration of degraded forests and the restoration of preserved areas (Lorenzi 2009).

In the case of seed germinations, our data demonstrated that germination of *Sloanea obstusifolia* occurred at the defecation sites, which was the second most common seed found in the study red-handed howler monkey faeces. The genus *Sloanea* is found in more humid and well-preserved forest formations in Brazil (Sampaio and Souza 2016). The species *Sloanea obstusifolia* has been suggested for the restoration of areas due to the fast hatching of the seeds and their elevated germination. Furthermore, the seeds of this species present aryls that are much appreciated by fauna (Sambuichi et al. 2009). According to Lorenzi (2009), the seeds of this species can be used in heterogenic reforested areas in degraded areas. On the other hand, the species *Schefflera morototoni* has seeds that present difficulties in breaking dormancy (Vilarinho et al 2019). This may be why, although the seeds are more abundantly deposited in seed banks at defecation sites, they are unable to germinate with the same ease as *Sloanea obtusifolia* seeds.

The presence of seedlings that appear after the deposition of the seeds that were present in faeces has also been found for other species of the genus (*Alouatta caraya* – Bravo and Cueto 2020; *Alouatta seniculus* – Gómez 2004; *Alouatta guariba clamitans* – Chaves et al. 2018). Although the defecation sites of this study presented a seed bank of high diversity (33 morphotypes) and quantity (8,600 seeds), according to Bravo and Cueto (2020) and Chaves et al. 2018, germination, growth and maintenance of seedlings in an environment is

related to the availability of nutrients in the ground, which can favour the establishment and maintenance of a species and limit the development of another.

In this study it was possible to verify the potential of defecation sites as important tools in the detection of seeds dispersed by groups of howler monkeys in the area, as well as mapping and characterizing the frequency of use of these sites. An arboreal species, requiring humid and well-preserved environments, whose seed arils are appreciated by fauna, germinated in the quadrants at two of the defection sites. We can therefore, conclude that the study groups of howler monkeys play a positive role in the maintenance and establishment of vegetal communities in the study fragments and thus, in the recuperation of areas that have suffered recent anthropogenic impacts such as deforestation and hunting.

5.6. Acknowledgements

This study was supported by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), which provided a doctoral scholarship to JMS (grant number: 88887.494884/2020-00). We thank Mr José Paulo da Silva and Mr Manuel da Silva for logistical support in the field. We thank the Ph.D. Dilmar Oliveira for the considerations during a field visit in the study area. We also thank the field assistants Luiz Marcos, Rodrigo Silva, Janaina Kelly, Juliana Lacerda, Kimberlly Mikaelle, Leonardo Vilas Boas and Marinai Santana. We thank Rebecca Umeed for revised the manuscript's English.

5.7 References

Amato KR, Estrada A (2010) Seed dispersal patterns in two closely related howler monkey species (*Alouatta palliata* and *Alouatta pigra*): a preliminary report of differences in fruit consumption, traveling behavior, and associated dung beetle assemblages. Neotrop Primates. https://doi.org/10.1896/044.017.0203

Andresen E (2002) Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seeds. Biotropica. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00537.x

Andresen E, Arroyo-Rodríguez V, Ramos-Robles M (2018) Primate seed dispersal: old and new challenges. Int J Primatol 39:443–465. https://doi.org/10.1007/s10764-018-0024-z

Bicca-Marques JC (2003) How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: MARSH LK (ed) Primates in Fragments: Ecology and Conservation. KluwerAcademic/Plenum Publishers, New York, pp 283–303

Bonadonna G, Torti V, Sorrentino V, Randrianarison RM, Zaccagno M, Gamba M, Tan CL, Giacoma C (2017) Territory exclusivity and intergroup encounters in the indris (Mammalia: Primates: Indridae: *Indri indri*) upon methodological tuning. The European Zoological Journal. https:// 10.1080/24750263.2017.1318184

Bonvicino CR (1989) Ecologia e comportamento de *Alouatta belzebul* (Primates: Cebidae) na Mata Atlântica. Rev Nord Biol 6:149-179. https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/revnebio/article/view/16763/10222

BRASIL (2018) Portaria N°. 242 de 26 de março de 2018 do Ministério do Meio Ambiente. Aprova o 2°. Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do

Nordeste - PAN PriNE. http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/portarias/portaria_242_de_26_de_marco_de_2018.pdf. Accessed 28 june 2019

Bravo SP, Cueto VR (2020) Directed seed dispersal: The case of howler monkey latrines. Perspect. Plant Ecol Evol. Syst. https://doi.org/10.1016/j.ppees.2019.125509

Bufalo FS, Galetti M, Culot L (2016) Seed dispersal by primates and implications for the conservation of a biodiversity hotspot, the Atlantic Forest of South America. Int J Primatol. https://doi.org/10.1007/s10764-016-9903-3

Buss G, Romanowki HP (2002) Estudo preliminar do monitoramento do bugio-ruivo, *Alouatta guariba clamitans*, através da contagem de bolos fecais no Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul, Brasil. Neotrop. Primates 10:76-79. http://static1.1.sqspcdn.com/static/f/1200343/18198245/1337026353540/NP10.2.clamitans.monitoramento.pdf?token=zhbrMQPo0i%2BFGSW5FxpjTpzP6VU%3D

Chaves OM, Bicca-Marques JC, Chapman CA (2018) Quantity and quality of seed dispersal by a large arboreal frugivore in small and large Atlantic forest fragments. PLoS ONE. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193660

Coimbra-Filho AF, Rylands AB (1995) On the geographic distribution of the red-handed howling monkey, *Alouatta belzebul*, in North-east Brazil. Neotrop Primates 3: 176-178

CPB (2014) Áreas Importantes para a Conservação de Primatas no Centro de Endemismo Pernambuco. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), João Pessoa

Dröscher I, Kappeler PM (2014) Maintenance of familiarity and social bonding via communal latrine use in a solitary primate (*Lepilemur leucopus*) Behav Ecol Sociobiol 68: 2043–2058. https://doi.org/10.1007/s00265-014-1810-z

Dunn JC, Cristóbal-Azkarate J, Veà JJ (2010) Seasonal Variations in the Diet and Feeding Effort of Two Groups of Howlers in Different Sized Forest Fragments. Int J Primatol 31:887-903. https://doi.org/10.1007/s10764-010-9436-0

Fernandes FMC (2013) Análise da viabilidade de sementes dispersadas pelo guariba-de-mãos-ruivas *Alouatta belzebul* , na Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Pacatuba, Paraíba, Brasil. Monograph, Federal University of Paraíba

FIDEM (2000) Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Social, Fundação de Desenvolvimento Municipal, Recife

Gilbert KA (1997) Red howling monkey use of specific defecation sites as a parasite avoidance strategy. Anim Behav. https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0439

Gómez MS (2004) Seed dispersal and red howlers in forest fragments. Neotrop Primates. https://doi.org/10.1896/1413-4705.12.3.155

González-Zamora A, Arroyo-Rodríguez V, Oyama K, Sork V, Chapman CA, Stoner KE (2012) Sleeping sites and latrines of spider monkeys in continuous and fragmented rainforests: implications for seed dispersal and forest regeneration. *PLoS ONE*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046852

Gregorin R (2006) Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. Rev Bras Zool 23:64-144. https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000100005

Irwin MT, Samonds KE, Raharison JL, Wright PC (2004) Lemur latrines: observations of latrine behavior in wild primates and possible ecological significance. J Mammal. http://doi.org/10.1644/1545-1542(2004)085<0420:LLOOLB>2.0.CO;2

Izar P (2008) Dispersão de sementes por *Cebus nigritus e Brachyteles aracnoides* em área de Mata Atlântica, Parque Estadual Intervales, SP. In: Ferrari SF, Rimolí J (ed) A Primatologia no Brasil v.9. Sociedade Brasileira de Primatologia, Aracaju, pp 8-24

Julliot C, Sabatier D (1993) Diet of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in French Guiana. Int J Primatol 14: 527–549. https://link.springer.com/article/10.1007/BF02215446

Lorenzi H (2009) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil-2*. 3ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa

Lucena M (2009) Flora do Engenho Sacramento, Água Preta, Pernambuco, Brasil. Relatório Técnico. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife, PE

Ludwig JA, Reynolds J F (1988) Statistical Ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York

Pereira GA (2009) Aves do Engenho Sacramento, Água Preta, Pernambuco, Brasil. Relatório Técnico. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife, PE

PERNAMBUCO (2017). Decreto Estadual N°. 44.444 de 17 de maio de 2017. Estabelece limites administrativos provisórios para salvaguardar a área de ocorrência dos macacos-guaribas em Água Preta, Pernambuco

Pinto ACB, Azevedo–Ramos C, Carvalho JR O (2003) Activity patterns and diet of the howler monkey *Alouatta belzebul* in areas of logged and unlogged forest in Eastern Amazônia. Anim Biodiv Conserv 26: 39–49. http://abc.museucienciesjournals.cat/volume-

26-2-2003-abc/activity-patterns-and-diet-of-the-howler-monkey-alouatta-belzebul-in-areas-of-logged-and-unlogged-forest-in-eastern-amazonia-2/?lang=en

Pinto LP, Setz EZF (2004). Diet of *Alouatta belzebul discolor* in an Amazonian Rain Forest of Northern Mato Grosso State, Brazil. Int J Primatol 25:1197–1211. https://doi.org/10.1023/B:IJOP.0000043958.75534.7f

Porfírio S (2005) Ecologia e conservação de *Alouatta belzebul* (Primates, Atelidae). Dissertation, Federal University of Minas Gerais

Pouvelle S, Jouard S, Feer F, Tully T, Ponge JF (2009). The latrine effect: impact of howler monkeys on the distribution of small seeds in a tropical rain-forest soil. J T Ecol 25:239–248. https://doi.org/10.1017/s0266467409005987

Quiroga-Castro Vd, Roldán AI (2001) The fate of *Attalea Phalerata* (Palmae) seeds dispersed to a tapir Latrine. Biotropica 33: 472-77. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2001.tb00200.x

Sakamoto Y, Takatsuki S (2015) Seeds Recovered from the Droppings at Latrines of the Raccoon Dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*): The Possibility of Seed Dispersal. Zoolog Sci. https://doi.org/10.2108/zs140107

Sambuichi RHR, Silva LAM, Jesus MFC, Paixão JL (2009) Lista de árvores nativas do sul da Bahia. In: Sambuichi RHR, Mielke MS, Pereira CE (ed) Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia. Editus, Ilhéus, pp 171-157

Sampaio D, Souza VC (2016) A synopsis of *Sloanea* (Elaeocarpaceae) in the Neotropical extra Amazonian region. Acta Bot Bras. https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0026

Santa Cruz ACM, Borda JT, Patiño EM, Goméz L, Zunino GE (2000) Habitat fragmentation and parasitism in howler monkeys (*Alouatta caraya*). Neotrop Primates 8:146-148

Santos CSS (2008) Levantamento Coproparasitológico e Análise dos Episódios de Defecação na Natureza de um grupo de *Alouatta clamitans* em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista em São José dos Pinhais, PR, Brasil. Federal University of Paraná.

Serio-Silva JC, Rico-Gray V (2002) Influence of microclimate at different canopy heights on the germination of *Ficus* (urostigma) seeds dispersed by mexican howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana*). INCI 27:186-190.http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002000400006&lng=pt&nrm=iso

Silva JM (2015) Ecologia, conservação e comportamento de guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul belzebul*) no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil. Dissertation, Federal University of Pernambuco.

Souza LL, Fernandes FMC, Castro CSS (2021) Guariba (*Alouatta belzebul*) dispersora de sementes: contribuição para regeneração natural da Floresta Atlântica In: Ribeiro WF, Castro CSS, Santos AA (ed) Ecologia e meio ambiente: diálogos interdisciplinares. Editora do CCTA, João Pessoa, pp28-37.

Vilarinho MK, Sales VHD, Nascimento JC, Caldeira DSA, Souza WR (2019) Quebra de dormência em sementes de *Schefflera morototoni* (Aubl.). Enciclopédia biosfera. http://doi.org/10. 18677/EnciBio_2019A115

Whitworth A, Whittaker L, Huarcaya RP, Flatt E, Morales ML, Connor D, Priego MG, Forsyth A, Beirne C (2019) Spider monkeys rule the roost: Ateline sleeping sites influence rainforest heterogeneity. *Animals.* https://doi.org/10.3390/ani9121052

6 CAPÍTULO 2 – Endoparasitos em *Alouatta belzebul* e estratégias de conservação no último refúgio natural para espécie no Estado de Pernambuco, Nordeste, Brasil.

Nota: *Este capítulo foi idealizado no formato de artigo para submissão em periódico voltado para a área de Parasitologia em primatas. Figuras e tabelas foram deixadas no corpo do texto para facilitar a avaliação pela banca e seguir a formatação única da tese. Por ser fruto de uma colaboraçao com pesquisadores da Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal de Pernambuco, os autores serão incluidos na versão de submissão.*

6 .1 Resumo

Influências antrópicas como a modificação de habitat e fragmentação florestal favorecem o contato entre primatas não humanos e humanos, e modificam a dinâmica das áreas de vida e ecologia parasitária das populações de primatas. Como resultado, podem surgir zoonoses que põem em risco a conservação das populações de primatas não humanos e que podem ser transmitidas aos humanos. Por serem sociais, os primatas são vulneráveis aos efeitos das infecções parasitárias e as constantes interações sociais favorecem a transmissão. Nosso objetivo foi comparar o perfil parasitário de três grupos da espécie *Alouatta belzebul* em dois fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste brasileiro e verificar a influência do distanciamento geográfico na riqueza de endoparasitos dos grupos. Foram coletadas 250 amostras de fezes dos três grupos no período de 10 meses, que foram analisadas pela técnica de Mini-FLOTAC associada ao Fill-FLOTAC (reagente sulfato de zinco) e pelo exame coproparasitológico direto. Nós encontramos positividade para algum tipo de endoparasito no total de amostras (29/250). Os endoparasitos encontrados foram da Família Ascarididae (1/250), dos Gêneros *Platynosomum* (5/250), *Strongyloides* (7/250), *Ancylostoma* (9/250) e da espécie *Trypanoxyuris minutus* (12/250). A análise de função discriminante não apontou diferença no perfil parasitário entre os grupos, sugerindo que o distanciamento geográfico não foi um fator diferencial na presença de endoparasitos. Do ponto de vista endoparasitário, o impacto de conectar esses grupos através de corredores ecológicos é ínfimo e assim, altamente recomendado pelos benefícios genéticos potenciais que podem trazer para população de guariba no último refúgio natural da espécie em Pernambuco.

Palavras-chaves: *Alouatta*, parasitos gastrointestinais, Floresta Atlântica, influência antrópica.

6.2 Introdução

A compreensão da dinâmica ecológica de um parasito compartilhado entre diferentes espécies de hospedeiros é imprescindível para a avaliação dos riscos que eles podem oferecer as espécies parasitadas (Jeckins et al. 2015). Além disso, esse conhecimento é importante para se entender a relação hospedeiro-parasita e avaliar a saúde ambiental local (Hudson et al. 2006). Primatas não humanos são potencialmente fontes de transmissão de zoonoses, inclusive de origem parasitária. Estes primatas compartilham de endoparasitos, como protozoários e helmintos, semelhantes morfologicamente aos endoparasitos dos humanos (Maharjan 2015), que em alguns casos podem ter o mesmo genótipo do endoparasito de humanos (Volotão et al. 2008).

O contato entre primatas não humanos e humanos tem aumentado, devido as constantes influências antrópicas na modificação de habitat, fragmentação florestal, e também através da caça de animais silvestres. Como resultado dessas interações, as doenças com carácter zoonótico surgem representando riscos a conservação das populações de primatas não humanos e riscos de transmissão às populações humanas (Maharjan 2015). Em áreas de mata que são circundadas por habitações humanas, por áreas de plantações ou de criação de gado, é provável ocorrer infecções parasitárias cruzadas, pois a proximidade dos fragmentos favorece o acesso de humanos e animais domésticos nessas áreas, resultando no contato indireto com os primatas não humanos (Stuart et al. 1990; Valdespino et al. 2010). Em algumas situações mais raras, essa proximidade pode ocorrer quando os primatas não humanos utilizam as plantações de cana-de-acúcar, as estradas de terra e cercas no deslocamento entre fragmentos florestais próximos da matriz (Ludwig et al. 2020).

O gênero *Alouatta* abriga espécies de primatas que vivem em habitats que variam desde grandes fragmentos de florestas conservadas até pequenos fragmentos florestais que

sofrem constantes influências antrópicas como pomares (Bicca-Marques 2003; Bicca-Marques 2020). Em áreas fragmentadas cujas manchas florestais são menores, as populações de guaribas são afetadas negativamente pelas pressões antrópicas, estresse fisiológico e cargas parasitárias (Arroyo-Rodríguez e Dias 2010). Isso porque, nessas pequenas áreas, os efeitos da fragmentação de habitats tendem a diminuir a disponibilidade de alimento, modificam a dinâmica das áreas de vida dos grupos, a densidade populacional tende a ser maior, além do contato com humanos e animais domésticos tende a ser maior (Arroyo-Rodríguez e Dias 2010; Arroyo-Rodríguez et al. 2013).

Por serem animais que vivem em grupos sociais, os primatas são muito vulneráveis aos efeitos das infecções parasitárias, uma vez que as constantes interações sociais favorecem esse tipo de transmissão entre indivíduos do grupo (González-Hernández et al. 2011; Stoner 1996; Trejo-Macías et al. 2007). Em situações de aumento da densidade populacional em pequenos fragmentos florestais, a permanência dos guaribas durante muito tempo nas mesmas árvores também pode possibilitar a contaminação por parasitos entre indivíduos (Gilbert 1997; Santa Cruz et al. 2000). Como estratégia para minimizar essa contaminação, os guaribas adotam a estratégia de escolher árvores específicas como sítios de defecação e defecam em áreas mais abertas da copa dessas árvores para que as fezes caiam diretamente ao solo reduzindo possíveis contaminações do ambiente arborícola (Gilbert 1997; Santa Cruz et al. 2000; Silva, 2015).

O conhecimento da ecologia parasitária dos grupos habitantes dos fragmentos é imprescindível para o sucesso de programas de translocação e corredores ecológicos para a conservação das espécies ameaçadas do gênero *Alouatta* (Stoner 1996; Stoner et al. 2005; Valdespino et al. 2010). As diferenças das cargas parasitárias dos grupos de guaribas habitantes de um fragmento podem estar relacionadas ao estado de conservação do local (Cucurachi et al. 2007). Uma espécie do gênero que merece atenção é *Alouatta belzebul*. Em

razão do declínio acentuado de suas populações na região Nordeste do Brasil, a espécie está incluída na lista vermelha de espécies ameaçadas IUCN na categoria Vulnerável (Valença Montenegro et al. 2019). A espécie é alvo de políticas públicas a nível nacional, estando entre as seis espécies-alvo do Plano de Ação Nacional para conservação de primatas ameaçados do Nordeste - PAN PriNE (BRASIL 2018), e nível estadual, sendo alvo do Plano de ação emergencial para Conservação de guaribas (BRASIL 2018; PERNAMBUCO 2017). Existe apenas uma única localidade de ocorrência da espécie em Pernambuco, no Município de Água Preta (Fialho et al. 2014; Silva 2015), a qual é uma das áreas importantes para conservação da espécie como apontado em outra política pública nacional (CPB 2014).

Nesse contexto, o estudo teve o objetivo de descrever e comparar o perfil parasitário de três grupos sociais da espécie *Alouatta belzebul* que ocorre em apenas dois fragmentos de Mata Atlântica no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil. Testamos as hipóteses: i) Os grupos apresentarão endoparasitos em função da matriz de uso antrópico no entorno dos fragmentos estudados; ii) O grupo que habita o fragmento de menor tamanho terá uma maior taxa e diversidade parasitária quando comparado com os grupos habitantes da mata maior, devido ao tamanho do fragmento favorecer a maior contaminação entre os indivíduos; iii) Por não terem contato físico entre si, os três grupos apresentarão uma diferença parasitária significativa.

6.3 Metodologia

6.3.1 Área de estudo

As amostras de fezes foram coletadas nos períodos de novembro de 2019 a janeiro de 2020 e entre dezembro de 2020 a setembro de 2021 em dois fragmentos de mata pertencentes à Mata de Sacramento, localizada no Munícipio de Água Preta, Pernambuco (08°41'45.9"S -

35°24'37.4"W) (FIDEM 2000; Lucena 2009). A Mata de Sacramento compreende um complexo de remanescentes de Mata Atlântica que totaliza uma área de 216 ha e se encontra circundado pelos antigos engenhos Sacramento, Canoa Rachada e Pedra Ímã. Hoje se tratam de assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), onde existem grandes áreas de plantações de cana-de-açúcar e pequenos cultivos de banana *Musa* sp. (Musaceae), abacaxi *Ananas* sp. (Bromeliaceae), macaxeira *Manihot* sp. (Euphorbiaceae) (CPB 2014; Lucena 2009) e extensas áreas de pastagem destinadas à pecuária bovina e eqüina (Lucena 2009; Pereira 2009).

Dentre os fragmentos da Mata de Sacramento, foram escolhidos para realização das coletas de fezes os dois remanescentes onde foi confirmada a presença de grupos da espécie *A. belzebul*: um fragmento maior medindo 138 ha e um fragmento vizinho menor medindo 43 ha. Esses estão incluídos na lista das áreas importantes para a conservação da espécie *Alouatta belzebul* no Centro de Endemismo de Pernambuco, elaborada pelo Plano Nacional para a Conservação dos Primatas Ameaçados do Nordeste - PAN PriNE (CPB 2014). Convém lembrar que devido a esses fragmentos serem próximos aos assentamentos, sofrem constantes pressões antrópicas (caça e desmatamentos). Em ambos os fragmentos se observa a presença de acampamentos de caçadores e circulação de animais domésticos, porém no fragmento menor foi observada uma maior pressão de caça (com animais domésticos e armas) e no fragmento maior o desmatamento foi mais intenso em vários trechos (Silva J. M. observação pessoal).

6.3.2 Composição dos grupos de *Alouatta belzebul*

Foram coletadas amostras de fezes de três grupos de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*), sendo dois grupos habitantes de um fragmento mata maior (138 ha) e um grupo da habitante de um fragmento menor (43 ha). A composição dos grupos variou entre indivíduos adultos, jovens/infantes (Tabela 1).

Tabela 1 Composição dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) habitantes da Mata de Sacramento, Pernambuco, Brasil

Grupos	**Fragmento**	**Total de indivíduos**	**Composição**
Grupo 1	43 ha	4	1 fêmea adulta 1 macho adulto 1 adulto (sexo indeterminado) 1 jovem/infante
Grupo 2	138 ha	6	2 fêmeas adultas 2 machos adultos 2 jovens/infantes
Grupo 3	138 ha	8	1 fêmea adulta 1 macho adulto 4 adultos (sexo indeterminado) 2 jovens/infantes

6.3.3.Coleta e análise de material fecal

Foram coletadas amostras de fezes frescas dos três grupos de guaribas-de-mãos-ruivas habitantes dos dois fragmentos da Mata de Sacramento. De cada amostra foram retiradas 5g fezes da parte superior para evitar contaminação com o solo. Estas foram acondicionadas em

recipientes plásticos contendo meio conservante (formol 5%) e levadas para a análise no Laboratório de Doenças Parasitárias (UFRPE).

O diagnóstico parasitológico foi realizado por meio da técnica de Mini-FLOTAC em combinação com o Fill-FLOTAC com base na metodologia empregada por Capasso et al. (2019), sendo utilizado como reagente o sulfato de zinco heptahidratado ($ZnSO_4 . 7H_2O$). Essa técnica foi selecionada por se tratar de um método que apresenta alta sensibilidade e acurácia no diagnóstico de infecções parasitárias, além de ser a mais indicada para análises rápidas e confiáveis de grandes quantidades de amostras, incluindo amostras coletadas de animais de vida livre (Alvarado-Villalobos et al. 2017; Barda et al. 2013, Capasso et al. 2019; Cringoli et al. 2010). Para o diagnóstico de trofozoítos de *Giardia* sp. nas fezes, foi feito o exame coproparasitológico direto (Monteiro 2014). Após a preparação nas câmaras de Mini-FLOTAC e das lâminas, todo o material fecal foi analisado com o auxílio de um microscópio óptico (objetivas de 10x e 40x).

6.3.4. Análise estatística

Os dados são apresentados com estatística descritiva (somatórios, médias e frequências) calculada com o auxílio do programa Excel (Microsoft). Além disso, através do programa SPSS 27 (IBM), realizamos uma análise de função discriminante para verificar se o perfil parasitário das amostras fecais dos três grupos sociais de *Alouatta belzebul* poderia ser usado para discriminar entre esses grupos. Para tanto, consideramos 50 amostras do grupo 1 (Boi), 100 amostras do grupo 2 (Borda) e 100 amostras do grupo 3 (Sapucaia). Consideramos como variáveis a quantidade de seis diferentes endoparasitos (Ascarididiae, *Ancylostoma* sp.,

Trypanoxyuris sp., *Platynosomum* sp., *Strongyloides* sp. e *Giardia* sp.) presentes nas amostras fecais (ver resultados para detalhes).

6.4 Resultados

As amostras analisadas dos três grupos de guaribas-de-mãos-ruivas estudados apresentaram positividade de 11,6% (29/250) para ovos e larvas de nemátodos gastrointestinais, no entanto para o gênero *Giardia* sp. todas as amostras foram negativas (0/250). Os parasitas gastrointestinais encontrados foram representantes da família Ascarididae (1/250), dos gêneros *Platynosomum* (5/250), *Strongyloides* (7/250), *Ancylostoma* (9/250) e da espécie *Trypanoxyuris minutus* (12/250), confirmando a hipótese que os grupos de *Alouatta belzebul* estudados apresentaram endorparistos em função da matriz de uso antrópico no entorno dos fragmentos estudados.

A prevalência de endoparasitos foi maior nas amostras fecais do grupo 1(18%), habitante do fragmento menor, se comparado com a prevalência dos dois grupos habitantes do fragmento maior, que apresentaram prevalências semelhantes (12%). No entanto ao comparar a positividade em relação aos táxons, o grupo 1 apresentou menor número de táxons que os dois outros grupos (Tabela 2).

Tabela 2 Prevalência de endoparasitos nos grupos sociais de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) na Mata de Sacramento, Pernambuco, Brasil

Grupos	Amostras analisadas (n)	Amostras positivas	Prevalência (%)	Táxons de Endoparasitos encontrados(n)
Grupo 1	50	9	18%	2
Grupo 2	100	12	12%	4
Grupo 3	100	12	12%	3

Em termos de diversidade de endoparasitos, os dois grupos que habitam a mata maior (grupo 2 e 3) apresentaram uma maior diversidade de endoparasitos em relação ao grupo 1 habitante do fragmento menor, sendo o grupo 2 o que apresentou a maior diversidade de endoparasitos em relação aos três grupos. Dentre os parasitos gastrointestinais observados, o gênero *Strongyloides* foi o único positivo nas amostras fecais dos três grupos sociais de *A. belzebul* e o parasito da família Ascarididae exclusivo nas amostras do grupo 2. A presença de *Ancylostoma* sp. foi observada no grupo 1 e 3. Comparando os dois grupos que habitam o fragmento maior, observamos a presença do parasito do gênero *Trypanoxyuris* nas amostras fecais de ambos os grupos. (Tabela 3).

Tabela 3 Diversidade de endoparasitos nos três grupos sociais de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) na Mata de Sacramento, Pernambuco, Brasil

	Grupo	**Amostras positivas (N)**	**Prevalência (%)**
Familia Ascarididae	1	(0/50)	0 %
	2	(1/100)	1%
	3	(0/100)	0 %
Ancylostoma sp.	1	(8/50)	16%
	2	(0/100)	0 %
	3	(1/100)	1%
Platynosomum sp.	1	(0/50)	0 %
	2	(5/100)	5%
	3	(0/100)	0 %
Strongyloides sp.	1	(1/50)	2%
	2	(4/100)	4%
	3	(2/100)	2%
Trypanoxyuris sp.	1	(0/50)	0 %

	2	(3/100)	3%
	3	(9/100)	9%
Giardia sp.	1	(0/50)	0 %
	2	(0/100)	0 %
	3	(0/100)	0 %

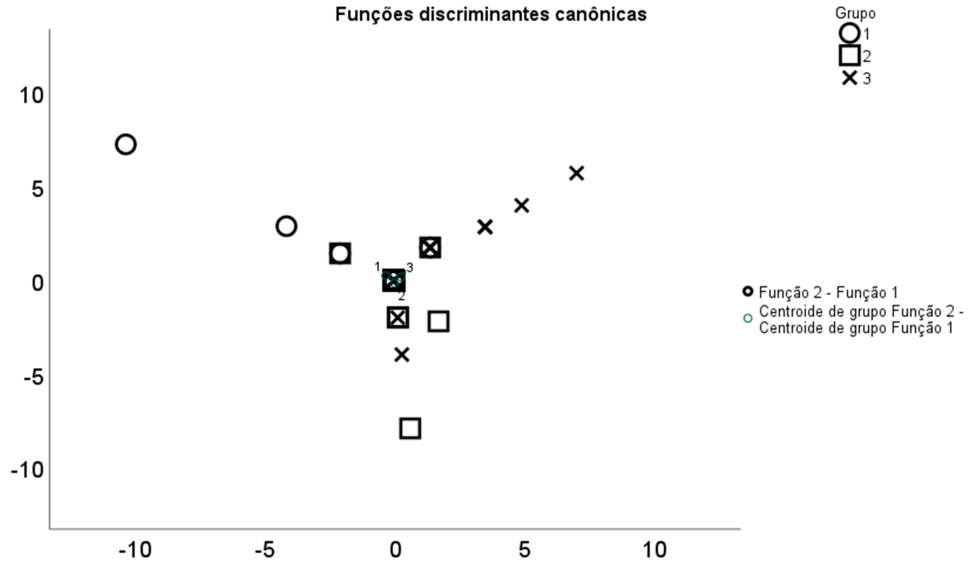
A análise de função discriminante indicou apenas uma das variáveis (i.e., *Ancylostoma*) que contribuiria para alguma diferenciação entre os grupos 1, 2 e 3 (Tabela 4, Fig 1). A função 1 gerada explicou apenas 61.6% da variância entre as amostras e a função 2 explicou 38.4%. No entando, obtivemos 44% de classificação correta das amostras dos grupos, baixando para 43,2% quando consideramos correção por validação cruzada, indicando que o perfil parasitário geral não pode ser usado para discriminar os três grupos estudados. Não corroborando a hipótese que por não terem contato físico entre si, os três grupos apresentariam uma diferença parasitária sigificativa.

Tabela 4 Variáveis usadas na análise de função discriminante para verificar se o perfil parasitário das amostras fecais de três grupos sociais de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) poderia ser usado para diferenciar estes grupos

Parasitos	**Lambda de Wilks**	**Z**	**df1**	**df2**	**p**
Ascarididae	0,994	,748	2	247	0,474
Ancylostoma	0,969	4,016	2	2470	**0,019**
Trypanoxyuris	0,988	1,477	2	247	0,230
Platynosomum	0,978	2,744	2	247	0,066
Strongyloides	0,996	,437	2	247	0,646
Giardia	.[a]				

a. Não é possível calcular porque esta variável é uma constante, não aprecendo em nenhuma das amostras fecais.

Fig. 1 Funções discriminantes canônicas geradas na discriminação de três grupos sociais de *Alouatta belzebul* com base no perfil parasitário encontrado a partir das amostras de fezes e considerando seis parasitas como variáveis



6.5 Discussão

Os resultados revelaram a presença de endoparasitos nos três grupos de *Alouatta belzebul* investigados, o que seria esperado em função da matriz de uso do solo no entorno dos fragmentos. A presença de parasitos nas fezes é registrado para diversas espécies de *Alouatta*, incluindo *Alouatta belzebul*, *Alouatta caraya*, *Alouatta palliata, Alouatta pigra* e *Alouatta seniculus*, sendo os parasitas mais comumente encontrados são da Família Trichuridae, Ancylostomatidae, Ascarididae, Oxyuridae e Strongyloididae (Camarotti et al. 2017; Cristóbal-Azkarate et al. 2010; González-Hernández et al. 2011; Helenbrook et al. 2017; Martínez-mota et al., 2018; Rondón et al. 2017; Santa cruz et al. 2000; Stuart et al. 1990; Trejo-Macías e Estrada 2012; Valdespino et al. 2010; Vitazkova e Wade 2006). Apenas dois estudos anteriores ao nosso descrevem a presença de endoparasitos na espécie *Alouatta belzebul*, ambos realizados no Brasil, sendo um na Floresta Amazônica (Martins et al. 2008) e outro na Floresta Atlântica (Camarotti et al. 2017). Em estudo anterior ao nosso,

foi encontrado nas fezes de um grupo da espécie *Alouatta belzebul* habitantes da Mata do Engenho Sacramento (n=4 indivíduos) a presença de cistos e trofozoítos da Família Balantidiidae, além de ovos de helmintos das famílias Ascarididae, Ancylostomatidae, Oxyuridae e Trichuridae (Camarotti et al. 2017). Esses grupo investigado por Camarotti et al. (2017) ocorria na mesma área do grupo 2 do presente estudo. Em nosso estudo também encontramos ovos da família Ascarididae nas fezes do mesmo grupo monitorado por Camarotti et al. (2017), porém em menor quantidade (n=1). Convém ressaltar que o grupo acompanhado por Camarotti et al. (2017) em 2016 era composto por 4 indivíduos, e durante o monitoramento deste estudo em 2020 e 2021, apresentava uma nova composição de indivíduos (n=6).

Em nossos resultados não encontramos positividade para o gênero *Giardia*. Embora existam relatos da contaminação por *Giardia* sp. em primatas de vida livre do gênero *Alouatta* (Rondón et al. 2017; Vitazkova e Wade 2006) e da espécie *A. belzebul* na Mata Atlântica (Martins et al. 2008), a positividade para esse protozoário é mais comumente observada em primatas cativos (Greinert et al. 2007; Silva et al. 2009; Volotão et al. 2008). A existência de contaminação pelo mesmo genótipo de *Giardia duodenalis* que infecta humanos foi comprovada através de análises moleculares na espécie *Alouatta clamitans*, o que sugere a possibilidade da transmissão antropozoonótica deste parasito (Volotão et al. 2008). Em contrapartida, o gênero *Strongyloides* foi o único parasito gastrointestinal presente nos três grupos, corroborando com os autores que também encontraram representantes desse gênero em espécies de *Alouatta* (Carmona et al. 2005; Cucurachi et al. 2007; Godoy e Odalia-Rímoli 2004; Rondón et al. 2017).

A espécie *Trypanoxyuris minutus* está entre os parasitas gastrointestinais frequentemente encontrados nas espécies do gênero *Alouatta* (Alvarado-Villalobos et al. 2017; Cristóbal-Azkarate et al. 2010; Cucurachi et al. 2007; González-Hernández et al. 2011;

Helenbrook et al. 2017; Martínez-mota et al. 2018; Martins et al. 2008; Souza et al. 2010; Stuart et al. 1990; Trejo-Macías e Estrada 2012; Valdespino et al. 2010; Vitazkova e Wade 2006; Vitazkova e Wade 2007). Nossos resultados confirmam a presença deste endoparasito para espécie *Alouatta belzebul* em Floresta Atlântica, assim como foi observado em populações da Floresta Amazônica por Martins et al. (2008). A positividade desse endoparasito foi constatada nos dois grupos habitantes da mata maior e que são os grupos com maior número de indivíduos, corroborando com Vitazkova e Wade 2006 que afirmam que a presença deste endoparasita está mais relacionada com o tamanho do grupo do que com o tamanho da área. De acordo com Trejo-Macías e Estrada (2012), a presença de *T. minutus* é mais frequente em guaribas habitantes de áreas fragmentadas do que de áreas contínuas, o que é o caso dos guaribas investigados no presente estudo.

Em relação à presença de endoparasitos com carácter zoonótico, foi observado em nossos resultados à positividade de amostras de fezes para a Familia Ascarididae e para o gênero *Ancylostoma*. O mesmo foi encontrado por Rondón et al. (2017) no estudo com *A. seniculus* na Colômbia. A presença de infecção por *Ascaris* e um representante da Familia Ancylostomatidae foi relatado para *A. belzebul* na Amazônia (Martins et al. 2008). Silva et al. (2018) encontraram no bugio-preto (*A. caraya*) em cativeiro uma infecção mista de *Ancylostoma* e *Ascaris,* que provocou no hospedeiro um processo diarréico, emagrecimento e debilidade severa. Todos esses autores destacaram o carácter zoonótico desses endoparasitos e a possibilidade de contaminação cruzada entre primatas não humanos e humanos (Martins et al. 2008; Rondón et al. 2017; Silva et al. 2018; Valdespino et al. 2010). Infecções cruzadas são mais comuns em fragmentos de mata que estão circundadas por habitações humanas ou criações de gado, isso porque a proximidade do fragmento favorece o acesso não só de humanos, como o de animais domésticos (Stuart et al. 1990; Valdespino et al. 2010). O gênero *Ancylostoma* foi o parasito gastrointestinal de maior prevalência e esteve presente em

dois grupos das duas áreas de mata (grupo 1 e grupo 3). Conforme relatado anteriormente, acreditamos que o acesso aos dois fragmentos de mata por humanos e cães domésticos pode ter favorecido essa contaminação.

A presença do endoparasita do gênero *Platynosomum* é reportada na literatura principalmente em felinos silvestres e domésticos, uma vez que são hospedeiros definitivos desse parasito (Castro e Albuquerque 2008; Lima et al. 2008). Ele também pode ocorrer em hospedeiros intermediários como moluscos terrestres, lagartixas e sapos (Silva et al. 2008). Em primatas, se tem registro desse trematódeo parasitando as espécies *Sapajus nigritus* e *Callithix jacchus* (Pereira et al. 2020), ambas as espécies onívoras e podem se alimentar dos hospedeiros intermediários e contrair infecção. Nos dois fragmentos de mata do presente estudo, *Callithix jacchus* e *A. belzebul* são as únicas espécies de primata que ocorrem na área, sendo assim, acreditamos que é provável que a contaminação por esse endoparasito em um grupo de *A. belzebul* estudado tenha ocorrido por compartilhar a mesma área com grupos de *C. jacchus.* Alternativamente, a contaminação pode ter ocorrido também de forma acidental num momento que eles possam ter descido ao solo para beber água.

Embora a presença humana e de animais domésticos com a finalidade da caça tenha sido intensa na mata menor, diferente do esperavamos em nossa hipótese, o grupo 2 habitante do fragmento de mata maior foi o que apresentou maior diversidade de parasitos. O impacto da derrubada intensa de árvores para a venda de madeira (Silva J. M. observação pessoal) na área de uso dos guaribas do grupo 2 pode ter resultado em uma restrição de deslocamento dos guaribas e maior permanência em algumas árvores favorecendo a contaminação entre indivíduos do grupo. Em pequenos fragmentos com pouca disponibilidade de alimentos, os guaribas acabam permanecendo muito tempo nas mesmas árvores possibilitando a contaminação por parasitos entre indivíduos (Gilbert 1997; Santa Cruz et al. 2000). Para minimizar essa contaminação, os guaribas adotam a estratégia de escolher árvores específicas

como sítios de defecação e defecam em áreas mais abertas da copa das árvores para evitar possíveis contaminações (Gilbert 1997; Santa Cruz et al. 2000; Silva 2015).

As espécies do gênero *Alouatta* possuem uma dieta predominantemente folívora-frugívora (Neville et al. 1988; Auricchio 1995). A intensidade do consumo de folhas e frutos pode variar conforme a disponibilidade no ambiente, porém a folivoria é mais acentuada em populações habitantes de altas latitudes e a frugivoria em espécies mais equatoriais (Odália-Rímoli et al. 2008). A pequena diversidade de endoparasitos encontrados nas fezes dos grupos estudados pode estar relacionada com a dieta da espécie *Alouatta belzebul* que por consumir folhas e frutos de diversas espécies de plantas, provavelmente consomem plantas que tem folhas ou sementes com ação antiparasitária. A ação antiparasitária de algumas plantas é relatada na literatura como o caso de folhas de *Fícus* sp., fortemente utilizada por guaribas (Stoner et al. 2005). Agra et al. (2008) relata a ação das espécies arbóreas *Tapirira guianensis* e *Jaracatia spinosa* em vermes intestinais que causam diarréia. Folhas e frutos dessas espécies também fazem parte da dieta de *Alouatta belzebul*. Entretanto, pouco se conhece a respeito da ação antiparasitária promovida pela maioria das espécies vegetais da dieta dos primatas e fazem-se necessários estudos bromatológicos mais detalhados para se entender melhor a atuação das plantas nesse processo (Stoner et al. 2005; Agra et al. 2008). Bicca-Marques e Calegaro-Marques (1994) relatam casos de geofagia por *A. caraya* como possível forma de controle parasitário.

Nossos resultados não apontaram perfil parasitário geral como potencial diferencial entre os grupos, visto que apenas um tipo de endoparasita variou entre os grupos, discordando com o que previamos na hipótese. Valdespino et al. (2010) comparando grupos de *A. palliata* habitantes de vários fragmentos também não observou diferenças entre a riqueza parasitária dos grupos. Isso nos leva a concluir que os grupos estudados apresentaram uma ecologia parasitária próxima e do ponto de vista endoparasitário, não existiria problemas em conectar

esses grupos através de corredores ecológicos. Assim como estudos de dinâmica populacional, comportamento, composição arbóreas de habitat e fragmentação de áreas são importantes para a conservação das espécies, o estudo da ecologia parasitária dos animais habitantes nos fragmentos é imprescindível para o estabelecimento de programas de conservação que visam a translocação de espécies e estabelecimento de corredores ecológicos, uma vez que se pode evitar altas taxas de infecção entre indivíduos e impedir possíveis mortalidades (Stoner 1996; Stoner et al. 2005; Valdespino et al. 2010).

6.6.. Conclusão

Os estudos de endoparasitos são importantes para se entender a relação hospedeiro-parasita e também avaliar a saúde do ambiente. No caso das doenças parasitárias com carácter zoonótico, o estudo pode favorecer o entendimento de como esses parasitas podem afetar a conservação das espécies de primatas não humanos e quais os riscos de transmissão aos seres humanos. Nossos resultados contribuem para o conhecimento sobre os endoparasitos presentes em *A. belzebul* habitantes no último refúgio de Floresta Atlântica da espécie no Estado de Pernambuco. Além disso, a comparação do perfil parasitário dos três grupos sociais de *A. belzebul* nos mostrou que apesar dele estarem relativamente distantes e sem contato físico, eles apresentam uma ecologia parasitária geral semelhante. Além disso, sua dieta fortemente folívora com potencial ação antiparasitária, pode ter contribuído para a relativa baixa quantidade de amostras infectadas (i.e. 11%). Assim, do ponto de vista de contaminação endoparasitária, o impacto de conectar esses grupos através de corredores ecológicos é mínimo e assim, altamente recomendado pelos benefícios genéticos potenciais que podem trazer para população de guariba no último refúgio natural da espécie em Pernambuco.

6.7 Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que concedeu bolsa de doutorado à JMS (bolsa número: 88887.494884/2020-00). Agradecemos, *in memoriam*, ao Sr. José Paulo da Silva e ao Sr. Manuel da Silva, bem como ao Sr. José Matheus e família pelo apoio logístico em campo. Agradecemos ao Dr. Dilmar Oliveira pelas considerações durante visita de campo na área de estudo, bem como a assistência em campo de Janaina Kelly, Juliana Lacerda, Kimberlly Mikaelle, Lana Sofia Alcântara, Leonardo Vilas Boas, Luiz Marcos, Marinai Santana, Rodrigo Silva.

6.8 Referências

Agra MF, Silva KN, Basílio IJLD, Freitas PF, Barbosa-Filho JM (2008) Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. Rev. Bras. Farmacogn 18:472-508. Doi: http://doi.org/10. 1590/S0102-695X2008000300023

Alvarado-Villalobos MA, Cringoli G, Maurelli MP, Cambou A, Rinaldi L, Barbachano-Guerrero A, Guevara R, Chapman CA, Serio-Silva JC (2017). Flotation techniques (FLOTAC and mini-FLOTAC) for detecting gastrointestinal parasites in howler monkeys. ParasitVectors 10: 2-8. Doi: https://doi.org/10.1186/s13071-017-2532-7

Arroyo-Rodríguez V, Dias PAD (2010) Effects of Habitat Fragmentation and Disturbance on Howler Monkeys: A Review. Am. J. Primatol 72: 1–16. doi: 10.1002/ajp.20753

Arroyo-Rodríguez V, González-Perez IM, Garmendia A, Solà M, Estrada A (2013) The relative impact of forest patch and landscape attributes on black howler monkey populations in the fragmented Lacandona rainforest, Mexico. Landsc. Ecol 28:1717–1727 doi:10.1007/s10980-013-9929-2

Auricchio P (1995) Primatas do Brasil. Terra Brasilis, São Paulo.

Barda BD, Rinaldi L, Ianniello D, Zepherine H, Salvo F, Sadutshang T, Cringoli G, Clementi M, Albonico M (2013) Mini-FLOTAC, an innovative direct diagnostic technique for intestinal parasitic infections: experience from the field. PLOS Negl. Trop. Dis. 7: e2344. doi: 10.1371/journal.pntd.0002344.

Bicca-Marques JC (2003) How do howler monkeys cope with habitat fragmentation? In: Marsh LK (ed) Primates in Fragments: Ecology and Conservation. KluwerAcademic/Plenum Publishers, New York, pp 283-303

Bicca-Marques CJ, Chaves OM, Hass GP (2020)Howler monkey tolerance to habitat shrinking: Lifetime warranty or death sentence? Am J Primatol: e23089. https://doi.org/10.1002/ajp.23089

Bicca-Marques JC, Calegaro-Marques C (1994) A case of geophagy in the black howling monkey *Alouatta caraya*. Neotropical Primates 2:7-9. https://www.researchgate.net/publication/283927294_A_case_of_geophagy_in_the_black_howling_monkey_Alouatta_caraya

BRASIL (2018) Portaria N°. 242 de 26 de março de 2018 do Ministério do Meio Ambiente. Aprova o 2°. Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste - PAN PriNE.

Camarotti, FLM, Machado DC, Silva JM, Bezerra, BM, Oliveira MAB, Gomes BS, Silva VL (2017) Parasitas intestinais em guaribas-de-mãos-ruivas *Alouatta belzebul* de um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. In: Silva VL, Ferreira RG, Oliveira MA (eds) A Primatologia no Brasil 14. Ed. UFPE, Recife, pp 424-433.

Capasso M, Maurelli MP, Ianniello D, Alves LC, Amadesi A, Laricchiuta P, Silvestre, P, Campolo M, Cringoli G, Rinaldi L (2019) Use of Mini-FLOTAC and Fill-FLOTAC for rapidly diagnosing parasitic infections in zoo mammals. Rev Bras Parasitol Vet 28: 168-171.

Carmona MC, Bermúdez OG, Gutiérrez-Espeleta GA, Porras RS, Ortiz BR (2005) Parásitos intestinales en monos congo *Alouatta palliata* (Primates: Cebidae) de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 53: 437-445. doi: 10.15517/rbt.v53i3-4.14612

Castro LS, Albuquerque GR (2008) Ocorrência de *Platynosomum illiciens* em felinos selvagens mantidos em cativeiro no Estado da Bahia, Brasil. Rev. Bras. Parasitol. Vet 17: 239-241. https://doi.org/10.1590/S1984-29612008000400013

Cringoli G, Rinaldi L, Maurelli MP, Utzinger J (2010) FLOTAC: New multivalent techniques for qualitative and quantitative copromicroscopic diagnosis of parasites in animals and humans. Nat. Protoc. 5: 503–515 doi: 10.1038/nprot.2009.235

Cristóbal-Azkarate J, Hervier B, Vegas-Carrillo S, Osorio-Sarabia D, Rodríguez-Luna E, Vea JJ (2010) Parasitic infections of three Mexican howler monkey groups (*Alouatta palliata mexicana*) living in forest fragments in Mexico. Primates 51:231–239 doi: 10.1007/s10329-010-0193-7

Cucurachi MSA, Espinosa DC, Rodríguez MP (2007) Parásitos gastrointestinales en mono aullador (*Alouatta palliata*) en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. In: Bicca-

Marques JC (ed) A Primatologia no Brasil 10. SBPr; Sociedade Brasileira de Primatologia, Porto Alegre, pp 225-237

CPB (2014) Áreas Importantes para a Conservação de Primatas no Centro de Endemismo Pernambuco 2014. Documento Técnico do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros (CPB) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Ministério do Meio Ambiente, Brasil. http://*www.icmbio.gov.br/cpb*

Fialho MS, Valença-Montenegro MM, Silva TCF, Ferreira JG, Laroque PA (2014) Ocorrência de *Sapajus flavius* e *Alouatta belzebul* no Centro de Endemismo Pernambuco. Neotropical Primates 21:214-218. https://doi.org/10.1896/044.021.0215.

FIDEM (2000) Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Social, Fundação de Desenvolvimento Municipal, Recife, 2000.

Gilbert KA (1997) Red howling monkey use of specific defecation sites as a parasite avoidance strategy. Anim.Behav 54,: 451–455. doi:10.1006/anbe.1996.0439

Godoy KCI; Odalia-Rímoli A, Rímoli J (2004) Infecção por endoparasitas em um grupo de bugios-pretos (*Alouatta caraya*) em um fragmento florestal no Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Neotropical Primates 12: 63–68

González-Hernández M, Dias PAD, Romero-Salas D, Canales-Espinosa D (2011) Does home range use explain the relationship between group size and parasitism? A test with two sympatric species of howler monkeys. Primates 52:211–216. https://doi.org/10.1007/s10329-011-0252-8

Greinert JA, Sousa JR JC, Baade R, Rode G, Heinig-JR A, Cardoso E, Silva-Filho HH, Hirano ZMB (2007) Levantamento de parasitos intestinais de bugios-ruivos, *Alouatta*

guariba clamitans, mantidos em cativeiro no Centro de Pesquisas Biológicas de Indaial, Santa Catarina. In: Bicca-Marques JC. A Primatologia no Brasil 10. Porto Alegre: RS pp238-249.

Helenbrook WD, Wade SE, Shields WM, Stehman SV, Whipps CM (2017) Gastrointestinal parasites of ecuadorian mantled howler monkeys (*Alouatta palliata aequatorialis*) based on fecal analysis. J Parasitol 101:341-350. 2017. https://doi.org/10.1645/13-356.1

Hudson PJ, Dobson AP, Lafferty KD (2006) Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? Trends Ecol Evol 21:381-385 doi: 10.1016/j.tree.2006.04.007.

Jeckins EJ; Simon A, Bachand N, Stephe C (2015) Wildlife parasites in a One Health world. Trends in Parasitol 31:174-180 https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.01.002

Lima GS, Dabus DMM, Trentin TC, Neves MF (2008) *Platynosomum factosum*. Revista científica eletrônica de Medicina Veterinária 11: 1-6. http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/qfVQ8YlAaRhrETw_2013-6-13-15-31-11.pdf

Lucena, M. Flora do Engenho Sacramento, Água Preta, Pernambuco, Brasil. Relatório Técnico. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife, PE. 2009

Ludwig G, Lima GIF, Azevedo RB, Jerusalinsky J, Valença-Montenegro MM, Buss G (2020) Howlers in an anthropogenic matrix: How does an *Alouatta belzebul* group deal with the severely fragmented landscape of the Atlantic forest in Northeastern Brazil? Neotropical Primates 26:7-16

Maharjan, M (2015) Endo-parasites of primates and their zoonotic importance. Zoonoses and Food Hygiene News 2: 1-4

Martinez-Mota R, Kowalewski M, Gillespie T (2015) Ecological Determinants of Parasitism in Howler Monkeys. In: Kowalewski MM, Garber PA (eds) Howler Monkeys: Adaptive Radiation, Systematics, and Morphology. Springer Developments in Primatology pp.259-285 doi:10.1007/978-1-4939-1957-4_10

Martins SS, Ferrari SF, Silva CS (2008) Gastro-intestinal parasites of free-rangin red-handed howlers (*Alouatta belzebul*) in Eastern Amazonia. In: Ferrari SF, Rimolí J (eds) A Primatologia no Brasil 9. Sociedade Brasileira de Primatologia, Aracaju, pp 114-124

Monteiro SG (2014) Parasitologia na medicina veterinária. São Paulo: Roca

Neville et al (1988) The howling monkeys, Genus *Alouatta*. In: Mittermeier AB, Rylands AB, Coimbra-Filho A, Fonseca BAG (eds) Ecology and behaviour of Neotropical Primates. World Wildlife Fund, Washington, pp.349-453

Odália-Rímoli A et al (2008) Behavior patterns of a group of black howler monkey *Aloautta caraya* (Humboldt,1812) in a forest fragment in Terenos, Mato Grosso do Sul: a seasonal analysis. In: Ferrari SF, Rimolí J (ed) A Primatologia no Brasil 9. Sociedade Brasileira de Primatologia, Aracaju

Pereira GA (2009) Aves do Engenho Sacramento, Água Preta, Pernambuco, Brasil. Relatório Técnico. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife, PE.

Pereira FV, Lucena FP, Rodrigues RL, Barros LA, Pires CA, Ferreira AMR, Mello MFV(2020)Prevalência e distribuição espacial da ocorrência de helmintos em primatas não humanos de vida livre no estado do Rio de Janeiro, Brasil . Arq. Bras. Med. Vet. Zootec 72:1705-1712
https://www.scielo.br/j/abmvz/a/SJDJbCVzZh7vCsdNwKQYQ7b/?lang=pt&format=pdf

PERNAMBUCO (2017). Decreto Estadual N°. 44.444 de 17 de maio de 2017. Estabelece limites administrativos provisórios para salvaguardar a área de ocorrência dos macacos-guaribas em Água Preta, Pernambuco

Rondón S, Ortiz M, Léon C, Galvis N, Link A (2017) Seasonality, richness and prevalence of intestinal parasites of three neotropical primates (*Alouatta seniculus, Ateles hybridus* and *Cebus versicolor*) in a fragmented forest in Colombia. International Journal for Parasitology: Parasites Wildl 6: 202-208 https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2017.07.006

Santa Cruz ACM, Borda JT, Patiño EM, Gómez L, Zunino GE (2000) Habitat fragmentation and parasitism in howler monkeys (*Alouatta caraya*). Neotropical primates 8:146-148.

Silva AS, Gressler LT, Lara VM, Monteiro SG, Carregaro AB (2009) Protozoários gastrintestinais em bugios (*Alouatta*) mantidos em cativeiro. Cienc. Anim. Bras 10:669-672. doi: 10.5216/cab.v10i2.1382.

Silva JM (2015) Ecologia, conservação e comportamento de guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul belzebul*) no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Silva MTF, Waquim EC, Sousa, TPR, Gomes NRS, Vasconcelos ARO, Silveira CCOA, Costa FMJ, Evangelista, LSM (2018) Ocorrência de parasitos intestinais em Bugio-preto (*Alouatta caraya*) do Parque Zoobotânico de Teresina, Piauí. Acta Sci. Vet 46: 317 doi: 10.22456/1679-9216.87478

Souza DP; Magalhães MFR, Vieira FM, LIMA SS (2010) Ocorrência de *Trypanoxyuris* (*Trypanoxyuris*) *minutus* (Schneider, 1866) (Nematoda, Oxyuridae) em *Alouatta guariba clamitans* Cabrera, 1940 (Primates, Atelidae) em Minas Gerais, Brasil. Rev. Bras. Parasitol. Vet. 19: 124-126 https://doi.org/10.4322/rbpv.01902011

Stoner KE (1996) Prevalence and Intensity of Intestinal Parasites in Mantled Howling Monkeys (*Alouatta palliata*) in Northeastern Costa Rica: Implications for Conservation Biology. Conserv Biol 10: 539-546. doi:10.1046/j.1523-1739.1996.10020539.x

Stoner KE, González-Di Pierro AM, Maldonado-López S (2005) Infecciones de parásitos intestinales de primates: implicaciones para la conservación. Universidad y Ciencia II: 61-72 www.ujat.mx/publicaciones/uciencia

Stuart MD, Greenspan LL, Glander KE, Clarke MR (1990) A coprological survey of parasites of wild mantled howling Monkeys, *Alouatta palliata*. J Wildl Dis 26: 547–54. doi: 10.7589/0090-3558-26.4.547

Trejo-Macía G, Estrada A (2012) Risk factors connected to gastrointestinal parasites in mantled *Alouatta palliata mexicana* and black howler monkeys *Alouatta pigra* living in continuous and in fragmented rainforests in Mexico. Curr. Zool 58:375-383. doi: 10.1093/czoolo/58.3.375

Valdespino C, Rico-Hernández G, Mandujano S (2010) Gastrointestinal Parasites of Howler Monkeys (*Alouatta palliata*) Inhabiting the Fragmented Landscape of the Santa Marta Mountain Range, Veracruz, Mexico. Am J Primatol 72:539–548 doi: 10.1002/ajp.20808.

Valença Montenegro MM, Carvalho A, Cortes-Ortíz L, Fialho M, Jerusalinsky L, Melo F, MittermeierRA, Ravetta A, Régis T, Talebi M, Veiga LM (2019) *Alouatta belzebul* . *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T39957A17925370. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39957A17925370.en

Vitazkova SK, Wade SE (2006) Parasites of Free-Ranging Black Howler Monkeys (*Alouatta pigra*) From Belize and Mexico. Am J Primatol 68:1089–1097. doi: 10.1002/ajp.20309.

Vitazkova SK, Wade SE (2007) Effects of ecology on the gastrointestinal parasites of *Alouatta pigra*. Int J Primatol 28:1327–1343. doi: 10.1007/s10764-007-9229-2

Volotão ACC, Souza-Junior JC, Grassini C, Peralta JM, Fernandes O (2008) Genotyping of *Giardia duodenalis* from Southern Brown Howler Monkeys (*Alouatta clamitans*) from Brazil. Vet. Parasitol 158:133–137 doi: 10.1016/j.vetpar.2008.07.003

7 CAPÍTULO 3 - Do galho ao chão: Associações ecológicas entre as fezes de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) e besouros escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeinae) na Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil.

Nota: *Este capítulo foi idealizado no formato de artigo para submissão em periódico voltado para a área de Primatologia. Figuras e tabelas foram deixadas no corpo do texto para facilitar a avaliação pela banca e seguir a formatação única da tese. Por ser fruto de uma colaboraçao com pesquisadores da Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal de Pernambuco, os autores serão incluidos na versão de submissão.*

7.1 Resumo

Os besouros da subfamília Scarabaeinae utilizam fezes e carcaças como recursos para sua alimentação e reprodução. Devido ao seu hábito de deslocar e enterrar pelotas de fezes no ambiente, desempenham importantes funções nos ecossistemas como a dispersão secundária de sementes, a ciclagem de nutrientes, a bioturbação e a supressão de parasitas. Por serem sensíveis às alterações ambientais, são considerados ótimos bioindicadores ambientais de ambientes florestados. Nosso objetivo foi descrever a associação de besouros escarabeídeos com as fezes da espécie *Alouatta belzebul* em dois fragmentos de Mata Atlântica e realizar um levantamento desses besouros nas duas áreas de mata e uma área de pastagem bovina. Entre fevereiro e setembro de 2021, foram realizadas coletas ativas de fezes da espécie *A. belzebul* e foram instaladas armadilhas de queda para o levantamento de besouros escarabeídeos nas áreas. De um total de 545 amostras de fezes coletadas de *A. belzebul*, foram encontrados 304 besouros, distribuídos em 10 táxons, incluindo os gêneros *Canthidium, Onthophagus* e a espécie *Eurysternus hirtellus*. As armadilhas de queda coletaram 878 espécimes, distribuídos em 32 táxons (quase três vezes o das fezes), incluindo uma espécie exótica. A associação de besouros escarabeídeos com as fezes de *A. belzebul* foi confirmada para os dois fragmentos de mata e estes apresentaram uma comunidade taxonomicamente similares. A área de pastagem apresentou menor abundância e riqueza de espécies se comparado aos fragmentos de mata, comprovando que a presença de *A. belzebul* nos fragmentos favorece a manutenção das comunidades de besouros escarabeídeos.

Palavras-chaves: rola-bosta, besouro coprófago, primatas, bugio, dispersão sementes

7.2 Introdução

Os besouros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) desempenham importantes funções nos ecossistemas florestais e manejados. Isso porque, ao deslocar e enterrar as pelotas de fezes promovem a dispersão secundária de sementes, a ciclagem de nutrientes, a bioturbação e supressão de parasitas (Halffter e Matthews 1966; Nichols et al. 2008, Vulinec 2000). De acordo com a forma com que esses besouros utilizam o recurso para alimentação e para fins reprodutivos, podem ser divididos em três grupos funcionais: os endocoprideos, que utilizam o recurso diretamente da fonte sem o realocar, os paracoprídeos que fazem túneis abaixo e ao lado dos recursos e os telecoprídeos que rolam pelotas de fezes para distante da fonte do recurso (Halffter e Matthews 1966).

Assim como outras espécies, os besouros escarabeídeos estão sujeitos aos impactos antrópicos causados pelo desmatamento e fragmentação florestal, que além de causar perda de sua própria biodiversidade em uma dada área, impactam diretamente a prestação de seus serviços ecossistêmicos (González-Tokman et al. 2018; Nichols et al. 2008). Por serem sensíveis às mudanças ambientais de caráter antrópico, são considerados ótimos bioindicadores da qualidade de fragmentos florestais preservados, bem como de ambientes em regeneração ou manejados, como é o caso das áreas de pastagens (Audino et al. 2014; González-Tokman et al. 2018; Halffter e Favila 1993; Hernández e Vaz-de-Mello 2009; Nichols et al. 2008; Novelo et al. 2007).

As adaptações ecológicas, comportamentais e da biologia reprodutiva adquiridas pelos besouros escarabeídeos ao longo de seu desenvolvimento para exploração de fezes acompanhou a história evolutiva dos vertebrados, em especial dos mamíferos (Davis et al. 2002). A associação dos besouros escarabeídeos com as fezes de mamíferos esta intimamente relacionada à presença destes nas áreas (Halffter e Matthews 1966), assim a diminuição da

sua biomassa no local afeta diretamente a composição, riqueza e abundância das comunidades de besouros escarabeídeos (Culot et al. 2013; Raine et al. 2018).

A associação de besouros escarabeídeos com fezes de primatas neotropicais foi relatado por diversos autores para os gêneros *Ateles* (Andresen 1999), *Lagothrix* (Noriega 2012), *Callicebus*, *Phitecia* (Jacobs et al. 2008) e para o gênero *Alouatta* que tem sido, de longe, o mais estudado (Amato e Estrada 2010; Andresen 2002; Estrada e Coates–Estrada 1991; Noriega 2012; Pouvelle et al. 2010). Em um estudo mais detalhado, foi observado a presença de besouros escarabeídeos na região genital e anal do primata a espera das fezes serem excretadas (Jacobs et al. 2008). Até o momento, para a espécie *A. belzebul* apenas um único estudo registrou a presença de besouros escarabeídeos nas fezes desses primatas (Silva 2015). Sendo assim, o presente estudo buscou descrever e comparar a associação de besouros escarabeídeos com as fezes de três grupos de guariba-de-mãos-ruivas *Alouatta belzebul*, além de realizar um levantamento da comunidade de besouros escarabeídeos nos dois fragmentos de Mata Atlântica onde ocorre a espécie *A. belzebul*. Nossas hipóteses são: i) Considerando a influencia antrópica e a matriz de pastagem no entorno dos fragmentos de mata, a riqueza e a abundância da comunidade de besouros escarabeídeos será elevada no fragmento de mata de maior extensão, ii) Nas armadilhas iscadas com as fezes de guaribas a abundância e riqueza será alta em relação as demais, uma vez que a associação desses besouros com as fezes dos guaribas esta bem estabelecida devido ao constante fornecimento de grandes quantidades de fezes por parte desse primata de médio-grande porte.

7.3 Metodologia

7.3.1 Área de estudo

Foram escolhidos como área de estudo para a realização das coletas dois fragmentos de Floresta Atlântica, que medem 138 ha e 43 ha, pertencentes ao complexo de Mata de Sacramento, localizada no Município de Água Preta, Pernambuco (08°41'45.9"S - 35°24'37.4"W) (FIDEM 2000; Lucena 2009), e uma área de pastagem vizinha a esses fragmentos, que é destinada a pecuária bovina.

A Mata de Sacramento é composta por vários fragmentos de Floresta Atlântica e possui uma área total de 216 ha, que corresponde às áreas de Reserva Legal do engenho Sacramento, circundada por dois assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). No passado esses assentamentos correspondiam aos engenhos Canoa Rachada e Pedra Ímã, que hoje possuem áreas de plantações de cana-de-açúcar e pequenas produções agrícolas, bem como extensas áreas de pastagem destinadas à pecuária bovina e equina (CPB 2014; Lucena 2009). A escolha de dois entre os cinco fragmentos da Mata de Sacramento deveu-se ao fato de serem as únicas áreas de ocorrência confirmadas da espécie *Alouatta belzebul* no Estado de Pernambuco (CPB 2014; Fialho et al. 2014; Silva 2015) e por estarem incluídos na lista das áreas importantes para a conservação da espécie *Alouatta belzebul* no Centro de Endemismo de Pernambuco, elaborada pelo Plano Nacional para a Conservação dos Primatas Ameaçados do Nordeste - PAN PriNE (CPB 2014).

De acordo com Silva et al. (2010) o município de Água Preta apresenta dois períodos climáticos com níveis de precipitação pluviométrica distintos: um período chuvoso, de março a agosto, e um período seco, de setembro a fevereiro. Durante o presente estudo, ocorrido de fevereiro a setembro de 2021, a precipitação média mensal foi de 136,63 mm

(http://www.ipa.br/indice_pluv.php), a temperatura média anual foi de 24ºC e umidade média anual, 79% (http://pt.climate- data.org/location/43116/).

7.3.2 Grupos de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*)

Foram coletadas amostras de fezes de três grupos de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) habitantes de dois fragmentos da Mata de Sacramento. A composição dos grupos variou entre indivíduos adultos, jovens e infantes (Tabela 1). As coletas foram realizadas no período diurno, entre o horário das 6h às 17h e se coletou todas as amostras de fezes frescas encontradas nos sítios de defecação e após as defecações dos grupos.

Foram coletadas amostras de fezes de três grupos de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) habitantes de dois fragmentos da Mata de Sacramento, que apresentavam dois tamanhos distintos: 138 ha e 43 ha. A composição dos grupos variou entre indivíduos adultos, jovens e infantes (Tabela 1).

Tabela 1 Composição dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas monitorados em dois nos fragmentos da Mata de Sacramento no Município de Água Preta, Pernambuco, Brasil.

Grupo	Fragmento	Composição	Total de indivíduos
Grupo 1	138 há	2 fêmeas adultas 2 machos adultos 2 jovens/ infantes	6
Grupo 2	138 há	1 fêmea adulta 1 macho adulto 4 adultos (sexo indeterminado) 2 jovens/ infantes	8
Grupo 3	43 há	1 fêmea adulta 1 macho adulto 1 adulto (sexo indeterminado) 1 jovem/infante	4

7.3.3 Coleta ativa de besouros nas fezes de *Alouatta belzebul*

Foram realizadas coletas mensais de fezes nas latrinas (sítios de defecação) de três grupos de guaribas-de-mãos-ruivas com base na metodologia empregada por Silva (2015), durante o período de fevereiro a setembro de 2021. Optou-se por realizar as coletas no período diurno, entre o horário das 6h às 17h e se coletou todas as amostras de fezes frescas encontradas nos sítios de defecação e após as defecações dos grupos.

As amostras de fezes coletadas foram armazenadas em potes coletores universais de 80ml e mantidas refrigeradas até serem levadas ao laboratório. Após a triagem das fezes em laboratório, os besouros foram mantidos em álcool 70% e foram identificados com o auxílio de chaves de identificação taxonômicas (Vaz-de-Melo et al. 2011; Rafael 2012), sendo posteriormente depositados na coleção Entomológica da Universidade Federal de Pernambuco. O presente estudo foi totalmente não-invasivo e foi autorizado pelo sistema de licenciamento de pesquisas ambientais do governo brasileiro (Licença SISBIO número: 69593-1).

7.3.4 Coleta de besouros através de armadilhas de queda (*pitfalls*)

O levantamento de besouros escarabeídeo foi realizado em coletas mensais durante o período chuvoso, entre os meses de junho a setembro de 2021, sendo realizadas quatro meses de coletas para o fragmento de Floresta Atlântica maior (mata 1) e para a área de pasto, e apenas uma coleta (mês de agosto) no fragmento de Floresta Atlântica menor (mata 2) devido a restrições de acesso a área. A escolha do período chuvoso para a realização das coletas se

deu por ser tratar do período de aumento expressivo de besouros escarabeídeos em áreas de Floresta Atlântica (Hernández e Vaz-de-Mello 2009).

Em cada fragmento de mata foram escolhidos quatro pontos de coleta próximos as latrinas (sítios de defecação) dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas monitorados e para área de pasto também foi adotado quatro pontos de coleta, onde a distância dos pontos de coleta eram mais de 100m. Para cada ponto foram instalados sistemas contendo três armadilhas de queda (*pitfalls*) em formato triangular, com uma distancia de 10m entre cada armadilha, que foram iscadas cada uma com um tipo de recurso diferente (fezes de guariba, fezes humanas, fezes bovinas). No total foram ativadas 12 armadilhas por área amostral (mata 1, mata 2 e pasto), que foram ativadas por um período de 48 horas em cada mês de coleta (Fig.1).

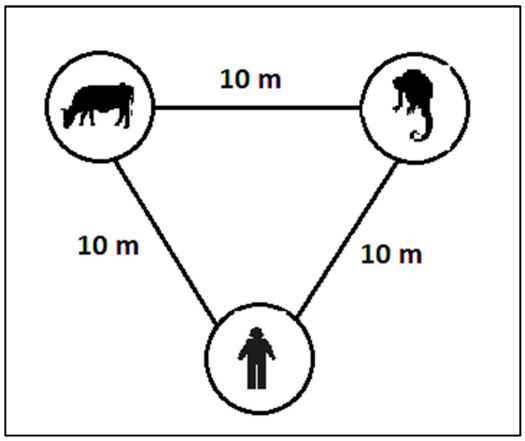


Fig. 1 Esquema do sistema de armadilhas de queda montados nas áreas próximas as latrinas dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas monitorados em dois nos fragmentos da Mata de Sacramento e em uma área de pasto no Município de Água Preta, Pernambuco, Brasil.

As armadilhas de queda foram construídas com recipientes plásticos medindo 15cm de diâmetro e 13cm altura, que foram enterradas ao nível do solo e parcialmente preenchidas com uma solução de água com cloreto de sódio e gotas de detergente neutro para quebrar a tensão superficial da água. Na parte interna das armadilhas, foi colocado um recipiente plástico contendo 25g de fezes para servir de iscas para atrair os besouros de acordo com a

sua disposição no sistema. Foi colocada sobre cada armadilha uma placa circular para proteção contra a chuva (Fig.2)

Fig. 2 As armadilhas de queda (*pitfalls*) utilizadas para coleta de besouros escarabeídeos contendo isca de fezes e instaladas rente ao solo nos fragmentos da Mata de Sacramento, Água Preta, Pernambuco, Brasil (Fonte: Julianne Silva)

Assim como os besouros coletados nas fezes, os besouros capturados pelas armadilhas de queda foram mantidos em meio conservante (álcool 70%), sendo posteriormente preparados para identificação taxonômica através de chaves taxonômicas (Vaz-de-Melo et al. 2011; Rafael, 2012), e realizado seu depósito na coleção Entomológica da Universidade Federal de Pernambuco.

7.4 Resultados

De um total de 545 amostras de fezes coletadas dos grupos de guaribas-de-mãos-ruivas, 158 amostras tinham besouros da Subfamília Scarabaeinae (28,7%). No total foram 304 besouros encontrados nas fezes (1,92 ± 1,42, média ± DP), distribuídos em 10 táxons, incluindo os gêneros *Canthidium, Onthophagus* e a espécie *Eurysternus hirtellus*. O gênero *Onthophagus* apresentou uma maior abundância, porém apenas o gênero *Canthidium* sp.2 esteve presente nas amostras fecais de todos os grupos. O grupo 2 obteve a maior frequência

absoluta no número de besouros encontrados nas amostras de fezes e o grupo 3 foi o que teve menos besouros amostrados (Tabela 2).

Tabela 2 Frequência absoluta dos besouros escarabeídeos encontrados nas fezes de três grupos de guaribas-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) na Mata de Sacramento, Pernambuco, Brasil.

		Mata 1 (138 ha)		**Mata 2 (43 ha)**	
Táxon	**Comportamento**	**Grupo 1 N=60**	**Grupo 2 N=97**	**Grupo 3 N=1**	**Total N= 158**
Ateuchus sp.	Paracoprideo	0	2	0	**2**
Canthidium sp.1	Paracoprideo	1	8	0	**9**
Canthidium sp.2	Paracoprideo	11	42	1	**53**
Canthidium sp.3	Paracoprideo	0	1	0	**1**
Eurysternus hirtellus	Endocoprideo	1	0	0	**1**
Onthophagus sp.1	Paracoprideo	35	67	0	**102**
Onthophagus sp.2	Paracoprideo	41	67	0	**108**
Onthophagus sp.3	Paracoprideo	11	11	0	**22**
Scarabaeinae sp.1	-	0	1	0	**1**
Scarabaeinae sp.2	-	1	2	0	**3**
Não identificados		0	1	0	**1**
Total		**100**	**202**	**1**	**303**

O levantamento de besouros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) por meio de armadilhas de queda (*pitfalls*) resultou na coleta de 878 espécimes, distribuídos em 32 táxons, 12 gêneros e 10 espécies, sendo uma dessas espécies considerada invasora (*Digitonthophagus gazela*) (Tabela 3). Comparando as três áreas de coletas de besouros por armadilhas de queda, foi observado que o fragmento de mata maior (mata 1) apresentou maior abundância de espécimes coletados (n=594), seguida pela mata menor (n=239) e por último a área de pasto (n=45). Com relação a riqueza de táxons, foi verificado que a mata maior apresentou maior número de táxons coletados (n=21), seguido pela área de pasto (n=12) e mata 2 (n=9).

Tabela 3 Táxon dos besouros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados nas armadilhas de queda entre os meses de junho a setembro de 2021 nas três áreas de estudo no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil

	Mata 1						Pasto						Mata 2	
Táxon	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Total**	**(%)**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Total**	**(%)**	**Ago (Total)**	**(%)**
Ateuchus sp.1	1	5	9	6	**21**	**3,53**	-	-	-	-	**0**	**0**	**20**	**8,36**
Ateuchus sp.2	-	2	-	-	**2**	**0,33**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Ontherus sp.1	-	-	-	-	**-**	**0**	-	1	-	1	**2**	**4,44**	**-**	**0**
Canthidium sp.1	8	-	1	5	**14**	**2,35**	-	-	-	-	**0**	**0**	**14**	**5,85**
Canthidium sp.2	37	10	9	2	**58**	**9,76**	-	-	-	-	**0**	**0**	**57**	**23,84**
Canthon mutabilis	-	35	-	-	**35**	**5,89**	3	-	-	8	**11**	**24,44**	**-**	**0**
Canthon scrutatum	1	-	-	-	**1**	**0,16**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Canthon haroldi	-	-	-	-	**-**	**0**	-	-	-	-	**0**	**0**	**6**	**2,51**
Canthon nigripenis	-	-	-	-	**-**	**0**	-	-	-	-	**0**	**0**	**1**	**0,41**
Canthon sp.	-	1	-	1	**2**	**0,33**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Canthonella sp.	-	1	-	18	**19**	**3,19**	-	-	-	1	**1**	**2,22**	**-**	**0**
Coprophanaeus sp.1	5	1	-	-	**6**	**1,01**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Deltochilum irroratum	-	-	-	-	**-**	**0**	-	3	-	-	**3**	**6,66**	**-**	**0**
Diabroctis sp.1	2	-	1	-	**3**	**0,50**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Diabroctis sp.2	-	-	-	-	**-**	**0**	2	-	-	-	**2**	**4,44**	**-**	**0**
Dichotomius gilletti	146	36	36	36	**254**	**42,7**	-	-	-	-	**0**	**0**	**35**	**14,64**
Dichotomius iannuzziae	58	18	30	10	**116**	**19,52**	-	-	-	-	**0**	**0**	**99**	**41,42**
Dichotomius sp.1	-	-	-	-	**-**	**0**	3	-	7	1	**11**	**24,44**	**-**	**0**
Dichotomius sp.2	-	-	-	-	**-**	**0**	1	-	-	-	**1**	**2,22**	**-**	**0**
Dichotomius sp.3	-	-	-	-	**-**	**0**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Digitonthophagus gazella	-	-	-	-	**-**	**0**	-	-	1	-	**1**	**2,22**	**-**	**0**
Eurysternus hirtellus	-	2	-	-	**2**	**0,33**	-	-	-	-	**0**	**0**	**3**	**1,25**
Onthophagus sp.1	33	4	-	-	**37**	**6,22**	2	-	-	-	**2**	**4,44**	**-**	**0**
Onthophagus sp.2	3	4	-	-	**7**	**1,17**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Onthophagus sp.3	-	-	-	-	**-**	**0**	1	-	5	-	**5**	**11,11**	**-**	**0**
Phanaeus esplendidus	-	-	2	-	**2**	**0,33**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Scarabaeinae sp.1	3	-	-	-	**3**	**0,50**	3				**3**	**6,66**	**-**	**0**
Scarabaeinae sp.2	-	-	-	-	**-**	**0**	2				**2**	**4,44**	**-**	**0**
Scarabaeinae sp.3	-	-	-	4	**4**	**0,67**	1				**1**	**2,22**	**-**	**0**
Scarabaeinae sp.4	-	1	-	-	**1**	**0,16**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Scarabaeinae sp.5	-	2	-	-	**2**	**0,33**	-	-	-	-	**0**	**0**	**-**	**0**
Scarabaeinae sp.6	-	-	5	-	**5**	**0,84**	-	-	-	-	**0**	**0**	**4**	**1,67**
TOTAL	**297**	**122**	**93**	**82**	**594**	**100**	**18**	**4**	**13**	**10**	**45**	**100**	**239**	
(% Abundância)	**50**	**20,53**	**15,65**	**13,80**	**100**		**40**	**8,88**	**28,88**	**22,22**	**100**		**100**	
Nº de espécies	**11**	**14**	**8**	**8**			**9**	**2**	**3**	**4**			**9**	

As coletas realizadas no mês de agosto apontaram para uma maior abundância e riqueza de espécimes de besouros nos fragmentos de mata quando comparado a área de pastagem (Tabela 4). Dois gêneros (*Dichotomius* sp.1, *Onthophagus* sp.3) e uma espécie (*Digitonthophagus gazella*) de besouros presentes na área de pasto estiveram restritos a esse ambiente, enquanto que seis táxons (*Ateuchus* sp., *Canthidium* sp.1, *Canthidium* sp.2, *Dichotomius gilletti* e *Dichotomius iannuzziae*) foram exclusivos dos dois fragmentos de mata.

Tabela 4 Comparação dos besouros coletados nas armadilhas de queda no mês de agosto nas três áreas de estudo no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil

	Mata 1 (138 ha)		**Mata 2 (43 ha)**		**Pasto**	
Táxon	**Total de besouros (N)**	**Abundância (%)**	**Total de besouros (N)**	**Abundância (%)**	**Total de besouros (N)**	**Abundância (%)**
Ateuchus sp.1	9	9,67	20	8,36	-	0
Ateuchus sp.2	-	0	-	0	-	0
Ontherus sp.1	-	0	-	0	-	0
Canthidium sp.1	1	1,07	14	5,85	-	0
Canthidium sp.2	9	9,67	57	23,84	-	0
Canthon mutabilis	-	0	-	0	-	0
Canthon scrutatum	-	0	-	0	-	0
Canthon sulcatus	-	0	6	2,51	-	0
Canthon nigripenis	-	0	1	0,41	-	0
Canthon sp.	-	0	-	0	-	0
Canthonella sp.	-	0	-	0	-	0
Coprophanaeus sp.1	-	0	-	0	-	0
Deltochilum irroratum	-	0	-	0	-	0
Diabroctis sp.1	1	0	-	0	-	0

Diabroctis sp.2	-	0	-	0	-	0
Dichotomius gilletti	36	38,70	35	14,64	-	0
Dichotomius ianuzziae	30	32,25	99	41,42	-	0
Dichotomius sp.1	-	0	-	0	7	53,84
Dichotomius sp.2	-	0	-	0	-	0
Dichotomius sp.3	-	0	-	0	-	0
Digitonthophagus gazella	-	0	-	0	1	7,69
Eurysternus hirtellus	-	0	3	1,25	-	0
Onthophagus sp.1	-	0	-	0	-	0
Onthophagus sp.2	-	0	-	0	-	0
Onthophagus sp.3	-	0	-	0	5	38,46
Phanaeus esplendidus	2	2,15	-	0	-	0
Scarabaeinae sp.1	-	0	-	0	-	0
Scarabaeinae sp.2	-	0	-	0	-	0
Scarabaeinae sp.3	-	0	-	0	-	0
Scarabaeinae sp.4	-	0	-	0	-	0
Scarabaeinae sp.5	-	0	-	0	-	0
Scarabaeinae sp.6	5	5,37	4	1,67	-	0
TOTAL	**93**		**239**		**13**	
Nº de espécies	**8**		**9**		**3**	

Em relação à atratividade dos besouros pelas iscas utilizadas nas armadilhas, observamos que as armadilhas iscadas com fezes humanas foram as que apresentaram maior quantidade de besouros escarabeídeos coletados (n=553) e maior riqueza de táxons (n=25) quando comparada as armadilhas iscadas com fezes de guariba (n=238) que apresentou riqueza de 20 táxons e as armadilhas iscadas com fezes bovinas (n=118) e riqueza de 12 táxons, sendo a isca de fezes bovinas a menos atrativa em relação demais (Tabela 5).

Tabela 5 Comparação dos besouros escarabeídeos coletados nas armadilhas de queda com três tipos de iscas diferentes (fezes bovina, fezes de guariba, fezes humana) em uma área de pasto e em dois fragmentos de Mata Atlântica de ocorrência da espécie *Alouatta belzebul,* estudo no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil

	ISCA BOVINA		ISCA GUARIBA		ISCA HUMANA	
Táxon	**Total de besouros (N)**	**Abundância (%)**	**Total de besouros (N)**	**Abundância (%)**	**Total de besouros (N)**	**Abundância (%)**
Ateuchus sp.1	10	8,62	25	10,50	6	1,12
Ateuchus sp.2	1	0,86	-	0	1	0,18
Ontherus sp.1	-	0	-	0	3	0,56
Canthidium sp.1	7	6,03	5	2,10	26	4,87
Canthidium sp.2	35	30,17	12	5,04	93	17,44
Canthon mutabilis	-	0	-	0	11	2,06
Canthon scrutatum	-	0	-	0	1	0,18
Canthon sulcatus	-	0	1	0,42	5	0,93
Canthon nigripenis	1	0,86	1	0,42	-	0
Canthon sp.	-	0	1	0,84	1	0,18
Canthonella sp.	-	0	2	0	18	3,37
Coprophanaeus sp.1	-	0	-	0	7	1,31
Deltochilum irroratum	-	0	-	0	3	0,56
Diabroctis sp.1	-	0	-	0	3	0,56
Diabroctis sp.2	-	0	-	0	2	0,37
Dichotomius gilletti	25	21,55	84	35,29	180	33,77
Dichotomius ianuzziae	30	25,86	71	29,83	114	21,38
Dichotomius sp.1	-	0	5	2,10	6	1,12
Dichotomius sp.2	-	0	-	0	2	0,37
Dichotomius sp.3	1	0,86	2	0,84	-	0
Digitonthophagus gazella	0	0	-	0	1	0,18
Eurysternus hirtellus	1	0,86	1	0,42	3	0,56
Onthophagus sp.1	2	1,72	6	2,52	31	5,81
Onthophagus sp.2	-	0	-	0	7	1,31

Onthophagus sp.3	-	0	3	1,26	3	0,56
Phanaeus esplendidus	-	0	-	0	20	0,37
Scarabaeinae sp.1	-	0	2	0,84	4	0,75
Scarabaeinae sp.2	-	0	2	0,84	-	0
Scarabaeinae sp.3	1	0,86	5	2,10	-	0
Scarabaeinae sp.4	-	0	1	0,42	-	0
Scarabaeinae sp.5	-	0	2	0,84	-	0
Scarabaeinae sp.6	2	1,72	7	2,94-	-	0
TOTAL	**116**		**238**		**533**	
Nº de espécies	**12**		**20**		**25**	

7.5 Discussão

A presença de besouros escarabeídeos do gênero *Canthidium* e *Onthophagus* nas fezes de *Alouatta belzebul* foi relatada por Silva (2015) e também foi encontrado por outros autores em outras espécies do gênero, como *Alouatta palliata* (Amato e Estrada 2010; Estrada e Coates – Estrada 1991) e *A. pigra* (Amato e Estrada 2010) *Alouatta seniculus* (Andresen 1999; Noriega 2012; Pouvelle et al. 2010; Santos- Heredia et al. 2010; Martínez-Hernandez et al. 2012). O padrão de defecação em latrinas exibido pelas espécies de *Alouatta*, que disponibiliza as fezes num mesmo local, favorece a associação dos besouros escarabeídeos, uma vez que espécies como *Canthidium* e *Onthophagus*, possuem o comportamento de escavar e fazer túneis nas fezes (Santos-Heredia et al. 2010). Além disso, a textura das fezes de *Alouatta* favorece a manipulação por parte dos besouros, tornando mais fácil a construção de galerias sob os excrementos e o deslocamento das pelotas de fezes para o ninho (Martínez-Hernandez et al. 2012).

Embora as fezes coletadas nas latrinas dos grupos de *Alouatta belzebul* tenha mostrado a presença de besouros escarabeídeos, confirmado a associação entre esses animais, nossos dados apontaram que as coletas realizadas através das armadilhas de queda (*pitfalls*) apresentaram uma maior sensibilidade na detecção em relação à abundância e riqueza de espécies de besouros envolvidas nesse tipo de associação. É provável que o tempo de permanência de ativação (48hrs) dessas armadilhas favoreça a atratividade dos besouros e disponibilize o acesso destes às fezes durante maior tempo, enquanto que a coleta de fezes após a defecação acaba limitando o acesso desses besouros as fezes.

O levantamento de besouros da subfamília Scarabaeinae em áreas de florestas apontam para uma grande abundância e riqueza de besouros nessas áreas (Campos e Hernández 2013). Contudo em áreas em processo de regeneração e áreas de pastagens a abundância e riqueza tendem a ser baixas (Audino et al. 2014; González-Tokman et al. 2018; Halffter e Favila 1993; Hernández e Vaz-de-Mello 2009; Martínez-Hernandez et al. 2012, Nichols et al. 2008; Novelo et al. 2007). Em nossos resultados a área de pasto apresentou abundância e riqueza baixa quando comparada os dois fragmentos de mata.

Em nossos resultados registramos a ocorrência da espécie exótica *Digitonthophagus gazella* na área de pastagem com uma abundância pequena (n=1). A introdução da espécie exótica *Digitonthophagus gazella* no Brasil foi realizada com objetivo de diminuir as fezes de gado em áreas de pasto, além de realizar o controle biológico de pragas e parasitas presente nas fezes bovinas. Entretanto, essa introdução trouxe consequências para a comunidade de escarabeídeos nativa, uma vez que seu estabelecimento causou impactos como a diminuição da abundância de algumas espécies nativas, chegando a extinção local de outras (Mesquita-Filho et al. 2018).

Nos levantamentos de fauna de besouros escarabeídeos através de armadilhas de queda (*pitfalls*) são utilizados vários tipos de iscas para servir de atrativo para os besouros, dentre essas iscas estão as fezes, as carcaças e restos em decomposição de animais, além de frutas fermentadas (Salomão et al. 2017; Salomão et al. 2018; Santos et al. 2018). O uso da isca de fezes humanas é amplamente empregado nessas coletas, uma vez que se constatou que esse tipo de isca tem uma alta atratividade para esses besouros (Salomão et al. 2018). Embora nossos resultados tenham apontado para a maior atratividade dos besouros pelas armadilhas iscadas com fezes humanas, refutando nossa hipótese que apontava para maior atratividade por armadilhas com iscas de fezes de guariba, o fato da riqueza de táxons encontrados nas armadilhas com fezes dos guaribas ter sido próxima a riqueza das armadilhas com iscas humanas, significa que suas fezes tem sido utilizadas como recursos alimentares e reprodutivos por diversas espécies de besouros escarabeídeos e que essa associação esta bem estabelecida.

Mudanças na estrutura arbórea dos fragmentos também afetam a comunidade de besouros escarabeídeos, que em fragmentos menores e mais isolados apresentam menor abundância e riqueza de espécie (Filgueiras et al. 2011). Isso porque, atividades antrópicas de corte de madeira e caça alteram as características físicas da floresta e afetam a abundância de mamíferos numa área, consequentemente afetam negativamente a comunidade de besouros da região (Latha et al. 2016; Vulinec 2000). Em nossos resultados observamos que os táxons de besouros encontrados nos dois fragmentos de mata apresentaram abundância e riqueza similares, isso significa que apesar de serem fragmentos separados por uma matriz extensa de pastagem e que sofrem constantes impactos antrópicos (desmatamento e caça), conseguem manter as comunidades dos besouros escarabeídeos taxonomicamente similares. Podemos considerar também que o tempo transcorrido desde o início do processo de fragmentação da Mata de Sacramento, não foi longo o suficiente para tornar as comunidades de besouros

escarabeídeos distintas. Neste caso, é provável que a presença do guariba, primata de médio porte, fornecendo grandes quantidades de fezes em pontos específicos (latrinas), favoreça a manutenção das comunidades de besouros escarabeídeos da área. Nosso dados, desse modo, confirmam as conclusões do estudo sobre essa relação, pois segundo Martínez-Hernandez et al. (2012) a afinidade dos besouros pelas fezes desses primatas é tão forte que a diminuição de populações de *A. seniculus* afetou negativamente as populações de besouros escarabeídeos.

Os besouros escarabeídeos são bioindicadores importantes da qualidade dos fragmentos florestais preservados, em regeneração ou manejados, visto que são sensíveis às alterações ambientais (Audino et al. 2014; González-Tokman et al. 2018; Halffter e Favila 1993; Hernández e Vaz-de-Mello 2009; Martínez-Hernandez et al. 2012, Nichols et al. 2008; Novelo et al. 2007). A importância ecológica dos besouros escarabeídeos na prestação de serviços ecossistêmicos vai desde a dispersão secundária de sementes até a ciclagem de nutrientes e a supressão de parasitas numa dada área (González-Tokman et al. 2018; Halffter e Matthews 1966; Nichols et al. 2008, Vulinec, 2000; Nichols et al. 2008). As associações de besouros escarabeídeos e primatas, principalmente do gênero *Alouatta*, merecem destaque, uma vez a dispersão secundária das sementes pelos besouros irá determinar a efetividade da dispersão primária pelos *Alouatta* (Andresen 2002; Santos-Heredia et al. 2010), além de potencialmente contribuir para a regeneração e reprodução das espécies arbóreas locais (Andresen 2002).

De acordo com Filgueiras et al. (2011) os grandes fragmentos presentes na Mata Atlântica ainda são habitats insubstituíveis para a manutenção e integridade das comunidades dos besouros escarabeídeos. Sendo assim, se faz necessário programas de restauração e conservação que busquem a manutenção de manchas florestais e restauração da conectividade entre fragmentos para que a diversidade e função dos escarabeídeos seja mantida (González-Tokman et al. 2018). Neste sentido, associações besouro e fezes de primatas devem ser

consideradas, pois são importantes na manutenção da dispersão secundária de sementes nessas áreas (Andresen 2002; Santos- Heredia et al. 2010). E os dados obtidos no presente estudo consolidam os argumentos necessários para a confecção de corredores e restauração dos ambientes da área de estudo que abriga a única população de guariba no Estado de Pernambuco.

7.6.Conclusão

A coleta ativa de besouros escarabeídeos provenientes das fezes dos guaribas-de-mãos-ruivas confirmou a associação de algumas espécies besouros escarabeídeos com esses primatas, provavelmente de hábito diurno. Entretanto o levantamento dos besouros escarabeídeos através das armadilhas de queda nos apontou com maior sensibilidade amostral em termos de abundância e de riqueza de espécies. Embora tenham tamanhos diferentes, estejam separados por uma matriz extensa de pastagem, e sejam afetados por pressões antrópicas, como particularmente a caça e o desmatamento, os dois fragmentos de mata estudados apresentaram similaridade na abundância e na riqueza de espécies de besouros escarabeídeos. É provável que a presença de mamíferos de médio-grande porte, como guariba-de-mãos-ruivas, favoreça a manutenção das comunidades de besouros escarabeídeos na área. Diante disso, estudos ecológicos das associações entre diferentes espécies são importantes para se entender melhor o ecossistema local e se estabelecer programas de conservação que visem a manutenção de um número maior de espécies.

7.7. Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que concedeu bolsa de doutorado à JMS (bolsa número: 88887.494884/2020-00). Agradecemos, *in memoriam*, ao Sr. José Paulo da Silva e ao Sr. Manuel da Silva, bem como ao Sr. José Matheus e família pelo apoio logístico em campo. Agradecemos ao Ph.D. Dilmar Oliveira pelas considerações durante visita de campo na área de estudo, bem como a assistência em campo de Janaina Kelly, Juliana Lacerda, Kimberlly Mikaelle, Lana Sofia Alcântara, Leonardo Vilas Boas, Luiz Marcos, Marinai Santana, Rodrigo Silva.

7.8 Referências

Amato KR, Estrada A (2010) Seed dispersal patterns in two closely related howler monkey species (*Alouatta palliata* and *A. pigra*): a preliminary report of differences in fruit consumption, traveling behaviour, and associated dung beetle assemblages. Neotropical Primates. 17: 59-66. doi:10.1896/044.017.0203.

Andresen E (1999) Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rain forest. Biotropica. doi:10.1111/j.1744-7429.1999.tb00125.x.

Andresen E (2002) Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seeds. Biotropica. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00537.x

Audino LD, Louzada J, Comita L (2014) Dung beetles as indicators of tropical forest restoration success: Is it possible to recover species and functional diversity?. Biol Conservation 169248–257. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.023

Campos RC, Hernández MIM (2013) Dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeinae) in Atlantic forest fragments in southern Brazil. Rev. Bras. entomol. 57: 47-54. 2013. doi:10.1590/S0085-56262013000100008.

CPB (2014) Áreas Importantes para a Conservação de Primatas no Centro de Endemismo Pernambuco 2014. Documento Técnico do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros (CPB) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Ministério do Meio Ambiente, Brasil. http://*www.icmbio.gov.br/cpb*

Culot L, Bovy E, Vaz-de-Mello FZ, Guevara R, Galetti M (2013) Selective defaunation affects dung beetle communities in continuous Atlantic rainforest. Biol Conservation 163: 79–89. doi:10.1016/j.biocon.2013.04.004

Davis ALV, Scholtz CH, Philips TK (2002) Historical biogeography of Scarabaeinae dung beetle. J.Biogeogr. 29: 1217–1256. Doi:10.1046/j.1365-2699.2002.00776.x

Estrada A , Coates-Estrada R (1991) Howling monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. J Trop Ecol 7:459–474. doi:10.1017/S026646740000585X.

Fialho MS, Valença-Montenegro MM, Silva TCF, Ferreira JG, Laroque PA (2014) Ocorrência de *Sapajus flavius* e *Alouatta belzebul* no Centro de Endemismo Pernambuco. Neotropical Primates 21:214-218. doi: https://doi.org/10.1896/044.021.0215.

FIDEM (2000) Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Social, Fundação de Desenvolvimento Municipal, Recife, 2000.

Filgueiras BKC, Iannuzzi L, Leal IR (2011) Habitat fragmentation alters the structure of dung beetle communities in the Atlantic Forest. Biol Conservation 144: 362–369. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.013

González-Tokman D, Cultid-Medina C, Díaz A, Escobar F, Ocampo-Palacio L, Martínez-Garza C (2018) Success or failure: the role of ecological restoration on the recovery of dung beetle diversity and function in a tropical rainforest. Rev Mex Biodivers 89: 232-242. doi: 10.22201/IB.20078706E.2018.1.2132

Halffter G, Favila ME (1993) The Scarabaeinae an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. Biol Int 27:15-21

Haffter G, Matthews EG (1966) The natural history of dung beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). Folia Entomol. Mex. 12: 1-312. 1966. https://doi.org/10.1002/mmnz.19690450211

Hernández MIM, Vaz-de-Mello FZ (2009) Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae *s. str*.) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. Rev Bras Entomic 53: 607–613. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000400010

Jacobs J, Nole I, Palminter S, Ratcliffe B (2008) First Come, First Serve: "Sit and Wait" Behavior in Dung Beetles at the Source of Primate Dung. Neotrop. entomol. 37:641-645. doi:10.1590/S1519-566X2008000600003.

Latha, T, Young E, Salazar D, Caballero R (2016) Effects of Anthropogenic Disturbance on Dung Beetle (Coleoptera, Scarabaeinae) Community Structure in The Central Belize Corridor, Belize. IOSR-JESTFT 10: 2319-2402.

Lucena, M. Flora do Engenho Sacramento, Água Preta, Pernambuco, Brasil. Relatório Técnico. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife, PE. 2009

Martínez-Hernandez N, Muñoz GS, Quintero KS, Méndez JB (2012) Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) asociados a excrementos de mamíferos en un fragmento de bosque seco tropical en el Departamento del Atlántico, Colombia. Ecol. Austral. 22:203-210

Mesquita-Filho W, Flechtmann CAH, Godoy WAC, Bjornstad ON (2018) The impact of the introduced *Digitonthophagus gazella* on a native dung beetle community in Brazil during 26 years. Biol Invasions 20:963–979 DOI: https://doi.org/10.1007/s10530-017-1603-1

Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezquita S, Favila ME (2008) Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. Biol Conserv 141:1461 – 1474. doi:10.1016/j.biocon.2008.04.011

Novelo ER, Delfín-González H, Morón MA (2007) Copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity in an agroecosystem. in Yucatan, Mexico. Rev. Biol. Trop. 55: 83-99.

Noriega JA (2012) Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) attracted to *Lagothrix lagotricha* (Humboldt) and *Alouatta seniculus* (Linnaeus) (Primates: Atelidae) dung in a Colombian Amazon Forest. Psyche 2012: 1-6. doi:10.1155/2012/437589

Pouvelle S, Jouard S, Feer F, Tully T, Ponge JF (2009) The latrine effect: impact of howler monkeys on the distribution of small seeds in a tropical rain-forest soil. J Trop Ecol 25: 239-248. doi: 10.1017/S0266467409005987

Raine EH, Mikich SB, Lewis OT, Riordan P, Vaz-de-Mello FZ, Slade EM (2018) Extinctions of interactions: quantifying a dung beetle–mammal network. Ecosfera 9:e02491. doi: 10.1002/ecs2.2491

Rafael JA (2012) Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Hollos, São Paulo.

Santos-Heredia C, Andresen E, Zárate DA (2010) Secondary seed dispersal by dung beetles in a Colombian rain forest: effects of dung type and defecation pattern on seed fate. J Trop Ecol 26: 355 - 364. http://journals.cambridge.org/abstract_S0266467410000192

Santos R, Sutil WP, Oliveira JF(2018) Besouros escarabeídeos (Coleóptera: Sacarabaeidae) coletados em remanescente florestal em rio Branco, Acre, Brasil. Agrotrópica 30, 43 - 48.

Salomão RP, Maia ACD, Bezerra BM, Iannuzzi L (2018) Attractiveness of Different Food Resources to Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) of a Dry Tropical Area. *Neotrop. Entomol.* 47, 69-78.

Salomão RP, Bezerra BM, Iannuzzi L (2017) Daily activity of *Dichotomius geminatus* (Arrow, 1913) and *Deltochilum verruciferum* Felsche, 1911 (Coleoptera: Scarabaeinae) facing carrion: from resource perception to feeding. *Rev. Bras. entomol.* 61, 300-306.

Silva JM (2015) Ecologia, conservação e comportamento de guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul belzebul*) no município de Água Preta, Pernambuco, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Silva BB, Ferreira MAF, Silva VPR, Ferreira RC (2010) Desempenho de modelo climático aplicado à precipitação pluvial do Estado de Pernambuco. Rev Bras Eng Agríc Amb 14: 387–395.

Vaz-de-Mello FZ, Edmonds WD, Ocampo FC, Schoolmeesters P (2011) A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). Zootaxa 2854:1-73

Vulineck K (2000) Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys and conservation in Amazonia. FlaEntomol 83:229-241.

8 CAPÍTULO 4 - *Alouatta belzebul*: revisitando o contexto histórico, a situação no Nordeste, os esforços de conservação e as recomendações para manutenção das populações de guaribas do Estado de Pernambuco.

Nota: *Nossa intenção nesse capitulo foi trazer recomendações de conservação para a espécie de primata, conhecida hoje como guariba-de-mãos-ruivas (Alouatta belzebul) no estado de Pernambuco. Para cumprir esse papel, em primeiro lugar, contextualizamos os primeiros registros sobre a existência e as características da espécie. Além disso, inventariamos os estudos que foram realizados com essa espécie, mas particularmente com a população que habita o Nordeste do Brasil. Em segundo lugar, consciente dos fatores que ameaçavam (e ainda ameaçam) sua permanência na área de distribuição original, no Centro de Endemismo Pernambuco, levantamos os esforços, particularmente em termos de políticas públicas, que visam garantir a perpetuação do guariba-de-mãos-ruivas na natureza.*

8.1 Primeiros relatos e estudos recentes sobre o primata guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*)

A nomenclatura científica, cujas bases formadoras foram (e ainda são) duas línguas clássicas e mortas – o latim e o grego – tem na família linguística Tupi-Guarani, a terceira maior contribuição (Amaral 1977; Silva 2019). Apesar da cultura agrafa dos povos indígenas brasileiros, este fato não deveria causar estranheza, em face da rica sociobiodiversidade do país.

De fato, os primeiros relatos sobre a diversidade de flora e fauna, foram feitos por aqueles que desembarcaram no Brasil, no ano de 1500, os portugueses. No entanto o século XVI não foi muito profícuo na descrição da fauna brasileira fundamentada cientificamente. Claramente as observações sobre os animais são amadoras, carregada dos preconceitos advindos da religiosidade, e com conclusões precipitadas resultante de um modo de aprendizado encoberto pela nebulosidade das crenças cultuadas naquela época. O que os europeus ficaram sabendo das riquezas do Brasil pode ser resumido nas entrelinhas da conhecida frase do escrivão Pero Vaz de Caminha, da esquadra de Pedro Álvares Cabral:

"Nesta terra, em se plantando, tudo dá"!

Entre os mais letrados que chegaram ao Brasil, nas diversas embarcações de Portugal e da Espanha (visto que as famílias reais dos dois países eram unidas por laços de sangue e por interesses comerciais), de 1500 a 1630, destacaram-se os padres franciscanos. Frei Vicente do Salvador (1564-c. 1635), nascido Vicente Rodrigues Palha, que recebeu o título de "pai da história brasileira", foi o único entre os franciscanos que residiu em Pernambuco, chegando a ser preso pela esquadra holandesa (1624-1625) na baía de Todos os Santos (Bahia), mas foi logo libertado, retornando a Pernambuco (Almeida 2016a). Assim ele descreveu o guariba-de-

mãos-ruivas, que hoje sabemos tratar-se da espécie *Alouatta belzebul* (L., 1766), família Atelidae, Primates:

> "*... destes há uns que são grandes, chamados guaribas, que tem barbas como homens, e se barbeiam uns aos outros, cortando o cabelo com os dentes; andam sempre em bandos pelas árvores, e se o caçador atira em algum, e não o acerta, matam-se todos de risos, mas se o acerta, e não cai, arranca a flecha do corpo, e torna a fazer tiro com ela a quem o feriu, e logo foge pela árvore acima, e mastigando folhas, metendo-as na ferida se cura, e estanca o sangue com ela*" (Salvador 1954).

Os relatos sobre os atos de se barbearem, de mangarem da má pontaria e de revidarem da flechada, são cômicos e improváveis; porém a observação sobre o uso de folhas mastigadas com função medicinal chama atenção. Diversas espécies de primatas, incluindo os neotropicais, foram registradas fazendo uso medicinal potencial de plantas (e.g., Wrangham e Goodal 1989; Huffman 1997; Huffman 2001; Shurkin 2014; Bowler et al. 2015; Petrone et al. 2017; Souza-Alves et al. 2018). Tal potencial de uso medicinal de plantas ainda não foi observado para *Alouatta belzebul*, sendo um tema interessante para estudos futuros visto que a espécie tem uma dieta predominantemente folívora.

As paisagens, os ecossistemas e a biodiversidade que as tripulações das esquadras da Campanha das Índias Ocidentais encontraram quando aportaram, a partir de 1631, foi descrita com detalhes e precisão mais realista. Tão logo foi nomeado governador do Brasil o holandês, Maurício de Nassau reuniu uma tripulação, selecionada rigorosamente, que encontrava-se plenamente preparada para sistematicamente estudar, registrar em textos e imagens e, com a maior brevidade possível, divulgar para o resto do mundo, a exuberância da nossa sociobiodiversidade. Desde sua chegada ao Brasil, em janeiro de 1637, foram retratados pelos pintores Frans Post e Albert Eckhout uma estonteante variedade de plantas; de animais (do menor dos siris aos maiores, como as antas e as onças); os índios e sua cultura; os africanos

escravizados; as paisagens dos engenhos e usinas de cana-de-açúcar – cultivo que tinha suprimido, a ferro e fogo, uma boa parte de nossas florestas (Dean 2004) – mas também o bioma Mata Atlântica, ainda no seu apogeu, com seus manguezais, suas restingas, seus brejos de altitude e suas águas interiores cercadas por ricas matas ciliares e primárias (Oliveira e Almeida 2016).

Mas o registro de imagens dos animais não se restringiu a ornamentar as "aquarelas" do paisagista Post e do retratista Eckhout, "fotógrafos" oficiais da frota holandesa. O próprio Governador Maurício de Nassau, que não só tomou as primeiras providências para a preservação da Mata Atlântica, reconhecendo o relevante papel dos primitivos habitantes do Brasil nesse processo (Mello 2006), mas sempre que possível, ele próprio anotava e desenhava em seu "*Libri Principis*" tudo que lhe chamava a atenção, de modo a eternizar na memória e na história (Almeida et al. 2011). Porém, no que se refere à biota brasileira, foram os médicos naturalistas da tribulação, Piso e Marcgrave, que registraram, com rigor e profissionalismo, as informações em textos e imagens (Almeida 2016b).

Guilherme Piso, médico mor, dirigiu sua atenção para a vegetação, e com atitude respeitosa absorveu dos pajés das comunidades indígenas, os segredos das propriedades farmacológicas das plantas nativas de Pernambuco (Almeida 2016b). George Marcgrave foi designado inicialmente como assistente naturalista de Piso, e depois como astrônomo e geógrafo de Maurício de Nassau. Marcgrave fez as primeiras observações do céu do Hemisfério Sul (Matsuura 2010), mapeou geograficamente tanto as edificações das cidades quanto os ecossistemas (Barléu 2018); mas o seu principal passatempo – a coleta e o estudo das plantas e animais da região – é sua contribuição mais referenciada (Almeida 2008). A divulgação de suas descobertas provocou um rebuliço na comunidade científica da época. Mas, o que mais impressionou Marcgrave não foi a incomparável diversidade, mas a quantidade de animais encontrada na natureza (Almeida 2016b).

Marcgrave, umas poucas vezes, empreendeu excursões científicas que duraram de 11 a 40 dias de viagem, limitando-se quase sempre a pouca distância do litoral, por questões de segurança; apesar de seu interesse meteorológico e astronômico o ter levado ao monte Itapuamurú (Garanhuns, PE) e ao Forte Ceulen (atual Forte dos Reis Magos, RN), esta última excursão para observar o eclipse lunar de 1641. Numa das mais longas excursões, Marcgrave saiu do Recife/PE e chegou ao Forte Maurício, em Penedo, na foz do rio São Francisco (hoje município de Alagoas). No percurso ele anotou suas impressões sobre a grande quantidade de animais capturados para estudo ou abatidos para alimentar ele e o grupo que o acompanhava, formado por guias índios e soldados da frota holandesa. Os relatos da grande quantidade de animais se revelam na facilidade de obtenção da caça para alimentar o grupo, e no abate de rica variedade de animais, como material para estudo (Almeida 2016a).

No que se refere aos macacos guaribas, podemos distinguir dois momentos nas descrições de Marcgrave: *in situ* e *ex situ*. Os momentos *in situ* ocorreram durante a viagem à Penedo (atual município de Alagoas), e nas excursões mais curtas, nas proximidades da cidade maurícia, que corresponde hoje aos bairros do centro do Recife/PE. Marcgrave descreve, exaltado, a presença de muitos bandos, que se comunicavam cantando em coro, em "*ululos*" retumbantes, que podiam ser ouvidos a quilômetros de distância (Almeida et al. 2011). Os momentos *ex situ* correspondem às observações pormenorizadas de guaribas mantidos nos recintos do horto zoo-botânico do Palácio de Friburgo, tanto comportamentais (como o uso da cauda para se deslocar e o "vício" de morder a própria cauda – estereotipia?); como morfológicas (tamanho e características da pelagem). Este horto possuía um Gabinete de Curiosidades – misto de laboratório para experimentos/dissecações e de local de guarda e catalogação de amostras, ferramentas e ornamentos culturais. Esses gabinetes são considerados como os precursores dos atuais museus de história natural (Almeida et al. 2011).

A obra original "*Historia naturalis Brasiliae*" editado em 1648 por Joannes de Laet reuniu as interpretações das amostras, anotações cifradas e desenhos de plantas e animais de Marcgrave ao trabalho médico de Piso, acrescido de um apêndice de autoria de Laet. Mas, a participação de Laet não se restringiu a uma simples editoração e organização, ele redigiu anotações e introduziu desenhos com a intenção de corrigir falhas e completar imprecisões. Assim procedendo, findou por perpetuar erros na identificação de alguns desenhos. Esse foi justamente o caso do desenho (de número 228) do guariba (Fig 1) desta notável obra, trocada pelo desenho (de número 226) de um cercopitecídeo africano (Fig 2). Mas esses erros foram corrigidos em diversas obras publicadas, entre os séculos XVIII e XIX, por uma série de notáveis naturalistas que se debruçaram sobre o material de Marcgrave, entre os quais o próprio Lineu, que descreveu inúmeras espécies de animais e vegetais e Lichtenstein que identificou os vertebrados (Oliveira e Almeida 2016).

Fig 2 Desenho do guariba trocado pelo cercopitecídeo africano no livro Historia naturalis Brasiliae (1648).

Fig 3. Desenho do cercopitecídeo africano trocado pelo guariba no livro Historia naturalis Brasiliae (1648).

Além das primeiras informações históricas sobre a descrição da espécie *Alouatta belzebul* (Gregorin 2006; Almeida et al 2011), na literatura encontramos estudos em diversas áreas do conhecimento, que abordam desde a sua classificação na lista vermelha de espécies ameaçadas IUCN na categoria Vulnerável (Valença-Montenegro et al. 2019), como sua área de ocorrência no Brasil e no Nordeste (Coimbra-Filho e Rylands 1995; Fialho et al. 2014), levantamento populacional (Coimbra et al. 2022) e também sobre taxonomia e genética populacional (Lima et al 1989; Bonvicino et al 2001; Gregorin 2006; Nascimento et al 2008). Extensos estudos na área de morfologia e anatomia animal (Terra et al. 2018; Fernandes 2020; Pires 2022; Sabec-Pereira et al. 2022), de fisiologia endócrina e bioquímica (Monteiro et al. 2013; Yunes et al 2020) e de parasitologia (Martins 2008; Camarotti et al 2017) também foram realizados. Os estudos ecológicos se concentram nas áreas de dieta (Bonvicino 1985; Camargo 2005; Silva 2015; Ludwing et al. 2020; Pinto et al. 2003; Pinto e Setz 2004; Sagnori et al. 2019), dispersão de sementes (Sagnori et al 2019; Fernandes 2013; Souza et al. 2021), vocalização (Oliveira e Ades, 2010; Silva 2015), comportamento (Bonvicino 1989, Camargo 2005, Porfírio 2005; Aschoff 2012; Martin-Klimoczko et al. 2015; Silva 2015; Ludwing et al

2020), distribuição geográfica (Moraes et al. 2020) e etnoprimatologia (Freire-Filho et al. 2021).

Dos trabalhos citados, tivemos alguns direcionados para as populações nordestinas (e.g Bonvicino 1989; Bonvicino 2001; Coimbra-Filho e Rylands 1995; Aschoff 2012; Fernandes 2013; Fialho et al. 2014; Martin-Klimoczko et al. 2015, Silva 2015; Camarotti et al 2017; Ludwing et al. 2020; Freire-Filho et al. 2021; Souza et al. 2021). e destes apenas dois foram realizados com as populações de Pernambuco (Silva 2015; Camarotti et al. 2017).

8.2 Esforços para a conservação da espécie *Alouatta belzebul*

A espécie *Alouatta belzebul* é atualmente listada na categoria Vulnerável nas listas vermelha nacional e internacional (Valença-Montenegro et al. 2021). Se a categorização da espécie fosse realizada a nível regional, *Alouatta belzebul* potencialmente estaria como Criticamente Ameaçada no Nordeste Brasileiro, tendo em vista as pressões de caça, apanha, fragmentação e destruição do hábitat com previsões futuras de destruição de 94% de áreas adequadas para ocorrência da espécie (Moraes et al. 2020, Freire-Filho et al. 2021, Valença-Montenegro et al. 2021). A caça é reportada para *Alouatta belzebul* em Pernambuco desde o início dos estudos na região na década de 1980. A possibilidade de extinção da espécie no Nordeste levou a criação de projetos diversos focando em translocação, manejo e educação ambiental por universidades, organizações governamentais e não governamentais, além da iniciativa privada (Kieruff et al. 2007).

Mas, certamente, o esforço mais exitoso para a conservação da população de guaribas do nordeste do Brasil foi a criação da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba. A trajetória dessa Unidade de Conservação Federal é o espelho das dificuldades impostas ao processo de

proteção da biodiversidade no Brasil. De acordo com o Plano de Manejo da Rebio Guaribas (Brasil, 2003) em 1977 iniciaram-se as negociações entre a Secretaria Especial de Meio Ambiente do Governo da Paraíba (SEMA/PB) e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para criar a Estação Ecológica de Mamanguape, contando com as áreas de Reserva Legal condominial das parcelas do assentamento do INCRA no local. Porém fatores sociais e econômicos (invasões e especulação imobiliária), acrescidos dos políticos regionais, entre os anos de 1981 e 1988, impediram sua criação.

A virada ocorreu quando, pela primeira vez desde sua fundação em 1979, a diretoria da Sociedade Brasileira de Primatologia (SBPr, gestão 1988-1990) foi composta por pesquisadores da região Nordeste. A articulação antecedeu o III congresso da SBPr, em Juiz de Fora/MG (1987), quando a diretoria nordestina foi eleita. O cartaz do evento trazia um gráfico do declínio da Mata Atlântica mineira e a expressão de um "grito de alerta" no rosto de um guariba (Fig 3a). No congresso seguinte (1989), em João Pessoa/PB, em conjunto com várias outras sociedades científicas abrigadas pela Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), o cartaz da SBPr trazia o guariba de corpo inteiro com a mesma expressão do "grito de alerta" (Fig 3b). A estratégia atraiu a atenção da comunidade científica nacional e internacional para a calamitosa situação de conservação dos primatas da região nordeste do Brasil, e particularmente do guariba. A conjunção da pressão exercida pela comunidade científica com a atmosfera política da época criou a força necessária para fazer o projeto deslanchar. Porém é preciso dar "nome aos bois", ou seja, referenciar aqueles que, com sua juventude e determinação, conseguiram fazer as ações propostas saírem do papel.

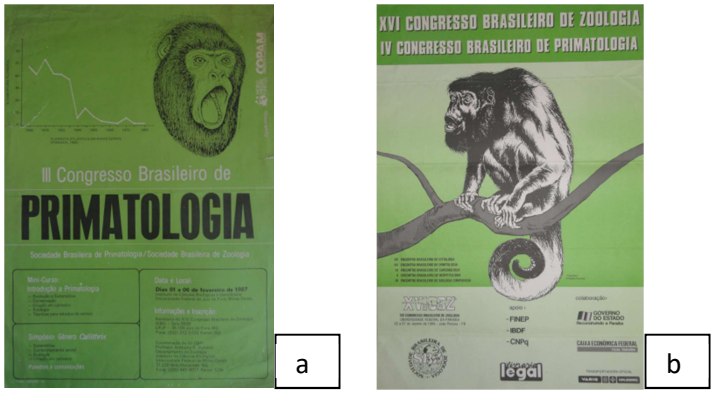


Fig. 4 O "grito de alerta" nos cartazes do III (a) e IV (b) Congressos Brasileiro de Primatologia.

Dois biólogos destacaram-se pela dedicação à causa: Marcelo Marcelino de Oliveira, na articulação política e Simone Porfírio de Souza, no árduo fazer. Nos campos e nos levantamentos de dados, nos laboratórios e na produção de projeto, eles contaram com uma plêiade de especialistas e entusiastas, ancorados inicialmente pelos professores da UFPB, Alfredo Ricardo Langguth Bonino e Carmen Alonso Samiguel da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Entre 1987 e 1988, Marcelo coordenou o projeto de apoio a Estação Ecológica de Mamanguape, que foi aos poucos tomando um formato mais amplo e tendo o guariba como foco.

Em agosto de 1989, o Projeto Guariba foi apresentado ao IBAMA, incluindo em suas ações a transformação da Estação Ecológica de Mamanguape em Reserva Biológicas Guaribas (Brasil, 2003). O nome da reserva biológica foi sugerido em função do fato de que os guaribas estavam praticamente extintos na área, devido à perda de seus habitats. O projeto recomendava a formalização de um compromisso, entre as três esferas públicas, de repovoar a nova unidade de conservação com a espécie homenageada, transformando-a em espécie-bandeira da conservação (Brasil, 2003).

A Reserva Biológica (REBIO) Guaribas figura entre as principais UCs de proteção integral do Estado da Paraíba (Costa-Lima e Alves 2018). Compreende 4.029 ha, se localiza a 52 km ao norte da capital (João Pessoa) e possui três áreas distintas (Araújo et al. 2017). À

época de sua criação abriu o precedente de conter três áreas não contínuas em uma única UC. Criada a partir do Decreto n.º 98.884, de 25 de janeiro de 1990, a REBIO Guaribas abrange os municípios de Mamanguape (SEMA 1, com 674 ha e SEMA 2, com 3.016 ha) e Rio Tinto (SEMA 3, com 339 ha). Está localizada nos sedimentos terciários da Unidade Geomorfológica da Formação Barreiras, conhecida localmente como Tabuleiro, com vegetação predominante variando de floresta semidecídua à savana (tabuleiros) e predominância de floresta úmida tropical ao longo das veredas de drenagens, que retém umidade, como rios e córregos (Melo e Vieira 2017).

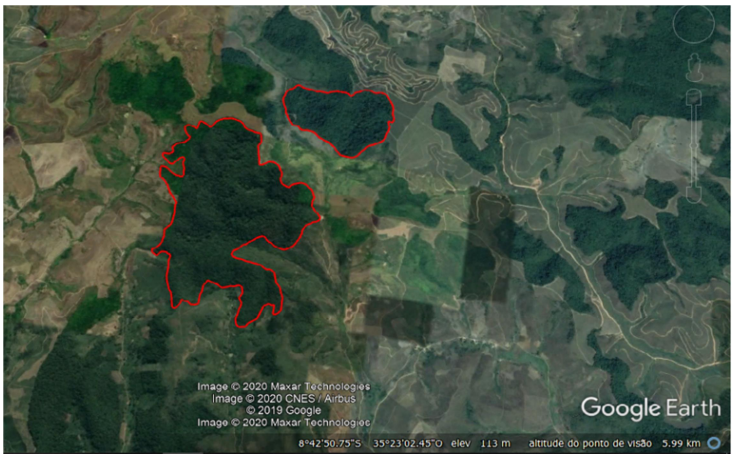
A dissertação de Marcelo (Oliveira 2002) e a tese de Simone (Porfírio 2005) são espelhos da essência de seus respectivos esforços na REBIO Guaribas. Marcelo assumiu, desde a criação, a chefia da REBIO Guaribas (1990-2002), foi superintendente do IBAMA/PB (1992-1993) e chefe, também desde a criação, do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros – CPB (2001-2008). Marcelo e/ou Simone, em colaboração com especialistas nacionais e estrangeiros, realizaram ações de manejo que englobaram criação de filhote em situação de semi-cativeiro, adaptação de radio transmissor (Laroque et al. 2007), re-introduções e translocações de indivíduos, casais e grupos (Porfírio 2005) e estudos de genética de populações de guariba (Nascimento 2007).

O declínio das populações da espécie *Alouatta belzebul* que habitam os fragmentos de Floresta Atlântica do Nordeste fez com que essa espécie fosse incluída entre as seis espécies-alvo do Plano de Ação Nacional Para a Conservação de Primatas Ameaçados do Nordeste – PAN PRINE. O PAN PRINE foi criado em 2012 pelo CPB/ICMBIO em colaboração com as academias e demais instituições públicas e privadas, entre outros tomadores de decisão. O PAN PRINE está em seu segundo ciclo, com finalização prevista para 2023, sendo monitorado periodicamente por um grupo de acessoramento técnico que faz o diagnóstico das metas do plano à medida que vão sendo cumpridas por seus articuladores e colaboradores. A

situação da espécie em Pernambuco se torna mais crítica em relação aos outros Estados, uma vez que sua presença só é registrada no Município de Água Preta (Mata de Sacramento) (CPB 2014, Moraes et al. 2020).

A população de guaribas-de-mãos-ruivas habitantes da Mata de Sacramento atualmente se resume a 25 indivíduos pertencentes a 4 grupos sociais (Silva, observação pessoal), distribuídos em dois fragmentos conforme exposto na presente tese de doutorado (Fig.4). O monitoramento desses grupos ocorre desde 2002, mas a partir de 2013 vem ocorrendo de forma sistemática. Desde então foram observados nascimentos, mudanças na composição dos grupos e aspectos comportamentais e ecológicos (Silva 2015). Devido ao desmatamento intenso na área de uso (*home range*) desses grupos em 2017, o Estado de Pernambuco criou O Plano de Ação Emergencial para Conservação dos Guaribas de Pernambuco (PERNAMBUCO 2017). Esse Plano de Ação Emergencial teve como propostas, dentre outras coisas, coibir o desmatamento, a caça e as queimadas na região, bem como estabelecer uma Unidade de Conservação na Mata de Sacramento para evitar a extinção da espécie no Estado de Pernambuco (PAE 2017). Durante a criação do Plano de Ação Emergencial em 2017, foram realizadas visitas técnicas à prefeitura, realizado palestras e acões de educação ambiental nas associações de moradores e escolas do Município de Água Preta para sensibilizar a população local e tomadores de decisão sobre a importância da preservação do guariba. No entanto, após a criação do plano emergencial, não houve monitoramento do mesmo, a exemplo do que ocorre anualmente com o PANPriNE. Portanto, não existe um diagnóstico das ações e metas do plano emergencial que foram de fato levadas adiante e cumpridas.

Fig 5 Mapa indicando a Mata de Sacramento, única localidade do Estado de Pernambuco com confirmação da ocorrência do *Alouatta belzebul* (Fonte: Google Earth)



8.3 Direcionamentos para a conservação da população de guariba-de mãos-ruivas em Pernambuco

A Mata de Sacramento, onde se encontra a única população conhecida de guariba-de-mãos-ruivas em Pernambuco, esta circundada pelo Engenho Sacramento e por três assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (assentamento Pedra Imã, assentamento Canoa Rachada e assentamento Valentes de Gideões) (Lucena 2009; Pereira 2009). Atualmente a forma de utilização dessas áreas vizinhas a Mata de Sacramento variam desde a agricultura à pecuária bovina. O atual proprietário do Engenho Sacramento, após a última colheita da cana-de-açúcar nas áreas arrendadas a Usina Estreliana em 2018, passou a manter essas áreas com plantas forrageiras para a pecuária bovina (Silva, observação pessoal). Já nos assentamentos, os agricultores parceleiros utilizam as áreas para o cultivo da banana, mandioca, batata-doce, abacaxi e alguns deles destinam parte da parcela para a criação de gado e/ou aluguel de áreas para pastagem (Silva, observação pessoal).

Passada décadas após o desmatamento para a abertura de áreas para o cultivo da cana-de-açúcar, a área da Mata de Sacramento que permaneceu, continuou e continua sofrendo constantes pressões de desmatamento, caça e queimadas. Embora tenha se constatado queimadas nas bordas do fragmento nos anos de 2013 e 2017, bem como a presença de caça na área (circulação de animais domésticos e vestígios de acampamentos e cartuchos de arma de fogo – Silva observação pesssoal), o desmatamento tem sido o principal fator que altera significativamente a cobertura vegetal da área e consequentemente ameaça de forma mais intensa a sobrevivência da espécie *Alouatta belzebul* no local.

Dentre esses desmatamentos, o maior foi observado no ano de 2016, denunciado na reunião do dia 04 de novembro de 2016 do Conselho Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CONSEMA). Esse corte ocorreu, prioritariamente, para aquisição de madeira de espécies arbóreas para a venda e segundo relatos da população do entorno, as toras saiam da mata dentro de caminhões baús durante a madrugada, para não chamar a atenção. De 2017 até março de 2022 não foram observados desmatamentos extensos, mas os grupos de guaribas estão distribuídos em fragmentos pequenos de 138 e 43 hectares, separados por uma matriz de plantas forrageiras e criação de bovinos. O atual proprietário da antiga Usina Sacramento é pecuarista e, além de parecer não demonstrar interesse em criar a uma área protegida, como proposto no Plano Emergencial, tem buscado adquirir novas áreas na vizinhança para aumentar sua criação, o que tem causado preocupação da população do entorno em relação ao futuro das matas e dos assentamentos rurais.

Diante dessa problemática da destruição atual na Mata de Sacramento, se não for feito algo URGENTE, se confirmarão as previsões pessimistas de modelos que demonstram a perda de áreas adequadas para ocorrência da espécie no Nordeste (Moraes et al. 2020). Assim, vimos listar quatro metas que deveriam ser consideradas prioritárias para manutenção da

população de guaribas-de-mãos-ruivas de Pernambuco. Essas metas são baseadas, em parte, nos resultados dessa tese, que mostraram a importância da espécie na dispersão de sementes e na renovação do solo pelas suas interações com besouros. Além disso, considerou-se o baixo risco de infecções parasitárias cruzadas entre os grupos. Assim, vimos como metas importantes:

Meta 1 – Estabelecimento de um monitoramento de longo prazo da população de guaribas-de-mãos-ruivas de Água Preta com apoio do poder público – Além do monitoramento dos animais através das técnicas de varreduras visual e auditiva é recomendado também o uso de outras técnicas como o monitoramento remoto através de armadilhamentos fotográficos e acústicos de dossel e monitoramento espacial de destruição do hábitat.

Meta 2 – Conexão entre os fragmentos onde existem grupos de guaribas-de-mãos-ruivas - Essa conexão pode ser feita através de corredores ecológicos e cercas vivas. Para incentivar gestores e donos das terras, recomenda-se, por exemplo, a redução de impostos ou incentivos fiscais para aqueles que criarem áreas protegidas em suas propriedades.

Meta 3 – Realizar um diagnóstico etnoprimatológico para entender as atuais pressões de caça sobre o guaribas-de-mãos-ruivas e outros animais do local – Estudos etnoprimatológicos são essenciais para diagnóstico de pressões e direcionamentos de políticas públicas de conservação envolvendo a população local.

Meta 4 – Realizar ações contínuas de educação ambiental - Essas ações devem ser direcionadas para as escolas públicas da região, buscando sensibilizar estudantes e capacitar professores para se tornarem multiplicadores de informações voltadas para educação

ambiental, objetivos do desenvolvimento sustentável e preservação do guariba-de-mãos-ruivas.

Meta 5 – Levantamento de novas áreas e transformação das áreas de ocorrência do guariba-de-mãos-ruivas em Unidades de Conservação - A implementação de áreas protegidas dará subsídios para futuros esforços de translocações de indivíduos para melhoramento do fluxo genético das populações habitantes dessas áreas.

8.4 Referências

Almeida AV (2008) Introdução histórico-biográfica. In: PICKEL, B. J. Flora do Nordeste do Brasil Segundo Piso e Marcgrave no século XVII. Recife, EDUFRPE.

Almeida AV, Oliveira MAB, Meunier, IMJ (2011) Animais e plantas do horto zoo-botânico do Palácio de Friburgo (1639-1645) construído por Maurício de Nassau no Recife. Filosofia e História da Biologia 6: 19-35.

Almeida AV (2016a) Os Fransciscanos Naturalistas: as plantas e os animais do Nordeste brasileiro. In: Almeida AV. Historiea revum naturalivm: ensaios históricos culturais sobre ciências biológicas. Recife: EDUFRPE I: 41-66.

Almeida AV (2016b) Plantas e animais assinalados por Marcgrave e Piso em localidades do Nordeste brasileiro do século XVII. In: Almeida, Argus Vasconcelos de, Historiea Rerum Naturalium: ensaios histórico-culturais sobre ciências biológicas. Recife: EDUFRPE, v. I, p. 32-40.

Amaral A (1977) O Tupi-Guarani na nomenclatura das serpentes do Brasil. Revista da Academia Paulista de Letras 87:195-218

Barléu G. (2018) História do Brasil sob o governo de Maurício de Nassau, 1636-1644. Recife, Editora CEPE, 519p.

Bonvicino, C R (1989) Ecologia e comportamento de *Alouatta belzebul* (Primates: Cebidae) na Mata Atlântica. Revista Nordestina de Biologia 6: 149-179. 1989.

Bonvicino CR, Langguth A, Mittermeier RA(1989) A study of pelage color and geographic distribution in *Alouatta belzebul* (Primates:Cebidae). Revista Nordestina de Biologia 6:139-148.

Bonvicino C R, Lemos B, Seuánez HN(2001) Molecular phylogenetics of howler monkeys (*Alouatta*, Platyrrhini): A comparison with kariotypic data. Chromosoma 110:241-246.

Bowler M, Messer E, Claidière N. *et ai.* (2015) Medicação mútua em macacos-prego – A unção social melhora a cobertura de medicamentos antiparasitários aplicados topicamente. *Sci Rep* 5, 15030. https://doi.org/10.1038/srep15030

Camargo CC (2005) Ecologia comportamental de *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) na Amazônia Oriental sob alteração antrópica de hábitat. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Pará, Belém.

Camarotti, FLM, Machado DC, Silva JM, Bezerra, BM, Oliveira MAB, Gomes BS, Silva VL (2017) Parasitas intestinais em guaribas-de-mãos-ruivas *Alouatta belzebul* de um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. In: Silva VL, Ferreira RG, Oliveira MA (eds) A Primatologia no Brasil 14. Ed. UFPE, Recife, pp 424-433.

Coimbra-Filho AF, Rylands AB (1995) On the geographic distribution of the red-handed howling monkey, *Alouatta belzebul*, in North-east Brazil. Neotrop Primates 3: 176-178

Dean W (2004) A Ferro e Fogo: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo, Editora Companhia das Letras, 1ª ed., 484p.

Fernandes R P, Pereira É, Pires V et al. (2020) Anatomia das vias respiratórias de *Alouatta belzebul*. Res., Soc. Dev 9: e5039119927. 10.33448/rsd-v9i11. 9927.

Fialho MS, Valença-Montenegro MM, Silva TCF, Ferreira JG, Laroque PA (2014) Ocorrência de *Sapajus flavius* e *Alouatta belzebul* no Centro de Endemismo Pernambuco. Neotropical Primates 21:214-218. https://doi.org/10.1896/044.021.0215.

Freire-Filho R, Castro CSS, Casanova C, Bezerra BM (2021) Use nonhuman primates by humans in Northeastern Brazil. Primates 62: 1-12.

Gregorin R (2006) Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. Rev Bras Zool 23:64-144. https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000100005

Huffman MA (1997) Current Evidence for Self-Medication in Primates: A Multidisciplinary Perspective. Yearbook of Anthropology 40: 171–200

Huffman MA (2001) Self-medicative behavior in the African great Apes: An Evolutionary Perspective into the Origins of Human Traditional Medicine: In addition to giving us a deeper understanding of our closest living relatives, the study of great ape self-medication provides a window into the origins of herbal medicine use by humans and promises to provide new insights into ways of treating parasite infections and other serious diseases, *BioScience* 51:651-661. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0651:SMBITA]2.0.CO;2

Lima M, Seuanez H (1989). Cytogenetic Characterization of Alouatta belzebul with Atypical Pelage Coloration. Fol primatol 52: 97-101. doi:10.1159/000156387.

Lucena M (2009) Flora do Engenho Sacramento, Água Preta, Pernambuco, Brasil. Relatório Técnico. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Recife, PE

Ludwig G, Lima GIF, Azevedo RB, Jerusalinsky J, Valença-Montenegro MM, Buss G (2020) Howlers in an anthropogenic matrix: How does an *Alouatta belzebul* group deal with the severely fragmented landscape of the Atlantic forest in Northeastern Brazil? Neotropical Primates 26:7-16

Martins SS, Ferrari SF, Silva CS (2008) Gastro-intestinal parasites of free-rangin red-handed howlers (*Alouatta belzebul*) in Eastern Amazonia. In: Ferrari SF, Rimolí J (eds) A Primatologia no Brasil 9. Sociedade Brasileira de Primatologia, Aracaju, pp 114-124

Matsuura OT (2010) O observatório no telhado. Recife, Companhia Editora de Pernambuco, 160p.

Martin-Klimoczko L, Meunier H, Moura A (2015) Sleeping sites choice by a wild group of howler monkeys (*Alouatta belzebul*) in the Atlantic Forest of Brazil. Revue de primatologie 6.

Mello E C (2006) Nassau: governador do Brasil holandês. São Paulo, Editora Companhia das Letras, 320p.

Moraes B, Razgour O, Souza-Alves J, Boubli J, Bezerra B (2020) Habitat suitability for primate conservation in north-east Brazil. Oryx 54: 803-813. doi:10.1017/S0030605319001388

Nascimento F, Bonvicino CR, Oliveira MM, Schneider MPC, Seuánez H (2008). Population genetic studies of *Alouatta belzebul* from the Amazonian and Atlantic Forests. Am J Primatol 70. 423-31. 10.1002/ajp.20507.

Oliveira DAG, Ades C (2004) Long-distance calls in Neotropical primates. Anais da Academia Brasileira de Ciências 76: 393-398. doi: http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652004000200031.

Oliveira MAB, Almeida AV (2016) Os mamíferos descritos pelo naturalista Georg Marcgrave (1610-1644) e a atual situação na mastofauna nordestina. In: Almeida AV. Historiea Rerum Naturalium: ensaios histórico-culturais sobre ciências biológicas. Recife: EDUFRPE, v. I, p. 155-166, Salvador, Frei Vicente do. História do Brasil 1500-1627. 4ª ed. São Paulo. Edições Melhoramentos, 1954.

PERNAMBUCO (2017). Decreto Estadual N°. 44.444 de 17 de maio de 2017. Estabelece limites administrativos provisórios para salvaguardar a área de ocorrência dos macacos-guaribas em Água Preta, Pernambuco.

Pinto ACB, Azevedo–Ramos C, Carvalho JR O (2003) Activity patterns and diet of the howler monkey *Alouatta belzebul* in areas of logged and unlogged forest in Eastern Amazônia. Anim Biodiv Conserv 26: 39–49. http://abc.museucienciesjournals.cat/volume-26-2-2003-abc/activity-patterns-and-diet-of-the-howler-monkey-alouatta-belzebul-in-areas-of-logged-and-unlogged-forest-in-eastern-amazonia-2/?lang=en

Pinto LP, Setz EZF (2004). Diet of *Alouatta belzebul discolor* in an Amazonian Rain Forest of Northern Mato Grosso State, Brazil. Int J Primatol 25:1197–1211. https://doi.org/10.1023/B:IJOP.0000043958.75534.7f

Porfírio S (2005) Ecologia e conservação de *Alouatta belzebul* (Primates, Atelidae). Dissertation, Federal University of Minas Gerais

Sabec-Pereira D K, Lima F, Melo F et al. (2020) Vascularization of the *Alouatta belzebul* brain base. Pesq. Vet. Bras 40: 315-323. 10.1590/1678-5150-pvb-6536.

Segantine A, Melo F, Melo F et al. (2020) Morfological aspects of the digestory tube of *Alouatta belzebul*. Res., Soc. Dev: 9. 1-28. 10.33448/rsd-v9i10.8930.

Shurkin J. News feature: Animals that self-medicate. Proc Natl Acad Sci U S A. 2014 Dec 9;111(49):17339-41. doi: 10.1073/pnas.1419966111. PMID: 25492915; PMCID: PMC4267359.

Silva AP (2019) Saberes tradicionais Tupi: Estar junto, Aprender, *Nhembojera*. Caderno CEDES (Centro de Estudos, Educação e Sociedade)39: 379-396.

Souza-Alves JP , Albuquerque NM , Vinhas L , Cardoso TS,, Beltrão-Mendes R , Jerusalinsky L. (2018) Self-anointing behaviour in captive titi monkeys (Callicebus spp.) Primate Biol., 5, 1–5. https://doi.org/10.5194/pb-5-1-2018

Terra D, Sabec-Pereira D K, Melo FL et al. (2018) Anatomy of the spinal cord of *Alouatta belzebul*. Acta Vet. Bras. 12: 55-61. 10.21708/avb.2018.12.2.7349.

Yunes V, Albuquerque AC, Silva A et al. (2020) Island and Riverine populations of Alouatta belzebul from the Brazilian Amazon parasitized by *Pediculus mjobergi*. Vet. Parasitol 22.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número expressivo de sementes nas fezes e a constatação da germinação de algumas sementes após passar pelo trato digestivo dos guariba-de-mãos-ruivas mostra o potencial desses primatas como dispersor primário na área de estudo, evidenciando a sua importância na manutenção do equilíbrio florístico do ecossistema de Mata Atlântica. Embora nosso estudo não tenha focado na dispersão secundária das sementes encontrada nas fezes dos guaribas-de-mãos-ruivas pelos besouros escarabeídeos, é possível que esse tipo de dispersão ocorra, uma vez que em nossos dados encontramos táxons de espécies botânicas e de besouros de variados tamanhos. Convém lembrar que apesar das pressões antrópicas e a matriz de pastagem no qual os fragmentos de mata estejam inseridos, em ambos os fragmentos esse tipo de associação foi confirmada, reforçando o papel desses primatas como fornecedores de recursos para a manutenção das comunidades de besouros escarabeídeos no local.

Estudos envolvendo levantamentos endoparasitários tem sido utilizados como ferramenta de conservação das espécies, haja visto que através deles é possível entender a relação hospedeiro-parasita e também avaliar a saúde do ambiente, principalmente quando se trata de primatas não humanos que são potencialmente transmissores de zoonoses. Nossos resultados contribuem para o conhecimento sobre os endoparasitos presentes em *A. belzebul* habitantes no último refúgio de Floresta Atlântica da espécie no Estado de Pernambuco e apontam que apesar dos grupos estarem geograficamente distantes, apresentam similaridade de endoparasitos.

A fragmentação de habitats, o desmatamento e a caça tem afetado a permanência nos remanescentes de Mata Atlântica das populações nordestinas de *Alouatta belzebul*, principalmente a população de Pernambuco. Neste caso, a criação de políticas públicas que visem à criação de Unidades de Conservação e a confecção de corredores ecológicos, bem como programas de monitoramento de populações, reintroduções e translocação da espécie são fundamentais para a manutenção desta espécie na Mata Atlântica. O presente estudo reforça a necessidade da criação de políticas públicas mais atuantes no cumprimento das ações e metas propostas para que se possa efetivamente contribuir com a conservação da espécie *Alouatta belzebul* e das espécies que se associam ecologicamente com ela.