

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS DE NOVA XAVANTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

GUILDA ALIMENTAR DE MORCEGOS FRUGÍVOROS EM ESCALAS DE PAISAGENS NA AMAZÔNIA-ECÓTONO- CERRADO

Francimeire Fernandes Ferreira

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ecologia e Conservação.

Orientador: Frederico Augusto Guimarães Guilherme

Nova Xavantina-MT
Dezembro, 2022

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS DE NOVA XAVANTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

**GUILDA ALIMENTAR DE MORCEGOS FRUGÍVOROS EM
ESCALAS DE PAISAGENS NA AMAZÔNIA-ECÓTONO-
CERRADO**

Francimeire Fernandes Ferreira

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ecologia e Conservação.

Orientador: Frederico Augusto Guimarães Guilherme

Nova Xavantina-MT
Dezembro, 2022

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)
To the FAPEG financial support under the PELD-Jataí Project
(process number 2017/10267000329).

Instituto Federal de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda Edital
052/2020 PROPES

This study was partially funded by CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brazilian Ministry of Education)

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

F383g Ferreira, Francimeire Fernandes.

Guilda alimentar de morcegos frugívoros em escalas de paisagens na Amazônia-Ecótono-Cerrado / Francimeire Fernandes Ferreira. – Nova Xavantina, 2023.

117 f. ; 30 cm.; 30 cm. il. Color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tese/Doutorado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* (Doutorado) Ecologia e Conservação, Faculdade de Ciências Agrárias Biológicas e Sociais Aplicadas, Câmpus de Nova Xavantina, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2023.

Orientador: Dr. Frederico Augusto Guimarães Guilherme.

1. Diversidade. 2. Ecótono. 3. Interação. 4. Impactos. 5. Paisagem. I. Guilherme, F. A. G., Dr. II. Título.

CDU 599.41:574(817.2)

TERMO DE APROVAÇÃO

GUILDA ALIMENTAR DE MORCEGOS FRUGÍVOROS EM ESCALAS DE PAISAGENS NA AMAZÔNIA-ECÓTONO-CERRADO

Francimeire Fernandes Ferreira

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ecologia e Conservação.

Aprovado em [06] de [dezembro] de [2022].

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Frederico Augusto Gimarães Guilherme (Orientador)
Universidade Federal de Jataí

Prof. Dr. Christiano Peres Coelho (Membro titular-Externo)
Universidade Federal de Jataí

Prof. Dr. Marlon Zortéa (Membro titular-Externo)
Universidade Federal de Jataí

Prof. Dr. Fabricius Maia Chaves Bicalho Domingos (Membro titular-Interno)
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes (Membro titular-Interno)
Instituto Federal Goiânia

Prof. Dr. Divino Vicente Silverio (Membro suplente)
Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Gustavo Rodrigues Canale (Membro suplente)
Universidade Federal de Mato Grosso

Dedico a minha família.

Dedico aos quirópteros, por me instigar a compreender melhor o mundo ao meu redor.

Dedico a todos os “morcegologos” e admiradores, pois somente com dedicação podemos reverter o infame misticismo que os cercam, convertendo em sua preservação e conservação assegurando e seus serviços ecossistêmicos.

Dedico aos cientistas das “ciências naturais” e admiradores, pois não é fácil correr contra o tempo. Uma vez que as paisagem naturais estão sumindo à cada dia, e com ela os seres vivos e sua compreensão do valor ambiental que iria nos proporcionar, se não fosse o egocentrismo (movido pelo capitalismo), a ignorância e o desconhecimento humano.

AGRADECIMENTOS

Sou grata ao Programa de Ecologia e Conservação da UNEMAT e toda sua equipe. Pois, através da ajuda de vocês consegui subir mais um degrau nessa infame escada acadêmica-profissional. Obrigada por acreditar em meu potencial e molda-lo com eficiência e carinho.

Obrigada a CAPES/FAPG, pela bolsa de pesquisa, a qual foi extremamente importante para os gastos de campo e compra de literaturas na área da pesquisa. A UFJ e ao PELD-Jataí, pelo auxílio financeiro de campo e doação de amostras biológicas (sementes) para comparação e identificação das sementes coletada no estudo. Ao IFMT, pelo auxílio de campo e compra de materiais, principalmente ao *campus* Pontes e Lacerda em nome do Professor Dr. Estéfano Teixeira Silva (diretor), Professora Dra. Kaline Arruda de Oliveira (chefe do Laboratório de Química) e Professor Dr. Sérgio Gomes da Silva (chefe do Laboratório de Biologia) pelo acesso aos espaços, uso de materiais e equipamentos, sem o qual jamais conseguiria executar o estudo, ainda mais perto de meus filhos.

Sou grata ao meu orientador Professor Dr. Frederico Augusto Guimarães Guilherme por ter acreditado em meu potencial desde o início (com a carta de aceite e depois lutado para que ficasse sob sua orientação), e me adotado como uma “filha”, pois é Fred, assim que o vejo. Obrigado por me guiar pelo caminho sinuoso de toda etapa de minha formação no doutorado, reconhecendo meus limites e problemas pessoais, enfim, como sou por completa. Você me deu liberdade, incentivou, fez ter calma, agarrar as oportunidades, sempre incentivando seguir a diante, e como ser uma futura professora e orientadora melhor (você é uma dessas raridades “coerente”). Não tenha dúvidas de que me espelharei em ti, quando alcançar tal feito. Deixo a você meu eterno agradecimento por moldar meu ser.

Agradeço ao meus colegas de turma, pelo companheirismo de altas horas nessa empreitada do Dr, entre uma disciplina e outra. Especialmente à Elaine Dutra (por sempre me “raptar” do *campus* em Nova Xavantina quando estava só e longe de minha família, você me levava para sua casa e compartilhava sua família e história) e Facundo Alvares (por me entender, compartilhar sua história, pela força emocional e principalmente pela paciência, pela colaboração em artigo, acredito que ainda terá muitos... amigo).

Agradeço em nome da Professora Dr. Michelline (UNB) a todos os especialistas que me ajudaram ou sanaram minhas dúvidas na identificação das espécies vegetais e animais durante todo o estudo, assim como, em todo percurso acadêmico. Aprendi com vocês não só

apenas critérios de identificação, mas a importância do compartilhamento de conhecimentos técnicos (em nome do Dr. Gilberto Sabino-Jr). Obrigada pelos conselhos (através de bancas, em nome do Dr. Fabrício Domingos – UFP, que acompanhou desde o início, na defesa do projeto na entrada ao programa, o desenho amostral no meio e a defesa do Dr. no final), avançando a ciência em si, não para o avanço apenas de seus envolvidos. Obrigado pelo tempo investido em todo ensinamento e alavancando uma ciência sem interesses diretos, apenas pelo mundo melhor. O mundo necessita de mais pessoas com o perfil de vocês.

Obrigada ao meus cunhados e amigos (Izabel e Murilo) por ficarem com meus filhos e cuidarem deles como se fossem seus próprios filhos, entre um dia e outro na qual estava em campo.

Sou grata pelo companheirismo de minha família (mãe, pai, irmã e especialmente meus filhos e marido ao qual acompanharam tudo de camarote o mais íntimo possível), e muitas vezes foram pacientes e entrederam meu isolamento, as frustrações, as sensibilidades, a enfermidade... me incentivando a concluir mais um mirabolante e real sonho. Também comemoraram comigo cada obstáculo avançado, objetivo concluído e sonhos realizado nesse caminho até aqui. Agradeço a vocês minhas “BATATINHAS”, pela paciência, pela força nas “batalhas” e por permitir à divisão da mamãe com outras funções. Obrigada “AMOR” por me compreender e levantar inúmeras vezes, por seu apoio incondicional, parceria total, e pelo companheirismo nessa estrada côncava da vida, te amo SEMPRE.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	3
CAPÍTULO 1: DIVERSIDADE ALIMENTAR DE MORCEGOS FRUGÍVOROS EM PAISAGENS FRAGMENTADAS NA AMAZÔNIA-ECÓTONO-CERRADO.....	
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1. <i>Área de estudo</i>	10
2.2. <i>Captura dos morcegos frugívoros</i>	12
2.3. <i>Coleta e triagem de amostras fecais</i>	13
2.4. <i>Análise de dados</i>	13
3. RESULTADOS.....	15
4. DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
7. APÊNDICES.....	33
CAPÍTULO 2: A ABUNDÂNCIA DETERMINA AS REDES DE INTERAÇÕES ENTRE MORCEGOS FRUGÍVOROS E PLANTAS EM ESCALA DE PAISAGENS NA AMAZÔNIA-ECÓTONO-CERRADO.....	
1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3. RESULTADOS.....	41
4. DISCUSSÃO.....	44
5. CONCLUSÃO.....	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
7. APÊNDICES.....	49
CAPÍTULO 3: TESTANDO TRATAMENTOS: A GERMINAÇÃO DE SEMENTES PÓS-TRATO DIGESTÓRIO DE MORCEGOS ATRAVÉS DE UM PROTOCOLO LABORATORIAL.....	
1. INTRODUÇÃO.....	58
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	59
2.1. <i>Coleta e experimento de germinação</i>	61
2.2. <i>Análise de dados</i>	63

3. RESULTADOS.....	64
4. DISCUSSÃO.....	69
5. CONCLUSÃO.....	71
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
7. APÊNDICES.....	77
APÊNDICES GERAIS ABORDANDO OS 3 CAPÍTULOS.....	90
ANEXOS GERAIS ABORDANDO OS 3 CAPÍTULOS.....	92

LISTA DE FIGURAS

Introdução Geral

Figura 1. Esquema adaptado de Wang e Smith sobre o ciclo de dispersão de sementes. Fonte: Wang, B.C.; Smith, T.B. 2002. Closing de seed dispersal loop. TREE, 17(8): 379-385. Com modificações.....	2
---	---

Capítulo 1

Figura 1. Área de estudo, com os 24 remanescentes florestais pré-selecionados entre o município Cacoal, Rondônia a Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso em áreas de Amazônia-Ecótano-Cerrado.....	11
Figura 2. Riqueza e % de abundância das espécies/morfotipos vegetais amostradas nas fezes dos morcegos frugívoros ao longo de uma escala de paisagem Amazônia-Ecótano-Cerrado.....	16
Figura 3. Boxplot testando as diferenças na abundância dos morfotipos de sementes em função dos biomas amostrados (Amazônia-Ecótano-Cerrado).....	17
Figura 4. Análise de similaridade e dissimilaridade NMDS – (Símbolos: ●Amazônia ○Cerrado ×Ecótano) (A); Dendograma de agrupamento dos pontos de amostragem x morfotipos vegetais encontradas nas fezes de morcegos frugívoros entre Amazônia-ecótano-Cerrado (B).....	18
Figura 5. Avaliação da distribuição da riqueza/abundância dos morfotipos vegetais em Interior e Borda entre os biomas Amazônia-Ecótano-Cerrado.....	19

Capítulo 2

Figura 1. Ambientes onde estão localizados os 24 remanescentes florestais na paisagem de Amazônia (Rondônia), Ecótano e Cerrado (Mato Grosso).....	42
Figura 2. Redes de frugivoria e dispersão de sementes por morcegos em uma escala de paisagem nos ambientes Amazônia, Ecótano e Cerrado nos estados de Rondônia e Mato Grosso, Brasil.....	46
Figura 3. A abundância dos morcegos como preditor das métricas: grau normalizado, força da espécie e centralidade por proximidade (PC1) assumidas por essas espécies em suas respectivas redes de interações.....	47
Figura s1. Teste de correlação de métricas a nível de espécie entre os ambientes Amazônia, Ecótano e Cerrado.....	56
Figura s2. Teste de correlação de Spearman entre os atributos das species de	

morcegos que apresentaram relação com as taxas de consumo de frutos.....	56
--	----

Capítulo 3

Figura 1. Evolução dos índices de germinação de acordo com o tratamento utilizado (GRP= % germinabilidade; GSP= Taxa média de germinação; MGT= Tempo médio de germinação (h); MGR= Velocidade média de germinação.....	66
--	----

Figura 2. Box plots dos índices de germinação testado de acordo com o tratamento. (GRP= % germinabilidade; GSP= Taxa média de germinação; MGT= Tempo médio de germinação (h); MGR= Velocidade média de germinação.....	67
--	----

Figura 3. Box plots para os índices de germinação da família botânica Hypericaceae entre as espécies de morcegos <i>C. brevicauda</i> e <i>C. perspicillata</i> . (GRP= % germinabilidade; GSP= Taxa média de germinação; MGT= Tempo médio de germinação (h); MGR= Velocidade média de germinação.....	68
--	----

Figura 4. Box plots para os índices de germinação da família botânica Piperaceae entre as espécies de morcegos <i>C. brevicauda</i> e <i>C. perspicillata</i> . (GRP= % germinabilidade; GSP= Taxa média de germinação; MGT= Tempo médio de germinação (h); MGR= Velocidade média de germinação.....	68
--	----

Apêndices gerais

Figura 1: espécies vegetais identificadas; local de captura na Amazônia; Morcego frugívoro capturado carregando um fruto.....	90
---	----

Figura 2: espécies vegetais identificadas; local de captura na Amazônia; Morcego frugívoro capturado carregando um fruto.....	91
---	----

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Diversidade de espécies de morcegos frugívoros e número de amostras fecais com a presença de sementes por área de amostragem (AB: Abundância de espécimes de morcegos; SE: Semente).....	15
--	----

Tabela 2. Diversidade vegetal registrada em fezes de morcegos em uma escala de paisagem entre Amazônia-Ecótomo-Cerrado. Legenda: <i>Cben</i> (<i>C. benkeithi</i>), <i>Cbre</i> (<i>C. brevicauda</i>), <i>Cper</i> (<i>C. perspicillata</i>), <i>Gsor</i> (<i>G. soricina</i>), <i>Htho</i> (<i>H. thomasi</i>), <i>Lsil</i> (<i>L. silvicolium</i>), <i>Gcre</i> (<i>G. crenulatum</i>), <i>Pste</i> (<i>P. stenops</i>), <i>Pdis</i> (<i>P. discolor</i>), <i>Pelo</i> (<i>P. elongatus</i>), <i>Phas</i> (<i>P. hastatus</i>), <i>Alit</i> (<i>A. lituratus</i>), <i>Aobs</i> (<i>A. obscurus</i>), <i>Apla</i> (<i>A. planirostris</i>), <i>Dcin</i> (<i>D. cinereus</i>), <i>Pfus</i> (<i>P. fusciventris</i>), <i>Pinc</i> (<i>P. incarum</i>), <i>Slil</i> (<i>S. lilium</i>), <i>Stil</i> (<i>S. tildae</i>), <i>Ubil</i> (<i>U. bilobatum</i>), <i>Umag</i> (<i>U. magnirostrum</i>).....	33
---	----

Capítulo 2

Tabela 1. Descritores ecológicos referentes às redes de interações entre morcegos frugívoros e plantas na Amazônia, Ecótomo e Cerrado.....	45
--	----

Tabela S1. Estação de amostragem dos remanescentes florestais nos ambientes de Amazônia, Ecótomo e Cerrado.....	57
---	----

Capítulo 3

Tabela 1. Quantidade de amostras e seus respectivos morfotipos vegetais vs morcegos frugívoros, submetidos a germinação (Legenda: <i>Ali t</i> = <i>Artibeus lituratus</i> ; <i>Aobs</i> = <i>A. obscurus</i> ; <i>Apla</i> = <i>A. planirostris</i> ; <i>Cben</i> = <i>Carollia benkeithi</i> ; <i>Cbre</i> = <i>C. brevicauda</i> ; <i>Cper</i> = <i>C. perspicillata</i> ; <i>Phas</i> = <i>Phyllostomus hastatus</i> ; <i>Pinc</i> = <i>Platyrrhinus incarum</i> ; <i>Slil</i> = <i>Sturnira lilium</i> ; <i>Stil</i> = <i>S. tildae</i>).....	64
Índices de germinação adquiridos nos pacotes GerminaR, tidyverse e knitr do software R.....	77
Protocolo de pesquisa em germinação de sementes dispersas por morcegos.....	86

RESUMO

A compreensão dos padrões dos ciclos ecossistêmicos é fundamental para ecologia, uma vez que boa parte dos ambientes naturais estão sendo fragmentados por fortes impactos no uso inadequado da terra, como ocorre na extensa região ecotonal entre os biomas da Amazônia e Cerrado. Quirópteros possuem alta diversidade nesses biomas e têm importante papel ecológico, como os morcegos fitófagos que se alimentam de parte de plantas, garantindo a polinização e dispersão de uma gama de espécies vegetais. Nossa pesquisa visa compreender a composição dessas guildas alimentares de interação entre morcego-planta em uma escala geográfica entre Amazônia-Ecótono-Cerrado, de forma a avaliar a diversidade vegetal associada aos morcegos, bem como as respostas à fragmentação com base nos recursos vegetais, a estrutura das redes de interações morcego-fruto, além da importância dos morcegos frugívoros na germinação dessas espécies vegetais. Capturamos morcegos frugívoros em 24 remanescentes florestais conectados e isolados e distribuídos no bioma da Amazônia (n=8), Ecótono (n=8) e Cerrado (n=8). Os morcegos foram capturados com redes de neblina e as fezes coletadas foram triadas em laboratório e submetidas a experimentos de germinação. Análises estatísticas foram realizadas para verificar as diferenças na distribuição das espécies vegetais entre os biomas, bem como, para analisar os efeitos das características dos ambientes sobre a distribuição das espécies vegetais encontradas nas fezes dos morcegos. Para verificar a estrutura das redes de interações nos ambientes amostrados utilizamos a teoria de redes, com uso de métricas e pacotes estatísticos. Para verificação do processo de germinação de sementes consumidas por morcegos frugívoros construímos um protocolo específico e, testamos diferentes tratamentos sobre o mesmo conjunto de dados para analisar qual melhor tratamento a ser adotado em estudos de frugivoria de morcegos com uso do material fecal. Os resultados denotaram 77 morfotipos de sementes dispersas pelos morcegos frugívoros nas paisagens de Amazônia-Ecótono-Cerrado. A abundância foi o preditor na formação das redes de interações morcego-fruto. O tratamento de germinação direta pós-separação das sementes do material fecal se mostra o mais viável a ser utilizado em estudos de germinação. Pesquisas com esse enfoque são fundamentais para conhecer os processos de dispersão pelos morcegos frugívoros e a manutenção dos remanescentes florestais na região neotropical.

Palavras-chave: diversidade, ecótono, interação, impactos, paisagem.

ABSTRACT

Understanding the patterns of ecosystem cycles is fundamental for ecology, since a good part of the natural environments are being fragmented by strong impacts on inappropriate land use, as occurs in the extensive ecotonal region between the Amazon and Cerrado biomes. Chiroptera have high diversity in these biomes and play an important ecological role, such as phytophagous bats that feed on parts of plants, ensuring the pollination and dispersal of a range of plant species. Our research aims to understand the composition of these feeding guilds of bat-plant interaction on a geographical scale between Amazonia-Ecotone-Cerrado, in order to assess the plant diversity associated with bats, as well as responses to fragmentation based on plant resources, the structure of bat-fruit interaction networks, in addition to the importance of fruit bats in the germination of these plant species. We captured fruit bats in 24 connected and isolated forest remnants distributed in the Amazon (n=8), Ecotone (n=8) and Cerrado (n=8) biome. The bats were captured with mist nets and the feces collected were sorted in the laboratory and submitted to germination experiments. Statistical analyzes were carried out to verify differences in the distribution of plant species among biomes, as well as to analyze the effects of environmental characteristics on the distribution of plant species found in bat feces. To verify the structure of the networks of interactions in the sampled environments, we used the theory of networks, using metrics and statistical packages. To verify the germination process of seeds consumed by fruit bats, we built a specific protocol and tested different treatments on the same data set to analyze the best treatment to be adopted in studies of frugivory in bats using fecal material. The results denoted 77 seed morphotypes dispersed by fruit bats in the Amazon-Ecotone-Cerrado landscapes. Abundance was the predictor in the formation of bat-fruit interaction networks. The direct germination treatment after separating the seeds from the fecal material is the most viable to be used in germination studies. Research with this focus is essential to understand dispersal processes by fruit bats and the maintenance of forest remnants in the Neotropics.

Keywords: diversity, ecotone, interaction, impacts, landscape.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A ecologia busca compreender os padrões de distribuição de espécies em seus habitats, bem como as fontes de variação da abundância, riqueza e composição de espécies nestes locais, e os fatores bióticos e abióticos que regulam estes processos (LEIBOLD, 2004; ZHOU e ZHANG, 2008). Compreender esses padrões é um dos maiores desafios para a biologia da conservação, que busca entender os contextos dos impactos do uso da terra pelos humanos, os efeitos das ações antrópicas sobre alterações na estrutura e composição da comunidade da fauna e flora, bem como, sobre as associações inter e intraespecíficas nos ecossistemas (FARNEDA *et al.*, 2015).

Com as constantes alterações ambientais, a diversidade de espécies vem sendo impactada e, estes efeitos podem ser percebidos tanto a nível global quanto nas comunidades locais, que podem ser impactadas positivamente ou negativamente (WEBALA *et al.*, 2011). Fato esse que já vem ocorrendo com as pressões de atividades pecuárias e agrícolas de grande escala e tende a aumentar nos próximos anos (WEARN e REUMAN, 2012; KUSCHNIG *et al.*, 2021). Isso ocorre devido ao vasto histórico de exploração, que se inicia com atividades de extração de madeira (BARLOW *et al.*, 2006) e pode ocorrer a diminuição da riqueza e composição de espécies (FELIPE-LÚCIA *et al.* 2020).

Os morcegos são um bom modelo para avaliação dos efeitos da fragmentação de habitats sobre suas comunidades (HANSPACH *et al.*, 2012) e, também sobre suas relações ecológicas com outros seres vivos, pois os morcegos dependem da distância e da qualidade dos fragmentos florestais dos quais forrageiam (RIPPERGER *et al.*, 2015). Morcegos usam o voo para o deslocamento e, fazem isso sobre extensas áreas de paisagens fragmentadas (MEYER e KALKO, 2008). São reconhecidas mais de 180 espécies de morcegos no Brasil (GARBINO *et al.*, 2020), com hábitos alimentares fitófagos (consumidores de parte de plantas: frugívoros, nectarívoros, polinívoros, folívoros e granívoros), animalívoros (se alimentam de outros animais), insetívoros, carnívoros generalistas, piscívoros, ranívoros, sanguívoros (ou hematófagos) e onívoros (alimentação generalista incluindo plantas e animais).

Os morcegos envolvidos no processo de regeneração florestal são os de hábitos alimentares frugívoros e, podem estar correlacionados a duas síndromes de interação entre os morcegos e as plantas (VAN DER PIJL, 1972; HEITHAUS, 1982), que é a quiropterofilia (polinização) e a quiropterocoria (dispersão de sementes). Algumas

hipóteses foram propostas para mensurar o papel dos morcegos frugívoros como agentes dispersores, uma delas é a hipótese de fuga proposta por Janzen (1970) e Connell (1971). Ou seja, pelo fato de voarem grandes distâncias em uma noite e comportamento de coletar o fruto para consumi-lo em outro local (BERNARD e FENTON, 2003). Assim, os morcegos favorecem a dispersão de sementes, considerando que as sementes que permanecem próximas a planta-mãe tendem a uma maior mortalidade, por predação ou patógenos associados (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971). Dessa forma, morcegos frugívoros participam de quase todos os processos de dispersão de sementes (WANG e SMITH, 2002). Onde primeiramente ocorre os processos de fecundação de óvulos, com a consequente produção do fruto, pela ação dos morcegos nectarívoros (FLEMING et al., 2009), e posteriormente entra em ação os morcegos frugívoros, com a remoção dos frutos (HODGKISON et al., 2013) e, o processo de dispersão das sementes (PEÑA-DOMENE et al., 2014), que contribuem para essa germinação (ROJAS-MARTINEZ et al., 2015). Isso denota a importância dos morcegos frugívoros em relação a prestação de serviços ecossistêmicos gratuitos e processo de manutenção positiva dos sistemas ecológicos (Figura 1).

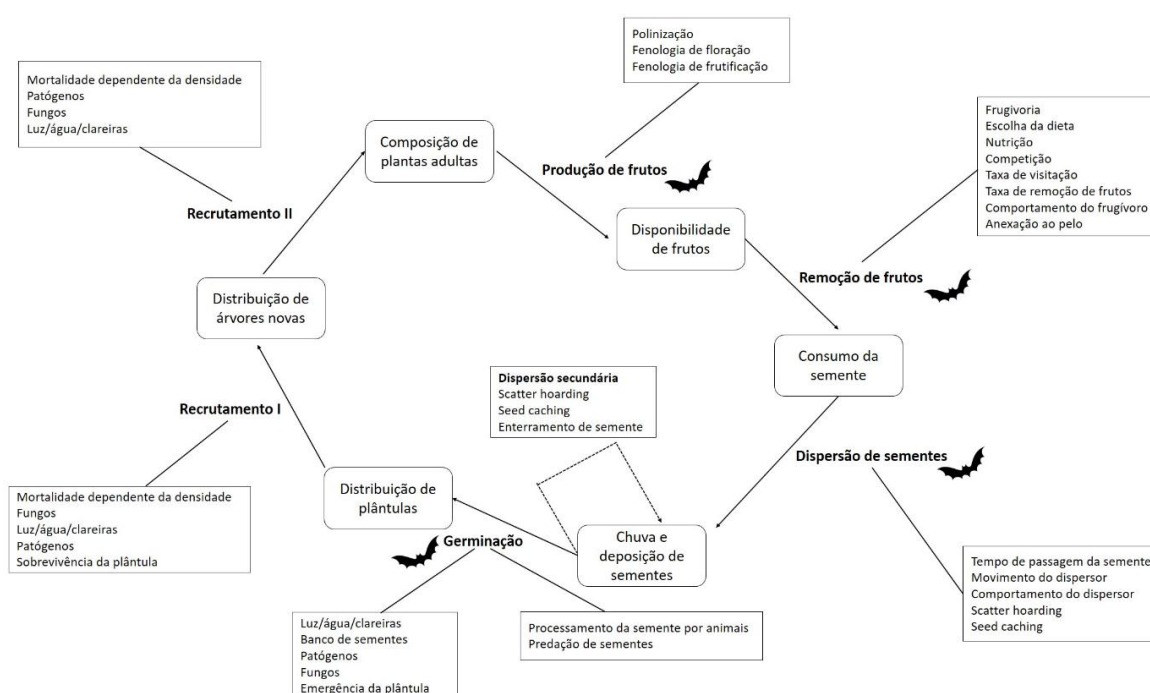


Figura 1. Esquema adaptado de Wang e Smith sobre o ciclo de dispersão de sementes. Fonte: Wang, B.C.; Smith, T.B. 2002. Closing the seed dispersal loop. *TREE*, 17(8): 379-385. Com modificações.

Os morcegos frugívoros ocorrem em todo território brasileiro e possuem o registro de 86 espécies que utilizam plantas como fontes de alimentos (BREDT et al., 2012). Essa dieta pode variar sazonalmente e geograficamente no contexto de disponibilidade desses recursos alimentares silvestres (FLEMING, 1982), que possuem em grande parte interesse econômico (LUZ et al., 2015). São aproximadamente 720 espécies vegetais que oferecem recursos alimentares para morcegos distribuídas em diversas famílias botânicas, como Fabaceae, Solanaceae, Moraceae, Piperaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Bromeliaceae, Arecaceae, Cactaceae, Urticaceae e Sapotaceae (BREDT et al., 2012). Essa interação entre planta-animal é um dos papéis centrais na evolução e processos de diversificação na morfologia dos frutos e na dispersão de sementes (FLEMING e KRESS, 2013).

Considerando a importância dos morcegos frugívoros no processo de dispersão de sementes, e consequentemente na manutenção florestal, essa pesquisa é inédita no contexto da abordagem de uma escala geográfica abordando paisagens em biomas diferentes e sua zona de transição. Ela revela a ampla diversidade de recursos alimentares vegetais encontrados nas fezes dos morcegos frugívoros, suas redes de interações e o papel desses morcegos na prestação desse importante serviço ecossistêmico na Amazônia-Ecótomo-Cerrado.

Dessa forma, o primeiro capítulo aborda um levantamento das espécies vegetais consumidas por morcegos frugívoros, por meio da coleta de suas fezes, ao longo de um gradiente na Amazônia-Ecótomo-Cerrado. Avalia as possíveis mudanças (diversidade beta) nesses recursos, sobreposição de nicho alimentar entre as espécies de morcegos, importância de determinadas espécies de morcegos frugívoros nesse processo de dispersão, variações na composição desses recursos ao longo dos biomas e entre bordas e interiores dos remanescentes florestais.

O segundo capítulo avalia a formação de redes de interação morcego-fruto nas paisagens amostradas de Amazônia-Ecótomo-Cerrado. Dessa forma avaliamos as diferenças entre essas redes, e como são formadas, além de determinar qual o preditor que explica suas estruturas.

Por fim, o terceiro capítulo apresenta um protocolo viável para verificar o processo de germinação das sementes oriundas das fezes dos morcegos pós-trato digestório. Onde testamos as diferenças entre tratamentos, para verificar qual o melhor tratamento na condução de pesquisas em estudo de frugivoria de morcegos com o uso do material fecal desses animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

- BARLOW, J.; PERES, C.A.; HENRIQUES, L.M.P.; STOUFFER, P.C.; WUNDERLE, J.M. The responses of understorey birds to forest fragmentation, loggins and wildfires: An Amazonian synthesis. *Biological Conservation*, 128: 182-192, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.028>
- BERNARD, E.; FENTON, M.B. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonia, Brazil. *Biotropica*, 35 (2): 262-277, 2003. <https://doi.org/10.1646/02156>
- BREDT, A.; UIEDA, W.; PEDRO, W.A. Plantas e morcegos, na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Rede de sementes do Cerrado, Brasília, 273p., 2012.
- CONNEL, J.H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain Forest trees. In *Dynamics of populations* (DEN BOER, P.J.; GRADWEL, G.R. eds.) Wageningen Center for agricultural publications and documentation, GK1971.
- FARNEDA, F.Z.; ROCHA, R.; LÓPEZ-BAUCELLS, A.; GROENENBERG, M.; SILVA, I.; PALMERIM, J.M.; BOBROWIEC, P.E.D.; MEYER, C.F. Trait-related responses to habitat fragmentation in Amazonian bats. *Journal of Applied Ecology*, 52: 1381-1391, 2015. <http://doi.org/10.1111/1365-2664.12490>
- FELIPE-LUCIA, M.; SOLIVERES, S.; PENONE, C.; ALLAN, E. Land-use intensity alters networks between biodiversity, ecosystem functions, and services. *Biological Sciences* 117(45): 28140-28149. <https://doi.org/10.1073/pnas.2016210117>
- FLEMING, T.H. Foraging strategies of plant-visiting Bats. In: KUNZ, T.H. (Ed.). *Ecology of Bats*. New York: Plenum Press, 1982.
- FLEMING, T.H.; GEISELMAN, C.; KRESS, W.J. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany* 104 (6): 1017-1043, 2009. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp197>
- FLEMING, T.H.; KRESS, J.W. *The ornaments of life: coevolution and conservation in the tropics*. University of Chicago Press, 2013.
- GARBINO, G.S.T.; GREGORIN, I.P.; LIMA, L.; LOUREIRO, L.M.; MORAES, R.; MORATELLI, M.R.; NOGUEIRA, A.C.; PAVAN, V.C.; TAVARES, M.C.; do NASCIMENTO, M.C.; PERACCHI, A.L. Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil – CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). <<http://www.sbeq.net/lista-de-especies>> acessado em: 07 de Abril de 2021.

- HANSPACH, J.; FISCHER, J.; IKIN, K.; STOTT, J.; LAW, B.S. Using trait-based filtering as a predictive framework for conservation: a case study of bats on farms in southeastern Australia. *Journal of Applied Ecology* 49: 842–850, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02159.x>
- HEITHAUS, E.R. Coevolution between Bats and plants. In: KUNZ, T.H. *Ecology of Bats*. New York: Plenum Press p. 327-367, 1982.
- HODGKISON, R.; AYASSE, M.; HABERLEIN, C.; CHULZ, S.; ZUBAID, A.; MUSTAPHA, W.A.W.; KUNZ, T.H.; KALKO, K.V. Fruit bats and bat fruits: the evolution of fruit scen in relation to the foraging behaviour of bats in the New and Old World tropics. *Functional Ecology* 27 (4): 1075-1084, 2013. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12101>
- JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 104: 501-528, 1970. <https://doi.org/10.1086/282687>
- KUSCHNIG, N.; CUARESMA, J.C.; KRISTIN, T.; GILJUM, S. Spatial spillover effects from agriculture drive deforestation in Mato Grosso, Brazil. *Scientific Reports* 11: 21804, 2021. <https://doi.org/10.10138/s41598-021-00861-y>
- LEIBOLD, M.A.; HOLYOAK, M.; MOUQUET, N.; AMARASEKARE, P.J.; CHASE, M.; HOOPEES, M.F. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters*, 7: 601-613, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00608.x>
- LUZ, J.L.; COSTA, L.M.; ESBERARD, C.E.L. Variação de recursos alimentares e abundância de morcegos em plantações de banana. *Oecologia Australis*, 19: 244-260, 2015. <http://doi.org/10.4257/oeco.2015.1901.16>
- MEYER, C.F.J.; KALKO, E.K.V. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography*, 35 (9): 1711-1726, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.01916.x>
- PEÑA-DOMENE, M.L.; MARTÍNEZ-GARZA, C.; PALMAS-PÉREZ, S.; RIVAS-ALONSO, E.; HOWE, H.F. Roles of birds and bats in early Tropical-forest restoration. *PLOS ONE*, 9 (8): 1-6, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104656>
- RIPPERGER, S.P.; KALKO, E.K.V.; RODRIGUEZ-HERRERA, B.; MAYER, F.; TSCHAPKA, M. Frugivorous bats maintain functional habitat connectivity in agricultural landscapes but rely strongly on natural forest fragments. *PLOS ONE*, 10 (4): e0120535, 2015. <https://doi.org/journal.pone.0120535>

- ROJAS-MARTINEZ, A.E.; PAVÓN, N.P.; CASTILLO, J.P. Effects of seed ingestion by the lesser long-nosed bat *Leptonycteris yerbabuenae* on the germination of the giant cactus *Isolatocereus dumortieri*. The Southwestern Naturalist, 60 (1): 85-89, 2015. <https://doi.org/10.1894/TAL-69.1>
- VAN DER PIJL, L. Principles of dispersion in higher plants. New York: Springer Verlag, 1972.
- WANG, B.C.; SMITH, T.B. Closing de seed dispersal loop. TREE, 17 (8): 379-385, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02541-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02541-7)
- WEARN, O.R.; REUMAN, D.C.; EWERS, R.M. Extinction debt and windows of conservation opportunity in the Brazilian Amazon. Science, 337: 228–232, 2012. <http://doi.org/10.1126/science.1219013>
- WEBALA, P.W.; CRAIG, M.D.; LAW, B.S.; ARMSTRONG, K.N.; WAYNE, A.F.; BRADLEY, J.S. Bat habitat use in logged jarrah eucalypt forests of southwestern Australia. J. Appl. Ecol., 48: 398–406, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01934.x>
- ZHOU, S.; ZHANG, D. A nearly neutral model of biodiversity. A nearly neutral model of biodiversity. Ecology, 89 (1): 248-258, 2008. <https://doi.org/10.1890/06-1817.1>

CAPÍTULO 1

DIVERSIDADE ALIMENTAR DE MORCEGOS FRUGÍVOROS EM PAISAGENS FRAGMENTADAS DE AMAZÔNIA-ECÓTONO-CERRADO

A ser submetido para publicação no periódico: Biotropica ISSN 1744-7429

Francimeire Fernandes Ferreira¹; Sérgio Gomes da Silva²; Frederico Augusto Guimarães
Guilherme³

¹Programa de pós graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso. Av. Expedição Roncador Xingu, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. CEP 78690-000. Correspondência: ferreira.francimeire2@gmail.com

²Laboratório de Biologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda, Mato Grosso, Brasil. CEP 78980-000.

³Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, regional Jataí. BR 364/Km 192, Zona Rural, Jataí, Goiás, Brasil. CEP 75800-000

RESUMO

Estudos das relações ecológicas como interação animal-planta, são fundamentais para compreender a dinâmica nos ecossistemas e promover planos de conservação. Esses estudos são fundamentais em escala de paisagens abrangendo mais de um tipo de bioma e sua área ecotonal, em regiões de altos impactos ambientais do uso da terra no Brasil. Nós buscamos avaliar quais os itens alimentares consumidos por morcegos frugívoros e como essa dieta muda ao longo de paisagens de Amazônia-Ecótomo-Cerrado. Também verificamos sobreposição de nichos alimentares entre as espécies de morcegos e sua importância como dispersores de sementes, variação da dieta entre os biomas e entre a borda e o interior dos remanescentes florestais. Nossa metodologia envolveu captura de morcegos frugívoros em 24 remanescentes florestais. As fezes dos morcegos foram coletadas e avaliadas em laboratório para identificação das sementes das espécies vegetais. Fizemos cálculos de frequência dos itens alimentares, índice de amplitude de nicho alimentar, índice de sobreposição de nicho alimentar, índice de dispersão, Kruskal-Wallis, NMDS, matrizes de similaridades e análise de agrupamento e teste de χ^2 para comparar borda e interior. Ao todo identificamos 77 morfotipos de sementes. O Cerrado e Ecótomo foram semelhantes. No Ecótomo diversas espécies vegetais foram exclusivas. Não encontramos diferenças entre borda e interior. Os resultados denotam a importância de estudos amplos para compreensão das interações morcego-fruto, bem como, reforçam a importância da frugivoria pelos morcegos para a manutenção vegetal nativa.

Palavras-chave: Dispersão, Ecótomo, Interação, Quirópteros, Recurso.

ABSTRACT

Studies of ecological relationships such as animal-plant interaction are essential to understand the dynamics in ecosystems and promote conservation plans. These studies are fundamental in scale of landscapes covering more than one type of biome and its ecotonal area, in regions of high environmental impacts of land use in Brazil. We sought to assess which food items consumed by fruit bats and how this diet changes across Amazonian-Ecotone-Cerrado landscapes. We also verified overlapping of food niches among bat species and their importance as seed dispersers, diet variation between biomes and between the edge and the interior of forest remnants. Our methodology involved capturing fruit bats in 24 forest remnants. The bat feces were collected and evaluated in the laboratory to identify the seeds of plant species. We performed food item frequency calculations, food niche breadth index, food niche overlap index, dispersion index, Kruskal-Wallis, NMDS, similarity matrices, and cluster analysis and χ^2 test to compare edge and interior. In all, we identified 77 seed morphotypes. Cerrado and Ecotone were similar. In the Ecotone, several plant species were exclusive. We found no differences between edge and interior. The results denote the importance of broad studies to understand bat-fruit interactions, as well as reinforce the importance of frugivory by bats for native plant maintenance.

Keywords: Dispersion, Ecotone, Interaction, Chiropterans, Resource.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura em larga escala é uma das principais ações que modificam as paisagens, contribuindo expressivamente com o desmatamento (Neill et al., 2013) e ameaçando os serviços fornecidos pelos ecossistemas. Entre essas paisagens estão os biomas Amazônia e Cerrado, e sua área de ecótono (ou transição) no Brasil. Essas regiões tem ampla variação ecossistêmica, as quais sofrem constantes alterações devido às mudanças no uso da terra (Marimon et al., 2014). A conversão destes ecossistemas transforma a paisagem em um mosaico de agroflorestas, terras agrícolas, silvicultura e remanescentes de florestas primárias e secundárias (Chazdon, 2009). Essas modificações na paisagem se tornam uma referência dentro de quase todas as paisagens florestais (Melo et al., 2013), onde conseqüentemente os fragmentos florestais são compostos por manchas de florestas isoladas e irregulares, os quais podem sofrer com efeitos de borda (Ribeiro et al., 2009), afetando a diversidade vegetal e animal.

Entre os animais afetados pelos impactos da mudança do uso da terra estão os morcegos de hábitos alimentares fitófagos, que são menos susceptíveis aos impactos negativos das mudanças no uso da terra (Gibson et al., 2011). Porém, algumas espécies de morcegos carnívoras (ex. *Vampyrum spectrum*) tendem a sofrer extinções locais, por serem mais sensíveis à fragmentação (Farneda et al., 2018). Espécies de morcegos fitófagos se alimentam de partes vegetais, como folhas, néctar, frutos e sementes (Wang e Smith, 2002), estes últimos sendo chamados de frugívoros. Esses animais têm um papel positivo no processo de dispersão de sementes (Laurindo et al., 2018), prestando serviços ecossistêmicos fundamentais para a manutenção florestal (Mello et al., 2015).

Diversos fatores estão relacionados aos mecanismos de dispersão de sementes por morcegos frugívoros (quiropterocoria). Estes incluem quais espécies vegetais são dispersas, a viabilidade da germinação das sementes pós-trato digestório e o ambiente de deposição da semente (Jordano et al., 2006). O potencial de dispersão está relacionada à distância percorrida pelos morcegos, que voam por trilhas, estradas e outros locais abertos, bem como ao rápido processo de digestão dos recursos alimentares, permitindo que defequem em pleno voo (Bredt et al., 2012). Assim, a associação dessas características anatômicas e comportamentais dos morcegos é fundamental para o processo de dispersão de sementes e no processo reprodutivo de plantas tropicais (Castillo-Figueroa, 2020).

Compreender esses mecanismos ou relações ecológicas relacionadas à quiropterocoria podem determinar a permanência ou extinção de espécies de morcegos e suas plantas, e necessitam ser investigadas. Por isso avaliações ao longo do tempo e em maior escala geográfica podem fornecer melhores respostas (Driscoll et al., 2013). Isso permite o reconhecimento da importância das matrizes vegetais e sua diversidade biológica e funcional, bem como a compreensão das respostas de morcegos frugívoros à esses ambientes (Cisneros et al., 2014), além da importância do papel da frugivoria na dispersão de espécies vegetais (Muscarella e Fleming, 2007).

Entre essas respostas, está o contexto do uso de espaço e busca por recursos alimentares desses animais e os processos relacionados com a variação espaço-temporal (Klingbeil e Willig, 2010). Assim, a sazonalidade pode afetar o comportamento de forrageamento e movimento das espécies de morcegos, levando a mudanças na composição da dieta (Durant et al., 2013; Cisneros et al., 2014). Outro ponto de influência sobre as espécies vegetais dispersas por morcegos frugívoros pode estar associado ao local de deslocamento/forrageamento entre borda e interior dos remanescentes florestais (Cortés-Delgado e Pérez-Torres, 2011). Estes aspectos são poucos explorados em estudos

com morcegos (Meyer et al., 2015) e seus hábitos alimentares, e tendem a se resumir a pesquisa locais, que não exploram áreas geográficas maiores, como análises em escala de paisagens (Silveira et al., 2011; Carvalho-Ricardo et al., 2014).

Nesse contexto, estudos que visam a compreensão da diversidade vegetal utilizada como recurso alimentar por morcegos frugívoros em escalas de paisagens com amostragens na Amazônia-Ecótomo-Cerrado, nos conduziu as seguintes perguntas: i) Qual a diversidade de recursos alimentares vegetais utilizados por morcegos frugívoros ao longo de um gradiente geográfico e sua variação de nicho alimentar? Ainda, qual o papel na dispersão das sementes e possíveis sobreposições do nicho alimentar entre os morcegos frugívoros amostrados na Amazônia-Ecótomo-Cerrado? Nossa hipótese é que essa frequência de itens alimentares varie entre os biomas Amazônia-Ecótomo-Cerrado, com uma ampla diversidade e novos registros de espécies vegetais (ver Castaño et al., 2018). Também supomos que ocorra sobreposição de nicho alimentar entre as espécies de morcegos frugívoros mais generalistas (ver Lobo et al., 2012); ii) Os recursos alimentares utilizados pelos morcegos frugívoros diferem entre as paisagens amostradas (Amazônia-Ecótomo-Cerrado)? Nossa hipótese é que ocorram diferenças entre os remanescentes, associado aos fatores extrínsecos como a distribuição geográfica das plantas de acordo com as características do tipo de fitofisionomia em cada bioma (ver Saldaña-Vásquez et al., 2013); iii) Existem diferenças nos recursos alimentares observados nas fezes de morcegos frugívoros capturados entre borda e interior dos remanescentes florestais? Como as espécies vegetais e a disponibilidade de frutos tendem a ser distintas em ambos ambientes, nossa hipótese é que ocorram diferenças entre as espécies vegetais encontradas em fezes de morcegos capturados em borda e interior da floresta. Isso pode estar associado aos diferentes comportamentos de forrageio das espécies de morcegos, ao longo desses espaços (ver Medelin et al., 2000).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi conduzida em escala de paisagens com amostragens nos biomas Amazônia e Cerrado, nos estados de Rondônia e Mato Grosso, respectivamente, bem como sua região de Ecótomo. A definição da área de Ecótomo foi baseada em recentes redefinições na região amostrada (ver Marques et al., 2020). O clima predominante, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Am – quente e úmido, com chuvas

monçônicas, e transição entre clima equatorial super-úmido (Af) da Amazônia e o tropical úmido (Aw) do Planalto Central (Alvares et al., 2014). A região apresenta sazonalidade marcada, com um período chuvoso, de outubro a abril, com 80% do volume de chuvas, e seco de maio a setembro, apresentando precipitação abaixo de 60 mm. A temperatura média anual é de 24°C e precipitação variando entre 1.500 a 2.000 mm (Vourlitis et al., 2004).

Pré-delimitamos 24 remanescentes florestais de diferentes tamanhos, que variavam de 5,68 a 1520 ha (Figura 1). Dentro de cada uma das paisagens de Amazônia-Ecótomo-Cerrado foram selecionados oito pontos de amostragens, com distância mínima de 10 quilômetros entre si, para evitar pseudoreplicação. Os remanescentes também foram divididos previamente de acordo com a possível área vegetacional, considerando florestas sempre verdes (Amazônia), florestas semidecíduais (Cerrado) e ambas para o Ecótomo.

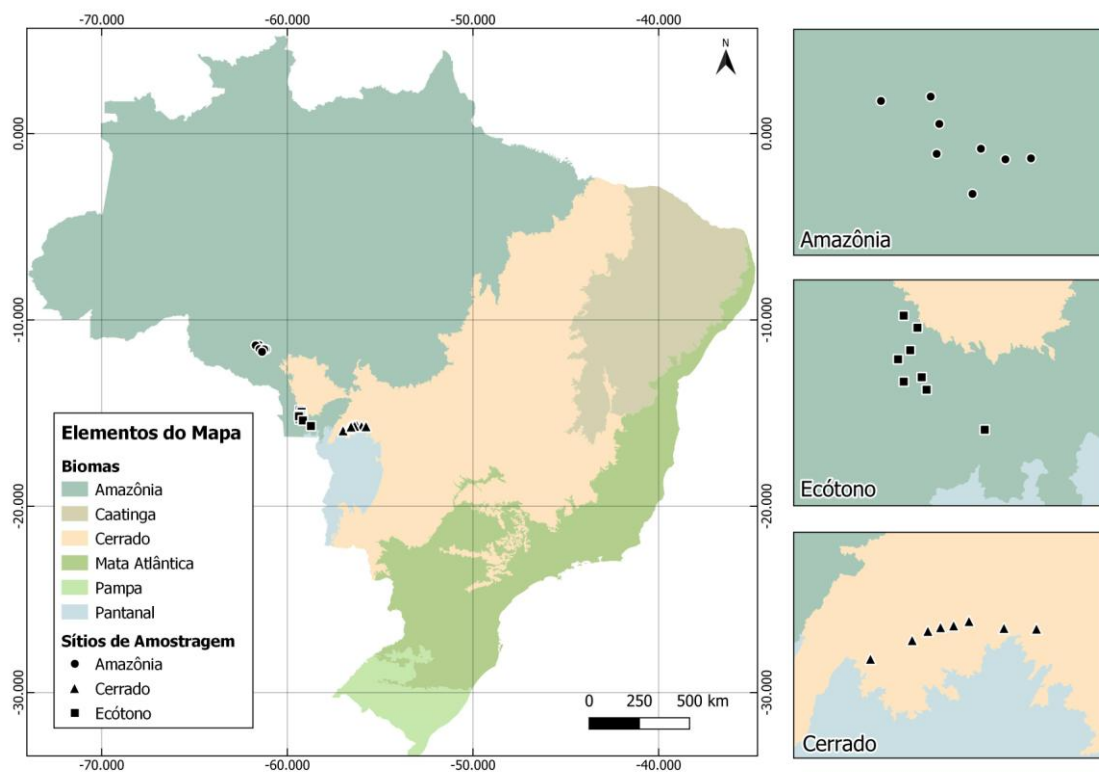


Figura 1. Área de estudo, com os 24 remanescentes florestais pré-selecionados entre o município de Cacoal (Rondônia) a Santo Antônio do Leverger (Mato Grosso) em áreas de Amazônia-Ecótomo-Cerrado.

2.2 Captura dos morcegos frugívoros

Os morcegos frugívoros foram capturados com duas amostragens noturnas feitas para cada remanescente florestal, uma para a borda (E) e outra no interior (I). A distância entre E e I variou de acordo com o tamanho do remanescente, com distância mínima de 100 m (média de penetração dos efeitos de borda, ver Broadbent et al., 2008). Dessa forma foi possível testar os efeitos da alteração de borda sobre os recursos vegetais usados pelos morcegos frugívoros entre a borda e o interior. As amostragens ocorreram entre os anos de 2018 e 2020 com captura em períodos de chuva e seca (ver Apêndice). Os pontos de amostragem nos remanescentes foram delimitados de acordo com os possíveis corredores de voo presentes. A pesquisa foi licenciada pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade (SISBIO), sob Nº 61213, e do Comitê de Ética em pesquisas Animais da Universidade do estado de Mato Grosso sob parecer n.º 013/2018.

As capturas dos morcegos frugívoros seguiram diretrizes da America Society of Mammalogists para uso de animais selvagens em pesquisas, além das recomendações para trabalho com animais potencialmente infectados por hantavírus (Mill et al., 1995; Sikes e Gannon, 2011). Também seguimos as orientações da Sociedade Brasileira para o estudo de Quirópteros para a redução dos riscos de transmissão do SARS-CoV-2 de humanos para morcegos durante atividades de campo (Moratelli et al., 2022). Utilizamos 10 redes de neblina (modelo 716/12P, 12 × 2,5 m, denier 75/2, rede 16 x 16 mm, Ecotone Inc. Polônia) por amostragem. As redes eram abertas a partir das 18h e fechadas às 0h, com revisão a cada 30 minutos, com seis horas de amostragem/noite.

Acondicionamos individualmente os morcegos frugívoros capturados em sacos de algodão e, posteriormente, medimos (antebraço, tíbia, cabeça-corpo, cauda, orelha, trago) e pesamos os espécimes capturados com auxílio de um paquímetro (300 mm, Resolução 0,01 mm, Ecotone Inc., Polônia) e de dinamômetros (50, 100 e 600 g Ecotone Inc., Polônia), respectivamente. Identificamos as espécies até o menor nível taxonômico por meio da literatura específica (Lim e Engstrom, 2001; Gardner, 2007; López-Baucells et al., 2016; Diaz et al., 2016; Diaz et al., 2021). Os morcegos frugívoros foram classificados segundo as guildas alimentares (ver Findley, 1993), onde pelo menos um espécime tenha fornecido uma amostra de fezes com sementes. Posteriormente fotografamos os morcegos frugívoros e os soltamos no local de captura, com exceção de alguns espécimes testemunhos. Neste caso, eutanasiávamos com aprofundamento de anestesia com o uso do fármaco isoflurano inalatório (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, EUA), fixados em formol a 10% e

mantidos em álcool a 70%. Incorporamos esses espécimes na Coleção Biológica didática de Quirópteros no Instituto Federal de Mato Grosso, *campus* Pontes e Lacerda.

2.3. Coleta e triagem de amostras fecais

As fezes dos morcegos frugívoros foram coletadas após permanência individual nos sacos de algodão de pelo menos 60 minutos (segundo Morrison, 1980), que é o tempo geralmente observado para que o alimento faça a passagem pelo trato digestório. As fezes foram acondicionadas em criotubos identificados para posterior análise no laboratório. Os sacos de algodão foram desinfetados e esterilizados entre cada etapa de campo, de forma a evitar a contaminação das amostras de fezes e entre os morcegos frugívoros.

Em laboratório, as fezes foram triadas individualmente com auxílio de lupa estereoscópica e as sementes presentes separadas por morfotipo, que eram então contadas e armazenadas em câmara fria a 10°C. As amostras que tinham mais de uma espécie de semente eram contabilizadas como amostras separadas. A identificação das sementes das espécies vegetais foi realizada por meio de literatura específica (Lorenzi, 2008; Bredt et al., 2012; Kuhlmann, 2018) e com consultas a especialistas, bem como o plantio de sementes pós germinação para ampliar o rol de identificação das espécies vegetais.

2.4. Análise de dados

Para verificar o efeito da disponibilidade de recurso alimentar vegetal nas fezes dos morcegos frugívoros capturados nos remanescentes florestais, foi considerada a frequência da ocorrência de cada morfotipo de semente nas amostras. Para isso, utilizamos o índice de amplitude de nicho alimentar (**B**) de Levins (1968): $B = 1/\sum P_j^2$, sendo B= medida de Levins da amplitude do nicho alimentar; P_j = proporção do item j na dieta. Nesse índice, o “B” varia de 1 a n, onde “n” é o número total de itens. Quando “B” é máximo, significa que as mesmas proporções ocorrem em cada categoria, ou seja, a espécie de morcego não faz discriminação entre as categorias e possui o nicho alimentar mais amplo possível (máxima amplitude de nicho e mínima especialização). Quando “B” é o mínimo, significa que todos os indivíduos apresentam proporções elevadas em somente uma categoria (mínima amplitude de nicho alimentar e máxima especialização). Também utilizamos na resposta à frequência de sementes nas fezes dos morcegos frugívoros, o índice de Levins padronizado (**Ba**) para expressar a relação em escala de 0 a 1: $Ba = (B - 1)/(n - 1)$, sendo Ba= amplitude do nicho alimentar padronizada; B= medida de Levins da amplitude do nicho alimentar e

n = número de possíveis itens. Nesse índice os valores variam de 0 (especialista) a 1 (generalista) (Krebs, 1989).

Para responder quanto à importância dos morcegos frugívoros no processo de dispersão de sementes, utilizamos o índice de dispersão (IID) (Galindo-González et al., 2000). Esse índice é determinado por: $IID = (S \times B)/1000$. Sendo S = porcentagem de amostras fecais com sementes obtidas de uma dada espécie de morcego frugívoro; B = abundância relativa dessa espécie. As possíveis sobreposições de nicho alimentar entre as espécies de morcegos frugívoros mais abundantes foi calculada pelo índice de sobreposição de nicho de Pianka (Pianka, 1973). Esse índice estima quando os conjuntos de indivíduos selecionados (espécie) se assemelham na utilização das categorias de recursos. O índice é determinado por:

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}}$$

Sendo O_{jk} = medida de sobreposição de nicho alimentar de Pianka entre a espécie j e a espécie k ; p_{ij} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie j ; p_{ik} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie k ; n = número total de itens alimentares.

Para testar a diferença entre as abundâncias das amostras de sementes encontradas nas fezes dos morcegos frugívoros ao longo do gradiente de transição entre os biomas amostrados (Amazônia-Ecótono-Cerrado) usamos o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Wilcoxon para verificar onde ocorriam as diferenças, com o uso do *software* R. 3.6.0 (R Core Team, 2022). Depois verificamos as similaridades (ou dissimilaridades) utilizando o Ordenamento por Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) com o índice de Bray-Curtis, e montamos uma matriz de similaridade para fazer uma análise de agrupamento.

Por fim, para responder se ocorrem diferenças na riqueza de sementes encontradas nas fezes dos morcegos frugívoros entre E e I utilizamos dos remanescentes florestais amostrados, tanto no contexto do conjunto geral, como por tipo de fitofisionomia (Amazônia-Ecótono-Cerrado) o teste t de Student. Para essas análises adotamos o *software* Past (Hammer et al., 2001).

3. RESULTADOS

Capturamos 916 espécimes de morcegos frugívoros distribuídos em 21 espécies da família Phyllostomidae. As subfamílias amostradas foram Carrollinae (69,1%), Glossophaginae (2,8%), Lonchophyllinae (0,3%), Phyllostominae (4,3%) e Stenodermatinae (23,3%). Desse total, 279 espécimes contribuíram com amostras de sementes nas fezes, totalizando 30,4% das capturas de morcegos frugívoros. Registramos um total de 29.383 sementes. Os morcegos frugívoros com maior representatividade de amostras foram *Carollia perspicillata* (34,7%), *C. brevicauda* (33,3%), *Artibeus planirostris* (9,3%), e *A. lituratus* (4,3%) (Tabela 1).

Tabela 1. Diversidade de espécies de morcegos frugívoros e número de amostras fecais com a presença de sementes por área de amostragem (AB: Abundância de espécimes de morcegos; SE: Semente).

Espécie de Morcego	Número de Amostras Fecais				Total	%
	AB	Amazônia	Ecótono	Cerrado		
Família/Subfamília/Espécie		SE	SE	SE		
Phyllostomidae						
Carollinae						
<i>Carollia benkeithi</i>	7	3	0	0	3	1,08
<i>Carrollia brevicauda</i>	263	32	40	21	93	33,33
<i>Carollia perspicillata</i>	244	26	32	39	97	34,77
Glossophaginae						
<i>Glossophaga soricina</i>	79	1	1	6	8	2,87
Lonchophyllinae						
<i>Hsunitycteris thomasi</i>	2	0	1	0	1	0,36
Phyllostominae						
<i>Lophostoma silvicolum</i>	16	0	0	1	1	0,36
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	8	2	1	0	3	1,08
<i>Phylloderma stenops</i>	2	1	0	0	1	0,36
<i>Phyllostomus discolor</i>	12	0	0	3	3	1,08
<i>Phyllostomus elongatus</i>	3	2	0	0	2	0,72
<i>Phyllostomus hastatus</i>	3	0	0	2	2	0,72
Stenodermatinae						
<i>Artibeus lituratus</i>	60	0	2	10	12	4,30
<i>Artibeus obscurus</i>	17	1	1	0	2	0,72
<i>Artibeus planirostris</i>	100	2	2	22	26	9,32
<i>Dermanura cinérea</i>	7	3	0	0	3	1,08
<i>Platyrrhinus fusciventris</i>	14	2	1	2	5	1,79
<i>Platyrrhinus incarum</i>	3	1	0	0	1	0,36
<i>Sturnira lilium</i>	61	3	10	0	13	4,66

<i>Sturnira tildae</i>	1	0	1	0	1	0,36
<i>Uroderma bilobatum</i>	8	1	0	0	1	0,36
<i>Uroderma magnirostrum</i>	6	1	0	0	1	0,36
Total	916	81	92	106	279	100,00

Encontramos um total de 77 morfotipos de sementes nas fezes dos morcegos frugívoros. Dessas, 25 (32,4%) foram identificadas até nível de espécie, 41 (53,2%) até gênero e 11 (14,2%) não foram identificadas. Os espécimes que permitiram identificação taxonômica foram distribuídos em sete famílias botânicas: Piperaceae (n=21 – 49,01%), Hypericaceae (n=11 – 23,51%), Urticaceae (n=12 – 10,20%), Moraceae (n=12 – 9,35%), Solanaceae (n=8 – 3,68%), Myrtaceae (n=1 – 0,28%), Cucurbitaceae (n=1 – 0,28%), além do grupo de sementes não identificadas (n=11 – 3,68%) (Figura 2). Quando avaliamos as diferenças entre os morfotipos de sementes e suas respectivas abundâncias entre os biomas, os resultados denotam que existem sementes que só tiveram registro em apenas um dos biomas (ver Tabela 2 – Apêndice).

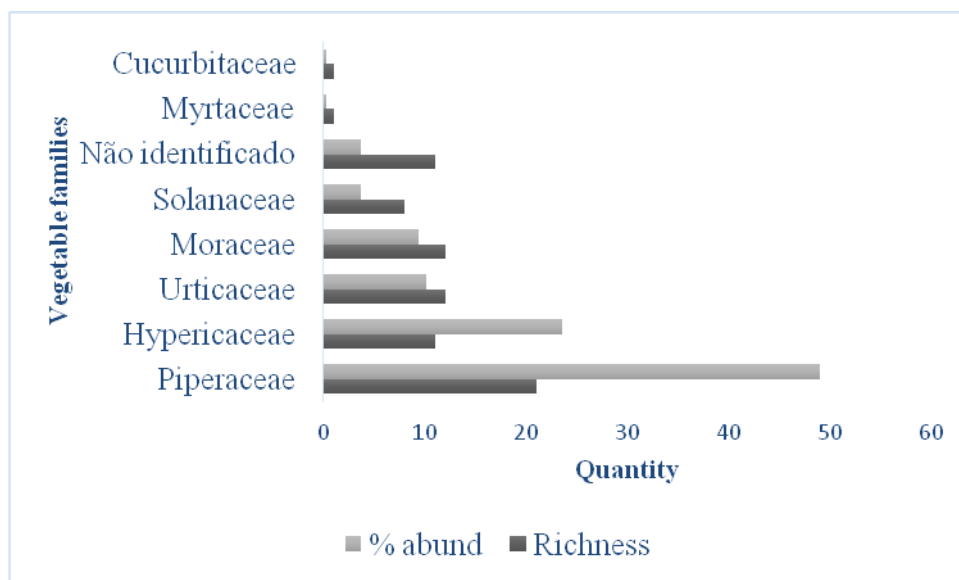


Figura 2. Riqueza e % de abundância das espécies/morfotipos vegetais em suas famílias amostradas nas fezes dos morcegos frugívoros ao longo de uma escala de paisagem Amazônia-Ecótono-Cerrado.

O índice de Levins das espécies de morcegos frugívoros que contribuíram com amostras vegetais tiveram seis (29%) morcegos com dieta especialista (índice de Levins mínimo), já as espécies de morcegos mais abundantes (*C. brevicauda*, *C. perspicillata*, *A. lituratus*, *A. planirostris* e *S. lilium*) obtiveram os maiores índices de Levins. Os resultados do índice de Levins padronizado para as espécies mais abundantes relevaram valores próximo a 0 para as espécies do gênero *Carollia* e a espécie *A. planirostris*, indicando dieta

mais especialista, enquanto *A. lituratus* e *S. lilium* tendem a ser mais generalistas. Os índices de dispersão também foram mais altos para as espécies de morcegos mais abundantes (*C. brevicauda* e *C. perspicillata*) e próximo a 0 para 70% das espécies de morcegos frugívoros com sementes em suas amostras. A comparação de sobreposição de nicho alimentar entre as espécies *C. brevicauda* e *C. perspicillata* foi de $O_{jk}=0,02$, e entre *A. lituratus* e *A. planirostris* de $O_{jk}=0,01$.

Encontramos diferenças significativas (Kruskal-Wallis chi-squared = 9,64, df = 2, p-value = 0.008052) nas abundâncias dos morfotipos de sementes entre os biomas amostrados. Essas diferenças foram entre a Amazônia e Ecótono (Figura 3).

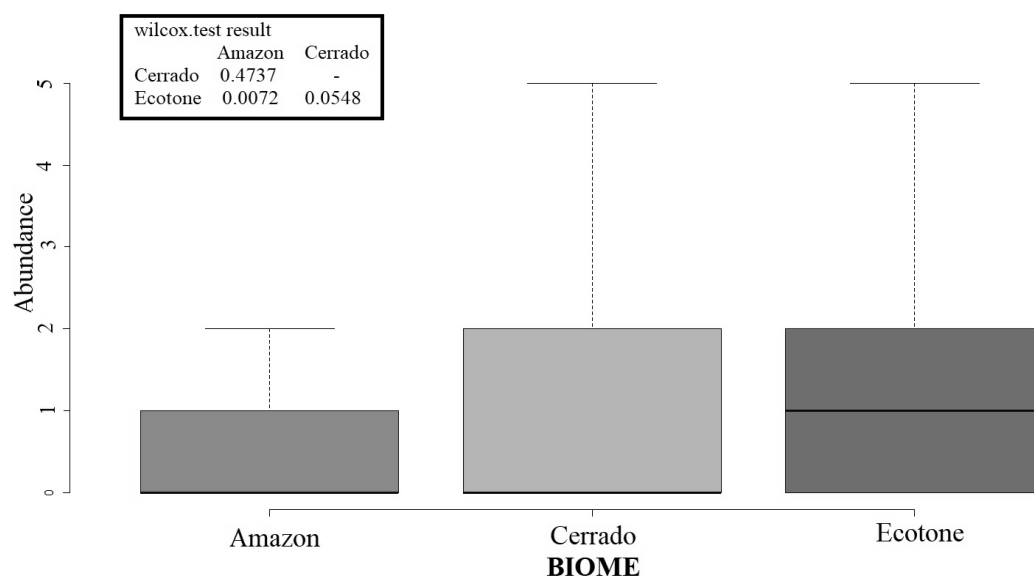


Figura 3. Boxplot testando as diferenças na abundância dos morfotipos de sementes em função dos biomas amostrados (Amazônia-Ecótono-Cerrado).

A análise de similaridade NMDS (Stress: 0,49 R^2 : Axis 1: 0,04 Axis 2: 0,06) revela que a composição dos morfotipos vegetais do Cerrado e Ecótono são mais próximas, e mais separadas da Amazônia, porém, algumas similaridades entre alguns remanescentes florestais ainda é observada. A análise de agrupamento mostra essa separação, com a formação de um maior grupo entre os remanescentes da Amazônia e uma conjunção em grupos distintos de Cerrado e Ecótono (Figura 4).

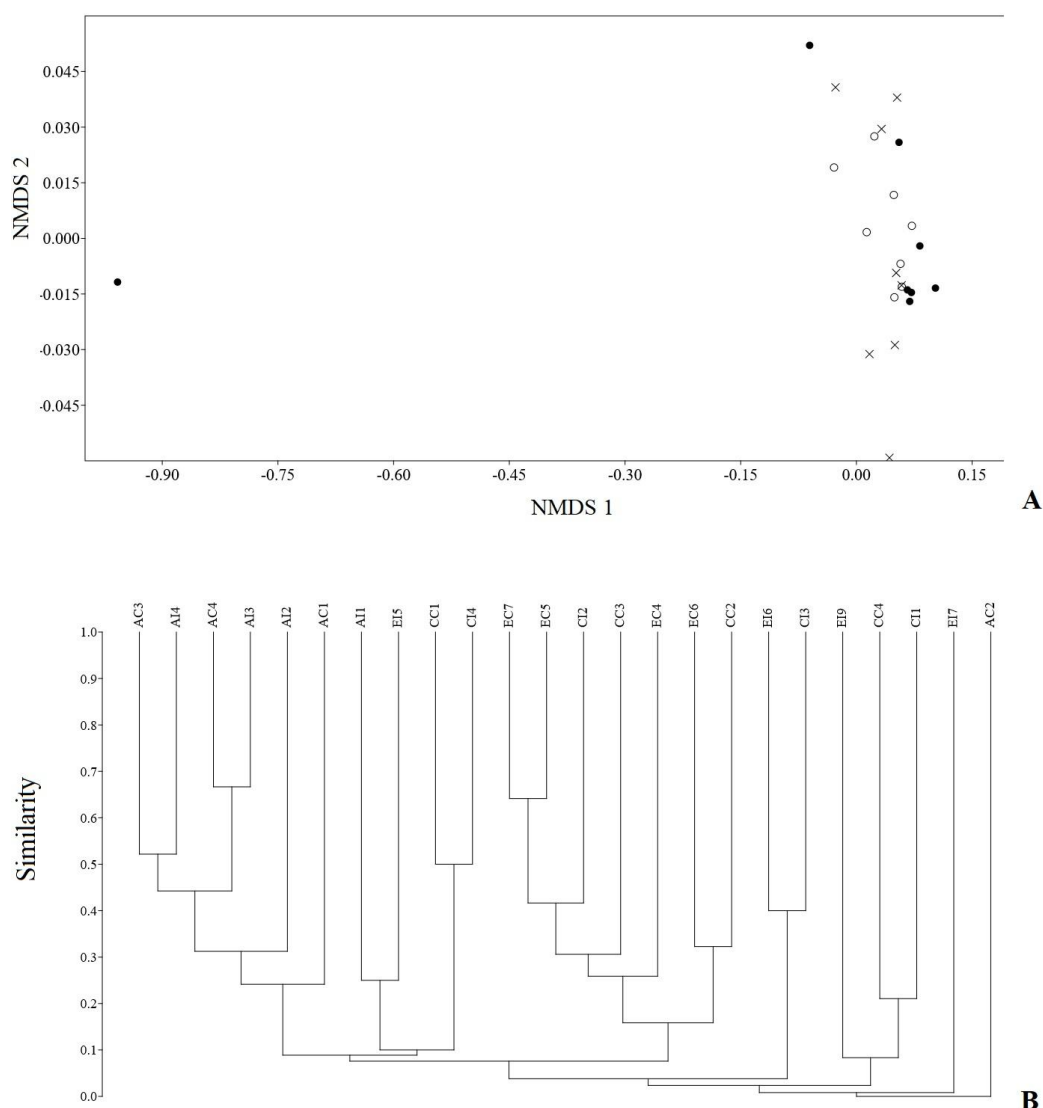


Figura 4. Análise de similaridade e dissimilaridade NMDS – (Símbolos: ●Amazônia ○Cerrado ×Ecótono) (A); Dendrograma de agrupamento dos pontos de amostragem x morfotipos vegetais encontradas nas fezes de morcegos frugívoros entre Amazônia-Ecótono-Cerrado (B).

No Ecótono registramos maior riqueza (50 sp) de morfotipos vegetais nas fezes dos morcegos frugívoros, somando E e I. Já o Cerrado teve maior abundância de registros (n = 132) (Figura 5). Alguns morfotipos vegetais foram registrados somente nas fezes de morcegos capturados em E (*C. angustifolia*, *C. sciadophylla*, *C. sp 1*, *C. sp 2*, *F. sp 1*, *F. sp 3*, *F. sp 6*, *P. asperifolium*, *P. sp 5*, *P. sp 6*, *P. sp 9*, *P. sp 14*, *S. jamaicense*, *S. sp 1*, *S. sp 2*, *S. sp 4*, *sp 1*, *sp 2*, *sp 5*, *sp 6*, *sp 8*, *sp 9*, *V. latifolia*, *V. sp 1*, *V. sp 3*) e outras somente em I (*C. membranacea*, *C. sp 4*, *C. sp 5*, *G. lobata*, *F. calyptrocera*, *F. sp 7*, *F. sp 8*, *P.*

fuligenium, *P. sp 1*, *P. sp 8*, *P. guineense*, *S. pseudoquina*, *S. sp 3*, *S. sp 5*, *S. sp 6*, *sp 3*, *sp 7*, *sp 10*, *sp 11*).

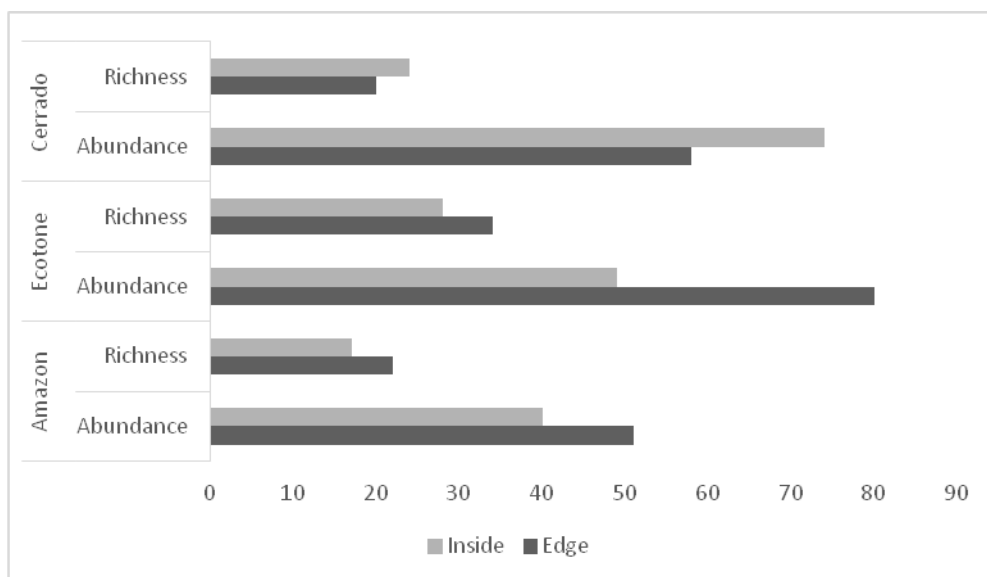


Figura 5. Avaliação da distribuição da riqueza/abundância dos morfotipos vegetais em Interior e Borda entre os biomas Amazônia-Ecótono-Cerrado.

Não houve diferenças entre E e I para os morfotipos vegetais quando comparamos os três biomas em um só conjunto ($t = 0,615$; $p = 0,540$) e nem quando avaliamos individualmente Amazônia ($t = 0,585$; $p = 0,561$), ecótono ($t = 1,652$; $p = 0,102$) e Cerrado ($t = 0,758$; $p = 0,451$).

4. DISCUSSÃO

4.1 Diversidade vegetal utilizadas por morcegos frugívoros

Nosso estudo incrementou o registro de novas espécies como itens alimentares utilizados por morcegos em território brasileiro (*Cecropia angustifolia*, *C. membranacea*, *C. obtusa*, *C. peltata*, *Ficus adhaatodifolia*, *F. calyptrocera*, *F. castellviana*, *Piper esperancanum*, *P. fuligineum*, *P. peltatum*, *Solanum jamaicense*, *Vismia latifolia* e *V. sessifolia*), que não foram apontadas na compilação de plantas utilizadas por morcegos no Brasil (Fabían et al., 2008), que levantou 189 espécies distribuídas em 44 famílias. Já é conhecido que plantas que servem de alimentos para morcegos frugívoros na região tropical é de 550 espécies, distribuídas em 62 famílias botânicas (Lobova et al., 2009). Porém, boa parte dos estudos de frugivoria com morcegos tendem a revelar poucos registros vegetais (Sato et al., 2008; Teixeira et al., 2009; Silveira et al., 2011; Carvalho-Ricardo et al., 2014; Cely-Gómez e Castillo-Figueroa, 2019). Nossos resultados reforçam a

importância de estudos em ampla escala geográfica, no intuito de preencher lacunas de conhecimento na interação de frugivoria entre morcegos e plantas.

Nossos resultados corroboram que, apesar da ampla diversidade de plantas utilizadas pelos morcegos frugívoros, os gêneros vegetais mais comumente relatados na dieta são *Cecropia*, *Ficus*, *Piper*, *Solanum* e *Vismia* (Lobova et al., 2009). Sugerimos que a riqueza dentro desses gêneros possa ser maior ainda com base em nossos resultados, devido termos relatados diversos morfotipos aos quais não foi possível chegar em nível de espécie. Esse alto número de morfotipos dentro dos gêneros é resultado dos estudos de frugivoria de morcegos com análise das sementes encontradas no material fecal, que se limitam ao pouco referencial teórico disponível para identificação de sementes, muitas vezes limitados até o gênero das espécies vegetais (Lobova et al., 2009).

Soluções para isso podem ser implantadas, como à inclusão de integração de metodologias, com buscas ativas por plantas consumidas por morcegos na região amostrada (Carvalho et al., 2017), a germinação das sementes encontradas nas fezes e o desenvolvimento de plântulas (Carvalho-Ricardo et al., 2014). Outra abordagem é o estímulo acadêmico na área de botânica além da identificação das plantas pelas folhas, caules, flores e frutos, mas também no nível de semente. Isso é algo importante, pois nem sempre é possível localizar os frutos consumidos pelos morcegos, devido voarem por longas distâncias (Trevelin et al., 2013). Por isso é fundamental a realização de pesquisas escatológicas, que permitam conhecer a interação planta-animal, e garantam avanços nas abordagens de discussões sobre conservação, como recuperação de áreas degradadas por sementes nativas (ver Elzenga et al., 2019) e valoração ambiental.

Também destacamos em nosso estudo novas distribuições de registros das espécies vegetais consumidas por morcegos. Algumas delas tinham ocorrência descrita somente no Cerrado, porém foram registradas no Ecótono (*Ficus calyptrocera*) e na Amazônia (*Solanum pseudoquina*) (Pederneiras et al., 2022). Outras espécies vegetais tinham descrição para Amazônia, mas foram registradas no Ecótono (*Cecropia membranacea*, *Ficus castellviana*, *Piper esperancanum*, *Vismia latifolia* e *Vismia sessifolia*) e Cerrado (*Cecropia peltata*, *Piper esperancanum*) (Gaglioti e Aguiar, 2022; Guimarães et al., 2022; Pederneiras et al., 2022; Vogel et al., 2022). Também registramos pela primeira vez a espécie *C. angustifolia*, que não possuía registro para o território Brasileiro (Gaglioti e Aguiar, 2022), porém já é relatada na dieta de morcegos frugívoros do gênero *Artibeus* na Colômbia (Linares e Moreno-Mosquera, 2010), assim como observado em nosso estudo.

4.2 Variação, dispersão e sobreposição dos nichos alimentares

Nossos resultados relevam os gêneros de morcegos *Carollia* e *Artibeus* com maiores nichos alimentares, que está associado à abundância de morcegos capturados desses gêneros, como já observado em outros estudos (Cely-Gómez e Castillo-Figueroa, 2019). Entretanto, os resultados do índice de Levins padronizado colocaram o gênero *Carollia* como especialista. Isso está relacionado com o próprio índice, que não leva em conta o fato de algumas espécies se alimentarem de recursos abundantes ou raros, que é o caso de *Carollia*, que possui amplo número de registros nos recursos mais abundantes em nosso estudo (ver tabela 2 – Apêndice).

O alto índice de dispersão para as espécies mais abundantes está associado com o maior registro de itens alimentares registrados. Como é o caso das espécies *C. brevicauda* (IDD = 0,98) e *C. perspicillata* (IDD = 0,84), corroborando com resultados de outras pesquisas (Klingbeil e Willig, 2010; Lima et al., 2016). Isso reforça a importância do gênero *Carollia* como dispersor de sementes nos ambientes em que ocorrem. A sobreposição de nicho alimentar prevista não foi observada entre as espécies de morcegos mais abundantes (*Carollia* e *Artibeus*). Logo, nossa hipótese não foi corroborada, o que denota a relevância dos ambientes e de estudos que abarquem maiores áreas geográficas, uma vez que estudos locais geralmente relatam a sobreposição de nicho alimentar entre essas espécies (Lobo et al., 2012; Montaña-Centellas et al., 2015; Cely-Gómez e Castillo-Figueroa, 2019).

Morcegos da região neotropical são classificados em diferentes graus de frugivoria (de acordo com Lobova et al., 2009; Rojas et al., 2011; Fleming e Kress, 2013; Mello et al., 2015): (1) se alimentam de fruto ocasionalmente (sub-família Phyllostominae, Micronycterinae, Lonchorhininae, Glyphonycterinae); (2) os frutos são alimentos secundários (Glossophaginae e Lonchophyllinae); (3) são frugívoros obrigatórios (Carollinae, Rhinophyllinae e Stenodermatinae). Nossos resultados demonstram essa ampla diversidade de morcegos frugívoros, diferente dos estudos locais, que geralmente possuem o registro de poucas espécies (Sato et al., 2008; Teixeira et al., 2009; Silveira et al., 2011; Carvalho-Ricardo et al., 2014; Cely-Gómez e Castillo-Figueroa, 2019). O maior registro das espécies *C. brevicauda*, *C. perspicillata*, *A. lituratus*, *A. planirostris* e *Sturnira lilium* corrobora com outros estudos de frugivoria (Aguiar e Marinho-Filho, 2007; Teixeira et al., 2009; Carvalho-Ricardo et al., 2014). Porém, ressaltamos em nosso estudo a inclusão de espécies de morcegos pouco relatadas em estudos de frugivoria (*C. benkeithi*, *H. thomasi*, *L. silvicolum*, *G. crenulatum*, *P. stenops*, *Phyllostomus*, *T. cirrhosus*, *D. cinerea*,

Platyrrhinus, *Uroderma*) (Sato et al., 2008; Teixeira et al., 2009; Silveira et al., 2011; Carvalho-Ricardo et al., 2014; Cely-Gómez e Castillo-Figueroa, 2019). Por isso, estudos em paisagens são algo fundamental para o conhecimento das relações de frugivoria de morcegos, uma vez que abrangem maior diversidade de ambientes. Assim possibilitam conhecer melhor os hábitos alimentares dos morcegos frugívoros.

4.3 Distribuição vegetal nos biomas amostrados

As diferenças observadas entre os registros vegetais, encontradas em fezes de morcegos frugívoros na Amazônia e Ecótono, pode ser resultado das influências do habitat, como uma maior dominância de espécies vegetais típicas dentro da Amazônia (ver Ter Steege et al., 2013). Já o Ecótono, pode ter alta influência do Cerrado, onde ambos tendem a apresentar riqueza e diversidade semelhantes dos registros das espécies vegetais (ver Morandi et al., 2018). O Ecótono amostrado é conhecido como uma zona de tensão ecológica, já relatado com características de ambos os biomas com interpenetrações entre si (Marimon et al., 2014), como sugerem nossas análises de similaridades e agrupamento. Nossos resultados ainda denotam a importância do Ecótono na manutenção de recursos vegetais para morcegos frugívoros, uma vez, que o mesmo teve alto número de registros vegetais exclusivos (33,77%) em comparação com a Amazônia (12,99%) e o Cerrado (15,58%). Isso denota a importância de estudos em zonas de transições entre biomas, para melhor compreensão dessa conexão entre fauna e flora. Mais ainda quando se tratam de áreas com forte supressão e alto impacto dos ecossistemas naturais, que é o caso da nossa área amostrada, conhecida como o “arco do desmatamento” (Levy et al., 2018).

4.4 Diferenças de recursos vegetais entre borda e interior

Nossa hipótese de que haveria diferenças entre E e I não foi corroborada. Isso pode estar associado à estrutura dos remanescentes florestais (Medellín et al., 2000) e abundância dos recursos vegetais registrados, uma vez que grande parte das sementes não possuíam mais que cinco registros (79,22%). O mesmo ocorre com os morcegos frugívoros que forneceram as amostras, pois poucas espécies (28,57%) tiveram mais que cinco registros de sementes em suas fezes. Alguns estudos com morcegos discutem que em bordas de ambientes florestais deve ocorrer um menor número de espécies e maior dominância de outras (Rocha et al., 2017). Ademais, outros estudos relataram que o tipo vegetacional da borda afeta a dinâmica de circulação dos morcegos e, consequentemente, seus papéis ecológicos (Cortés-Delgado e Pérez-Torres, 2011). Entretanto, são necessárias

mais avaliações, visando compreender a dinâmica de interação entre morcegos frugívoros e a presença de recursos vegetais entre E e I, abrangendo mais réplicas e diferentes fisionomias, como realizado nesse estudo.

4.5 Importância e perspectivas dos estudos de frugivoria em morcegos

A riqueza de espécies de plantas e morcegos frugívoros registrada nesse estudo denota a importância desses animais no contexto de manutenção de ciclos ecossistêmicos. Uma vez, que estão associados ao processo de dispersão de uma diversidade de espécies de plantas (Lobova et al., 2009). A maioria dos estudos com frugivoria de morcegos nas regiões tropicais das Américas se concentram em análises locais (Sato et al., 2008; Teixeira et al., 2009; Pereira et al., 2010; Silveira et al., 2011; Carvalho-Ricardo et al., 2014; Bôlla et al., 2018; Cely-Gómez e Castillo-Figueroa, 2019) ou compilações (Mello et al., 2011; Oliveira et al., 2019). Isso reforça a importância e ineditismo do atual estudo na região amostrada e no contexto da sua extensão, avaliando com enfoque em escala de paisagem, e abordando três regiões fisiográficas de alta relevância para a biodiversidade do planeta.

São necessários estudos mais aprofundados para a compreensão entre o papel do morcego frugívoro na determinação das espécies vegetais entre E e I. Nós sugerimos investigações envolvendo avaliação da estrutura das áreas de vegetação, bem como a compreensão das relações que determinam a diversidade vegetal e dos morcegos e, devem ser aplicadas nesse contexto de paisagem, de forma a estabelecer o valor econômico-ambiental da frugivoria por morcegos.

5. CONCLUSÃO

Nossos resultados relevam a importância de estudos em escala de paisagem para avaliar a diversidade de espécies vegetais dispersas por morcegos frugívoros. O alto registro de morfotipos vegetais e espécies de morcegos denotam a importância da frugivoria pelos morcegos na manutenção dos serviços ecossistêmicos, com a dispersão vegetal. O predomínio de algumas espécies tanto vegetais como de morcegos mostram a dominância de algumas espécies, o que requer análises mais aprofundadas em escala de paisagem. A semelhança entre Ecótono e Cerrado e as diferenças entre Ecótono e Amazônia, bem como, maior número de registros vegetais exclusivos no Ecótono, reforça

a importância desses ambientes na manutenção da diversidade vegetal em regiões de transição.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR L. M. S., MARINHO-FILHO J. 2007. Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic forest. *Acta Chiropterologica* 9 (1): 251-260. <https://doi.org/10.3161/150811007781694336>
- ALVARES C. A., STAPE J. L., SENTELHAS P. C., GONÇALVES J. L. M., SPARAOVEK G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- BÔLLA D. A. S., CARVALHO F., GAZARINI J., ZOCHE J. J., PEDRO W. A. 2018. Variação na dieta de *Artibeus lituratus* e *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) em três regiões fitogeográficas no sul do Brasil. *Mastozoologia Neotropical* 25 (1): 5-16.
- BREDT A., UIEDA W., PEDRO W. A. 2012. Plantas e morcegos, na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. *Rede de sementes do Cerrado, Brasília*, 273p.
- BROADBENT, E. N., ASNER, G. P., KELLER, M., KNAPP, D. E., OLIVEIRA, P. J. C., SILVA, J. N. 2008. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation* 141 (7): 1745-1757. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.024>
- CARVALHO-RICARDO M. C., UIEDA W., FONSECA R. C., ROSSI M. N. 2014. Frugivory and the effects of ingestion by bats on the seed germination of three pioneering plants. *Acta Oecologica* 55: 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.11.008>
- CARVALHO N., RAIZER J. FISCHER E. 2017. Germination of *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) dispersed by *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) and *Artibeus planirostris* (Spix, 1823; Chiroptera Phyllostomidae), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Tropical Conservation Science* 10. <https://doi.org/10.1177/1940082917724945>
- CASTAÑO J. H., CARRANZA J. A., PÉREZ-TORRES J. 2018. Diet and trophic structure in assemblages of montane frugivorous phyllostomid bats. *Acta Oecologica* 91: 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.06.005>

- CASTILLO-FIGUEROA D. 2020. Why bats matters: A critical assessment of bat-mediated ecological processes in the Neotropics. *European Journal of Ecology* 6 (1): 77-101. <https://doi.org/10.17161/eurojecol.v6i1.13824>
- CELY-GÓMEZ M. A., CASTILLO-FIGUEROA D. 2019. Diet of dominant frugivorous bat species in an oil palm landscape from Colombian Llanos: implications for forest conservation and recovery. *Therya* 10 (2). <https://doi.org/10.12933/therya-19-682>
- CISNEROS L. M., FAGAN M. E., WILLIG M. R. 2014. Effects of human-modified landscapes on taxonomic, functional and phylogenetic dimensions of bat biodiversity. *Diversity and distributions* 21: 523-533. <https://doi.org/10.1111/ddi.12277>
- CHAZDON R. L., PERES C. A., DENT D., SHEIL D., LUGO A. E., LAMB, D., STORK N. E., MILLER S. E. 2009. The potential for species conservation in tropical secondary forests. *Conservation Biology* 23 (6): 1406-1417. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01338.x>
- CORTÉS-DELGADO N., PÉREZ-TORRES, J. 2011. Habitat edge context and the distribution of phyllostomid bats in the Andean forest and anthropogenic matrix in the Central Andes of Colombia. *Biodiversity and Conservation* 20: 987-999. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0008-1>
- DIAZ M. M., SOLARI S., AGUIRRE L. F., AGUIAR L. M. S., BARQUEZ R. M. 2016. Clave de Identificación de los murciélagos de Sudamérica. *Publicación Especial N° 2 PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina)* 160 p.
- DIAZ, M. M., SOLARI, R., GREGORIN, R., AGUIRRE, L. F., BARQUEZ, R. M. 2021. Clave de Identificación de los murciélagos neotropicales. *Publicación Especial N° 4 PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina)*, Tucumán, Argentina, 207 p.
- DRISCOLL D. A., BANKS S. C., BARTON P. S., LINDENMAYER D. B., SMITH A. L. 2013. Conceptual domain of the matrix in fragmented landscape. *Trends in Ecology & Evolution* 28 (10): 605-613. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.06.010>
- DURANT K. A., HALL R. W., CISNEROS L. M., HYLAND R. M., WILLIG M. R. 2013. Reproductive phenologies of Phyllostomid bats in Costa Rica. *Journal of Mammalogy* 94 (6): 1438-1448. <https://doi.org/10.1644/13-MAMM-A-103.1>

- ELZENGA J. T. M., BEKKER R. M., PRITCHARD H. W. 2019. Maximising the use of native seeds in restoration projects. *Plant Biology* (Stuttgart, Germany) 21 (3): 377-379. <https://doi.org/10.1111/plb.12984>
- FABÍAN M. E., RUI A. M., WAECHTER J. L. 2008. Plantas utilizadas como alimento por morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae), no Brasil. In: REIS N. R., PERACCHI A. L., SANTOS G. A. S. D. (Org.). *Ecologia de morcegos*. Londrina, Technical Books Editora, p. 51-70.
- FARNEDA, F. Z., ROCHA, R., LÓPEZ-BAUCELLS, A., SAMPAIO, E. M., PALMERIM, J. M., BOBROWIEC, P. E. D., GRELLE, C. E. V., MEYER, C. F. J. 2018. Functional recovery of Amazonian bat assemblages following secondary forest succession. *Biological Conservation* 218: 192-199. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.036>
- FINDLEY, J. S. 1993. *Bats: a community perspective*. Cambridge Studies in ecology, Cambridge University Press, 167 p.
- FLEMING T. H., KRESS W. J. 2013. *The ornaments of life: coevolution and conservation in the tropics*. University of Chicago Press: Chicago IL, USA.
- GALINDO-GONZÁLEZ J., GUEVARA S., SOSA V. J. 2000. Bat and bird – generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation biology* 14: 1693-1703. <https://www.jstor.org/stable/2641520>
- GAGLIOTI A. L., AGUIAR D. P. P. 2022. *Cecropia* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB24951>>. Acesso em: 22 jul. 2022
- GARDNER A. L. 2007. *Mammals of South America, volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- GIBSON L., LEE T. M., KOH L. P., BROOK B. W., GARDNER T. A., BARLOW J., PERES C. A., BRADSHAW C. J. A., LAURANCE W. F., LOVEJOY T. E., SODHI N. S. 2011. Primary forest are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* 478: 378-381. <https://doi.org/10.1038/nature10425>
- GUIMARÃES E. F., MEDEIROS E. V. S. S., QUEIROZ G.A. 2022. *Piper* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB86603>>. Acesso em: 22 jul. 2022

- HAMMER Ø, DAT HARPER, RYAN P. D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontología Electrónica* 4(1):9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- JORDANO P., GALETTI M., PIZO M. A., SILVA W. R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. *Biologia da conservação: essências*. Editorial Rima, São Paulo, Brasil, 411-436.
- KLINGBEIL B. T., WILLIG M. R. 2010. Seasonal differences in populations-, ensemble- and community-level responses of bats to landscape structure in Amazonia. *Oikos* 119: 1654-1664. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18328.x>
- KREBS C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, New York, p. 620.
- KUHLMANN M. 2018. *Frutos e sementes do cerrado: espécies atrativas para fauna*. Iphis Gráfica e Editora, 464 p.
- LAURINDO R. S., NOVAES R. L. M., VIZENTIN-BUGONI J., GREGORIN R. 2018. The effects of habitat loss on bat-fruit networks. *Biodiversity and Conservation* 28: 589-601. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1676-x>
- LEVINS R. 1968. *Evolution in changing environments*. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J. 120 p.
- LEVY, M.C.; LOPES, A.V.; COHN, A.; LARSEN, L.G.; THOMPSON, S.E. 2018. Land use change increases streamflow across the Arco f Deforestation in Brazil. *Geophysical Research Letters*, 45 (8): 3520-3530. <https://doi.org/10.1002/2017GL076526>
- LIM B. K., ENGSTROM M. D. 2001. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 10: 613-657. <https://doi.org/10.1023/A:1016660123189>
- LIMA I. P., NOGUEIRA M. R., MONTEIRO L. R., PERACCHI A. L. 2016. Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na Reserva Natural Vale, Sudeste do Brasil. In: Rolim SG, Menezes LFT, Srbek-Araujo AC (eds) *Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismos na Reserva Natural Vale*. Editora Rupestre, pp 433–452
- LINARES E. L., MORENO-MOSQUEIRA E. A. 2010. Morfología de los frutíolos de *Cecropia* (Cecropiaceae) del pacífico Colombiano y su valor taxonómico en el estudio de dietas de murciélagos. *Caldasia* 32 (2): 275-287.

- LOBO M. R., ERICH F., FERNANDO G. 2012. Food habits and dietary overlap in a phyllostomid bat assemblage in the Pantanal of Brazil. *Acta Chiropterologica* 14 (1): 195-204. <https://doi.org/10.3161/150811012X654871>
- LOBOVA T. A., GEISELMAN C. K., MORI S. A. 2009. Seed Dispersal by Bats in the Neotropics (Memoirs of the New York Botanical Garden Volume 101) (first ed.), New York Botanical Garden Press, Bronx, NY, USA.
- LÓPEZ-BAUCELLS A., ROCHA R., BOBROWIEC P. E. D., BERNARD E., PALMEIRIM J. M., MEYER C. F. J. 2016. Field guide to Amazonian Bats. Manaus: Editora INPA. 168 p.
- LORENZI H. 2008. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384 p.
- MARQUES E. Q., MARIMON-JUNIOR B. H., MARIMON B. S., MATRICARDI E. A. T., MEWS H. A., COLLI G. R. 2020. Redefining the Cerrado-Amazonia transition: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 29: 1501-1517. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01720-z>
- MARIMON B. S., MARIMON-JUNIOR B. H., FELDPAUSCH T. R., OLIVEIRA-SANTOS C., MEWS H. A., LOPEZ-GONZALEZ G., LLOYD J., FRAN CZAK D. D., OLIVEIRA E. A., MARACAHIPES L., MIGUEL A., LENZA E., PHILLIPS O. 2014. Disequilibrium and hyperdynamic tree turnover at the forest-cerrado transition zone in Southern Amazonia. *Plant Ecology & Diversity* 7 (1-2): 281-292. <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.818072>
- MEDELLÍN R. A., EQUIHUA M., AMIN M. A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforest. *Conservation Biology* 14 (6): 1666-1675. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99068.x>
- MELLO M. A., MARQUITTI F. M. D., GUIMARÃES JR P. R., KALKO E. K. V., JORDANO P., AGUIAR M. A. M. 2011. The modularity of seed dispersal: differences in structure and robustness between bat – and Bird – fruit networks. *Oecologia* 167 (131). <https://doi.org/10.1007/s00442-011-1984-2>
- MELO F. P. L., ARROYO-RODRÍGUEZ V., FAHRIG L., MARTÍNEZ-RAMOS M., TABARELLI M. 2013. On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends in Ecology & Evolution* 28 (8): 462-468. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.01.001>

- MELLO M. A. R., RODRIGUEZ F. A., COSTA L. F., KISSLING W. D., ŞEKERCIOGLU Ç., MARQUITTI F. M. D., KALKO E. K. V. 2015. Keystone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. *Oikos* 124: 1031–1039. <https://doi.org/10.1111/oik.01613>
- MEYER C. F. J., AGUIAR L., AGUIRRE L., BAUMGARTEN J., CLARKE F., COSSON J-F., VILLEGAS S. E., FAHR J. et al. 2015. Species undersampling in tropical bat surveys: effects on emerging biodiversity patterns. *Journal of Animal Ecology* 84 (1): 113– 123. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12261>
- MILL J. N., YATES T. L., CHILDS J. E., PARMENTER R. R., KSIAZEK T. G., ROLLIN P. E., PETERS C. J. 1995. Guidelines for Working with rodents potentially infected with Hantavirus. *Journal of Mammalogy* 76 (3): 716-722. <https://doi.org/10.2307/1382742>
- MONTAÑO-CENTELLAS F., MOYA M. I., AGUIRRE L. F., GALEÓN R., PALABRAL O., HURTADO R., GALARZA I., TORDOYA J. 2015. Community and species-level responses of phyllostomid bats to a disturbance gradient in the tropical Andes. *Acta Oecologica* 62: 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2014.11.002>
- MORANDI P. S., MARIMON B. S., MARIMON JR B. H., RATTER J. A., FELDPAUCH T. R., COLLI G. R., MUNHOZ C. B. R., DA SILVA JR M. C., DE SOUZA LIMA E., HAIDAR R. F., ARROYO L., MURAKAMI A. A., DE GÓIS AQUINO F., WALTER B. M. T., RIBEIRO J. F., FRANÇO SO R., ELIAS F., DE OLIVEIRA E. A., REIS S. M., DE OLIVEIRA B., DAS NEVES E. C., NOGUEIRA D. S., LIMA H. S., DE CARVALHO T. P., RODRIGUES S. A., VILLAROEL D., FELFILI J. M., PHILLIPS O. L. 2018. Tree diversity and above-ground biomass in the South America Cerrado biome and their conservation implications *Biodiversity and Conservation* 28: 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1589-8>
- MORATELLI R., KUZZEL M. A. A., COSTA-NETO S. F., NOVAES R. L. M., ALMEIDA B., VERÍSSIMO I., PILATTI P., CLÁUDIO V. C. 2020. Recomendações para a redução dos riscos de transmissão do SARS-CoV-2 de humanos para morcegos durante atividades de campo no período da pandemia de COVID-19.<https://www.sbeq.net/_files/ugd/053d6e_93f7a050336e44b8a16011a2bde5cc25.pdf> acessado em: 23 de Maio de 2022.

MORRISON D. W. 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. *Oecologia* (45): 270-273.

MUSCARELLA R., FLEMING T. H. 2007. The role of Frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82 (4): 573-590. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00026.x>

NEILL C., COE M. T., RISKIN S. H., KRUSCHE A. V., ELSENBEER H., MACEDO M. N., MCHORNEY R., LEFEBVRE P., DAVIDSON E.A., SCHEFFLER R., FIGUEIRA A. M. S., PORDER S., DEEGAN L. A. 2013. Watershed responses to Amazon soya bean cropland expansion and intensification. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 368 (1619): 1-7. PMID:23610178 PMCID:PMC3638438. <https://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0425>

OLIVEIRA H. F. M., CAMARGO N. F., GAGER Y., MYLAERT R. L., RAMON E., MARTINS R. C. C. 2019. Protecting the Cerrado: where should we direct efforts for the conservation of bat-plant interactions? *Biodiversity and Conservation* 28: 2765-2779. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01793-w>

PEDERNEIRAS L. C., MACHADO A. F. P., SANTOS O. D. A. 2022. *Ficus* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10154>>. Acesso em: 22 jul. 2022

PEREIRA M. J. R., MARQUES J. T., PALMERIM J. M. 2010. Ecological responses of frugivorous bats to seasonal fluctuation in fruit availability in Amazonian forest. *Biotropica* 42 (6): 680-687. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00635.x>

PIANKA E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual review of ecology and systematics*. <https://www.jstor.org/stable/2096804>

R CORE TEAM. 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.r-project.org/>

RIBEIRO M. C., METZGER J. P., MARTENSEN A. C., PONZONI F. J., HIROTA M. M. 2009. The brazilian atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142 (6): 1141-1153. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>

ROCHA R., LÓPEZ-BAUCELLS A., FARNEDA F. Z., GROENENBERG M., BOBROWIEC P. E. D., CABEZA M., PALMEIRIM J. M., MEYER C. F. J. 2017.

Consequences of a large-scale fragmentation experiment for neotropical bats: disentangling the relative importance of local and landscape-scale effects. *Landscape Ecology* 32: 31-45. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0425-3>

ROJAS D., VALE A., FERRERO V., NAVARRO L. 2011. When did plants become important to leaf-nosed bats? Diversification of feeding habits in the family Phyllostomidae. *Mol. Ecol* 20: 2217-2228. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05082.x>

SALDAÑA-VÁSQUEZ R. A., SOSA V. J., IÑIGUEZ-DÁVALOS L. I., SCHONDUBE J. E. 2013. The role of extrinsic and intrinsic factors in Neotropical fruit bat-plant interactions. *Journal of Mammalogy* 94 (3): 632-639. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-370.1>

SATO T. M., PASSOS F. C., NOGUEIRA A. C. Frugivoria de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em *Cecropia pachytachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. *Pap. Avulsos Zool. (São Paulo)* 48 (3), 2008. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492008000300001>

SILVEIRA M., TREVELIN L., PORT-CARVALHO M., GODOI S., MANDETTA E. N., CRUZ-NETO A. P. 2011. Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored area in Southeast Brazil. *Acta Oecologica* 37 (1): 31-36. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.11.003>

SIKES R. S., GANNON, W. L. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 92 (1): 235-253. <https://doi.org/10.1644/10-MAMM-F-355.1>

TEIXEIRA R. C., CORRÊA C. E., FISCHER E. 2009. Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 44 (1): 7-15. <https://doi.org/10.1080/01650520802692283>

TER STEEGE T., PITMAN N. C. A., SABATIER D. et al. 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science* 80: 342. <https://doi.org/10.1126/science.1243092>

TREVELIN L. C., SILVEIRA M., PORT-CARVALHO M., HOMEM D. H., CRUZ-NETO A. P. 2013. Use of space by frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a restored Atlantic forest fragment in Brazil. *Forest Ecology and Management* 291 (1): 136-143. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.013>

- VOGEL ELY C., SHIMIZU G. H., MARTINS M. V., MARINHO L. C. 2022. *Hypericaceae* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB84135>. Acesso em: 22 jul. 2022
- VOURLITIS G. L., FILHO N. P., HAYASHI M. M. S., NOGUEIRA J. S., RAITER F., HOEGEL W., CAMPELO Jr., J. H. 2004. Effects of meteorological variations on the CO₂ exchange of a Brazilian transitional tropical forest. *Ecological Applications* 14: 89-100, 2004. <https://doi.org/10.1890/01-6005>
- WANG, B.C.; SMITH, T.B. 2002. Closing de seed dispersal loop. *TREE*, 17 (8): 379-385. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02541-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02541-7)

7. APÊNDICES

Tabela 2. Diversidade vegetal registrada em fezes de morcegos em uma escala de paisagem entre Amazônia-Ecótomo-Cerrado. Legenda: *Cben* (*C. benkeithi*), *Cbre* (*C. brevicauda*), *Cper* (*C. perspicillata*), *Gsor* (*G. soricina*), *Htho* (*H. thomasi*), *Lsil* (*L. silvicolum*), *Gcre* (*G. crenulatum*), *Pste* (*P. stenops*), *Pdis* (*P. discolor*), *Pelo* (*P. elongatus*), *Phas* (*P. hastatus*), *Alit* (*A. lituratus*), *Aobs* (*A. obscurus*), *Apla* (*A. planirostris*), *Dcin* (*D. cinereus*), *Pfus* (*P. fusciventris*), *Pinc* (*P. incarum*), *Slil* (*S. lilium*), *Stil* (*S. tildae*), *Ubil* (*U. bilobatum*), *Umag* (*U. magnirostrum*).

Espécie de Morcego																							
Planta	Cben	Cbre	Cper	Gsor	Htho	Lsil	Gcre	Pste	Pdis	Pelo	Phas	Alit	Aobs	Apla	Dcin	Pfus	Pinc	Slil	Stil	Ubil	Umag	Total	%
Família/Espécie																							
Urticaceae																							
Cecropia angustifolia*Δ												1										1	0,28
Cecropia membranacea Δ					1																	1	0,28
Cecropia obtusa Δ		4	1						2		1	2	1					1				12	3,41
Cecropia pachystachya		1										1	1				2					5	1,42
Cecropia palmata***		1										1										2	0,57
Cecropia peltata*** Δ			1	2											2							5	1,42
Cecropia sciadophylla**		1																				1	0,28
Cecropia sp 1**		1										1										2	0,57
Cecropia sp 2**															1							1	0,28
Cecropia sp 3									1						2							3	0,85
Cecropia sp 4***											1				1							2	0,57
Cecropia sp 5***												1										1	0,28
Cucurbitaceae																							
Gurania lobata*									1													1	0,28
Moraceae																							
Ficus adhatodifolia*** Δ												2		2								4	1,14
Ficus calyptrocera** Δ														1								1	0,28
Ficus castelviana** Δ																		2				2	0,57
Ficus sp 1***														1								1	0,28
Ficus sp 2														1		1		1				3	0,85

<i>Ficus</i> sp 3	2						1	3	0,85
<i>Ficus</i> sp 4						8		8	2,27
<i>Ficus</i> sp 5***				1		3		4	1,14
<i>Ficus</i> sp 6***				2				2	0,57
<i>Ficus</i> sp 7***						2		2	0,57
<i>Ficus</i> sp 8***						1		1	0,28
<i>Maclura tinctoria</i> **	1				1			2	0,57
Piperaceae									
<i>Piper aduncum</i>	10	16	2		1		1	31	8,81
<i>Piper asperifolium</i> ** Δ	1							1	0,28
<i>Piper esperancanum</i>	2		1					3	0,85
<i>Piper fuliginum</i> Δ	1					1	1	3	0,85
<i>Piper hispidum</i>	8	15		1			4	28	7,95
<i>Piper peltatum</i> Δ		1			1			2	0,57
<i>Piper</i> sp 1 **		1						1	0,28
<i>Piper</i> sp 2	4	5					1	10	2,84
<i>Piper</i> sp 3	8	5					1	14	3,98
<i>Piper</i> sp 4	1	1	2					4	1,14
<i>Piper</i> sp 5	1							1	0,28
<i>piper</i> sp 6 **	1							1	0,28
<i>Piper</i> sp 7	10	13	1				1	25	7,10
<i>Piper</i> sp 8 **	2						0	2	0,57
<i>Piper</i> sp 9	4	2					0	6	1,70
<i>Piper</i> sp 10	8	2					1	11	3,13
<i>Piper</i> sp 11	7	7				1		15	4,26
<i>Piper</i> sp 12	1	1						2	0,57
<i>Piper</i> sp 13 **	2	4						6	1,70
<i>Piper</i> sp 14 ***		1						1	0,28

<i>Piper</i> sp 15	4	1		5	1,42
Myrtaceae					
<i>Psidium guineense</i> *				1	1 0,28
Solanaceae					
<i>solanum jamaicense</i> ** Δ	2			2	0,57
<i>Solanum pseudoquina</i> *	1			1	0,28
<i>Solanum</i> sp 1*	2			1	3 0,85
<i>Solanum</i> sp 2	0	1		1	2 0,57
<i>Solanum</i> sp 3**	1			1	0,28
<i>Solanum</i> sp 4**	2			2	0,57
<i>Solanum</i> sp 5**	0			1	1 0,28
<i>Solanum</i> sp 6***	0	1		1	0,28
Não identificado					
sp 1**			1	1	0,28
sp 2**		1		1	0,28
sp 3**	1			1	0,28
sp 4**	2			2	0,57
sp 5*	1			1	0,28
sp 6**	1			1	0,28
sp 7**	1			1	0,28
sp 8**		1		1	0,28
sp 9*		1		1	0,28
sp 10**				2	2 0,57
sp 11**	1			1	0,28
Clusiaceae					
<i>Vismia cayennensis</i> *	3			3	0,85
<i>Vismia guianensis</i>	1	4		5	1,42
<i>Vismia latifolia</i> ** Δ	2	2		4	1,14
<i>Vismia sessifolia</i> Δ	2	4		6	1,70

<i>Vismia</i> sp 1		1	1				1								1							4	1,14
<i>Vismia</i> sp 2	1	3	3				1		1	2				1								12	3,41
<i>Vismia</i> sp 3*		3																				3	0,85
<i>Vismia</i> sp 4		3	3												1							7	1,99
<i>Vismia</i> sp 5		2	3													1						6	1,70
<i>Vismia</i> sp 6*		3	1												1							5	1,42
<i>Vismia</i> sp 7	1	13	13												0		1					28	7,95
Total	2	132	118	8	2	1	3	1	4	3	2	15	2	29	3	5	1	17	1	1	1	352	100
% Amostras	0,54	35,8	32	2,17	0,5	0,3	0,81	0,3	1,1	0,81	0,54	4,07	0,54	7,86	0,81	1,4	0,27	4,6	0,3	0,27	0,271		
IID Dispersão	0	0,98	0,84	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0,08	0	0	0	0	0	0	2E-04		
Levins	1,83	21,2	14,4	5,33	2	1	3,06	1	2,7	1,84	2	10,5	2	8,55	2	3,6	1	8,7	1	1	1		
Levins padronizado	0,42	0,15	0,11	0,62	1	0	0,06	0	0,6	0,42	1	0,68	1	0,27	1	0,6	0	0,5	0	0	0		
Índice de Pianka		0,02												0,01									

* ocorrência só na Amazônia; ** ocorrência só no Ecótono; *** ocorrência só no Cerrado, Δ novos registros alimentares de morcegos no Brasil.

Capítulo 2

A abundância determina as redes de interações entre morcegos frugívoros e plantas em escalas de paisagens Amazônia-Ecótono-Cerrado

A ser submetido para publicação no periódico: Landscape Ecology ISSN 0921-2973
Francimeire Fernandes Ferreira¹; Sérgio Gomes da Silva²; Breno Dias Vitorino³; Angelica Vilas Boas da Frota³; Frederico Augusto Guimarães Guilherme⁴

¹Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso. Av. Expedição Roncador Xingu, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. CEP 78690-000. Correspondência: ferreira.francimeire@yahoo.com.br

²Laboratório de Biologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda, Mato Grosso, Brasil. CEP 78980-000.

³Universidade do estado de Mato Grosso, campus Cáceres, Mato Grosso, Brasil. CEP 78200-000.

⁴Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, regional Jataí. BR 364/Km 192, Zona Rural, Jataí, Goiás, Brasil. CEP 75800-000.

RESUMO

A diversidade de morcegos frugívoros dos neotrópicos possui forte interação com as plantas e os processos de dispersão de sementes nos ambientes florestais. Nossos objetivos buscaram verificar como são as estruturas das redes de morcego-fruto em paisagens de Amazônia, Ecótono e Cerrado no Brasil. Analisamos espécies mais relevantes e qual o preditor da importância das espécies nas redes. Com análise de material fecal de morcegos frugívoros e identificação das espécies de plantas em uma ampla área amostral avaliamos as interações ecológicas por meio da teoria de redes. Construímos uma rede de interações para cada bioma e avaliamos várias métricas com auxílio do pacote-R *bipartite*, entre número de links, frequência de interações e modularidade. Calculamos também métricas a nível de espécie para avaliar a contribuição de cada morcego na estruturação das redes de interações. Identificamos 348 interações e 178 links somando-se as três redes construídas, com o registro de 21 espécies de morcegos e 77 espécies de plantas. A especialização das redes variou entre os biomas e o Ecótono, já a modularidade foi mais semelhante. A

abundância foi o preditor para os biomas e o Ecótono. Os morcegos *Carollia brevicauda* e *C. perspicillata* foram as espécies mais relevantes para o sistema de interação das redes. As pequenas diferenças entre as redes podem estar associadas à homogeneidade dentro das fitofisionomias amostradas. A menor especialização da rede da Amazônia pode estar associada à diversidade vegetal disponível, porém, o Ecótono teve o maior registro de espécies vegetais, denotando a importância dessa paisagem no contexto de funcionalidade ambiental e sua conservação. A abundância do gênero *Carollia* está associada às adaptações das espécies e a pluralidade alimentar. Cabem novos estudos com enfoque nas redes morcego-fruto, pois são fundamentais para compreensão dos processos de dispersão e manutenção de remanescentes florestais, que podem garantir a manutenção da biodiversidade e da prestação dos serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Abundância, Dispersão de sementes, Diversidade, Serviço ecossistêmico.

ABSTRACT

The diversity of frugivorous bats from the Neotropics has a strong interaction with plants and seed dispersal processes in forest environments. Our objectives sought to verify the structures of fruit bat nets in an Amazon, Ecotone and Cerrado landscape in Brazil. We analyzed the most relevant species and what is the predictor of the importance of species in the networks. With the analysis of fecal material from frugivorous bats and identification of plant species in a large sample area, we evaluated ecological interactions through network theory. We built a network of interactions for each biome and evaluated several metrics with the help of the bipartite R-package, between number of links, frequency of interactions and modularity. We also calculated species-level metrics to assess the contribution of each bat in structuring interaction networks. We identified 348 interactions and 178 links, summing up the three networks constructed, with the record of 21 species of bats and 77 species of plants. The specialization of the networks varied between the biomes and the Ecotone, whereas the modularity was more similar. Abundance was the predictor for the biomes and the Ecotone. The bats *Carollia brevicauda* and *C. perspicillata* were the most relevant species for the network interaction system. The small differences between the networks may be associated with the homogeneity of the sampled phytophysionomies. The lower specialization of the Amazon network may be associated with the available plant diversity, however, the Ecotone had the highest record of plant

species, denoting the importance of this landscape in the context of environmental functionality and its conservation. The abundance of the *Carollia* genus is associated with species adaptations and food plurality. Further studies are needed, focusing on bat-fruit networks, as they are fundamental for understanding the processes of dispersion and maintenance of forest remnants, which can guarantee the maintenance of biodiversity and the provision of ecosystem services.

Keywords: Abundance, Seed dispersal, Diversity, Ecosystem service.

1. INTRODUÇÃO

Os morcegos frugívoros fornecem serviços ecossistêmicos primordiais. Esses serviços incluem a polinização e a dispersão de sementes, sendo que esses mamíferos voadores atuam nessas ações de forma mais eficaz que outros mamíferos, devido à capacidade de voo do grupo (Galindo-González 2004). A compreensão das relações alimentares de morcego-planta é primordial para discussões sobre a rede morcego-fruto, e seus papéis nos processos de dispersão de sementes nos ambientes florestais (Mello et al. 2011). Estudos que busquem compreender as redes de interação entre morcegos e plantas geralmente são realizados em escalas locais (Hernández-Montero et al. 2015; Zapata-Mesa et al. 2017; Laurindo et al. 2019; Castaño et al. 2020) ou em meta análises (Laurindo et al. 2020). Poucos trabalhos buscam compreender essas redes e seus preditores em escalas de paisagem (Castaño et al. 2020), e não há estudos em escala de paisagens envolvendo mais de um bioma e sua zona ecotonal.

A região Neotropical é composta por um mosaico de paisagens com ampla variedade de ecossistemas e biodiversidade associada. Entre elas está a Amazônia que vem sofrendo constantes impactos com a extração de madeira, impulsionado pelo desenvolvimento de atividades agropecuárias, com aumento expressivo na última década (Silva Junior et al. 2021). Da mesma forma, o Cerrado sofre com ações do uso da terra para a expansão de práticas agropecuárias. Portanto, ambos os biomas vêm passando por ampla fragmentação (Grecchi et al. 2013). Os impactos dessas ações humanas estão convertendo a paisagem florestal para um contínuo mosaico de manchas florestais, circundadas por matrizes de pastagens ou lavouras (Cumming et al. 2012). Ao longo das últimas décadas, as fragmentações desses ambientes estão ocasionando perdas da biodiversidade com a entrada de espécies invasoras e alterações nos regimes de incêndio dentre outros problemas

(Klink e Machado, 2005; Decaëns et al., 2018). Ainda nesse cenário, o encontro entre esses biomas forma o maior Ecótono em zona tropical do planeta (Torello-Raventos et al. 2013). Esse mosaico de vegetação ecotonal é influenciado por diversos fatores antropogênicos (mudanças climáticas, mudanças na frequência do fogo entre outros), levando a mudanças na estrutura da vegetação, como por exemplo, a invasão da floresta sobre savana nas áreas de Cerrado (Passos et al. 2018). Cabe se ressaltar que esses impactos nesses biomas e sua zona ecotonal se tornaram tão evidentes, que receberam o nome de “arco do desmatamento” (Levy et al. 2018). São necessários estudos diversos nesses ambientes, com enfoques para aplicação do manejo e da conservação da biodiversidade (Marques et al. 2020).

Entre esses estudos, estão os que visam compreender as relações entre morcego-fruto, como já realizados em outros biomas (Laurindo et al. 2019), os quais permitem compreender as relações ecológicas interespecíficas entre o animal-planta. Isso ressalta a importância dessas interações para a manutenção e conservação da biodiversidade faunística e de flora (Mello et al. 2011). Na paisagem de Amazônia, Ecótono e Cerrado brasileira ocorrem alta diversidade de morcegos, porém, apenas com alguns estudos locais e nenhuma pesquisa com enfoque em redes de interação morcego-fruto (Bernard et al. 2011; Melo et al. 2015). Morcegos frugívoros podem responder de formas diferentes a processos de fragmentação da paisagem, bem como, impactos como o desmatamento em alta escala podem afetar a disponibilidade de recursos e abrigos (Castro-Luna et al. 2007). Dessa forma, são necessárias avaliações das associações mutualísticas morcego-fruto (Gómez e Verdú, 2012), visto que os efeitos do uso da terra podem promover impactos sobre a diversidade de morcegos frugívoros (Rojas et al. 2012). Ressalta-se que morcegos frugívoros tem seu valor econômico no processo da prestação de serviços ecossistêmicos, como o recrutamento de espécies vegetais altamente valorizadas pelas comunidades humanas rurais (Scanlon et al. 2014).

Considerando pesquisas em escalas de paisagem amplas, que envolvam biomas e áreas de transição, bem como áreas florestais que vêm sofrendo constantes impactos de fragmentação, com a formação de ilhas de vegetação, buscamos responder as seguintes perguntas: i) Como são estruturadas as redes de interações entre morcegos e plantas em escalas de paisagens abordando diferentes ambientes na Amazônia, Cerrado e Ecótono? Em função da elevada diversidade biológica desses ecossistemas tropicais, trabalhamos com a hipótese de que haverá ampla interação entre morcego-fruto, com predomínio de padrões entre as espécies e especificidades entre os diferentes biomas e seu Ecótono (ver

Castaño et al. 2020); ii) Quais as espécies mais relevantes nesse sistema de interação em cada um dos biomas e no Ecótono? Hipotetizamos que espécies comumente relatadas como abundantes se destacam nessas interações (ver Mello et al. 2011); iii) Qual o preditor da importância dessas espécies nas redes? Sugerimos que a abundância se destaque como o preditor explicativo para as redes de interações nos biomas e Ecótono amostrados devido a maior pluralidade de determinadas espécies de morcegos frugívoros (ver Laurindo et al. 2020).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em escala de paisagens com amostragens nos biomas Amazônia, Cerrado e sua área de tensão ecológica, o Ecótono (Ferreira, 2014). Os pontos de amostragens incluíram o estado de Rondônia (Amazônia) e Mato Grosso (Ecótono e Cerrado). Os ambientes apresentam clima do tipo Am, quente e úmido, com presença de chuvas monçônicas, e a transição para o clima equatorial super-úmido (Af) da região Amazônica e do tropical úmido (Aw) da região do Planalto Central (Alvares et al. 2014). O período de maior precipitação se concentra entre outubro e abril, já o período seco, é registrado entre os meses de maio a setembro, com temperaturas médias de 24°C e precipitações até 2.000 mm (Vourlitis et al. 2004), de acordo com o bioma.

A coleta de dados ocorreu em 24 remanescentes florestais pré-delimitados e distribuídos de forma igualitária nos ambientes (oito em cada), com amostragens no período da chuva e seca (tabela - Apêndice). Cada remanescente em seus respectivos ambientes estavam a uma distância mínima de 10 quilômetros entre si (para evitar pseudoreplicação) (Figura 1).

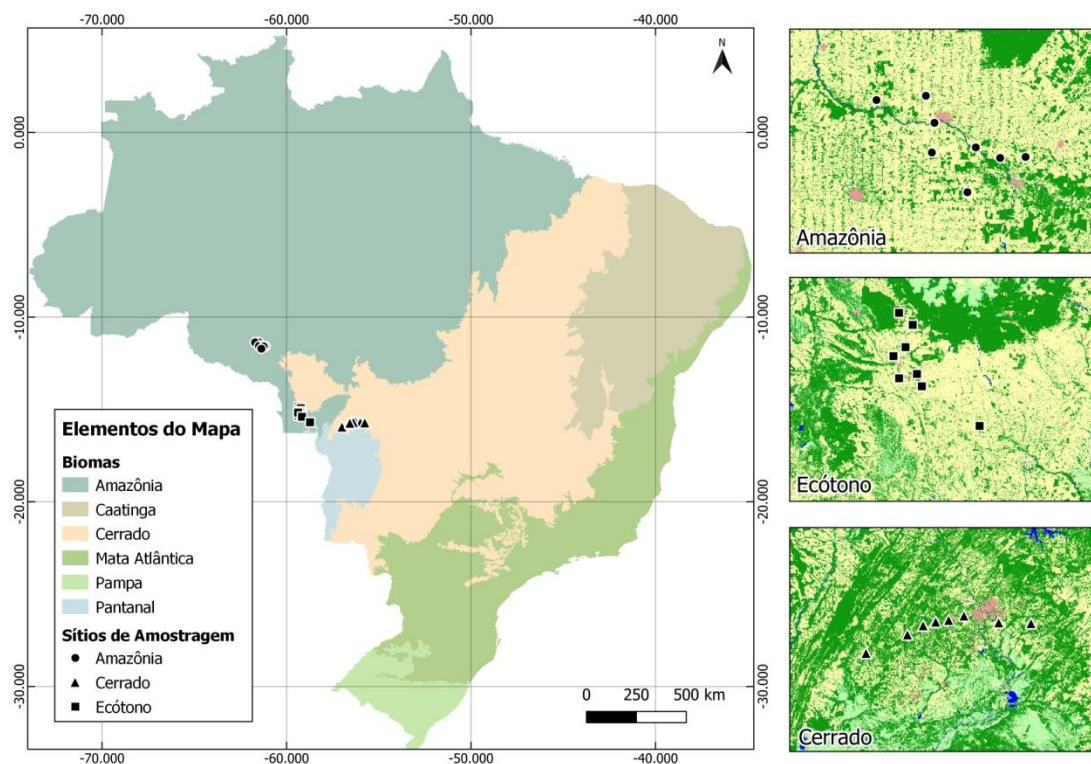


Figura 1. Ambientes onde estão localizados os 24 remanescentes florestais nas paisagens de Amazônia (Rondônia), Ecótono e Cerrado (Mato Grosso).

Os morcegos frugívoros foram capturados por duas noites consecutivas em cada remanescente florestal, um dia na borda, e outro no interior. Isso totalizou 103.680 m².h de amostragem (conforme Straube e Bianconi 2002) com o uso de dez redes de neblina (modelo 716/12P, 2,5 m, denier 75/2, rede 16 x 16 mm, Ecotone Inc. Polônia). Para as amostragens no interior consideramos os possíveis efeitos de borda, por isso, sempre ocorriam no mínimo a 100 m da borda (ver Broadbent et al., 2008). O tempo de amostragem ocorria durante seis horas contínuas a partir do crepúsculo. Toda a pesquisa foi autorizada pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade – SISBIO (nº 61213) e do Comitê de Ética de Pesquisa no Uso de Animais (CEUA/UNEMAT).

Os morcegos capturados foram acondicionados em sacos de algodão individual por aproximadamente 60 minutos para obtenção das fezes (ver Morrison 1980). Depois os sacos eram vistoriados e as fezes quando presentes eram coletadas e armazenadas em criotubos identificados. Todos os morcegos capturados foram sexados, pesados e identificados seguindo literatura especializada até o nível de espécie (Lim e Engstrom 2001; Gardner 2007; López-Baucells et al. 2016; Diaz et al. 2016; Diaz et al. 2021).

Posteriormente em laboratório, as fezes armazenadas nos criotubos foram triadas com o auxílio de lupa estereoscópica (40x) e pinças em busca de sementes. Como é

possível que uma amostra fecal tenha mais de uma semente de espécies vegetais diferentes (Galindo-González et al. 2009), consideramos a deposição de sementes por espécie vegetal como uma interação morcego-fruto. Dessa forma, nossos números de amostras fecais não necessariamente coincidem com o número de interações morcego-fruto. As sementes foram separadas e identificadas. A identificação das sementes seguiu guias de identificação específicos até o menor nível taxonômico possível (Lorenzi 2008; Bredt et al. 2012; Martinelli e Moraes 2013; Kuhlmann 2018). As amostras que não puderam chegar até o nível de espécie foram classificadas em morfotipos numéricos dentro dos seus respectivos gêneros. Nós definimos como frequência de interação toda vez que uma ou mais sementes de uma determinada espécie fosse encontrada em uma amostra de fezes, independentemente do número de sementes por amostras.

Avaliamos as interações ecológicas estabelecidas entre morcegos frugívoros e plantas por meio da teoria de redes. Para cada um dos ambientes, construímos um rede de interações e avaliamos várias métricas com auxílio do pacote-R *bipartite* (Dormann et al. 2008): Riqueza de morcego; Riqueza de plantas; Tamanho da rede (riqueza de espécies); Número de *Links*, que refere-se ao número de pareamentos distintos na rede; Especialização H_2' que quantifica o desvio das frequências de interações baseado no número de parceiros disponíveis na rede (Blüthgen et al. 2006); e Modularidade Q_w , que identifica sub-conjuntos de espécies que tendem a interagir mais entre si do que com outros representantes da rede (Beckett 2016). Na sequência, avaliamos o nível de significância das métricas H_2' e Q_w confrontando os resultados obtidos com o de outras 100 redes criadas por meio de um modelo nulo que mantém os mesmos padrões de conectância e dimensões em relação à rede observada (Vázquez et al. 2007). A suficiência amostral de nossas redes foi avaliada dividindo número total de *links* de cada rede pelo estimado via Chao 1 para cada um dos três ambientes (Chao 1984) com auxílio dos pacotes-R *iNEXT* e *vegan* (Hsieh et al., 2020; Oksanen et al. 2020).

Também calculamos algumas métricas em nível de espécie para avaliar a contribuição de cada espécie de morcego na estruturação das redes de interações: Grau normalizado, que representa o número de *links* normalizados por espécie; Força da espécie, que avaliada a importância de uma espécie com base na soma das dependências de seus respectivos parceiros; e Centralidade de proximidade, que avalia o quanto uma espécie pode contribuir para a coesão da rede, com base na sua proximidade em relação às demais espécies da rede (Martín González et al. 2010; Mello et al. 2015). Apesar de distintas, observamos certo nível de correlação entre essas três métricas (Amazônia: Spearman mean

= 0,77 e SD = 0,26; Ecótono: Spearman mean = 0,82 e SD = 0.21; Cerrado: Spearman mean = 0.95 e SD = 0.05, Fig S1). Dessa forma, realizamos uma Análise de Componentes Principais e resumizamos todas essas três métricas em um único índice (PCI) que explicou 95% da variação total.

Para avaliar os possíveis preditores das métricas em nível de espécie calculadas, selecionamos alguns atributos das espécies de morcegos que apresentam relação com as taxas de consumo de frutos: massa obtida em campo através do peso individual de cada morcego e posterior extração da média geral de cada espécie, nível de frugivoria extraídos da plataforma Elton Traits 1.0 (Wilman et al. 2014) e abundância de cada espécie com a relativização dos valores, com a soma do total de indivíduos de uma espécie dividido pelo valor total da soma de todas as espécies. Realizamos um teste de correlação de Spearman entre os atributos e constatamos que os mesmos não foram correlacionados (Fig S2). Finalmente, realizamos um modelo linear para avaliar a influência dos atributos selecionados (massa, nível de frugivoria e abundância) sob o papel das espécies desempenhado em cada uma das redes (PC1).

3. RESULTADOS

Identificamos ao todo 348 interações, que foram distribuídas em 178 links. Em cada bioma e no Ecótono, os números de interações e links foram variados entre a Amazônia (Interações= 91; Links= 49), Ecótono (Interações= 125; Links= 68) e o Cerrado (Interações= 132; Links= 61). Nossas redes foram compostas por 21 espécies de morcegos e 77 espécies de plantas. O número de espécies de morcegos se alimentando de frutos representou 43,75% (Riqueza = 48) de todas as espécies inventariadas durante as capturas. A especialização da rede variou entre os ambientes entre 0,38 (Amazônia) e 0,44 (Ecótono e Cerrado). Já a modularidade ficou entre 0,39 (Amazônia e Cerrado) e 0,41 (Ecótono) (Tabela 1). A riqueza de morcegos e plantas integrando a rede também variaram entre os ambientes, com a Amazônia apresentando maior riqueza de espécies de morcegos (n = 15) e o Ecótono com a maior riqueza de plantas (n = 50) (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1. Descritores ecológicos referentes às redes de interações entre morcegos frugívoros e plantas na Amazônia, Ecótono e Cerrado.

	Amazônia	Ecótono	Cerrado
Espécies de morcegos	15	11	10
Espécies de plantas	28	50	32
Riqueza de espécies	43	61	42
Número de <i>Links</i>	49	68	61
Especialização H_2'	0,38	0,44	0.44**
Modularidade Q_w	0,39	0,41	0.39*
Completeness amostral	45%	45%	46%

(* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$)

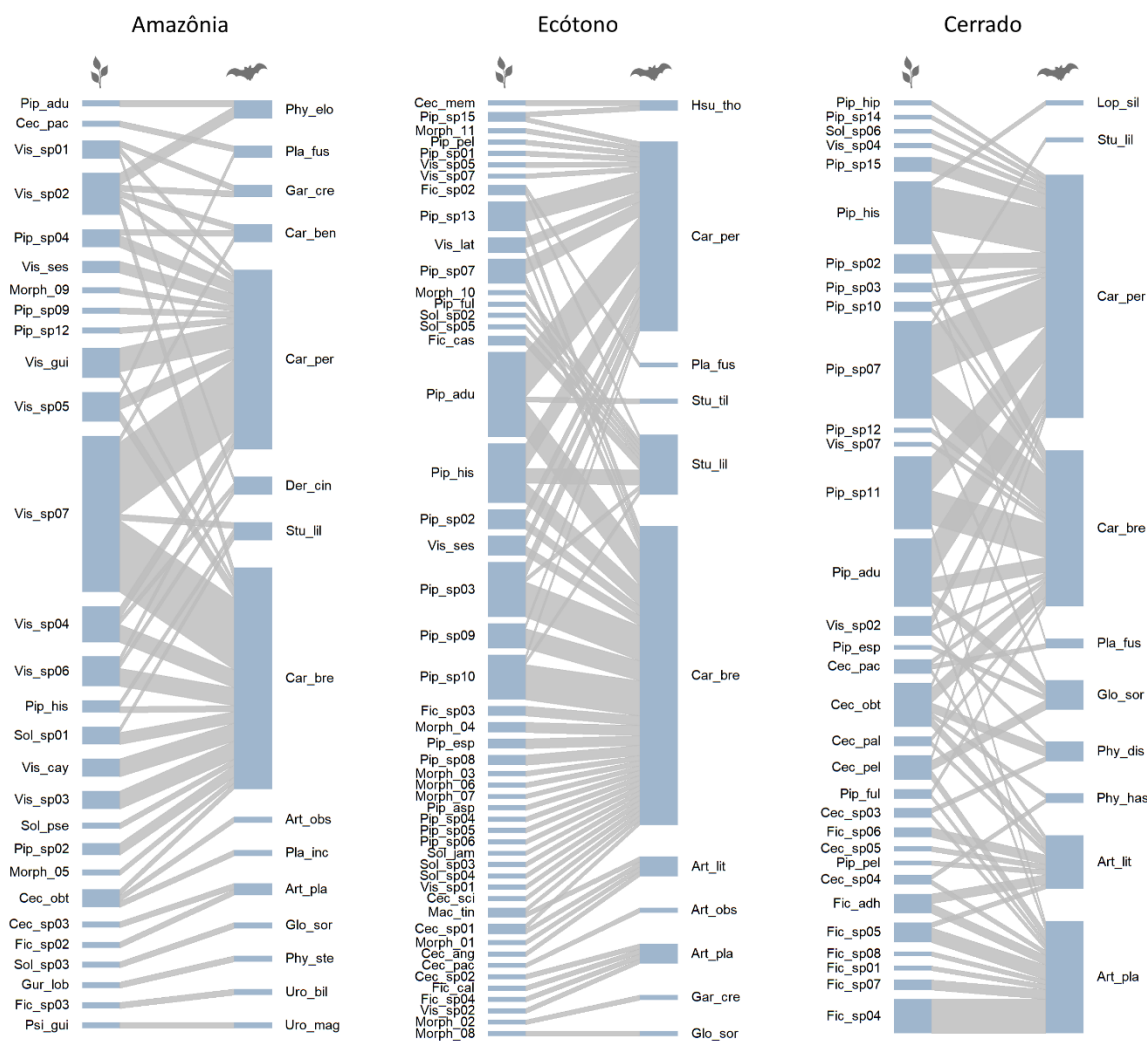


Figura 2. Redes de frugivoria e dispersão de sementes por morcegos em escalas de paisagens nos ambientes Amazônia, Ecótono e Cerrado nos estados de Rondônia e Mato Grosso, Brasil.

A abundância foi o preditor do PC1 para os dois biomas e o Ecótono, o que explica a importância das espécies nas redes de interações (Figura 3). Entre as espécies de morcegos mais relevantes para o sistema de interação, *Carollia brevicauda* e *C. perspicillata* foram as responsáveis pelos dois biomas e o Ecótono. Já os outros preditores não influenciaram o PC1 (Figura 2).

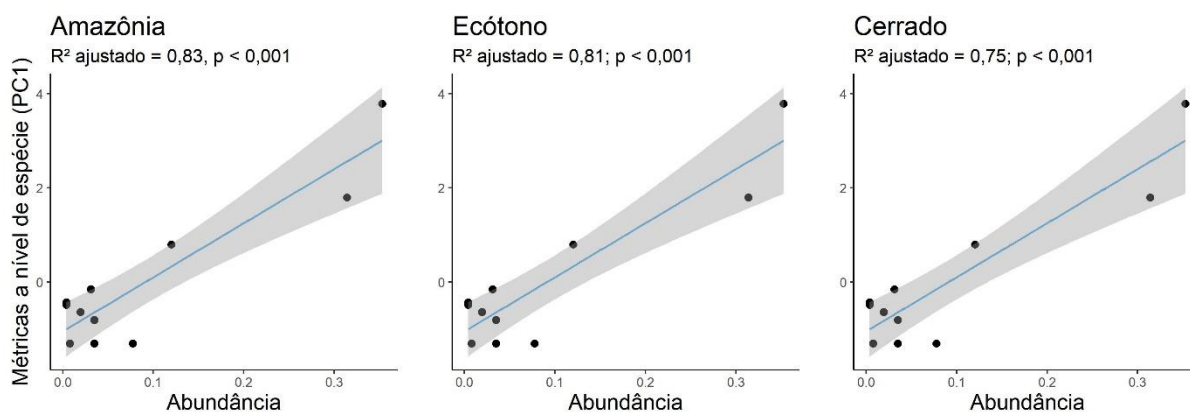


Figura 3. A abundância dos morcegos como preditor das métricas: grau normalizado, força da espécie e centralidade por proximidade (PC1) assumidas por essas espécies em suas respectivas redes de interações.

4. DISCUSSÃO

Nossas redes de interações nos biomas e no Ecótono denotam pequenas diferenças entre as mesmas nos quesitos avaliados (especialização e modularidade), quando comparado com outros estudos com morcego-fruto (Castaño et al. 2020). Principalmente referente à especialização, uma vez que nossas amostragens ocorreram em diferentes fitofisionomias, porém, composta por remanescentes florestais nativos. Diferente, quando as redes de interações morcego-fruto são comparadas entre fitofisionomias nativas e induzidas pelos humanos, os resultados tendem a denotar maiores diferenças. É o caso da comparação entre florestas secundárias tropicais e plantações de café sombreada em um estudo no México (Hernández-Montero et al. 2015), que denotam alta especialização nas redes de interação morcego-fruto amostradas em plantações de café.

A menor especialização da rede morcego-fruto na Amazônia, em relação ao Ecótono e Cerrado pode estar relacionada ao contexto da diversidade vegetal disponível para os morcegos frugívoros na Amazônia. Porém, temos que ressaltar que a maior riqueza de espécies vegetais foi identificada para o ambiente de Ecótono, o que reforça a importância dessas zonas de transições para a manutenção dos ecossistemas com as interações morcego-planta (Marques et al. 2020). O Ecótono apresentou maior modularidade que a Amazônia e o Cerrado. Isso pode estar associado a maior diversidade funcional relacionado às espécies de morcegos e plantas e minimização de propagações de perturbações dentro da rede (Montoya et al. 2015; Kolchinsky et al. 2015). Compreender essas zonas de transições permitem a identificação de processos emergentes na dinâmica

dessas comunidades, bem como subsidiar estratégias para melhor funcionalidade desses ecossistemas (Harvey et al. 2016; Raimundo et al. 2018).

As espécies mais representativas (*C. brevicauda* e *C. perspicillata*) observadas neste estudo são comumente as mais abundantes em pesquisas com morcegos (Aguilar e Marinho-Filho 2007; Teixeira et al. 2009; Pereira et al. 2010; Carvalho-Ricardo et al. 2014; Cely-Gómez e Castillo-Figueroa 2019). O gênero *Carollia* no Brasil é representado por três espécies (*C. benkeithi*, *C. brevicauda* e *C. perspicillata*). Com exceção do *C. benkeithi* que possui distribuição mais na região amazônica, outras duas são encontradas em todos os biomas brasileiros (McLellan e Koopman 2008; Nogueira et al. 2014). Essas espécies estão frequentemente associadas às plantas dos gêneros *Cecropia*, *Piper*, *Solanum* e *Vismia* (Lobova et al. 2009). Porém, nosso estudo em diferentes ambientes denotam algumas variações, como por exemplo na Amazônia, maior associação dos morcegos com a planta do gênero *Vismia*, já no Ecótono e Cerrado, os morcegos possuem maior associação com a planta do gênero *Piper*. Essas diferenças podem estar relacionadas ao período de frutificação ou a disponibilidade das plantas entre os ambientes, como já observado em um estudo com as respostas ecológicas dos morcegos frugívoros a flutuação sazonal em florestas tropicais (Pereira et al. 2010). Ressaltamos também as associações do gênero de morcego *Artibeus*, que é comumente associado a plantas do gênero *Ficus* (Saldaña-Vásquez et al. 2013), mas encontramos em nossos resultados associações com os gêneros *Cecropia*, *Maclura*, *Piper* e *Vismia*.

A abundância dos morcegos foi o melhor preditor explicativo para o papel que as espécies desempenham nas redes de interações ecológicas. A abundância tem sido um determinante mais importante nas redes de interações morcego-fruto do que os traços funcionais, como frugivoria e peso que utilizamos em nossa pesquisa, também observado em outro estudo (Laurindo et al. 2020). Diferente, outras pesquisas encontraram a precipitação anual (Laurindo et al. 2019; Corro et al. 2021), Clima e latitude (Corro et al. 2021), grau de frugivoria (Mello et al. 2015) ou variações temporais (Zapata-Mesa et al. 2017) como os preditores explicativos. A abundância pode reforçar seu papel na regulação das possibilidades do encontro entre as espécies, onde as espécies de morcegos que capturamos mais abundantes interagem com mais espécies vegetais, do que as espécies raras (Vásquez et al. 2009; Winfree et al. 2014; Vizentin-Bugoni et al. 2014).

Essas espécies de morcegos frugívoros mais abundantes registradas (*C. brevicauda* e *C. perspicilata*) são fundamentais na formação das redes de interações morcego-fruta. Sugerimos que sua abundância é influenciada pela disponibilidade dos frutos que

consomem, bem como, esses morcegos podem influenciar a presença dos frutos, pois são os principais dispersores deles nos ambientes florestais, como é o caso da planta do gênero *Piper* (Thies e Kalko 2004). Outro ponto explicativo para a abundância desses morcegos como explicação para as redes de interações podem estar associadas às características morfológicas das plantas que interagem, em especial as dos gêneros *Piper* e *Vismia*. Por se tratarem de árvores e herbáceas, múltiplos períodos de floração e ampla riqueza de espécies, bem como, ampla resiliência as alterações do uso da terra (corte e queima) podem favorecer a presença desses morcegos nos ambientes amostrados (Jaramillo e Manos 2000; Marquis 2004; Thies e Kalko 2004; Mesquita et al. 2015). São necessários estudos que aprofundem a paisagem amostrada, de forma a compreender melhor os processos de interação morcego-fruta na formação das redes de dispersão nesses ambientes florestais.

5. CONCLUSÃO

As redes de interação que observamos possuem estruturas semelhantes, com pequenas diferenças. O Ecótono se destacou em maior número de *links* que a Amazônia e o Cerrado, reforçando a importância em compreender essa paisagem e seu papel nos processos interativos entre morcego-planta. As espécies de morcegos abundantes, bem como das plantas consumidas por eles são fundamentais para compreender essas redes de interação e, o processo de adaptação e a dispersão de sementes nos ambientes florestais nativos. A abundância como o preditor explicativo para as redes interações que observamos na Amazônia, Ecótono e Cerrado denotam a importância dessas espécies para a manutenção dos ecossistemas e das relações ecológicas nesses ambientes. Ressaltamos a importância dos morcegos na manutenção dos remanescentes florestais nessa zona de tensão ecológica para a conservação da biodiversidade e de processos que garantam os serviços ecossistêmicos, tais como a dispersão de sementes que contribui na restauração ecológica dos ecossistemas estudados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar LMS, Marinho-Filho J (2007) Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic forest. *Acta Chiropterologica* 9 (1): 251-260.
<https://doi.org/10.3161/150811007781694336>

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2014) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Beckett SJ (2016) Improved community detection in weighted bipartite networks. *R. Soc. Open Sci.* 3: 18.
- Bernard E, Tavares VC, Sampaio E (2011) Compilação atualizada das espécies de morcegos (Chiroptera) para a Amazônia brasileira. *Biota Neotrop.* 11 (1): 35-46. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100003>
- Blüthgen N, Menzel F, Blüthgen N (2006) Measuring specialization in species interaction networks. *BMC Ecol.* 6.
- Bredt A, Uieda W, Pedro WA (2012) Plantas e morcegos, na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. *Rede de sementes do Cerrado, Brasília*, 273p.
- Broadbent EN, Asner GP, Keller M, Knapp DE, Oliveira PJC, Silva JN. (2008) Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. *Biological Conservation* 141 (7): 1745-1757. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.024>
- Carvalho-Ricardo MC, Uieda W, Fonseca RC, Rossi MN (2014) Frugivory and the effects of ingestion by bats on the seed germination of three pioneering plants. *Acta Oecologica* 55: 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.11.008>
- Castaño JH, Carranza-Quiceno JA, Pérez-Torres J (2020) Bat-fruit networks structure resist habitat modification but species roles change in the most transformed habitats. *Acta Oecologia* 105: 103550. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103550>
- Castro-Luna AA, Sosa VJ, Castillo-Campos G (2007) Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaico in South-eastern Mexico. *Animal Conservation* 10 (2): 219-228. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2007.00097.x>
- Cely-Gómez MA, Castillo-Figueroa D (2019) Diet of dominant frugivorous bat species in an oil palm landscape from Colombian Llanos: implications for forest conservation and recovery. *Therya* 10 (2). <https://doi.org/10.12933/therya-19-682>
- Chao A (1984) Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian journal of statistics* 11 (4): 265-270.
- Corro EJ, Villalobos F, Lira-Noriega A, Guevara R, Guimarães PR, Dáttilo W (2021) Annual precipitation predicts the phylogenetic signal in bat-fruit interaction networks

across the neotropics. *Biology Letters* 17 (12): 34847787, <https://doi.org/10.1098/rsbi.2021.0478>

Cumming GS, Southworth J, Rondon XJ, Marsik M (2012) Spatial complexity in fragmenting Amazonian rainforests: do feedbacks from edge effects push forests towards an ecological threshold? *Ecological Complexity* 11: 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2012.03.002>

Decaëns T, Martins MB, Feijoo A, Oszwald J, Dolédec S, Mathieu J, Sartre A, Bonilla D, Castanho GG, Criollo YAC, Dubs F, Furtado IS, Gond V, Gordilho E, Clec'h SL, Marichal R, Mitja D, Souza IM, Praxedes C, Rougerie R, Ruiz DH, Otero JT, Sanabria C, Velásquez A, Zarate LE, Lavelle P (2018) Biodiversity loss along a gradient of deforestation in Amazonian agricultural landscapes. *Conservation Biology* 32(6): 1380-1391. <https://doi.org/10.1111/cobi.13206>

Diaz MM, Solari S, Aguirre LF, Aguiar LMS, Barquez RM (2016) Clave de Identificación de los murciélagos de Sudamérica. *Publicación Especial N° 2 PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina)* 160 p.

Diaz MM, Solari R, Gregorin R, Aguirre LF, Barquez RM (2021) Clave de Identificación de los murciélagos neotropicales. *Publicación Especial N° 4 PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina)*, Tucumán, Argentina, 207 p.

Dormann CF, Gruber B, Frund J (2008) Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. *R News* 8 (2): 8–11.

Ferreira AR (2014) Geomorfologia, Geodiversidade e análise da fragilidade ambiental das paisagens do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, MT-Brasil. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. 168 p.

Galindo-González J (2004) Clasificación de los murciélagos de la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana* 20 (2).

Galindo-González J, Vásquez-Dominguez G, Saldaña-Vásquez RA, Hernández-Montero JR (2009) A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *Journal of Tropical Ecology* 25: 205-209. <https://doi.org/10.1017/S0266467409005859>

Gardner AL (2007) *Mammals of South America, volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago, IL.

Gómez JM, Verdú M (2012) Mutualism with plants drives primates diversification. *Systematic Biology* 61 (4): 567-577. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syr127>

- Grecchi RC, Gwyn QHJ, Bénie GB, Formaggio AR (2013) Assessing the spatio-temporal rates and patterns of land-use and land-cover changes in the Cerrados of southeastern Mato Grosso, Brazil. *International Journal of Remotes Sensing* 34 (15): 5369-5392. <https://doi.org/10.1080/01431161.2013.788798>
- Harvey E, Gounand I, Ward CL et al (2016) Briding ecology and conservation: from ecological networks to ecosystem function. *Journal of Applied Ecology* 54: 371-379.
- Hernández-Montero JR, Saldaña-Vásquez RA, Galindo-González J, Sosa VJ (2015) Bat-fruit interactions are more specialized in shaded-coffee plantations than in tropical mountain cloud forest fragments. *Plos One* 18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126084>
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A (2020) Interpolation and Extrapolation for Species Diversity. R Package, Version 2.0.20.
- Klink CA, Machado RB (2005) Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19: 707-713. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>
- Kolchinsky A, Gates AJ, Rocha LM (2015) Modularity and the spread of perturbations in complex dynamical systems. *Physical Review E* 92: 1-9. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.92.060801>
- Kuhlmann M (2018) Frutos e sementes do cerrado: espécies atrativas para fauna. Iphis Gráfica e Editora, 464 p.
- Laurindo RS, Novaes RLM, Vizentin-Bugoni J, Gregorin R (2019) The effects of habitat loss on bat-fruit networks. *Biodiversity and Conservation* 28: 589-601. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1676-x>
- Laurindo RS, Vizentin-Bugoni J, Tavares DC, Mancini MCS, Mello RM, Gregorin R (2020) Drivers of bat roles in Neotropical seed dispersal networks: abundance is more important than functional traits. *Oecologia* 193: 189-198. <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04662-4>
- Lim BK, Engstrom MD (2001) Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodivers. Conserv.* 10: 613-657. <https://doi.org/10.1023/A:1016660123189>
- Lobova TA, Geiselman CK, Mori SA (2009) Seed Dispersal by Bats in the Neotropics (Memoirs of the New York Botanical Garden Volume 101) (first ed.), New York Botanical Garden Press, Bronx, NY, USA.
- López-Baucells A, Rocha R, Bobrowiec PED, Bernard E, Palmerim JM, Meyer CFJ (2016) Field guide to Amazonian Bats. Manaus: Editora INPA. 168 p.

- Lorenzi H (2008) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384 p.
- Jaramillo MA, Manos PS (2000) Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). *Botany* 88 (4): 706-716. <https://doi.org/10.2307/2657072>
- Marques EQ, Marimon-Júnior BH, Marimon BS, Matricardi EAT, Mews HA, Colli GR (2020) Redefining the Cerrado-Amazonia transition: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*: 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01720-z>
- Marquis RJ (2004) Biogeography of Neotropical *Piper*. In: Dyer LA, Palmer ADN (eds) *Piper: A model genus for studies of Phytochemistry, Ecology, and Evolution*. Springer, Boston MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30599-8_5
- Martín González AM, Dalsgaard B, Olesen JM (2010) Centrality measures and the importance of generalist species in pollination networks. *Ecological Complexity* 7 (1): 36–43 <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.03.008>
- Martinelli G, Moraes MA (2013) Livro vermelho da flora do Brasil. 1ª edição, Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1100 p.
- McLellan LJ, Koopman KF (2008) Subfamily Carrollinae Miller, 1924. In: Gardner AL (Ed) *Mammals of South America*. Chicago, University of Chicago Press, vol. 1: 208-218.
- Mello MAR, Marquitti FMD, Guimarães Jr PR, Kalko EKV, Jordano P, Aguiar MAM (2011) The missing part of seed dispersal networks: structure and robustness of bat-fruit interactions. *Plos One* 28. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017395>
- Mello MAR, Rodrigues FA, Costa LF, Kissling WD, Şekercioğlu, ÇH, Marquitti FMD, Kalko EKV (2015) Kestone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. *OIKOS* 124 (8): 1031-1039. <https://doi.org/10.1111/oik.01613>
- Mesquita RCG, Massoca PES, Jakovac CC, Bentos TV, Williamson GB (2015) Amazon rain forest succession: stochasticity or land-use legacy? *BioScience* 65 (9): 849-861. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv108>
- Montoya D, Yallop ML, Memmott J (2015) Functional group diversity increases with modularity in complex, food webs. *Nature Communications* 6: 1-9. <https://doi.org/10.1038/ncomms8379>
- Morrison DW (1980) Efficiency of food utilization by fruit bats. *Oecologia* 45:270–273. <https://doi.org/10.1007/BF00346469>

- Nogueira M, Gregorin R, de Lima I, Tavares V, Moratelli R, Peracchi A (2014) Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. Check list 10: 808-821. <https://doi.org/10.15560/10.4.808>
- Oksanen J, Blanchet G, Fendly M, Kindt R, Legendre P, Mcglinn D, Minchin P, O'hara R, Simpson G, Solymos P, Stevens H, Szoecs E, Wagner H (2020) Community ecology package. R Package Version 2: 5–7
- Passos FB, Marimon BS, Phillips OL, Morandi OS, Neves EC, Elias F, Reis SM, Oliveira B, Feldpausch TR, Marimon-Júnior BH (2018) Savanna turning into forest: concerted vegetation change at the ecotone between the Amazon and “Cerrado” biomes. Brazilian Journal of Botany 41 (3): 611-619. <https://doi.org/10.1007/s40415-018-0470-z>
- Pereira MJR, Marques JT, Palmeirim JM (2010) Ecological responses of frugivorous bats to seasonal fluctuation in fruit availability in Amazonian forests. Biotropica 42 (6): 680-687. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00635.x>
- Raimundo RLG, Guimarães Jr PR, Evans DM (2018) Adaptive networks for restoration ecology. Trends in Ecology & Evolution 33: 664-675. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.06.002>
- Rojas D, Vale A, Ferrero V, Navarro L (2012) The role of frugivory in the diversification of bats in the neotropics. Journal of Biogeography 39 (11): 1948-1960. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02709.x>
- Saldaña-Vásquez RA, Sosa VJ, Iñiguez-Dávalos LI, Schondube JE (2013) The role of extrinsic and intrinsic factors in neotropical fruit bat-plant interactions. Journal of Mammalogy 94 (3): 632-639. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-370.1>
- Scanlon AT, Petit S, Tuiwawa M, Naikatini A (2014) High similarity between a bat-serviced plant assemblage and that used by humans. Biological Conservation 174: 111-119. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.03.023>
- Silva Junior CHL, Pessôa ACM, Carvalho NS, Reis JBC, Anderson LO, Aragão LEOC (2021) The Brazilian Amazon deforestation rate in 2020 is the greatest of the decade. Nature Ecology & Evolution 5: 144-145. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01368-x>
- Straube FC, Bianconi GV (2002) Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. Chiroptera Neotropical 8 (1-2): 150-152.
- Teixeira RC, Corrêa CE, Fischer E (2009) Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment 44 (1): 7-15. <https://doi.org/10.1080/01650520802692283>

- Thies W, Kalko EKV (2004) Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos* 104 (2): 362-376. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299-2004.12747.x>
- Torello-Raventos M, Feldpausch TR, Veenendaal E, Schrodte F, Saiz G, Domingues TF, Djangbletey G, Ford A, Kemp J, Marimon BS, Marimon-Júnior BH, Lenza E, Ratter JA, Maracahipes L, Sasaki D, Sonké B, Zapfack L, Taedoumg H, Villaroel D, Schwarz M, Quesada CA, Ishida FY, Nardoto GB, Affum-Baffoe K, Arroyo L, Bowman DMJS, Compaore H, Davies K, Diallo A, Fyllas NM, Gilpin M, Hien F, Johnson M, Killen TJ, Metcalfe D, Miranda HS, Steininger M, Thomson J, Sykora K, Mouglin E, Hiernaux P, Bird MI, Grace J, Lewis SL, Phillips OL, Lloyd J (2013) On the delineation of tropical vegetation types with an emphasis on forest/savanna transitions. *Plant Ecology & Diversity* 6 (1): 101-137. <https://doi.org/10.1080/17550874.2012.762812>
- Vázquez DP, Melián CJ, Williams NM, Blüthgen N, Krasnov BR, Poulin R (2007) Species abundance and asymmetric interaction strength in ecological networks. *Oikos* 116: 1120–1127. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15828.x>
- Vázquez DP, Chacoff NP, Cagnolo L (2009) Evaluating multiple determinants of the structure of plant-animal mutualistic networks. *Ecology* 90: 2039-2046. <https://doi.org/10.1890/08-1837.1>
- Vizentin-Bugoni J, Maruyama PK, Sazima M (2014) Processes entangling interactions in communities: forbidden links are more important than abundance in a hummingbird-plant networks. *Proc R Soc B* 281: 20132397. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2397>
- Vourlitis GL, Filho NP, Hayashi MMS, Nogueira JS, Raiter F, Hoegel W, Campelo Jr. JH (2004) Effects of meteorological variations on the CO₂ exchange of a Brazilian transitional tropical forest. *Ecological Applications* 14: 89-100. <https://doi.org/10.1890/01-6005>
- Wilman H, Belmaker J, Simpson J, Rosa C de la, Rivadeneira MM, Jetz W (2014) EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals.
- Winfrey R, Williams NM, Dushoff J, Kremen C (2014). Species abundance, not diet breadth, drives the persistence of the most linked pollinators as plant-pollinator networks disassemble. *Am Nat* 183: 600-611. <https://doi.org/10.1086/675716>
- Zapata-Mesa N, Montoya-Bustamante S, Murillo-García OE (2017) Temporal variation in bat-fruit interactions: Foraging strategies influence network structure over time. *Acta Oecologica* 85: 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2017.09.003>

7. APÊNDICES

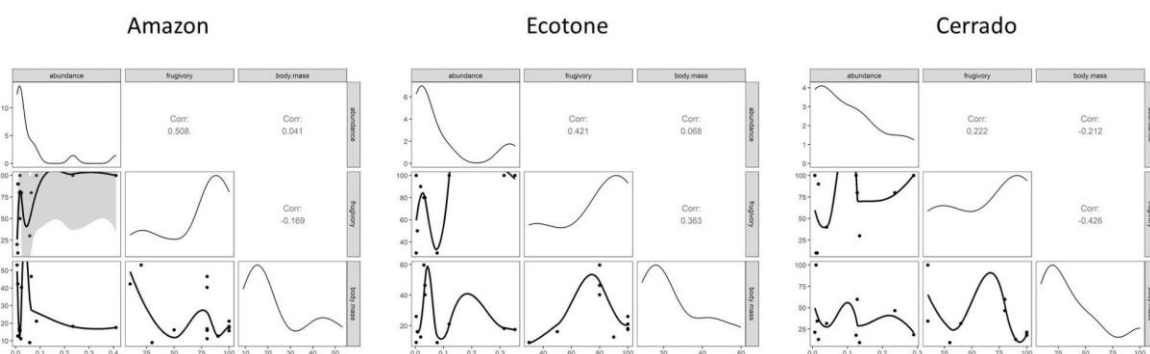


Figura s1. Teste de correlação de métricas a nível de espécie entre os ambientes Amazônia, Ecótono e Cerrado.

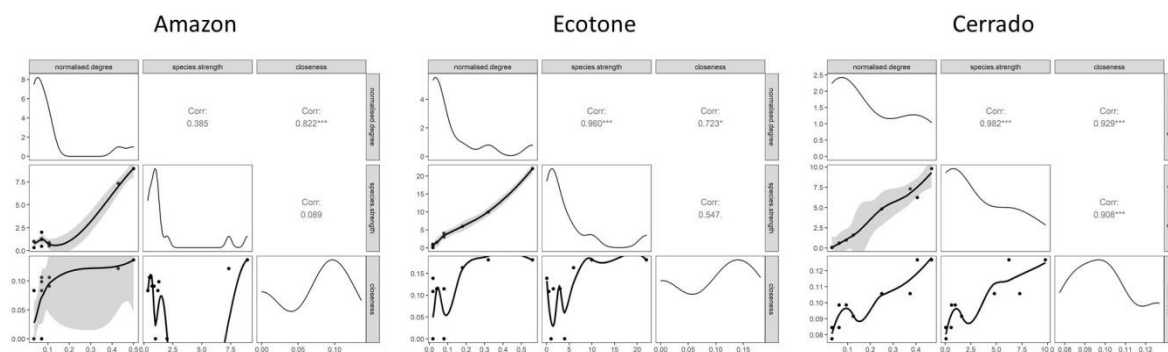


Figura s2. Teste de correlação de Spearman entre os atributos das espécies de morcegos que apresentaram relação com as taxas de consumo de frutos.

Tabela S1. Estação de amostragem dos remanescentes florestais nos ambientes de Amazônia, Ecótono e Cerrado.

Ponto	Sazonalidade	Data de amostragem
Amazônia	Seca	Setembro de 2019
Amazônia	Chuvosa	Dezembro de 2019
Amazônia	Chuvosa	Dezembro de 2019
Amazônia	Chuvosa	Dezembro de 2019
Amazônia	Chuvosa	Dezembro de 2019
Amazônia	Seca	Setembro de 2019
Amazônia	Chuvosa	Dezembro de 2019
Amazônia	Chuvosa	Dezembro de 2019
Amazônia	Chuvosa	Novembro de 2019
Ecótono	Seca	Junho de 2020
Ecótono	Chuvosa	Abril de 2019
Ecótono	Seca	Maio de 2019
Ecótono	Seca	Maio de 2019
Ecótono	Seca	Agosto de 2019
Ecótono	Seca	Setembro de 2018
Ecótono	Seca	Agosto de 2019
Cerrado	Chuvosa	Fevereiro de 2020
Cerrado	Chuvosa	Março de 2020
Cerrado	Chuvosa	Março de 2020
Cerrado	Chuvosa	Abril de 2020
Cerrado	Chuvosa	Março de 2020
Cerrado	Chuvosa	Fevereiro de 2020
Cerrado	Chuvosa	Março de 2020
Cerrado	Chuvosa	Abril de 2020

CAPÍTULO 3

TESTANDO TRATAMENTOS: A GERMINAÇÃO DE SEMENTES PÓS-TRATO DIGESTÓRIO DE MORCEGOS ATRAVÉS DE UM PROTOCOLO LABORATORIAL

A ser submetido para publicação no periódico: Acta Oecologica ISSN 1146-609X
Francimeire Fernandes Ferreira¹; Sérgio Gomes da Silva²; Frederico Augusto Guimarães
Guilherme³

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso. Av. Expedição Roncador Xingu, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. CEP 78690-000. Correspondência: ferreira.francimeire2@gmail.com

²Laboratório de Biologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda, Mato Grosso, Brasil. CEP 78980-000.

³Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Jataí. BR 364/Km 192, Jataí, Goiás, Brasil. CEP 75800-000

RESUMO

Focar nos animais que participam do processo de restauração ecológica, como os morcegos são fundamentais para a compreensão dos serviços ecossistêmicos e de processos sucessionais. Verificamos a eficiência de tratamentos diferentes para germinação de sementes pós-trato digestório de morcegos frugívoros. As fezes foram coletadas em remanescentes florestais na paisagem Amazônia-Ecótono-Cerrado. Em laboratório construímos um protocolo para germinação com base em experiências virológicas de forma a garantir a integridade da execução do processo de germinação sem perda de material, e testando três tratamentos: 1) sementes não lavadas; 2) lavadas e 3) pós glicerina. Posteriormente calculamos índices de germinação e análises estatísticas para verificar as diferenças entre tratamentos e entre as espécies mais abundantes. Os resultados mostraram que o processo de germinação após a separação das sementes do material fecal tem a mesma eficiência que a lavagem. Sementes colocadas inicialmente na glicerina para germinação futura não mostraram resultados positivos. Não encontramos diferenças nos índices gerais de germinação entre espécies de morcegos mais abundantes e famílias vegetais, com exceção da velocidade de germinação para o gênero *Vismia* spp ter sido mais rápida em *Carollia brevicauda* do que *C. perspicillata*. Os resultados em conjunto com o protocolo podem conduzir outros pesquisadores em pesquisas de frugivoria de morcegos, ampliando o conhecimento sobre o papel dos morcegos na regeneração florestal.

Palavras-chave: Dispersão de diásporos, Diversidade, Escatologia, Protocolos em germinação, Regeneração.

ABSTRACT

Focusing on animals that participate in the ecological restoration process, such as bats, are fundamental to understanding ecosystem services and successional processes. We verified the efficiency of different treatments for post digestive tract seed germination of fruit bats. Feces were collected in forest remnants in the Amazon-Ecotone-Cerrado landscape. In the laboratory, we built a protocol for germination based on virological experiments in order to guarantee the integrity of the germination process without loss of material, and testing three treatments: 1) unwashed seeds; 2) washed and 3) glycerin powders. Subsequently, we calculated germination indexes and statistical analyzes to verify the differences between treatments and between the most abundant species. The results showed that the germination process after separating the seeds from the fecal material has the same efficiency as washing. Seeds initially placed in glycerin for future germination did not show positive results. We did not find differences in the general germination rates between the most abundant bat species and plant families, with the exception that the germination speed for the genus *Vismia* spp was faster in *Carollia brevicauda* than in *C. perspicillata*. The results in conjunction with the protocol can lead other researchers in bat frugivory research, expanding knowledge about the role of bats in forest regeneration.

Keywords: Dispersion of diaspores, Diversity, Eschatology, Protocols in germination, Regeneration.

1. INTRODUÇÃO

O processo de restauração ecológica é fundamental para a recuperação de um ecossistema nos quesitos saúde, integridade e sustentabilidade (Van Andel & Grootjans, 2006), além da conservação de recursos edáficos e hídricos, e a manutenção de serviços ecossistêmicos. Essa restauração é interdependente da germinação de sementes e estabelecimento de mudas, sejam elas plantadas ou colonizadas a partir da matriz circundante (Martínez-Garza & Gonzáles-Montagut, 2002).

A discussão acerca do processo sucessional geralmente tem enfoque nas plantas, com poucas abordagens sobre o papel dos animais nesse processo, ainda mais no contexto

das florestas tropicais (Muscarella & Fleming, 2007). Nessa perspectiva, encontram-se os morcegos frugívoros, que pertencem à família Phyllostomidae, com ampla diversidade na região neotropical (Reis et al., 2011). Esses mamíferos voadores possuem alta contribuição com o reflorestamento e sucessão de comunidades vegetais degradadas (Melo et al., 2008), bem como tem papel fundamental na dispersão de sementes nos trópicos (Galindo-González et al., 2009).

Morcegos fitófagos são aqueles que se alimentam de partes das plantas, como frutos, flores, folhas e néctar, e no caso de frutos são chamados de morcegos frugívoros. Os frutos por eles ingeridos podem ser dispersos para lugares distantes da árvore mãe (Charle-Dominique, 1986), principalmente pelo fato dos indivíduos desse grupo defecar em voo ou em poleiros de alimentação. Uma das vantagens dessa condução de sementes para longe da árvore mãe é que ela permite a diminuição da competição entre as plântulas e a diminuição da probabilidade de que ocorra contaminação por patógenos ou ataque por predadores (Carvalho et al., 2017). Dessa forma, a ação de morcegos frugívoros e, o fato desses animais voarem enquanto forrageiam, permitem às plantas, que são em grande parte pioneiras e usadas na alimentação desses mamíferos voadores, colonizarem novas áreas (Mello, 2002; Muscarella & Fleming, 2007; Munin et al., 2012).

A passagem das sementes pelo trato digestório de morcegos frugívoros podem influenciar positivamente a germinação, uma vez, que o material fecal é rico em nutrientes que podem favorecer a fertilização ou contém ácidos que podem contribuir com a quebra de dormência (Traveset & Verdú, 2002; Robertson et al., 2006). Além disso, pode haver relação de diferenças sobre o processo de germinação das sementes de acordo com a espécie de morcego que está explorando o recurso vegetal (Jacomassa & Pizo, 2010; Jordaan et al., 2012), o que pode promover a inibição ou o favorecimento da germinação.

Geralmente, pesquisas com germinação de sementes pós-tratos digestórios de morcegos estão correlacionadas com plantas das famílias Piperaceae e Solanaceae (Mello et al., 2004; Bianconi et al., 2006; Aguiar & Marinho-Filho, 2007; Silveira et al., 2011; Carvalho-Ricardo et al., 2014). Essas plantas se encaixam como pioneiras dentro dos ambientes florestais abertos (Lobova & Mori, 2004), e consequentemente possuem um alto número de indivíduos que podem estar relacionados à rotatividade de dispersão realizada pelos morcegos frugívoros.

Recentemente, pesquisas com morcegos vêm buscando entender os aspectos ecológicos e o impacto da fragmentação de habitat sobre as suas comunidades (Henry et al., 2007; Segers & Broders, 2014; Farneda et al., 2015). Alguns desses estudos

verificaram a atividade de morcegos como espécies-chave na dispersão de sementes (Mello et al., 2015), o que é um serviço ecossistêmico importante para garantir a regeneração e heterogeneidade vegetal, sendo uma maneira de valorizar a biodiversidade, o que é pouco mensurado em termos de valores econômicos nos dias atuais (Scanlon et al., 2014).

Dessa forma, são necessários estudos que explorem métodos e ampliem áreas de amostragens, envolvendo conhecimento sobre o processo de germinação de sementes por morcegos frugívoros. Nesse contexto, essa pesquisa busca responder as seguintes perguntas: i) Quais os efeitos na germinação, da passagem das sementes pelo trato digestório de morcegos frugívoros, quando comparado diferentes tratamentos dessas sementes (não lavadas, lavadas, na glicerina)? Nossa hipótese é que os morcegos frugívoros catalisam a germinação de sementes dos frutos que consomem, mas devem ocorrer variações entre os tratamentos que utilizamos (ver Paulino-Neto et al., 2014); ii) Ocorrem diferenças entre o processo de germinação de sementes pós-trato digestório entre espécies distintas de morcegos frugívoros? Nossa hipótese é que as espécies de morcegos frugívoros apresentam diferenças no seu papel sobre a germinação das sementes, com associações positivas ou negativas a determinadas espécies vegetais (ver Carvalho-Ricardo et al., 2014). Por fim, apresentamos um protocolo para condução de pesquisas para germinação de sementes dispersas por morcegos frugívoros, considerando sua testagem e comprovação de eficácia ao longo desse estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e experimento de germinação

Os experimentos são o resultado da captura e coleta de fezes de morcegos frugívoros da família Phyllostomidae em uma escala de paisagem, em uma região geográfica de Amazônia-Ecótomo-Cerrado envolvendo os estados de Mato Grosso e Rondônia, Brasil, com enfoque na identificação de espécies vegetais e morcegos frugívoros (Ferreira et al., 2022 no prelo). As fezes foram coletadas a partir da captura dos morcegos, os quais foram mantidos individualmente, por no mínimo 60 minutos, em sacos de algodão (ver Morrison, 1980). Em seguida, os morcegos foram identificados (Lim & Engstrom, 2001; Gardner, 2007; López-Baucells et al., 2016; Diaz et al., 2016 Diaz et al., 2021) e soltos no local de captura.

Para evitar possíveis contaminações das fezes e suas sementes por bactérias, fungos ou outros microrganismos fizemos uma adaptação de um protocolo da área de virologia

para germinação de sementes pós-trato digestório de morcegos, que abrange: a) coleta de material em campo; b) triagem de material em laboratório; c) processo de germinação; d) pós-germinação (ver protocolo – apêndice). Dessa forma, após a soltura dos morcegos, os sacos eram vistoriados, as fezes presentes coletadas com auxílio de pinça e acondicionadas em microtubos identificados, com os dados de cada espécime de morcego frugívoro que forneceu a amostra. Os sacos de algodão e materiais utilizados para a coleta das fezes eram esterilizados entre cada campo. Em laboratório as fezes foram triadas de forma individual em placas de petri com auxílio de lupa estereoscópica, com a separação das sementes, quando presentes. Amostras que continham somente insetos ou polpa foram desconsideradas. Quando presentes, as sementes foram separadas por morfotipos. Em coletas com apenas uma espécie vegetal, era considerada como uma única amostra e, em casos com mais de dois morfotipos, duas amostras, e assim subsequente. As sementes então foram contadas, identificadas (quando possível, através de guias específicos: Lorenzi, 2008; Bredt et al., 2012; Kuhlmann, 2018), ou realizado consulta a especialistas quando necessário.

Posteriormente separamos as sementes em quatro grupos: a) não lavadas; b) lavadas; c) glicerina; d) banco de dados. Procuramos priorizar a mesma quantidade de sementes para os três primeiros grupos, adotando n amostral de no mínimo 20 sementes por morfotipo para cada grupo. Porém, houve algumas diferenças entre os grupos, devido à perda de sementes durante as outras etapas. As sementes foram então armazenadas novamente em microtubos e colocados em câmara fria a 10°C (com exceção do grupo que ficou imerso em glicerina) para germinação subsequente.

A germinação das sementes seguiu o protocolo em que os dois primeiros grupos (sementes não lavadas e lavadas) eram priorizados pós a triagem das amostras fecais dos morcegos frugívoros. Dessa forma, delimitamos três tratamentos para testar os efeitos da germinação (T1= sementes não lavadas; T2= sementes lavadas; T3= glicerina). O T1 só tiveram a remoção do excesso de polpa sobre elas. O T2 passaram por um processo de limpeza, com solução de hipoclorito a 1% por 10 minutos, para a eliminação de possíveis patógenos que pudessem afetar sua germinação, e depois lavadas com água destilada. As sementes do T3 foram deixadas em microtubos individuais durante um período de seis meses, para posterior limpeza com água destilada, e colocadas no processo de germinação, afim de verificar a viabilidade do uso da glicerina como fator inibidor há longo prazo para a germinação (ver Carvalho et al., 2017). Para todos os morfotipos, ao menos uma semente

foi armazenada como material testemunho (banco de dados) para possíveis comparações/análises futuras.

O processo de germinação envolveu o uso de placa de Petri com uma das partes revestidas com papel germitest. As sementes por amostra foram disponibilizadas espaçadamente sobre o papel germitest e, cobertas com outro papel germitest. Posteriormente foram embebidas com água destilada e, fechadas com a parte superior da placa, identificadas e colocadas em estufa germinadora (modelo B.O.D.). Controlamos o fotoperíodo em 12 horas e a temperatura em 25°C, contando a partir do dia seguinte como o 1º dia do início do experimento. Fizemos as inspeções diariamente, hidratação com água destilada (quando necessário) durante 40 dias. Consideramos germinadas as sementes com radículas expostas (protusão radicular) com no mínimo 2 mm (ver Carvalho et al., 2017). As sementes germinadas foram retiradas e transportadas para tubetes, visando dar continuidade no ciclo de desenvolvimento da plântula, para posterior doação para recuperação de área degradada (ver protocolo apêndice).

2.2 Análise de dados

Considerando as possíveis diferenças entre os números de sementes colocadas para germinar em cada tipo de tratamento (devido à perda entre as etapas do processo de triagem a germinação), optamos por usar a abundância relativa, de forma a manter a homogeneização dos valores. A partir daí para cada amostra e em cada tratamento (T1, T2 e T3) calculamos os seguintes índices: a) % germinabilidade (grp); b) tempo médio de germinação (h) (mgt); c) taxa média de germinação (mgr); d) velocidade média de germinação (%) (gsp); e) índice de incerteza (unc); f) índice de sincronização (syn); g) variância de germinação (vgt); h) desvio padrão de germinação (h) (sdg); i) coeficiente de variação (%) (cvg) (ver variáveis de germinação Ranal e Santana, 2006). Esses cálculos foram realizados através dos pacotes GerminaR, tidyverse e knitr do *software* R (ver Lozano-Isla et al., 2019). Utilizamos os resultados dos índices de % germinabilidade (grp), tempo médio de germinação (mgt), taxa média de germinação (mgr) e velocidade média de germinação (gsp) com a construção de gráficos para melhor visualização dos processos de germinação entre os tratamentos.

Nossos dados não atenderam as premissas de normalidades, dessa forma optamos por testar nossa primeira hipótese e responder se houve diferenças entre os tratamentos com o uso do teste de Kruskal-Wallis com os dados de % germinabilidade (grp), tempo médio de germinação (h), taxa de germinação (mgr) e velocidade de germinação (gsp)

seguido pelo método de Dunn para determinar entre quais tratamentos ocorrem as diferenças. Para a segunda hipótese usamos o teste de Mann-Whitney. Com o uso das duas espécies de morcegos mais abundantes (*Carollia brevicauda* e *C. perspicillata*), em conjunto com os resultados dos três tratamentos (T1, T2 e T3), para verificar possíveis diferenças nos processos de germinação entre essas espécies em relação às famílias vegetais mais abundantes (Hypericaceae e Piperaceae). Para esse teste, também consideramos os dados de germinabilidade (grp), tempo médio de germinação (h), taxa de germinação (mgr) e velocidade de germinação (grp).

3. RESULTADOS

Para os testes de germinação contabilizamos 252 amostras, sendo 84 para cada tratamento (T1, T2 e T3). Desse total, somaram 19.830 sementes distribuídas em 30 morfotipos vegetais diferentes. As famílias botânicas utilizadas nos experimentos de germinação incluíram Hypericaceae (17,86%), Moraceae (7,14%), não identificada (1,19%), Piperaceae (61,90%), Solanaceae (2,38%), Urticaceae (9,52%). Destacam-se entre esses morfotipos vegetais as espécies *Piper aduncum* (14,29%), *P. hispidum* (14,29%), *P. sp7* (10,71%) e *Cecropia obtusa* (7,14%). Três espécies de morcegos frugívoros forneceram 86% das amostras usadas nos experimentos (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade de amostras e seus respectivos morfotipos vegetais vs morcegos frugívoros, submetidos a germinação (Legenda: *Ali t* = *Artibeus lituratus*; *Aobs* = *A. obscurus*; *Apla* = *A. planirostris*; *Cben* = *Carollia benkeithi*; *Cbre* = *C. brevicauda*; *Cper* = *C. perspicillata*; *Phas* = *Phyllostomus hastatus*; *Pinc* = *Platyrrhinus incarum*; *Slil* = *Sturnira lilium*; *Stil* = *S. tildae*).

Vegetais	Morcegos frugívoros										Total	%
	<i>Alit</i>	<i>Aobs</i>	<i>Apla</i>	<i>Cben</i>	<i>Cbre</i>	<i>Cper</i>	<i>Phas</i>	<i>Pinc</i>	<i>Slil</i>	<i>Stil</i>		
Urticaceae												
<i>Cecropia obtusa</i>	2	1	0	0	1	0	1	1	0	0	6	7,14
<i>Cecropia sp 4</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1,19
<i>Cecropia sp2</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1,19
Moraceae												
<i>Ficus sp 2</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1,19
<i>Ficus sp 4</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1,19
<i>Ficus sp 5</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3,57
<i>Ficus sp 6</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,19
Piperaceae												
<i>Piper aduncum</i>	0	0	0	0	6	5	0	0	0	1	12	14,29

<i>Piper fuligineum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	2,38
<i>Piper hispidum</i>	0	0	0	0	5	6	0	0	1	0	12	14,29
<i>Piper</i> sp 2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2,38
<i>Piper</i> sp 3	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	6	7,14
<i>Piper</i> sp 7	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	9	10,71
<i>Piper</i> sp 9	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2,38
<i>Piper</i> sp 10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2,38
<i>Piper</i> sp 11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1,19
<i>Piper</i> sp 13	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3,57
<i>Piper</i> sp 15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1,19
Solanaceae												
<i>Solanum</i> sp 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1,19
<i>Solanum</i> sp 4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1,19
Não identificada												
sp 7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1,19
Clusiaceae												
<i>Vismia cayennensis</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2,38
<i>Vismia guianensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1,19
<i>Vismia latifolia</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1,19
<i>Vismia sessifolia</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2,38
<i>Vismia</i> sp 4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1,19
<i>Vismia</i> sp 5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2,38
<i>Vismia</i> sp 6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1,19
<i>Vismia</i> sp 7	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	5	5,95
Total amostras	3	1	7	1	37	29	2	1	2	1	84	100,00
% por morcego	3,57	1,19	8,33	1,19	44,05	34,52	2,38	1,19	2,38	1,19		

A separação das sementes entre os tratamentos resultou em 6.852 (T1), 6.514 (T2) e 6.464 (T3). O tratamento T3 diferiu de T1 e T2 quando observamos os valores acima de 70%, com T1 (36,90%), T2 (41,57%) e T3 (8,33%). A % germinabilidade (grp), tempo médio de germinação (h) (mgt), taxa média de germinação (gsp) e a velocidade média de germinação (mgr) foram semelhantes entre os T1 e T2, enquanto o T3 diferiu de ambas (Figura 1) (Apêndice – Tabela dos índices do Germitest).

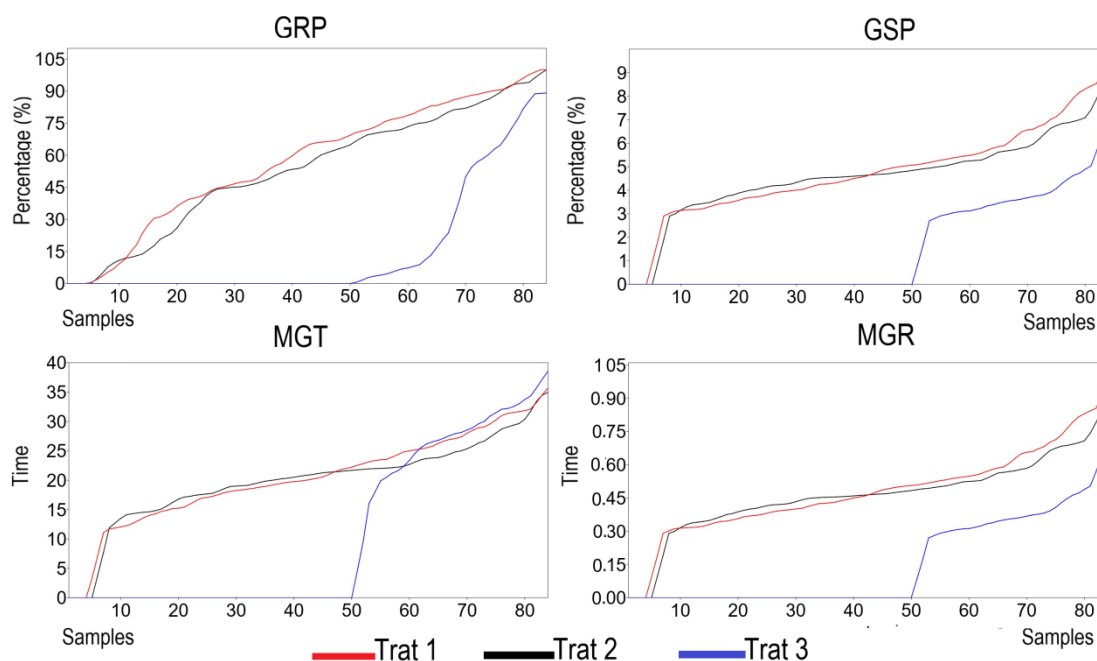


Figura 1. Evolução dos índices de germinação de acordo com o tratamento utilizado (GRP= % germinabilidade; GSP= Taxa média de germinação; MGT= Tempo médio de germinação (h); MGR= Velocidade média de germinação).

Houve diferenças para a % germinabilidade (grp) ($H(\chi^2) = 76,93$; $p < 0,01$), tempo médio de germinação (h) (mgt) ($H(\chi^2) = 20,31$; $p < 0,01$), taxa média de germinação (gsp) ($H(\chi^2) = 90,5$; $p < 0,01$) e a velocidade média de germinação (mgr) ($H(\chi^2) = 90,5$; $p < 0,01$) entre os tratamentos. As diferenças não ocorreram entre os T1 e T2, porém o tratamento T3 diferiu de ambos (Figura 2).

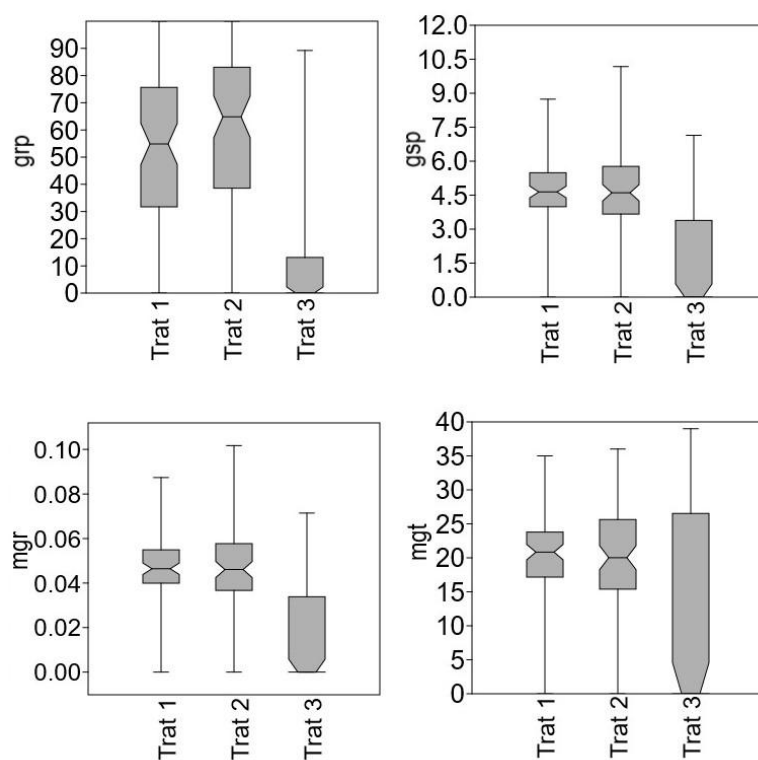


Figura 2. Box plots dos índices de germinação testado de acordo com o tratamento. (GRP= % germinabilidade; GSP= Taxa média de germinação; MGT= Tempo médio de germinação (h); MGR= Velocidade média de germinação).

Hypericaceae e Piperaceae não mostraram diferenças na germinação entre as espécies *C. brevicauda* e *C. perspicillata* para todos os índices testados ($p > 0,05$) (Figura 3 e 4).

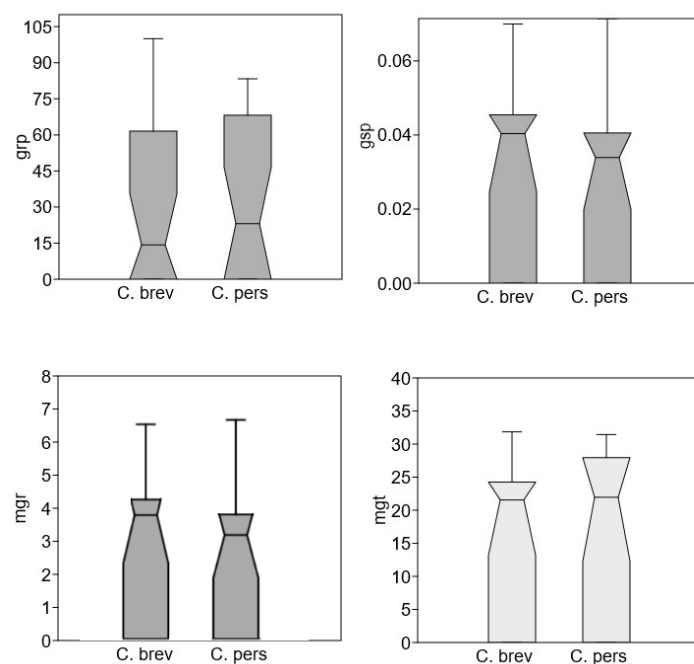


Figura 3. Box plots para os índices de germinação da família botânica Hypericaceae entre as espécies de morcegos *C. brevicauda* e *C. perspicillata*. (GRP= % germinabilidade; GSP= Taxa média de germinação; MGT= Tempo médio de germinação (h); MGR= Velocidade média de germinação).

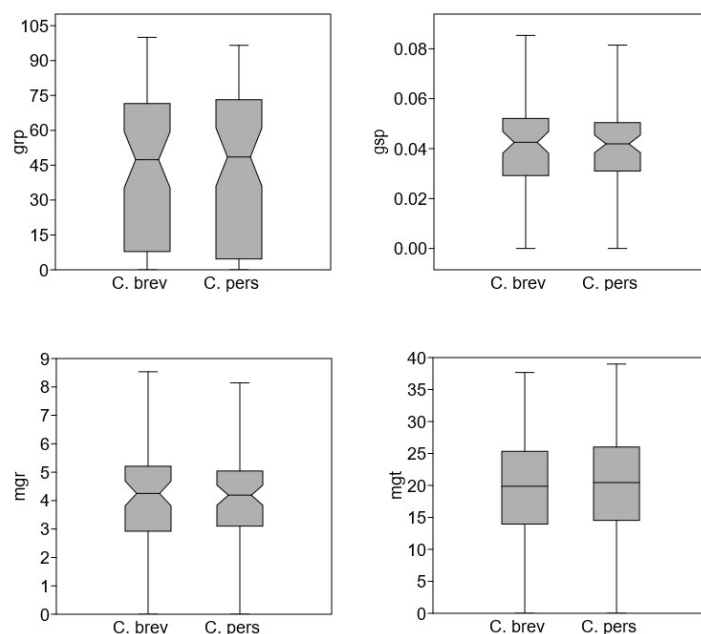


Figura 4. Box plots para os índices de germinação da família botânica Piperaceae entre as espécies de morcegos *C. brevicauda* e *C. perspicillata*. (GRP= % germinabilidade; GSP= Taxa média de germinação; MGT= Tempo médio de germinação (h); MGR= Velocidade média de germinação).

4. DISCUSSÃO

A diversidade de sementes (29 espécies vegetais) e morcegos frugívoros (10 espécies) utilizadas nos testes de germinação denotam a importância dos estudos em escala de paisagem para compreensão dos padrões de germinação pós-trato digestório dos morcegos, e seu papel na dispersão vegetal. Em geral, trabalhos sobre frugivoria adotam poucas espécies de morcegos, bem como revelam baixa diversidade vegetal (Mello et al., 2004; Bianconi et al., 2006; Aguiar & Marinho-Filho, 2007; Heer et al., 2010; Silveira et al., 2011; Oliveira et al., 2013; Carvalho-Ricardo et al., 2014), impossibilitando experimentos de germinação. Nosso estudo, além de viabilizar avaliações sobre germinação de sementes, ampliam também o número de espécies de morcegos frugívoros. As espécies *Carollia benkeithi*, *Phyllostomus hastatus*, *Platyrrhinus incarum* e *Sturnira tildae* eram até então não citadas ou pouco citadas em estudos que germinação de sementes (Teixeira et al., 2009; Carvalho-Ricardo et al., 2014). Ademais, testamos a germinação de uma ampla diversidade da família Hypericaceae, com o gênero *Vismia*, pouco relatada em estudos de germinação e geralmente em baixa riqueza (Anteliz-Pallares et al., 2021).

O papel positivo dos morcegos frugívoros sobre o processo de germinação fica evidente nos T1 e T2, que tiveram 57% das suas amostras com mais de 50% das sementes germinadas. Em outros estudos específicos de espécies vegetais e morcegos, também se encontrou essa alta porcentagem de germinação, como é o caso da espécie vegetal *Piper aduncum* e o morcego *C. perspicillata* (Carvalho-Ricardo et al., 2014), ou na relação *Solanum mauritianum* e *Sturnira lilium* (Paulino-Neto et al., 2014). Isso denota o papel dos morcegos frugívoros no processo de germinação. Além disso, os estudos com germinação de sementes pós-trato digestório dos morcegos geralmente buscam comparar com sementes extraídas diretamente dos frutos (Carvalho-Ricardo et al., 2014; Paulino-Neto et al., 2014; Carvalho et al., 2017), diferente de nosso estudo que visa comparar o uso de diferentes tratamentos e sua eficácia no processo de germinação. Este propósito inédito em avaliar diferentes tratamentos das sementes pós-trato digestório dos morcegos, pode subsidiar novas pesquisas na melhor escolha do tratamento adequado. O T3 teve apenas 17% de suas amostras com mais de 50% das sementes germinadas. Diferente, em um estudo de germinação de sementes com morcegos que utilizou glicerina como fator inibidor para posterior experimento, foi encontrado alta taxa de germinação de sementes de *Cecropia pachystachya*, porém com tempo de armazenamento de até quatro meses (Carvalho et al., 2017). Sugerimos para estudos futuros a adoção de menor tempo do que utilizamos (seis

meses) como forma de garantir a eficácia do uso da glicerina como inibidor de germinação das sementes coletadas pós-trato digestório dos morcegos frugívoros e o aumento da eficiência do processo de germinação.

Considerando as semelhanças e alta germinação entre os T1 e T2, também sugerimos somente o uso do T1 em estudos de frugivoria que visem a germinação das sementes pós trato digestório dos morcegos. Uma vez que otimiza o tempo para implantação do experimento e replica as condições naturais das amostras mesmo em ambiente controlado, semelhantes do que ocorreria com a dispersão natural das sementes direto nos ambientes florestais. Diferente, o T2 com a esterilização das sementes, além de maior custo para execução, pode influenciar os resultados da germinação por tirar essas características naturais das sementes dispersas. Além disso, adotar somente o T1 tende a reduzir os custos em laboratórios, necessários para os experimentos, sempre utilizados em estudos de germinação de sementes dispersas por morcegos (Teixeira et al., 2009; Heer et al., 2010; Oliveira et al., 2013; Carvalho-Ricardo et al., 2014).

As indiferenças observadas entre os morcegos *C. brevicauda* e *C. perspicillata* em relação aos tratamentos denota a proximidade intraespecífica (nicho alimentar) dessas espécies (Ruelas & Pacheco, 2022). *Carollia* é um dos gêneros mais comuns nas regiões neotropicais (Saldaña-Vásquez et al., 2013), bem como tem ampla interação com Piperaceae, no consumo das infrutescências como recurso alimentar (Salazar et al., 2013). Esta família botânica já foi relatada com velocidades maiores de germinação de sementes após passar pelo trato digestório de morcegos da espécie *C. perspicillata* (Carvalho-Ricardo et al., 2014). Por outro lado, há poucos relatos sobre a interação na dispersão das sementes entre espécies dos gêneros *Carollia* e *Vismia*, como exemplo um estudo desenvolvido na Amazônia Peruana (Pellón et al., 2021). Nosso estudo também enfatiza a amplitude dessa interação e a importância do morcego *Carollia* na germinação da *Vismia*, o que requer mais estudos, considerando o baixo número de amostras comparadas dessa família em nossa pesquisa.

Por fim, ressaltamos a importância do nosso protocolo adotado para a realização dos testes de germinação dos tratamentos. Seu uso permitiu altas taxas de germinação nos T1 e T2, que estão associadas à origem do protocolo, baseado em procedimentos abordados na área de virologia, que permitiram garantir a integridade das amostras, e evitaram a contaminação por fungos e patógenos. Desconsiderar este protocolo pode resultar em perdas e contaminação do material vegetal, como já observado em outras pesquisas que foram mantidas no material fecal ou tecido frutífero para testes de

germinação (Heer et al., 2010). Esses protocolos tem um cunho primordial na melhoria do desenvolvimento das pesquisas. Como é o caso de protocolos para anestesia, necropsia, segurança e extração de células/tecidos (Irving et al., 2019) e até para manipulação de morcegos dentro do cenário pandêmico do Sars-Cov-2 (Moratelli et al., 2020). Isso reforça o compartilhamento de experiências e o melhoramento do desenvolvimento das ciências como um todo.

5. CONCLUSÃO

A alta taxa de germinação nos T1 e T2 pós-trato digestório de morcegos frugívoros denota a importância desses animais no processo de formação de novas plântulas. Sugerimos a adoção do T1 em estudos de germinação de sementes, devido seu menor custo e mesma eficiência que o T2. A germinação pós-permanência na glicerina no T3 denota ser inviável em períodos mais longos, de forma que recomendamos períodos mais curtos para evitar baixa germinabilidade. As espécies de morcegos mais abundantes e de sementes testadas não apresentaram diferenças significativas, que podem estar relacionadas a proximidade de nicho alimentar entre as espécies de morcegos do gênero *Carollia*. A única diferença encontrada para velocidade de germinação não pode ser considerada um padrão sem análises mais aprofundadas e com maior número de amostras de sementes. A construção e execução de um protocolo específico para esse estudo, bem como a eficiência dos seus resultados se torna uma ferramenta a ser compartilhada com outros pesquisadores para estudos de germinação de sementes pós-trato digestório de morcegos frugívoros, que permitem avanços nos estudos de frugivoria dos morcegos para denotar a importância desses animais no processo de recuperação de áreas florestais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, L. M. S. & Marinho-Filho, J. (2007). Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic forest. *Acta Chiropt.*, 9, 251-260.
<https://doi.org/10.3161/150811007781694336>
- Anteliz-Pallares, I., Sanchez, A. T.; Sanchez-Londono, J. D. (2021). Diet of frugivore bats and its effect on the germination of two species in the Área natural única Los Estoraques, Norte de Santander, Colombia. *Caldasia*, 43 (2), 310-319.
<https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n2.85460>

- Bianconi, G. V., Mikich, S. B., & Pedro, W. A. (2006). Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, 23, 1199-1206. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000400030>
- Bredt, A., Uieda, W. & Pedro, W. A. (2012). Plantas e morcegos, na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Rede de sementes do Cerrado, Brasília, 273p.
- Carvalho, N., Raizer, J. & Fischer, E. (2017). Passage through *Artibeus lituratus* (Olfers 1818) increases germination of *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) seeds. *Tropical Conservation Science*, 10, 1-7. <https://doi.org/10.1177/1940082917697262>
- Carvalho-Ricardo, M. C., Uieda, W., Fonseca, R. C. & Rossi, M. N. (2014). Frugivory and the effects of ingestion by bats on the seed germination of three pioneering plants. *Acta oecologica*, 55, 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.11.008>
- Charles-Dominique, P. (1986). Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. In Estrada, A. & Fleming, T. H. (Eds.), *Frugivores and seed dispersal*, pp. 119-135. http://doi.org/10.1007/978-94-009-4812-9_12
- Díaz, M. M., Solari, S., Aguirre, L. F., Aguiar, L.M.S. & Barquez, R. M. (2016). Clave de Identificación de los murciélagos de Sudamérica. *Publicación Especial N° 2 PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina)* 160 p.
- Díaz, M. M., Solari, R., Gregorin, R., Aguirre, L. F., Barquez, R. M. (2021). Clave de Identificación de los murciélagos neotropicales. *Publicación Especial N° 4 PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina)*, Tucumán, Argentina, 207 p.
- Farneda, F. Z., Rocha, R., López-Baucells, A., Groenemberg, M., Silva, I., Palmerim, J. M., Bobrowiec, P. E. D. & Meyer, C. F. (2015). Trait-related responses to habitat fragmentation in Amazonian bats. *Journal of Applied Ecology*, 52, 1381-1391. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12490>
- Ferreira, F. F., Silva, S. G. & Guilherme, F. A. G. (2022). Food diversity of frugivores in a fragmented landscape of Amazon-Ecotone-Cerrado. *Biotropica* (no prelo).
- Galindo-González, J., Vázquez-Domínguez, G., Saldaña-Vázquez, R. A. & Hernández-Montero, J. R. (2009). A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *Journal of Tropical Ecology*, 25, 205-209. <https://doi.org/10.1017/S0266467409005859>
- Gardner, A. L. (2007). *Mammals of South America, volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Heer, K., Albrecht, L. & Kalko, E. K. V. (2010). Effects of ingestion by neotropical bats on germination parameters of native free-standing and strangler figs (*Ficus* sp., Moraceae). *Oecologia*, 163, 425-435. <https://doi.org/10.1007/s00442-010-1600-x>

- Henry, M., Pons, J. M. & Cosson, J. F. (2007). Foraging behavior of a frugivorous bat helps bridge landscape connectivity and ecological processes in a fragmented rainforest. *Journal of Animal Ecology*, 76, 801–813. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2007.01258.x>
- Irving, A. T., Ng, J. H. J., Boyd, V., Dutertre, C-H., Ginhoux, F., Dekkers, M. H., Meers, J., Field, H. E., Cramer, G., Wang, L.F. (2019). Optimizing dissection, sample collection and cell isolation protocols for frugivorous bats. *Methods in Ecology and Evolution*, 11 (1): 150-158. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13325>
- Jacomassa, F. A. F. & Pizo, M. A. (2010). Birds and bats diverge in the qualitative and quantitative components of seed dispersal of a pioneer tree. *Acta Oecol.*, 36, 493-496. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.07.001>
- Jordaan, L. A., Johnson, S. D. & Downs, C. T. (2012). Wahlberg's epauletted fruit bat (*Epomophorus wahlbergi*) as a potential dispersal agent for fleshy-fruited invasive alien plants: effects of handling behaviour on seed germination. *Biol. Invas.*, 14, 959-968. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0131-7>
- Kuhlmann, M. (2018). Frutos e sementes do cerrado: espécies atrativas para fauna. Iphis Gráfica e Editora, 464 p.
- Lim, B. K. & Engstrom M. D. (2001). Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. *Biodivers. Conserv.*, 10, 613-657. <https://doi.org/10.1023/A:1016660123189>
- Lobova, T. A. & Mori, S. A. (2004). Epizoochorous dispersal by bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, 20, 581-582. <http://doi.org/10.1017/S0266467404001634>
- López-Baucells, A., Rocha, R., Bobrowiec, P. E. D., Bernard, E., Palmeirim, J. M. & Meyer, C. F. J. (2016). Field guide to Amazonian Bats. Manaus: Editora INPA. 168 p.
- Lorenzi, H. (2008). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384 p.
- Lozano-Isla, F., Benites-Alfaro, O. E. & Pompelli, M. F. (2019). GerminaR: An R package for germination analysis with the interactive web application “GerminaQuant for R”. *Ecological Research*, 34 (2): 339-346. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.1275>
- Martínez-Garza, C. & González-Montagut, R. (2002). Seed rain of fleshy-fruited species in tropical pastures in Los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology*, 18, 457-462. <https://doi.org/10.1017/S0266467402002316>
- Mello, M. A. R. (2002). Interactions between the bat *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae) and plants of the genus *Piper* (Linnaeus, 1737)

(Piperales: Piperaceae) in an area of Atlantic Forest [Interações entre o morcego *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas do gênero *Piper* (Linnaeus, 1737) (Piperales: Piperaceae) em uma área de Mata Atlântica. Biota Neotropica]. Retrieved from

<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/es/fullpaper?bn01603022003ppt>.

Mello, M. A. R., Schittini, G. M., Selig, P. & Bergallo, H. G. (2004). Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera:Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area in southeastern Brazil. *Mammalia*, 68, 49-55. <https://doi.org/10.1515/mamm.2004.006>

Mello, M. A. R., Kalko, E. K. V. & Silva, W. R. (2008). Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Tropical Ecology*, 24 (2): 225-228. <https://doi.org/10.1017/S026646740800480X>

Mello, M. A. R., Rodrigues, F. A., Costa, L. F., Kissling, W. D., Şeekerciğlu, Ç. H., Marquitti, F. M. D. & Kalko, E. K. V. (2015). Kestone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. *OIKOS*, 124 (8), 1031-1039. <https://doi.org/10.1111/oik.01613>

Moratelli, R., Kuzzel, M. A. A., Costa-Neto, S. F., Novaes, R. L. M., Almeida, B., Veríssimo, I., Pilatti, P. & Cláudio, V. C. (2020). Recomendações para a redução dos riscos de transmissão do SARS-CoV-2 de humanos para morcegos durante atividades de campo no período da pandemia de COVID-19.<https://www.sbeq.net/files/ugd/053d6e_93f7a050336e44b8a16011a2bde5cc25.pdf> acessado em: 23 de Maio de 2022.

Morrison, D. W. (1980). Efficiency of food utilization by fruit bats. *Oecologia*, 45, 270–273. <https://doi.org/10.1007/BF00346469>

Munin, R. L., Fischer, E. & Goncalves, F. (2012). Food habits and dietary overlap in a Phyllostomid bat assemblage in the Pantanal of Brazil. *Acta Chiropterologica*, 14 (1), 195–204. <http://doi.org/10.3161/150811012X654871>

Muscarella, R. & Fleming, T. H. (2007). The role of frugivorous bats in Tropical Forest succession. *Biological Reviews*, 82 (4), 573–590. <http://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00026.x>

Oliveira, A. K. M., Lemes, F. T. F. & Pulchério-Leite, A. (2013). Consumo de frutas de *Cecropia pachystachya* Tréc e *Ficus gomelleira* Kunt & C.D.Bouché por *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810) e seu efeito sobre a germinação de sementes. *Revista Biologia Neotropical*, 10 (2): 1-8. <https://doi.org/10.5216/rbn.v10i2.19096>

- Paulino-Neto, H. F., Nakano-Oliveira, E., Jardim, M. M. A., Medeiros, R. P. & Vasconcellos-Neto, J. (2014). Frugivory by *Sturnira lilium* bats (Phyllostomidae) on *Solanum mauritianum* (Solanaceae) in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 48 (3), 183-189. <https://doi.org/10.1080/01650521.2014.886851>
- Pellón, J. J., Rivero, J., Williams, M. & Flores, M. (2021). Trophic relationships within the genus *Carollia* (Chiroptera, Phyllostomidae) in a premontane forest of central Peru. *Journal of Mammalogy*, 102 (1): 195-203. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa141>
- R Core Team. (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.r-project.org/>.
- Ranal M. A., Santana D. G. (2006). How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica*, 29 (1): 1-11. <https://doi.org/10.1590/s0100-84042006000100002>
- Reis N. R., Peracchi, A. L., Pedro, W. A. & Lima, I. P. (2011). (editores). *Mamíferos do Brasil*. Londrina. 2º ed. 439p.
- Robertson, A. W., Trass, A., Ladley, J. J. & Kelly, D. (2006). Assessing the benefits of frugivory for seed germination: the importance of the deinhibition effect. *Funct.Ecol.*, 20, 58-66. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2005.01057.x>
- Ruelas D. & Pacheco V. (2022) Variación intraespecífica de *Carollia brevicaudum* y *Carollia perpicillata* (Phyllostomidae: Chiroptera) de Perú Y Ecuador. *Neotropical Biodiversity* 8 (1): 253-266. <https://doi.org/10.1080/23766808.2022.2093816>
- Salazar, D., Kelm, D. H. & Marquis, R. J. (2013). Directed seed dispersal of *Piper* by *Carollia perspicillata* and its effect on understory plant diversity and folivory. *Ecology*, 94 (11): 2444-2453. <https://doi.org/10.1890/12-1172.1>
- Saldaña-Vásquez, R. A., Sosa, V. J., Iñiguez-Dávalos, L. I. & Schondube, J. E. (2013). The role of extrinsic and intrinsic factors in Neotropical fruit bat-plant interactions. *Journal of Mammalogy*, 94 (3): 632-639. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-370.1>
- Scanlon, A. T., Petit, S., Tuiwawa, M. & Naikatini, A. (2014). High similarity between a bat-serviced plant assemblage and that used by humans. *Biological Conservation*, 174, 111-119. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.03.023>
- Segers, J. L. & Broders, H. G. (2014). Interspecific effects of forest fragmentation on bats. *Can. J. Zool.*, 92, 665-673. <https://doi.org/10.1139/cjz-2014-0040>
- Silveira, M., Trevelin, L., Port-Carvalho, M., Godoi, S., Mandetta, E. N. & Cruz-Neto, A. P. (2011). Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored área in Southeast Brazil. *Acta Oecol.*, 37, 31-36. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.11.003>

- Teixeira, R. C., Corrêa, C. E. & Fischer, E. (2009). Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 44 (1): 7-15. <https://doi.org/10.1080/01650520802692283>
- Traveset, A. & Verdú, M. (2002). A meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination. In: Levey, D. J., Silva, W. R. & Galetti, M. (Eds.), *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 339-350.
- Van Andel, J. & Grootjans, A. P. (2006). Restoration ecology: the new frontier. In: Van Andel J.; ARONSON, J. (Eds.), *Restoration Ecology*. Blackwell, Massachusett, pp. 16-28.

7. APÊNDICES

Índices de germinação adquiridos nos pacotes GerminaR, tidyverse e knitr do software R.

rep	Trat	Temp	Sem	sementes germinadas	% germinabilidade	tempo médio germinação (h)	taxa média de germinação	velocidade média de germinação (%)	índice de incerteza	índice de sincronização	variância de germinação	desvio padrão de germinação (h)	coeficiente de variação (%)
rep	Trat	Temp	seeds	Grs	grp	mgt	Mgr	Gsp	Unc	syn	vgt	sdg	Cvg
1	1	25	50		47	94	11,7234043	0,08529946	8,5299456	3,143261	0,112858464	12,0087882	29,5594161
2	1	25	30		28	93,33333333	17,3571429	0,05761317	5,7613169	3,013111	0,111111111	20,4603175	26,0602121
1	1	25	30		26	86,66666667	16,2692308	0,06146572	6,1465721	3,170654	0,089230769	17,2446154	25,5246465
1	1	25	20		15	75	18,93333333	0,0528169	5,2816901	2,599581	0,152380952	28,4238095	28,1587947
1	1	25	24		15	62,5	15,13333333	0,0660793	6,6079295	3,056565	0,066666667	15,052381	25,6370472
1	1	25	434		148	34,10138249	11,4459459	0,08736718	8,7367178	3,139551	0,136605994	16,7521603	35,7588645
1	1	25	27		22	81,48148148	14,1363636	0,07073955	7,073955	3,077324	0,116883117	40,6948052	45,1265133
1	1	25	479		369	77,03549061	14,4688347	0,06911407	6,9114066	3,574631	0,113335101	24,6165533	34,2909935
1	1	25	20		9	45	19	0,05263158	5,2631579	2,419382	0,111111111	43,625	34,7627495
1	1	25	40		8	20	31,75	0,03149606	3,1496063	3	0	75,6428571	27,3930401
1	1	25	26		26	100	15,4615385	0,06467662	6,4676617	2,862961	0,113846154	25,7784615	32,8379315
2	1	25	20		20	100	21,75	0,04597701	4,5977011	3,108695	0,084210526	39,25	28,8045151
3	1	25	31		29	93,5483871	25,0689655	0,03988996	3,9889959	3,551971	0,061576355	27,7450739	21,0114745
1	1	25	24		22	91,66666667	12,5	0,08	8	2,531869	0,16017316	3,69047619	15,3684897
1	1	25	110		49	44,54545455	26,9591837	0,03709311	3,7093111	3,23927	0,104591837	26,2691327	19,0114889
2	1	25	79		44	55,69620253	22,2045455	0,04503582	4,5035824	2,98335	0,149048626	17,608351	18,8980701
3	1	25	143		86	60,13986014	20,3255814	0,04919908	4,9199085	2,850958	0,221067031	19,798632	21,8914544
4	1	25	35		5	14,28571429	25	0,04	4	0	1	1,25	4,47213595
5	1	25	102		48	47,05882353	19,1666667	0,05217391	5,2173913	3,644641	0,067375887	36,3971631	31,4765538
6	1	25	363		306	84,29752066	17,3137255	0,05775764	5,7757644	3,160885	0,129754634	9,62584378	17,9196234
1	1	25	38		31	81,57894737	20,4516129	0,0488959	4,8895899	3,127448	0,096774194	11,6225806	16,669544
2	1	25	68		30	44,11764706	19,83333333	0,05042017	5,0420168	3,577747	0,059770115	22,0747126	23,6892777
3	1	25	69		28	40,57971014	21,3214286	0,04690117	4,6901173	3,4138	0,079365079	58,8928571	35,9927485

4	1	25	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	25	55	7	12,72727273	21,5714286	0,04635762	4,6357616	2,235926	0,095238095	14,452381	3,801628724	17,6234444
1	1	25	34	18	52,94117647	22,3333333	0,04477612	4,4776119	3,19716	0,065359477	44,5882353	6,677442272	29,8989952
1	1	25	28	13	46,42857143	13,9230769	0,0718232	7,1823204	1,334679	0,41025641	73,9935897	8,60195267	61,7819805
1	1	25	84	5	5,952380952	33,6	0,0297619	2,9761905	1,921928	0,1	14,05	3,748332963	11,1557529
1	1	25	83	41	49,39759036	22,0487805	0,04535398	4,5353982	3,237732	0,141463415	39,372561	6,27475585	28,4585166
1	1	25	35	22	62,85714286	18,8636364	0,05301205	5,3012048	3,170135	0,090909091	34,9805195	5,91443315	31,3536215
2	1	25	101	79	78,21782178	14,6708861	0,06816221	6,8162209	2,712279	0,159688413	7,15952613	2,675729083	18,2383604
3	1	25	126	75	59,52380952	23,5733333	0,04242081	4,2420814	3,557591	0,08972973	19,6398198	4,431683633	18,7995629
4	1	25	132	115	87,12121212	20,1565217	0,04961173	4,9611734	2,157576	0,277650648	3,37002288	1,835762208	9,10753468
1	1	25	29	20	68,96551724	19,15	0,05221932	5,2219321	2,903702	0,110526316	45,7131579	6,761150634	35,3062696
2	1	25	25	2	8	26	0,03846154	3,8461538	1	0	164	12,80624847	49,2548018
3	1	25	63	59	93,65079365	14,5423729	0,06876457	6,8764569	2,93814	0,156049094	19,4421391	4,409324109	30,3205271
4	1	25	46	28	60,86956522	23,8571429	0,04191617	4,1916168	2,953207	0,124338624	25,7566138	5,075097414	21,2728634
5	1	25	21	15	71,42857143	22,5333333	0,0443787	4,4378698	2,440224	0,142857143	14,3380952	3,786567738	16,8042947
6	1	25	29	11	37,93103448	24,9090909	0,04014599	4,0145985	1,676737	0,290909091	33,1909091	5,761155187	23,1287252
1	1	25	120	64	53,33333333	19,046875	0,05250205	5,2502051	3,453629	0,098710317	25,9501488	5,094128857	26,7452212
1	1	25	25	11	44	34,8181818	0,02872063	2,8720627	1,789929	0,254545455	10,6636364	3,265522372	9,37878488
1	1	25	100	54	54	17,1111111	0,05844156	5,8441558	3,23165	0,101327743	17,5345912	4,18743253	24,4720083
1	1	25	75	18	24	29,5555556	0,03383459	3,3834586	2,411509	0,189542484	15,2026144	3,899053011	13,1922846
2	1	25	105	50	47,61904762	24,58	0,04068348	4,0683483	3,543982	0,078367347	40,8608163	6,392246579	26,0058852
3	1	25	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	25	81	58	71,60493827	21,3793103	0,04677419	4,6774194	2,926015	0,130066546	5,85359952	2,419421318	11,3166481
1	1	25	22	18	81,81818182	21,1111111	0,04736842	4,7368421	3,127987	0,078431373	58,9281046	7,676464328	36,3621994
1	1	25	22	10	45,45454545	28,5	0,03508772	3,5087719	2,446439	0,111111111	19,1666667	4,377975179	15,3613164
1	1	25	59	42	71,18644068	17,6904762	0,05652759	5,6527591	2,922043	0,18466899	25,8286876	5,082193185	28,7284137
2	1	25	97	30	30,92783505	21,8333333	0,04580153	4,5801527	2,851933	0,137931034	30,2126437	5,496602922	25,1752806
3	1	25	38	36	94,73684211	23,8611111	0,0419092	4,1909197	2,480233	0,179365079	4,52301587	2,126738318	8,91298946
1	1	25	127	105	82,67716535	14,6571429	0,06822612	6,8226121	2,526752	0,228205128	5,91016484	2,431083058	16,5863367
2	1	25	107	56	52,3364486	22,125	0,04519774	4,519774	3,806371	0,061688312	42,9113636	6,550676579	29,6075778

1	1	25	30	21	70	17,6666667	0,05660377	5,6603774	1,437377	0,395238095	36,7833333	6,06492649	34,3297726
1	1	25	50	6	12	29,8333333	0,03351955	3,3519553	1,459148	0,266666667	41,3666667	6,431692364	21,5587454
2	1	25	32	23	71,875	19,8695652	0,05032823	5,0328228	2,383593	0,193675889	4,43675889	2,10636153	10,6009442
1	1	25	60	39	65	17,6666667	0,05660377	5,6603774	2,852227	0,145748988	15,7280702	3,965863106	22,4482817
2	1	25	768	92	11,97916667	28,6413043	0,03491461	3,4914611	3,808111	0,070234114	35,4633301	5,955109583	20,7920335
3	1	25	175	128	73,14285714	21,984375	0,04548685	4,5486851	3,96498	0,066929134	25,527313	5,052456135	22,9820322
4	1	25	153	137	89,54248366	20,8029197	0,04807018	4,8070175	3,633387	0,088342636	14,431462	3,798876413	18,2612656
5	1	25	20	9	45	29	0,03448276	3,4482759	2,281036	0,111111111	25,625	5,062114183	17,4555661
6	1	25	494	326	65,99190283	20,2791411	0,04931175	4,9311753	3,571193	0,105445965	19,580302	4,424963506	21,8202708
1	1	25	28	4	14,28571429	21,5	0,04651163	4,6511628	0,811278	0,5	10,3333333	3,214550254	14,9513965
1	1	25	51	36	70,58823529	21,6944444	0,04609475	4,609475	2,676827	0,234920635	23,7039683	4,868672124	22,4420226
1	1	25	50	27	54	20,8888889	0,04787234	4,787234	1,83804	0,37037037	8,44871795	2,906667843	13,9148992
1	1	25	64	29	45,3125	16,9655172	0,05894309	5,8943089	1,130738	0,522167488	11,9273399	3,453598109	20,3565742
1	1	25	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	25	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	25	26	3	11,53846154	35	0,02857143	2,8571429	0,918296	0,333333333	49,5	7,03562364	20,1017818
1	1	25	20	15	75	18	0,05555556	5,5555556	2,282589	0,180952381	6,64285714	2,577374079	14,3187449
2	1	25	33	3	9,090909091	23,6666667	0,04225352	4,2253521	1,584963	0	13,8333333	3,719318934	15,7154321
1	1	25	39	9	23,07692308	26,3333333	0,03797468	3,7974684	2,725481	0,055555556	46,625	6,828250142	25,9300638
1	1	25	33	21	63,63636364	21,952381	0,04555315	4,5553145	1,845463	0,3	48,097619	6,9352447	31,592221
1	1	25	27	5	18,51851852	22	0,04545455	4,5454545	1,370951	0,3	3,25	1,802775638	8,19443472
2	1	25	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	25	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	25	98	34	34,69387755	23,8235294	0,04197531	4,1975309	3,502925	0,076648841	27,8467023	5,276997472	22,1503598
1	1	25	20	10	50	29,5	0,03389831	3,3898305	2,046439	0,2	44,5	6,670832032	22,6129899
1	1	25	28	21	75	20,7619048	0,04816514	4,8165138	2,7745	0,123809524	38,4404762	6,200038402	29,8625703
1	1	25	21	17	80,95238095	19,7647059	0,05059524	5,0595238	3,337175	0,051470588	39,2536765	6,26527545	31,6993103
1	1	25	20	17	85	14,2941176	0,06995885	6,9958848	2,183667	0,183823529	19,0330882	4,362692773	30,5208959
1	1	25	29	22	75,86206897	23,1818182	0,04313725	4,3137255	3,079226	0,095238095	20,6320346	4,542249953	19,5940194
2	1	25	26	6	23,07692308	26,6666667	0,0375	3,75	2,251629	0,066666667	29,0666667	5,391351098	20,2175666

3	1	25	89	62	69,66292135	21,3548387	0,04682779	4,6827795	3,453881	0,105764146	30,1671074	5,492459135	25,7199748
1	2	25	50	45	90	11,7333333	0,08522727	8,5227273	3,040456	0,127272727	11,1772727	3,343242846	28,493547
2	2	25	30	29	96,66666667	9,82758621	0,10175439	10,175439	2,431066	0,192118227	4,54064039	2,130877846	21,6826167
1	2	25	30	25	83,33333333	15,64	0,06393862	6,3938619	3,052879	0,103333333	37,365	6,112691715	39,0837066
1	2	25	19	19	100	17,6315789	0,05671642	5,6716418	3,300559	0,064327485	58,4122807	7,642792729	43,3471826
1	2	25	24	21	87,5	17,2380952	0,05801105	5,801105	2,944395	0,128571429	42,9404762	6,552898305	38,0140509
1	2	25	400	182	45,5	11,6593407	0,08576814	8,5768143	2,414105	0,283103637	10,1153543	3,180464472	27,2782532
1	2	25	445	368	82,69662921	15,3043478	0,06534091	6,5340909	3,623906	0,116470205	35,9670655	5,997254831	39,1866083
1	2	25	26	20	76,92307692	14,45	0,06920415	6,9204152	3,141446	0,094736842	62,3657895	7,89720137	54,6519126
1	2	25	20	8	40	25,125	0,039801	3,9800995	2,75	0,035714286	68,4107143	8,271076973	32,9197093
1	2	25	40	31	77,5	19,0322581	0,05254237	5,2542373	3,744204	0,051612903	52,8655914	7,270872809	38,202891
1	2	25	25	17	68	13,7647059	0,07264957	7,2649573	2,816308	0,125	32,3786765	5,690226399	41,3392516
2	2	25	21	8	38,0952381	25,375	0,03940887	3,9408867	3	0	105,982143	10,29476288	40,5704941
3	2	25	32	23	71,875	25,4782609	0,03924915	3,9249147	3,153572	0,083003953	32,8517787	5,731647115	22,4962259
1	2	25	25	23	92	14,4782609	0,06906907	6,9069069	2,940676	0,126482213	14,0335968	3,746144263	25,8742697
1	2	25	107	45	42,05607477	32,0222222	0,03122831	3,1228314	2,754091	0,15959596	7,63585859	2,763305735	8,62933783
2	2	25	73	26	35,61643836	30,4230769	0,03286979	3,2869785	2,830086	0,12	16,0138462	4,001730395	13,1536018
3	2	25	146	84	57,53424658	28,8809524	0,0346249	3,4624897	3,470147	0,092943201	19,0699943	4,366920455	15,1204171
4	2	25	35	3	8,571428571	35	0,02857143	2,8571429	1,584963	0	22,5	4,74341649	13,5526185
5	2	25	67	44	65,67164179	15,2954545	0,0653789	6,53789	3,030187	0,119450317	29,3757928	5,419943986	35,4349978
6	2	25	300	142	47,33333333	13,2464789	0,07549176	7,549176	3,066127	0,133453201	13,5771152	3,684713717	27,8165522
1	2	25	35	30	85,71428571	19,6333333	0,05093379	5,0933786	3,377747	0,075862069	15,2747126	3,908287687	19,9063889
2	2	25	68	33	48,52941176	13,8787879	0,0720524	7,2052402	3,043909	0,123106061	20,1410985	4,48788352	32,3362786
3	2	25	77	24	31,16883117	23,5	0,04255319	4,2553191	3,157268	0,083333333	44,0869565	6,63980094	28,2544721
4	2	25	64	3	4,6875	25	0,04	4	0,918296	0,333333333	13,5	3,674234614	14,6969385
5	2	25	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	25	35	23	65,71428571	20,1304348	0,04967603	4,9676026	2,96381	0,118577075	47,6185771	6,900621499	34,2795452
1	2	25	28	17	60,71428571	20,3529412	0,04913295	4,9132948	2,586888	0,132352941	14,4301471	3,798703339	18,6641494
1	2	25	92	1	1,086956522	36	0,02777778	2,7777778	0	0	0	0	0
1	2	25	75	22	29,33333333	25,6818182	0,03893805	3,8938053	2,646963	0,138528139	23,465368	4,844106519	18,8620077

1	2	25	33	25	75,75757576	19,6	0,05102041	5,1020408	2,95327	0,11	23,0416667	4,800173608	24,4906817
2	2	25	105	90	85,71428571	15,1	0,06622517	6,6225166	2,265409	0,217478152	2,96741573	1,722618858	11,4080719
3	2	25	126	77	61,11111111	18,4545455	0,05418719	5,4187192	3,19566	0,142173616	14,1327751	3,759358339	20,3709073
4	2	25	131	109	83,20610687	11,7155963	0,0853563	8,5356304	1,543396	0,420829086	2,8072545	1,675486348	14,3013322
1	2	25	30	20	66,66666667	17	0,05882353	5,8823529	2,284184	0,205263158	22,2105263	4,712804506	27,7223794
2	2	25	29	9	31,03448276	23,1111111	0,04326923	4,3269231	2,113283	0,166666667	14,4861111	3,806062416	16,4685393
3	2	25	66	60	90,90909091	12,35	0,08097166	8,097166	0,573978	0,839548023	2,60423729	1,613764942	13,0669226
4	2	25	47	31	65,95744681	20,8064516	0,04806202	4,8062016	3,002471	0,131182796	40,527957	6,36615716	30,5970344
5	2	25	20	16	80	22,3125	0,04481793	4,4817927	1,95282	0,275	43,4291667	6,59008093	29,5353767
6	2	25	30	20	66,66666667	18,7	0,05347594	5,3475936	2,433206	0,178947368	37,5894737	6,1310255	32,7862326
1	2	25	120	67	55,83333333	23,5671642	0,04243192	4,2431919	3,339581	0,114880145	27,1734509	5,212816027	22,1189787
1	2	25	25	22	88	23,4090909	0,04271845	4,2718447	3,079226	0,095238095	12,0627706	3,473149948	14,8367571
1	2	25	95	86	90,52631579	12,1395349	0,08237548	8,2375479	2,260821	0,254172367	2,85088919	1,688457637	13,9087507
1	2	25	73	3	4,109589041	17	0,05882353	5,8823529	0	1	1,5	1,224744871	7,2043816
2	2	25	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	25	20	16	80	18,25	0,05479452	5,4794521	0,33729	0,875	2,06666667	1,437590577	7,87720864
1	2	25	92	71	77,17391304	18,6901408	0,05350414	5,3504145	2,658041	0,191549296	8,68832998	2,947597323	15,7708674
1	2	25	25	25	100	19,24	0,05197505	5,1975052	2,61302	0,16	36,4816667	6,040005519	31,3929601
1	2	25	35	14	40	28,8571429	0,03465347	3,4653465	3,093069	0,076923077	16,4395604	4,054572781	14,0504997
1	2	25	55	30	54,54545455	20,53333333	0,0487013	4,8701299	2,624887	0,188505747	40,4643678	6,361160886	30,9796796
2	2	25	105	23	21,9047619	26,2173913	0,03814262	3,814262	3,066615	0,086956522	20,9505929	4,577181762	17,4585706
3	2	25	35	31	88,57142857	15,0967742	0,06623932	6,6239316	2,042005	0,251612903	2,92365591	1,709870145	11,3260629
1	2	25	116	112	96,55172414	12,2767857	0,08145455	8,1454545	2,048647	0,289414414	4,68846525	2,165286413	17,6372421
2	2	25	100	45	45	19,8666667	0,05033557	5,033557	3,342893	0,093939394	64,1863636	8,01163926	40,3270433
1	2	25	48	15	31,25	21,8666667	0,04573171	4,5731707	2,389898	0,152380952	9,33809524	3,055829714	13,974831
1	2	25	31	28	90,32258065	18,3214286	0,0545809	5,4580897	2,033516	0,291005291	10,3002646	3,209402522	17,5172067
2	2	25	59	44	74,57627119	23,5227273	0,04251208	4,2512077	2,981351	0,138477801	13,2320296	3,637585683	15,4641324
1	2	25	680	91	13,38235294	26,956044	0,03709743	3,7097432	3,838892	0,068131868	52,9202686	7,274631855	26,9870158
2	2	25	179	129	72,06703911	17,8449612	0,05603823	5,6038228	3,223034	0,132267442	24,7335877	4,973287413	27,8694212
3	2	25	152	135	88,81578947	16,8444444	0,05936675	5,9366755	3,182952	0,144168049	13,1696517	3,62900148	21,544204

4	2	25	20	19	95	19,7368421	0,05066667	5,0666667	3,076103	0,087719298	31,4824561	5,610922931	28,4286762
5	2	25	500	360	72	19,0972222	0,05236364	5,2363636	3,465657	0,123444754	41,1353683	6,413686016	33,5843922
6	2	25	50	32	64	27,34375	0,03657143	3,6571429	2,956748	0,112903226	10,8135081	3,288389889	12,0261116
1	2	25	47	24	51,06382979	27,7916667	0,03598201	3,5982009	2,786577	0,130434783	21,4764493	4,634269012	16,6750309
1	2	25	64	28	43,75	21,8571429	0,04575163	4,5751634	3,267376	0,092592593	61,3862434	7,834937357	35,8461186
1	2	25	30	26	86,66666667	19,9230769	0,05019305	5,019305	2,742984	0,16	18,3938462	4,288804747	21,5268192
1	2	25	28	2	7,142857143	32,5	0,03076923	3,0769231	1	0	6,5	2,549509757	7,84464541
1	2	25	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	25	20	8	40	31,625	0,03162055	3,1620553	2,5	0,071428571	51,4107143	7,170126518	22,6723368
1	2	25	26	5	19,23076923	27	0,03703704	3,7037037	0	1	1,25	1,118033989	4,14086662
1	2	25	20	20	100	24,7	0,04048583	4,048583	2,641446	0,131578947	12,9578947	3,59970759	14,5737149
2	2	25	33	4	12,12121212	31,5	0,03174603	3,1746032	2	0	35	5,916079783	18,7812057
1	2	25	42	20	47,61904762	31,1	0,03215434	3,2154341	3,146439	0,078947368	53,0421053	7,283001117	23,41801
1	2	25	33	22	66,66666667	29,0454545	0,03442879	3,4428795	3,550341	0,060606061	40,0454545	6,328147797	21,7870503
1	2	25	27	13	48,14814815	31,8461538	0,03140097	3,1400966	3,085055	0,051282051	27,3910256	5,23364363	16,4341467
2	2	25	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	25	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	25	89	42	47,19101124	22,8809524	0,04370447	4,3704475	3,529488	0,078977933	16,2537747	4,031597038	17,619883
1	2	25	20	14	70	29,2857143	0,03414634	3,4146341	2,753434	0,10989011	23,9120879	4,889998764	16,6975568
1	2	25	28	22	78,57142857	24,7727273	0,04036697	4,0366972	3,386266	0,069264069	39,1363636	6,2559063	25,2531997
1	2	25	20	11	55	18,1818182	0,055	5,5	2,118078	0,181818182	8,86363636	2,977185981	16,3745229
1	2	25	20	9	45	21,5555556	0,04639175	4,6391753	2,503258	0,083333333	8,65277778	2,941560432	13,6464144
1	2	25	30	21	70	22,4285714	0,04458599	4,4585987	3,177566	0,076190476	32,1071429	5,666316516	25,2638316
2	2	25	26	9	34,61538462	31,4444444	0,03180212	3,180212	2,725481	0,055555556	18,4027778	4,289845892	13,6426194
3	2	25	90	75	83,33333333	26,8533333	0,03723932	3,7239325	3,73761	0,073513514	19,8971171	4,460618468	16,611042
1	3	25	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	25	30	13	43,33333333	20,7692308	0,04814815	4,8148148	2,661226	0,102564103	67,1089744	8,192006736	39,4429954
1	3	25	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	25	20	5	25	27,8	0,03597122	3,5971223	1,521928	0,2	9,45	3,07408523	11,0578605
1	3	25	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Protocolo de pesquisa em Germinação de sementes dispersas por morcegos frugívoros

Lista de material

1. Coleta de fezes em campo		2. Triagem das amostras em laboratório	
	Criotubo 2.0 mm		Lupas estereoscópicas
	Pinça histológica autoclavada		Álcool 70%
	Álcool 90% (P.A)		Microtubos 2.0 mm
	Álcool 70%		Pinça histológica autoclavada
	Papel toalha		Pinça curva autoclavada
	Caixas organizadoras de criotubos		Bisturi autoclavado
	Envelopes de <i>origamis</i> de papel Kraft		Seringa de 10 ml
	Microtubos de 1.5 mm autoclavados para coleta de DNA		Toucas descartáveis
	Tesoura curva autoclavada		Máscaras faciais
	Caneta para retroprojeter azul		Jalecos
	Caneta de pigmentação		Placas petri autoclavadas
	Papel manteiga		Água destilada
	Lanterna de cabeça		Fichas de triagem e germinação
	Luvas de látex		
	Ficha de campo		
	Tubos falcon (reserva)		
3. Teste de germinação		4. Plantio das plântulas	
	Placas petri autoclavadas		Serragem decomposta
	Sacos de 4 L transparente		Tesoura
	Papel germitest		Tubetes
	Pinças histológicas autoclavadas		Béquers de 500 ml
	Lupa eletrônica de bancada		Terra adubada
	Fita crepe		Fita crepe
	Papel comum		Pinças histológicas
	Caneta de pigmentação		Agulha para seringa de 5 ml
	Caneta para retroprojeter		Água
	Toucas descartáveis		Bandejas
	Máscaras faciais		
	Jaleco		
	Borrifador com álcool 70%		
	Hipoclorito a 10%		
5. Viveiro		6. Educação ambiental	
	Água		Serragem decomposta
	Sombrite 50%		Sacos para muda
	Sombrite 70%		

1. Procedimento de coleta de campo

1. Etiquetar com a caneta de pigmentação e papel manteiga os microtubos (dando número de identidade) para coleta de patágio e dispor álcool 90%* (antes de ir a campo, com o uso dos EPIs);
2. Etiquetar com caneta de retroprojeto os criotubos com o número de identidade dos morcegos que iram fornecer as amostras (antes de ir a campo);
3. Coletar e anotar informações pertinentes em ficha de campo.
4. Coletar amostras de frutos (folhas e flores, para ajudar na identificação) na vegetação e armazenar no envelopes de *origamis*, indentificando os envelopes;
5. Coletar uma amostra de tecido do morcego para teste de DNA e armazenar em microtubos com álcool 90%, identificados;
6. Borrifar a pinças histológica e a tesouras curva com álcool 70% a cada amostra coletada;
7. Coletar a amostra de fezes com o auxilio de pinças histológica e armazenar em criotubos (caso a amostra seja de animal grande armazenar no correspondente "tubo falcon, etc.");
8. Borrifar as pinças com álcool 70% a cada amostra coletada, limpar com papel toalha e borrifar novamente álcool (até a pinça estar limpa);
9. Armazenar em geladeira até a triagem a 5°C (triar em uma semana pós-campo para evitar o desenvolvimento de fungos);

* reservar quantidade de microtubos de acordo com a previsão de número de capturas realizadas.

2. Procedimentos de triagem das sementes

1. Colocar os EPIs;
2. Anotar o número de identidade da amostra na ficha de triagem;
3. Retirar as sementes das frutas coletada em campo com auxilio de pinça ebisturi, contabilizar e armazenar em microtubos identificados;
4. Dispor as fezes na placa petri e levar a lupa estereoscópica;
5. Verificar a presença de sementes, polpas, insetos e cristais separando- os;
6. Separar a semente por morfotipos com auxilio de pinça e agulha;
7. Contabilizar as sementes de cada morfotipo (acima de 20 para cada tratamento são submetidas a teste de germinação);
8. Armazenar amostas de cada morfotipo para formar o Banco Testemunho (auxiliar na identificação);
9. Separar por tratamentos de germinação (Não lavadas, Lavadas e Glicerina e naturais direto do fruto se possuir);
10. Os tratamentos das não lavadas tem prioridades sobre a lavadas, com nº mínimo de 20 sementes para cada tratamento. Quando a quantidade de 20 não é igual para todos os tratamentos, mais o banco testemunho, estas serão remanejadas definitivamente só para o banco testemunho;
11. As sementes devem ser armazenadas em microtubos etiquetados com o tratamento, número de identificação e morfotipo;
12. As sementes do banco testemunho devem ser identicada como as demais, assim como possuir número de tombo;
13. As amostras podem ser mantidas em geladeira (5°) por um mês, até que ocorra a germinação;

3. Procedimentos para teste de germinação

1. Colocar os EPIs;
2. Esterilizar a estufa com álcool 70%, hipoclorito e novamente com álcool, sempre limpando com papel toalha (sempre realizar entre os intervalos de germinação);
3. Esterilizar a bancada com álcool 70%;
4. Encapar a bancada com saco plástico transparente e fita para fixar;
5. Confeccionar uma régua com caneta de pigmentação e fita crepe para medir as plântulas;
6. Cortar o papel germitest no diâmetro da placa petri;
7. Autoclavar as placas petri (120° C por 20 minutos, após atingir temperatura limite) e secar em estufa de secagem (a 80° C por 12 horas);
8. Colocar papel germitest cortado na placa petri e dispor as sementes, cobrir as sementes com outro papel germitest e umedecer com água destilada;
9. Identificar a placa com a data, tratamento, número de identificação, morfotipo e número de sementes postas para germinar;
10. Submeter para a germinação na estufa B.O.D a 25°C com 12 horas de foto período ativa durante o dia (verificar foto período diariamente);
11. Verificar a germinação e umidade diariamente;
12. Sementes germinadas e com radícula acima de 2 mm, são contabilizadas e separadas para o plantio em tubetes*;
13. As plântulas selecionadas devem ser colocadas em uma placa com papel germitest umedecidos (desidratam rapidamente) e plantadas no mesmo dia (pois desenvolvem fungos).

*Plântulas podem ser armazenadas em microtubos com papel germitest e água destilada por alguns meses para posterior plantio (necessário mais estudos para melhoramento da técnica), pois, poderá haver uma quantidade grande de plântulas germinadas em um único dia. Todos os microtubos devem ser identificados.

4. Procedimento de teste de desenvolvimento (plantio)

1. Separar os tubetes para plantio;
2. Preparar a terra para plantio, peneirando;
3. Identificar os tubetes (data de plantio, data de germinação, tratamento, identidade e morfotipo);
4. Passar serragem em uma peneira de granulométrica malha 2 mm, assim como a terra. Sobre proporção de uma medida de serragem para duas de terra;
5. Misturar terra e serragem;
6. Dispor a mistura em tubetes e umedecer por vários dias até que a mistura esteja bem homogênea nos tubetes, sempre acrescentando mais quando necessário;
7. As plântulas submetidas ao teste de desenvolvimento, elas são plantadas com auxílio de pinça e agulha;
8. Após o plantio são irrigadas com água (borrifador) e mantidas por uma semana ou até nascer à primeira folha em área de meia sombra e irrigadas diariamente;
9. Transferir a plântula ao viveiro em sombrite 70%, irrigando diariamente;
10. Após o estabelecimento da planta, transferir para o sombrite 50%, irrigando diariamente (ou intervalo de um dia).

5. Procedimentos para Educação Ambiental

1. Transferir a muda para os sacos para plantio identificadas, acrescentando mais mistura de terra com serragem e umedecer;
2. Doação e divulgação das informações para a população, rastreando pelo nº de identificação.

APÊNDICES GERAIS ABORDANDO OS 3 CAPÍTULOS

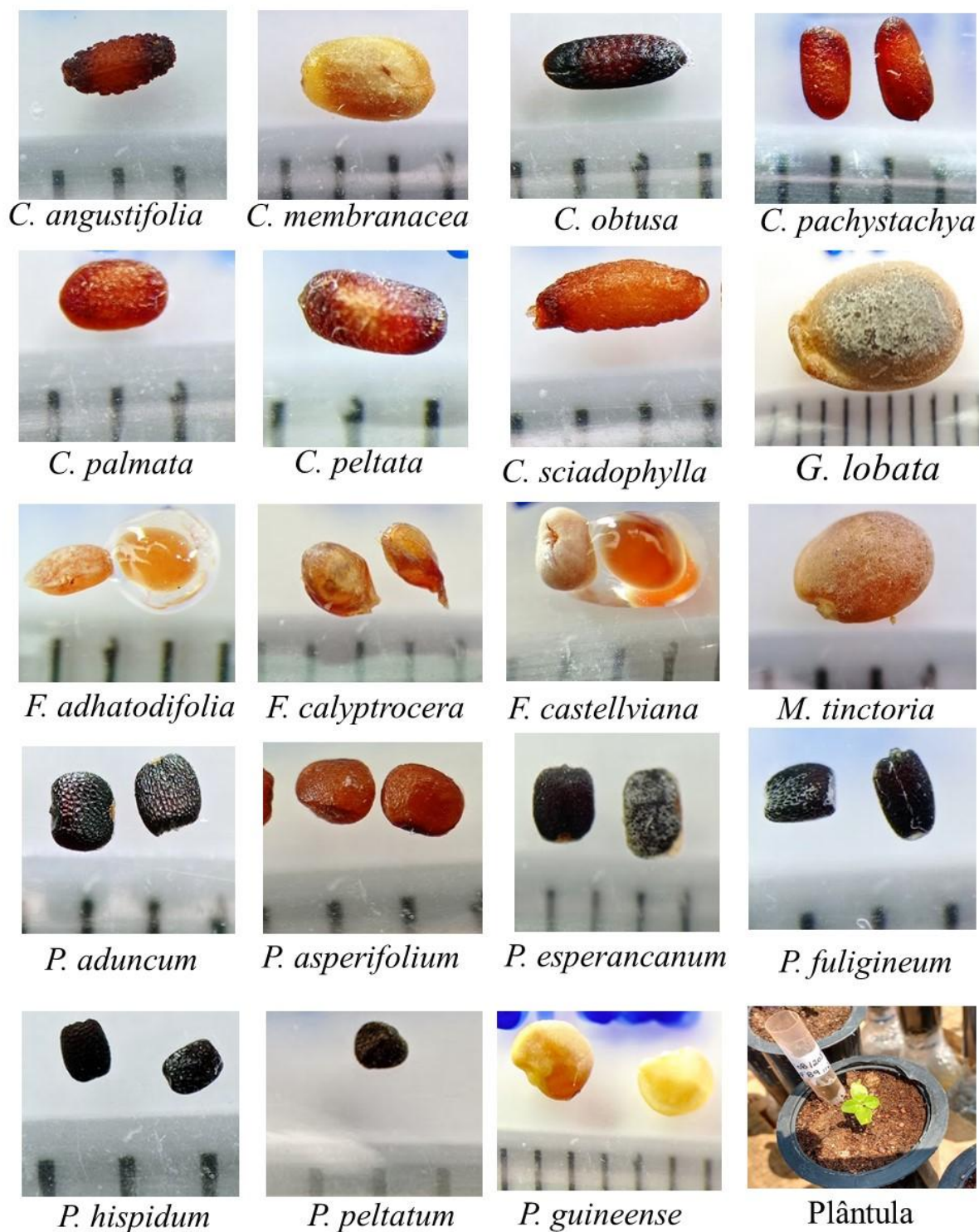


Figura 1: espécies vegetais identificadas; plântula em desenvolvimento.



S. jamaicense



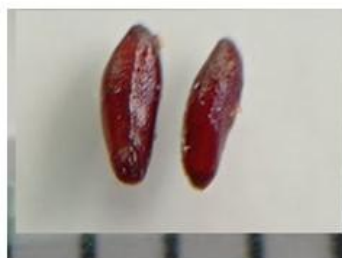
S. pseudoquina



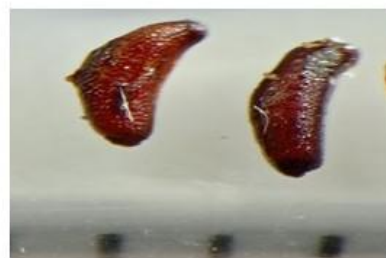
V. guianensis



V. cayennensis



V. latifolia



V. sessifolia



Coleta na Amazônia



Morcego com fruto

Figura 2: espécies vegetais identificadas; local de captura na Amazônia; Morcego frugívoro capturado carregando um fruto.

ANEXOS GERAIS ABORDANDO OS 3 CAPÍTULOS



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65436-3	Data da Emissão: 04/03/2020 17:22:53	Data da Revalidação*: 01/11/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: SERGIO GOMES DA SILVA	CPF: 681.538.132-34
Título do Projeto: MORCEGOS, ECTOPARASITAS E RECURSOS ALIMENTARES: A RESPOSTA AO DESFLORESTAMENTO EM ZONA DE TRANSIÇÃO.	

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de dados em campo	11/2018	01/2020
2	Análise dos dados	01/2019	06/2020
3	Redação de artigos científicos	01/2020	11/2020

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Francineire Fernandes Ferreira	Pesquisadora	004.547.162-22	Brasileira
2	Gustavo Rodrigues Canale	Colaborador	704.948.001-00	Brasileira
3	Frederico Augusto Guimarães Guilherme	Colaborador	888.812.616-34	Brasileira
4	Jonas Aguiar Lago	Colaborador	048.697.821-83	Brasileira

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0654360320200304

Página 1/8



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65436-3	Data da Emissão: 04/03/2020 17:22:53	Data da Revalidação*: 01/11/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: SERGIO GOMES DA SILVA	CPF: 681.538.132-34
Título do Projeto: MORCEGOS, ECTOPARASITAS E RECURSOS ALIMENTARES: A RESPOSTA AO DESFLORESTAMENTO EM ZONA DE TRANSIÇÃO.	

Observações e ressalvas

1	A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, possessor ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
3	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
4	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
7	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
8	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/gen .

Outras ressalvas

1	1) O número de indivíduos a ser coletado é restrito a 2 espécimes/espécie/fragmento. 2) Para a eutanásia dos quironômicos, a serem coletados (removidos do ambiente e sacrificados) o proponente deverá aplicar método ético, devidamente preconizado em protocolo oficial, como, por exemplo, a Resolução CFBio nº 301/2012; 3) Os animais somente deverão ser mortos quando estiverem em condições adequadas para o uso. A PRESENTE AUTORIZAÇÃO só terá validade após aprovação do projeto pela comissão de ética no uso de animais do Instituto Federal do Mato Grosso ou de alguma outra Instituição parceira.	CGPEQ
---	--	-------

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0654360320200304

Página 2/8



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65436-3	Data da Emissão: 04/03/2020 17:22:53	Data da Revalidação*: 01/11/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: SERGIO GOMES DA SILVA	CPF: 681.538.132-34
Título do Projeto: MORCEGOS, ECTOPARASITAS E RECURSOS ALIMENTARES: A RESPOSTA AO DESFLORESTAMENTO EM ZONA DE TRANSIÇÃO.	

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Remanescentes florestais	Cuiabá-MT	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
2	Remanescentes florestais	Cáceres-MT	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
3	Remanescentes florestais	Porto Esperidião-MT	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
4	Remanescentes florestais	Jauru-MT	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
5	Remanescentes florestais	Pontes e Lacerda-MT	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
6	Remanescentes florestais	Vilhena-RO	Amazônia	Não	Fora de UC Federal
7	Remanescentes florestais	Comodoro-MT	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
8	Remanescentes florestais	Nova Lacerda-MT	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
9	Remanescentes florestais	Pimenta Bueno-RO	Amazônia	Não	Fora de UC Federal
10	Remanescentes florestais	Cacoal-RO	Amazônia	Não	Fora de UC Federal

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Fora de UC Federal
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Fora de UC Federal
3	Captura de animais silvestres in situ	Fora de UC Federal
4	Marcação de animais silvestres in situ	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Artibeus lituratus	2
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Artibeus lituratus	-
3	Captura de animais silvestres in situ	Artibeus lituratus	-
4	Marcação de animais silvestres in situ	Artibeus lituratus	-
5	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Artibeus planirostris	2
6	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Artibeus planirostris	-
7	Captura de animais silvestres in situ	Artibeus planirostris	-
8	Marcação de animais silvestres in situ	Artibeus planirostris	-
9	Captura de animais silvestres in situ	Carollia perspicillata	-
10	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Carollia perspicillata	2
11	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Carollia perspicillata	-
12	Marcação de animais silvestres in situ	Carollia perspicillata	-
13	Captura de animais silvestres in situ	Molossops temminckii	-

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0654360320200304

Página 3/8



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65436-3	Data da Emissão: 04/03/2020 17:22:53	Data da Revalidação*: 01/11/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: SERGIO GOMES DA SILVA	CPF: 681.538.132-34
Título do Projeto: MORCEGOS, ECTOPARASITAS E RECURSOS ALIMENTARES: A RESPOSTA AO DESFLORESTAMENTO EM ZONA DE TRANSIÇÃO.	

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
14	Marcação de animais silvestres in situ	Molossops temminckii	-
15	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Molossops temminckii	2
16	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Molossops temminckii	-
17	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Phyllostomus elongatus	2
18	Marcação de animais silvestres in situ	Phyllostomus elongatus	-
19	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Phyllostomus elongatus	-
20	Captura de animais silvestres in situ	Phyllostomus elongatus	-
21	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Phyllostomus hastatus	2
22	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Phyllostomus hastatus	-
23	Captura de animais silvestres in situ	Phyllostomus hastatus	-
24	Marcação de animais silvestres in situ	Phyllostomus hastatus	-
25	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Desmodus rotundus	2
26	Captura de animais silvestres in situ	Desmodus rotundus	-
27	Marcação de animais silvestres in situ	Desmodus rotundus	-
28	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Desmodus rotundus	-
29	Marcação de animais silvestres in situ	Dermanura gnoma	-
30	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Dermanura gnoma	2
31	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Dermanura gnoma	-
32	Captura de animais silvestres in situ	Dermanura gnoma	-
33	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Artibeus obscurus	2
34	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Artibeus obscurus	-
35	Marcação de animais silvestres in situ	Artibeus obscurus	-
36	Captura de animais silvestres in situ	Artibeus obscurus	-
37	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Glossophaga longirostris	-
38	Captura de animais silvestres in situ	Glossophaga longirostris	-
39	Marcação de animais silvestres in situ	Glossophaga longirostris	-
40	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Glossophaga longirostris	2
41	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Lonchophylla mordax	-
42	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Lonchophylla mordax	2
43	Captura de animais silvestres in situ	Lonchophylla mordax	-
44	Marcação de animais silvestres in situ	Lonchophylla mordax	-
45	Captura de animais silvestres in situ	Chrotopterus auritus	-
46	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Chrotopterus auritus	-
47	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Chrotopterus auritus	2
48	Marcação de animais silvestres in situ	Chrotopterus auritus	-

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0654360320200304

Página 4/8



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65436-3	Data da Emissão: 04/03/2020 17:22:53	Data da Revalidação*: 01/11/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: SERGIO GOMES DA SILVA	CPF: 681.538.132-34
Título do Projeto: MORCEGOS, ECTOPARASITAS E RECURSOS ALIMENTARES: A RESPOSTA AO DESFLORESTAMENTO EM ZONA DE TRANSIÇÃO.	

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
49	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Lophostoma carikeri	2
50	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Lophostoma carikeri	-
51	Captura de animais silvestres in situ	Lophostoma carikeri	-
52	Marcação de animais silvestres in situ	Lophostoma carikeri	-
53	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Micronycteris hirsuta	2
54	Marcação de animais silvestres in situ	Micronycteris hirsuta	-
55	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Micronycteris hirsuta	-
56	Captura de animais silvestres in situ	Micronycteris hirsuta	-
57	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Tonatia bidens	-
58	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Tonatia bidens	2
59	Captura de animais silvestres in situ	Tonatia bidens	-
60	Marcação de animais silvestres in situ	Tonatia bidens	-
61	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Platyrrhinus aurarius	-
62	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Platyrrhinus aurarius	2
63	Captura de animais silvestres in situ	Platyrrhinus aurarius	-
64	Marcação de animais silvestres in situ	Platyrrhinus aurarius	-
65	Captura de animais silvestres in situ	Sturnira lilium	-
66	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Sturnira lilium	2
67	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Sturnira lilium	-
68	Marcação de animais silvestres in situ	Sturnira lilium	-
69	Captura de animais silvestres in situ	Myotis albescoens	-
70	Marcação de animais silvestres in situ	Myotis albescoens	-
71	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Myotis albescoens	2
72	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Myotis albescoens	-
73	Marcação de animais silvestres in situ	Carollia brevicauda	-
74	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Carollia brevicauda	2
75	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Carollia brevicauda	-
76	Captura de animais silvestres in situ	Carollia brevicauda	-
77	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Molossus molossus	2
78	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Molossus molossus	-
79	Captura de animais silvestres in situ	Molossus molossus	-
80	Marcação de animais silvestres in situ	Molossus molossus	-
81	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Mimon crenulatum	2
82	Marcação de animais silvestres in situ	Mimon crenulatum	-
83	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Mimon crenulatum	-

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0654360320200304

Página 5/8



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65436-3	Data da Emissão: 04/03/2020 17:22:53	Data da Revalidação*: 01/11/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: SERGIO GOMES DA SILVA	CPF: 681.538.132-34
Título do Projeto: MORCEGOS, ECTOPARASITAS E RECURSOS ALIMENTARES: A RESPOSTA AO DESFLORESTAMENTO EM ZONA DE TRANSIÇÃO.	

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
84	Captura de animais silvestres in situ	Mimon crenulatum	-
85	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Vampyressa pusilla	2
86	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Vampyressa pusilla	-
87	Captura de animais silvestres in situ	Vampyressa pusilla	-
88	Marcação de animais silvestres in situ	Vampyressa pusilla	-
89	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Chiroderma vizottoi	2
90	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Chiroderma vizottoi	-
91	Captura de animais silvestres in situ	Chiroderma vizottoi	-
92	Marcação de animais silvestres in situ	Chiroderma vizottoi	-
93	Captura de animais silvestres in situ	Aspidoptera falcata	-
94	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Aspidoptera falcata	10
95	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Megistopoda aranea	10
96	Captura de animais silvestres in situ	Megistopoda aranea	-
97	Captura de animais silvestres in situ	Trichobius joblingi	-
98	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Trichobius joblingi	10
99	Captura de animais silvestres in situ	Neotrichobius	-
100	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Neotrichobius	10
101	Captura de animais silvestres in situ	Basilia	-
102	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Basilia	10

Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Outros mamíferos)	Ectoparasita, Fezes, Fragmento de tecido/órgão
2	Método de captura/coleta (Insetos)	Outros métodos de captura/coleta(Pinça entomológica)
3	Método de captura/coleta (Outros mamíferos)	Bioacústica, Captura manual, Rede de neblina
4	Método de marcação (Outros mamíferos)	Colar, Anel, Outros métodos de marcação(anilha metálica)

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0654360320200304

Página 6/8



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65436-3	Data da Emissão: 04/03/2020 17:22:53	Data da Revalidação*: 01/11/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: SERGIO GOMES DA SILVA	CPF: 681.538.132-34
Título do Projeto: MORCEGOS, ECTOPARASITAS E RECURSOS ALIMENTARES: A RESPOSTA AO DESFLORESTAMENTO EM ZONA DE TRANSIÇÃO.	

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	Instituto Federal de Mato Grosso	Laboratório
2	FUNDACAO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO	Coleção

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0654360320200304

Página 7/8



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65436-3	Data da Emissão: 04/03/2020 17:22:53	Data da Revalidação*: 01/11/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: SERGIO GOMES DA SILVA	CPF: 681.538.132-34
Título do Projeto: MORCEGOS, ECTOPARASITAS E RECURSOS ALIMENTARES: A RESPOSTA AO DESFLORESTAMENTO EM ZONA DE TRANSIÇÃO.	

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

[illegible]

* Identificar o espécime do nível taxonômico possível.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0654360320200304

Página 8/8



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CEUA



PARECER 013/2018

DADOS DO PROJETO

Título: Morcegos, ectoparasitas e recursos alimentares: a resposta ao desflorestamento em zona de transição.

Pesquisador: Sérgio Gomes da Silva

Área temática:

Versão: 2 - N° do protocolo: 424455/2018

Instituição Proponente: UNEMAT

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 013/2018

Data da Relatoria: 16/10/2018

APRESENTAÇÃO DO PROJETO:

Trata-se de projeto de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais-PPGCA em nível de doutorado, desenvolvido nos municípios de Cuiabá, Cáceres, Porto Esperidião, Jauru, Pontes e Lacerda, Nova Lacerda, Comodoro, Vilhena, Pimenta Bueno e Cacoal. Além do pesquisador responsável terá a colaboração de Francimeire Fernandes Ferreira e a orientação do professor Gustavo Rodrigues Canale.

OBJETIVOS:

Objetivo Geral: Avaliar os efeitos do impacto do desflorestamento com o avanço das atividades agropecuárias no uso da terra sobre a estrutura de assembleias de morcegos, seus ectoparasitas e recursos alimentares em fragmentos florestais na região de ecótono entre Amazônia e Cerrado no Oeste do estado de Mato Grosso e Leste do estado de Rondônia.

Objetivos Específicos:

- Avaliar a diversidade de morcegos, ectoparasitas e recursos alimentares em ecótono de Cerrado e Amazônia e como ocorre a substituição das espécies (betadiversidade) entre os dois biomas. Avaliar quais características da paisagem, tais como conectividade florestal e redução de habitat, contribuem para alterações na assembleia de morcegos, na assembleia de ectoparasitas e disponibilidade/uso de recursos vegetais para os morcegos fitófagos.

UNEMAT - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
Av. Tancredo Neves, nº 1095, Cavalhada – CEP: 78.200-000 – Cáceres – MT.
Tel: (65) 3221-0043 - Email: ceua@unemat.br
Internet: <http://portal.unemat.br/ceua>

UNEMAT
Universidade do Estado de Mato Grosso

- PRPPG | Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação -



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CEUA



- Verificar quais características da paisagem, tais como conectividade florestal e redução de habitat, contribuem para alterações na intensidade de parasitismo de morcegos por ectoparasitas.
- Diagnosticar a viabilidade de regeneração das sementes ingeridas pelos morcegos fitófagos no processo de contribuição para a dispersão florestal e comparar com o processo de germinação natural (controle) sem a presença do morcego.
- Verificar quais as influências da luminosidade lunar sobre as atividades de forrageamento dos morcegos fitófagos.
- Determinar estratégias de conservação de espaços florestais para manutenção da biodiversidade de morcegos.

COMENTÁRIOS E CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Essa pesquisa é relevante e fundamental no processo de construção científica de informações, sobre um grupo animal de grande valor no cenário animal brasileiro. O desenvolvimento da pesquisa abre uma diversidade de oportunidades, para inclusão de outros temas que envolvam os processos de discussão da conservação de fragmentos florestais, proteção de animais e ações educativas para desenvolvimento do processo de sustentabilidade.

Segundo o pesquisador avaliará os efeitos dos impactos do desflorestamento sobre assembleias de morcegos, seus ectoparasitas e recursos alimentares, em fragmentos florestais em região de ecótono entre Amazônia e Cerrado no Oeste do Estado de MT, a investigação possibilitará a verificação de como as assembleias de morcegos e ectoparasitas respondem aos biomas amostrados e seu processo de fragmentação, com o avanço das atividades agropecuárias. E os recursos alimentares deverão revelar novos registros para os morcegos, como também mostrar a eficácia dos morcegos no processo de dispersão e regeneração florestal, contribuindo assim para o processo da manutenção dos ambientes florestais.

Apesar de o pesquisador não delimitar um número amostral, por não ser possível diagnosticar quantos animais serão capturados durante a pesquisa, relata que após manejo dos animais, a eutanásia se limitará em dois indivíduos por espécie e os demais serão soltos após triagem. Para eutanásia será utilizado isoflurano, anestésico inalatório aceitável para eutanásia por ser de ação rápida e em superdose não causar estresse.

UNEMAT - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
Av. Tancredo Neves, nº 1095, Cavallhada – CEP: 78.200-000 – Cáceres – MT.
Tel: (65) 3221-0043 - Email: ceua@unemat.br
Internet: <http://portal.unemat.br/ceua>

UNEMAT
Universidade do Estado de Mato Grosso

- PRPPG | Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação -



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CEUA



CONSIDERAÇÕES SOBRE OS TERMOS DE APRESENTAÇÃO OBRIGATÓRIA:

Todos os termos foram apresentados de maneira correta, possibilitando compreensão referente ao projeto.

CONCLUSÕES OU PENDÊNCIAS E LISTA DE INADEQUAÇÕES:

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Mato Grosso CEUA/UNEMAT após análise do protocolo em comento, de acordo com a Lei nº11.794 de 08/10/2008 é de parecer FAVORÁVEL e que não há restrição ética para o desenvolvimento do projeto.

SITUAÇÃO DO PARECER: APROVADO

Cáceres - MT, 16 de OUTUBRO de 2018.

Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA
UNEMAT/PRPPG /Portaria nº 3221/2018