

**ALTERAÇÕES DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES
DE MORCEGOS E SUAS MOSCAS ECTOPARASITAS
EM PAISAGENS ANTROPIZADAS NA AMAZÔNIA-
ECÓTONO-CERRADO**

SÉRGIO GOMES DA SILVA

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor.

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2022**

SÉRGIO GOMES DA SILVA

**ALTERAÇÕES DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE
MORCEGOS E SUAS MOSCAS ECTOPARASITAS EM
PAISAGENS ANTROPIZADAS NA AMAZÔNIA-ECÓTONO-
CERRADO**

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Rodrigues Canale

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2022**

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

S586a	SILVA, Sérgio Gomes da Silva. Alterações da Estrutura das Comunidades de Morcegos e Suas Moscas Ectoparasitas em Paisagens Antropizadas na Amazônia-Ecótono-Cerrado / Sérgio Gomes da Silva Silva – Cáceres, 2022. 128 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim) Trabalho de Conclusão de Curso (Tese/Doutorado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Doutorado) Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2022. Orientador: Gustavo Rodrigue Canale 1. Beta Diversidade. 2. Fragmentação. 3. Predação. 4. Transição. I. Sérgio Gomes da Silva Silva. II. Alterações da Estrutura das Comunidades de Morcegos e Suas Moscas Ectoparasitas em Paisagens Antropizadas na Amazônia-Ecótono-Cerrado: . CDU 599.4
-------	--

SÉRGIO GOMES DA SILVA

**ALTERAÇÕES DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE
MORCEGOS E SUAS MOSCAS ECTOPARASITAS EM
PAISAGENS ANTROPIZADAS NA AMAZÔNIA-ECÓTONO-
CERRADO**

Essa tese foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Cáceres, 17 de novembro de 2022.

Banca examinadora

Prof. Dr. Gustavo Graciolli

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Erich Arnold Fischer

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Solange Kimie Benedito Sguarezi

Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Josué Ribeiro da Silva Nunes

Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dra. Christine Steiner São Bernardo

Diretora Executiva do Instituto Ecótono

Prof. Dr. Frederico Augusto Guimarães Guilherme

Universidade Federal de Jataí

Prof. Dr. Gustavo Rodrigues Canale

Universidade Federal de Mato Grosso

(Orientador)

CÁCERES

MATO GROSSO, BRASIL

2022

DEDICATÓRIA

A ti, os morcegos.
E suas mosquinhas...

AGRADECIMENTOS

Muitos são aqueles que contribuíram para que essa pesquisa fosse possível, aos quais cito os proprietários das propriedades rurais amostradas e toda cordialidade por permitirem nossa coleta de dados em suas áreas florestais, sempre com muita atenção e curiosidades sobre o mundo dos morcegos.

As entidades científicas que nos permitiram também a realização da coleta de dados, citando o SISBIO e o Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade do estado de Mato Grosso. As instituições de Ensino, Pesquisa e Extensão, ao qual cito novamente a Universidade do Estado de Mato Grosso, em especial ao seu Programa de Doutorado em Ciências Ambientais e a instituição como um todo, que colaborou com um aporte financeiro para a realização de uma das etapas de campo. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, em especial ao campus Pontes e Lacerda, ao qual permitiu a institucionalização do projeto desse Doutorado, cedendo em parte recursos financeiros e estrutura laboratorial e de campo para a realização das diversas etapas da pesquisa.

Por fim, a todas as pessoas queridas que contribuíram de forma direta e indiretamente para que pudéssemos realizar essa pesquisa, citando as pessoas e docentes que conheci e convivi ao longo do Doutorado, em especial a Carol e Jesus (que sempre me deram abrigo entre um crédito e outro) e aos parceiros de conversa e publicações científicas (Breno, Angélica, Rafael, Marcos, Adriano, Maira, Rodrigo, Bruno, Thais). Aos parceiros de campo Jonas, Rhuam, Jéssica, Andreia e Pablo e meus queridos alunos do ensino médio que não mediram esforços quando precisei. Ao meu orientador Dr. Gustavo Canale, Dra Christine Bernardo, Dr. Frederico Guimarães, Dr. Gustavo Graciolli, Dr. Alan Eriksson e a Msa Gabriela Hrycyna, aos quais nossas parcerias vêm gerando bons frutos. Agradeço também a minha família, minha mãe (que sempre me apoiou em tudo), pai (que não está mais aqui e, apesar de nunca ter entendido bem o que eu fazia, nunca deixou de me encorajar a continuar), sogra e sogro, irmã e irmão, que nos ajudaram grandemente

cuidando de nossas crianças Arthur e Enya, quando precisamos nos ausentar, além de nos cederem abrigo entre nossas expedições ao campo. Ressalto a vocês meus filhos que vocês são minha motivação diária para permanecer acreditando no poder da pesquisa científica para transformarmos esse mundo num lugar melhor. Deixo para o final meu eterno agradecimento a coautora dessa pesquisa, minha companheira de vida e de campo Francimeire (pequena), que não mede esforços para que possamos realizar nossos sonhos, aos quais muito ainda temos a alcançar, e somos cúmplices dos desafios que tivemos que enfrentar para chegar até esse momento de nossa existência.

SOBRE O AUTOR

Sérgio Gomes da Silva é formado em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal (2008). Possui especialização em Biodiversidade da Amazônia (2010), Educação Ambiental (2011) e Cinema e Produção Audiovisual (2022). Mestre em Ecologia e Conservação pela Universidade do estado de Mato Grosso (2011). Atualmente é servidor público efetivo como Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda. Coordenador do laboratório de Biologia. Lider dos grupos de pesquisas Ciências socioambientais na Fronteira Brasil-Bolívia e ECOBATS – Conservação, Ecologia e Educação Ambiental com morcegos vinculado a CAPES. Coordenador do grupo de teatro ECOBIOARTES. Gestor da Rede IFMT de pesquisa, vinculado a Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação.

ÍNDICE

Lista de tabelas.....	8
Lista de figuras.....	9
Resumo.....	11
Abstract.....	12
Introdução Geral.....	13
Referências.....	17
Capítulo I: Uma análise em paisagem: a resposta dos morcegos neotropicais a fragmentação da Amazônia para o Cerrado do Brasil.....	28
Introdução.....	29
Metodologia.....	32
Resultados.....	37
Discussão.....	47
Conclusões.....	52
Referências.....	52
Capítulo II: Determinantes na composição das moscas ectoparasitas de morcegos (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) em uma escala de paisagem de Amazônia, ecótono e Cerrado.....	65
Introdução.....	66
Metodologia.....	69
Resultados.....	74
Discussão.....	81
Conclusões.....	84
Referências.....	85
Capítulo III: Ataque de uma coruja neotropical (<i>Glaucidium brasilianum</i>) a uma abundante espécie de morcego frugívoro (<i>Carollia perspicillata</i>) no Cerrado brasileiro.....	95
Apêndices.....	107
Anexos.....	116
Considerações finais.....	128

LISTA DE TABELAS

Capítulo I	Tabela 1. Registros de morcegos capturados em escala de paisagem em Amazônia-Ecótono-Cerrado. Legenda: A = Amazônia, E = Ecótono, C = Cerrado; CI = Constância das espécies (R = raro; I = intermediária; C = Comum); Sítios = número de remanescentes que a espécie foi amostrada; Guildas alimentares (conforme Findley, 1993) - In = Insetívoros aéreos de florestas e clareiras, He = Hematófagos, Ne = Nectarívoros, ICO = Insetívoros/Carnívoros/Onívoros/ coletadores, Fs = Frugívoros de Subbosque, Fd = Frugívoro de Dossel.....	38
	Tabela 2. Partição da Beta Diversidade na Amazônia, Ecótono e Cerrado. JAC=Beta diversidade; JIU=Turnover; JTNE=Nestedness.....	46
Capítulo II	Tabela 1. Importância das variáveis ambientais e significância calculadas através de 1000 permutações dos modelos generalizados de dissimilaridade (GDM).....	73
	Tabela 2. Número de moscas ectoparasitas coletados de morcegos distribuídos em uma escala de paisagem de Amazônia, Ecótono e Cerrado. Legenda: Exam- examinado; Infest (%)= porcentagem de morcegos infestados; Amaz= Amazônia; Ecot= Ecótono; Cerr= Cerrado; Conec = Conectado; Isol= Isolado; Total= de moscas ectoparasitas nos biomas; %= abundância relativa de moscas em relação a total de moscas ectoparasitas registradas.....	76
	Tabela 3. Determinantes explicativas do modelo generalizado de dissimilaridade (GDM) da composição de espécies de moscas ectoparasitas de morcegos.....	79
	Tabela 4. Partição de variância das variáveis preditoras da composição de espécies de moscas ectoparasitas de morcegos. A = Composição de espécies de hospedeiros, B = Distância geográfica, C = Ambiente.....	81
Capítulo III	Tabela 1. Registros de vertebrados na dieta da coruja pigmeu ferruginosa (<i>G. brasilianum</i>).....	99

LISTA DE FIGURAS

Introdução geral	Figura 1. Esquema da estrutura do projeto de pesquisa apresentado ao longo dessa tese.....	17
Capítulo I	Figura 1. Área de estudo, com os 24 remanescentes florestais pré-selecionados entre o município de Cacoal, Rondônia e Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso.....	32
	Figura 2. Distribuição das abundâncias das espécies em toda a região amostrada.....	40
	Figura 3. Esforço de amostragem considerando todos os pontos (Amazônia-ecótono-Cerrado) e resultado dos estimadores de espécies Chao 1, Chao 2, Jackknife 1 e Jackknife 2.....	41
	Figura 4. Ordenação de Dimensionamento Multidimensional não-métrico (NMDS) com base no índice de diferença de Bray-Curtis calculado em dados relativos de abundância para todo o conjunto de espécies.....	42
	Figura 5. Dissimilaridade entre Amazônia (a), Cerrado (c) e ecótono (e).....	42
	Figura 6. Ordenação de Análise Canônica (CCA) (dissimilaridade de Bray-Curtis) de todas as espécies em escala de 2000 m. Cada ponto é uma espécie separada, rotulada com um símbolo que corresponde ao bioma de registro da espécie.....	43
	Figura 7. Ordenação de Análise Canônica (CCA) (dissimilaridade de Bray-Curtis) de todas as espécies em escala de 2000 m. Cada ponto é uma espécie separada, rotulada com um símbolo que corresponde ao bioma de registro da espécie. A = morcegos capturados no interior da floresta; B = morcegos capturados na borda da floresta.....	44
	Figura 8. Abundância (em escala logarítmica) das espécies de morcegos entre os biomas Amazônia e Cerrado, e a área de transição (Ecótono).....	45
	Figura 9. Representação da Beta diversidade entre Amazônia, Ecótono e Cerrado.....	46
Capítulo II	Figura 1. Área de estudo, com os 24 remanescentes florestais pré-selecionados entre o município de Cacoal, Rondônia e Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso em paisagem de Amazônia, Ecótono e Cerrado.....	70
	Figura 2. Relação entre a dissimilaridade dos variáveis preditoras e os valores ajustados da distância ecológica (composição de moscas ectoparasitas) calculado pelo modelo generalizado de dissimilaridade	

	(GDM).....	80
Capítulo III	Figura 1. Vista do crânio e mandíbula de <i>Carollia perspicillata</i> extraída (escala 10 mm). Morfométrico características (antebraço: 40,9 mm; tíbia: 16,8 mm; tamanho do crânio: 23,3 mm; formato do crânio: pouco globular; rostro: ligeiramente alargado e robusto; crista sagital: pronunciada; fileira dentária maxilar: larga e pequena divergente; molares superiores: ligeiramente robustos.....	98
	Figura 2. (A) Rede de neblina com duas <i>C. perspicillata</i> e uma <i>G. brasilianum</i> . (B) Detalhe do raptor e sua presa de morcego, (C) Uma coruja pigmeu ferruginosa (<i>G. brasilianum</i>), (D) Vista frontal frontal do morcego de cauda curta do Seba (<i>C. perspicillata</i>), (E) Feridas ventrais infligidas pelos talões do raptor, (F) Detalhe da folha nasal do morcego frugívoro arrancada.....	100
Apêndice	Mosaico das fitofisionomias amostradas. A= Amazônia; B= Ecótono; C= Cerrado.....	114
	Mosaico das ações de campo. A= retirada dos morcegos das redes de neblina; B= Contenção dos morcegos em sacos de algodão; C= Pesagem dos morcegos; D= Extração de medidas morfométricas; E= Coleta de moscas ectoparasitas; F= Armazenamento das moscas em microtubos com álcool 70%; G= Anotação de dados em ficha de campo; H= Registro fotográfico dos morcegos.....	115

RESUMO

SILVA, Sérgio Gomes da. **Alterações da estrutura das comunidades de morcegos e suas moscas ectoparasitas em paisagens antropizadas na Amazônia-Ecótono-Cerrado**. Cáceres: UNEMAT, 2022. 128 p. (Tese – Doutorado em Ciências Ambientais)¹.

As alterações antrópicas por ações do uso da terra na Amazônia e Cerrado em Mato Grosso se intensificaram ao longo das últimas décadas, incluindo a ampla zona ecotonal entre esses biomas. Entre os animais nessas paisagens estão os morcegos, que ofertam amplos serviços ecossistêmicos positivos, porém são prejudicados pelos impactos ambientais. Nós buscamos avaliar em uma ampla escala geográfica de Amazônia, Cerrado, e de ecótono entre estes biomas, alterações na riqueza, abundância e composição da comunidade de morcegos frente aos processos de perda e fragmentação de habitats, bem como os efeitos das associações dos morcegos e suas moscas, além de um relato de predação de uma espécie de morcego abundante por uma coruja tropical. A metodologia consistiu de captura de morcegos e suas moscas ectoparasitas em 24 remanescentes florestais em borda e interior de florestas do estado de Rondônia e Mato Grosso, entre os anos de 2018 a 2020. A extração de métricas da paisagem foi realizada com o uso do QGIS e com o software R analisamos a estrutura das comunidades de morcegos e suas moscas ectoparasitas através de análises que incluíram NMDS, CCA, ANOVA, Beta diversidade, GLMm e um modelo GDM. Também relatamos a tentativa de predação de um morcego frugívoro abundante por uma coruja tropical. Os resultados indicam que a estrutura da comunidade de morcegos é diferente entre a Amazônia e o Cerrado e a zona de transição amostrada é mais similar à composição de espécies encontrada na Amazônia. Separando a comunidade de morcegos entre a borda e o interior da floresta, a composição da comunidade de morcegos de interior é mais influenciada pela coesão florestal, enquanto a composição da comunidade na borda das florestas está relacionada aos biomas onde os remanescentes estão inseridos. As avaliações das moscas ectoparasitas revelam alta diversidade, e que sua composição é mais influenciada pela composição da comunidade de morcegos hospedeiros, sem influência do bioma e com pouca influência da paisagem sobre a estrutura das comunidades de moscas. Durante as coletas de dados foi registrada a tentativa de predação oportunística de uma espécie de coruja sobre uma espécie de morcego frugívoro, que complementam a história natural dessas espécies. Pesquisas avaliando respostas de fragmentação com ampliação da escala de amostragem são fundamentais para discussões mais abrangentes sobre estratégias de conservação dos ecossistemas neotropicais.

Palavras-chave: Beta diversidade, Fragmentação, Predação, Transição.

¹Comitê orientador: Dr. Gustavo Rodrigues Canale, Orientador, Universidade Federal de Mato Grosso.

ABSTRACT

SILVA, Sérgio Gomes da. **Changes in the structure of bats communities and their ectoparasites flies in anthropic landscapes in the Amazon-Ecotone-Cerrado**. Cáceres: UNEMAT, 2022. 128 p. (Thesis – Doctorate in Environmental Sciences)¹.

Anthropogenic changes by land use actions in the Amazon and Cerrado in Mato Grosso have intensified over the last decades, including the wide ecotonal zone between these biomes. Among the animals in these landscapes are bats, which offer broad positive ecosystem services, but are harmed by environmental impacts. We sought to evaluate, in a wide geographic scale of Amazon, Cerrado, and ecotone between these biomes, changes in the richness, abundance and composition of the bat community in face of the processes of loss and fragmentation of habitats, as well as the effects of bat associations and their flies, as well as a report of predation of an abundant bat species by a tropical owl. The methodology consisted of capturing bats and their ectoparasitic flies in 24 forest remnants on the edge and interior of forests in the state of Rondônia and Mato Grosso, between 2018 and 2020. The extraction of landscape metrics was performed using QGIS and with the R software we analyzed the structure of bat communities and their ectoparasitic flies through analyzes that included NMDS, CCA, ANOVA, Beta diversity, GLMm and a GDM model. We also report the attempted predation of an abundant fruit bat by a tropical owl. The results indicate that the bat community structure is different between the Amazon and the Cerrado and the transition zone sampled is more similar to the species composition found in the Amazon. Separating the bat community between the forest edge and the interior, the composition of the interior bat community is more influenced by forest cohesion, while the community composition at the forest edge is related to the biomes where the remnants are inserted. Evaluations of ectoparasite flies reveal high diversity, and that their composition is more influenced by the composition of the host bat community, with no biome influence and little influence of the landscape on the structure of fly communities. During the data collection, the attempt of opportunistic predation of a species of owl on a species of fruit bat was recorded, which complement the natural history of these species. Research evaluating fragmentation responses with an expansion of the sampling scale is essential for broader discussions on conservation strategies for neotropical ecosystems.

Key Works: Beta diversity, Fragmentation, Predation, Transition.

¹Comitê orientador: Dr. Gustavo Rodrigues Canale, Orientador, Universidade Federal de Mato Grosso.

INTRODUÇÃO GERAL

O processo de expansão das populações humanas com mudanças de uso da terra, incluindo o desmatamento (PFAFF et al., 2015), a mineração (SONTER et al., 2017) e a expansão da agricultura moderna (LAURANCE et al., 2014), podem gerar impactos negativos sobre a biodiversidade (CHAPLIN-KRAMER et al., 2015). Esses impactos alteram ciclos ecossistêmicos, com danos aos serviços ambientais prestados pelos organismos e podem gerar extinções ao longo do tempo (PIMM et al., 2014).

Mudanças de uso da terra fazem parte do processo de desenvolvimento das civilizações modernas pós-industriais, porém tem se intensificado ao longo das últimas décadas (DIAS et al., 2016). Isso associado ao aumento populacional e à demanda por alimentos (PHALAN et al., 2011), mesmo com o desenvolvimento de novas tecnologias para produção agrícola (PEREIRA et al., 2012). Com isso, uma série de resíduos deste processo de alteração das paisagens são gerados, que incluem os gases poluentes das queimadas, os processos erosivos e a contaminação por metais pesados dos ambientes (CANO-CRESPO et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015; SPOSITO et al., 2019). Além disso, alterações drásticas nos ambientes naturais podem gerar exposição de animais a agentes infecciosos que estavam diluídos na paisagem (SABINO-SANTOS et al., 2020), e a partir de então, podem chegar problemas sanitários para populações humanas, ocasionando processos pandêmicos como o Covid19 (ZHANG et al., 2020).

Dentro desse cenário, alterações no uso da terra são também preocupantes na região de transição entre a Amazônia e o Cerrado, sendo ambos os biomas áreas de relevante biodiversidade e importância na manutenção dos ciclos ecossistêmicos (STRAND et al., 2018; COLLI et al., 2020). O Cerrado é um *hotspot* no contexto mundial de alta diversidade (FRANÇOSO et al., 2015) e a floresta Amazônia um dos pontos de maior biodiversidade do planeta (ANTONELLI et al., 2018). O encontro desses dois biomas no Brasil, forma a maior área de transição entre savana-floresta do mundo (MARQUES et al., 2020), que se encontra localizado em uma área de

alta tensão ecológica, oriunda das ações de uso da terra, que ficou conhecido como o “arco do desmatamento”, que se estende entre Rondônia, Mato Grosso e Pará (LEVY et al., 2018).

Ecótonos, como são conhecidas essas zonas de transição, são fundamentais para a manutenção da biodiversidade (KARK, 2012), bem como, são pouco conhecidos em termos das relações ecológicas que sustentam (PASSOS et al., 2018). Estudos recentes demonstram que o Ecótono da transição Amazônia-Cerrado possui papel primordial na conservação da flora regional (SILVA-PEREIRA et al., 2020). Entretanto, estas áreas naturais estão sendo gradativamente substituídas por uso econômico da terra, com a exploração de madeira e garimpo ilegais, e a inclusão da pecuária extensiva e a monocultura em larga escala (ZAIATZ et al., 2018).

As alterações no uso da terra inciam-se principalmente com a derrubada ilegal de floresta para venda de madeira, onde são plantadas gramíneas exóticas para atividade pecuária, posteriormente ocorre a formação do plantio de soja, milho e outras culturas (MORTON et al., 2006; BARONA et al., 2010). Nesse cenário, a paisagem se forma com matrizes antrópicas com ilhas de vegetação em seu interior (ARROYO-RODRÍGUEZ et al., 2017) ou restos de formações florestais conectadas a áreas de preservação permanente, reservas legais, terras indígenas e algumas unidades de conservação (SANTOS et al., 2019).

A permanência de áreas de vegetação nativa mantém a biodiversidade silvestre, incluindo os morcegos neotropicais (TAVARES et al., 2017), porém, a qualidade dessas áreas de vegetação e suas conexões influenciará na diversidade de espécies (FARNEDA et al., 2015). Os morcegos são um grupo de alta diversidade em território brasileiro, com o registro de 181 espécies (GARBINO et al., 2022). Além disso, a diversidade de morcegos está associada a uma diversidade de hábitos alimentares diferentes, com morcegos fitófagos (se alimentam de partes vegetais), nectarívoros, carnívoros, onívoros, insetívoros, hematófagos e psicívoros (KUNZ et al., 2011).

Essa diversidade de morcegos e hábitos alimentares, resulta em uma diversidade de serviços ecossistêmicos prestados por esses animais, que se

tornam fundamentais nos ambientes naturais, seja na dispersão de sementes (PEÑA-DOMENE et al., 2014), polinização de plantas (FLEMING et al., 2009), controle populacional de outros grupos animais (PERRELLA et al., 2020) e controle de populações de insetos (MAAS et al., 2016). Além disso, os morcegos são alimentos de uma diversidade de outros predadores (NORONHA et al., 2015; ROCHA e LÓPEZ-BAUCELLS, 2014; COSTA et al., 2016; CARVALHO et al., 2019), mantendo assim o equilíbrio ecossistêmico (KASSO e BALAKRISHNAN, 2013).

Os morcegos podem ser importantes reservatórios de patógenos no Brasil (COSTA et al., 2013; SIMAS et al., 2015; SANTOS et al., 2017; SABINO-SANTOS et al., 2020; SILVA et al., 2020), bem como em outros países (JUHAN et al., 2015), incluindo uma possível relação com o coronavírus atual que gerou o processo pandêmico (ZHANG et al., 2020). Vale ressaltar que, a presença de patógenos em morcegos em ambiente natural é algo comum (ALLOCATI et al., 2016), que tendem a se diluir na paisagem, não atingindo populações humanas (MURRAY e DASZAK, 2013). Porém, quando alterações no uso da terra são inseridas e a fragmentação ocorre nos ambientes naturais, esses patógenos podem chegar até as populações humanas (WANG e ANDERSON, 2019) e se tornarem um problema de saúde pública.

Morcegos também possuem associações ecológicas interespecífica com ectoparasitas (SANTOS et al., 2013; LOURENÇO et al., 2016; BARBIER e GRACIOLLI, 2016) e endoparasitas (LIMA et al., 2018). Os ectoparasitas geralmente ficam sob o corpo dos morcegos, com uma diversidade de espécies já conhecidas entre as famílias de moscas Streblidae e Nycteribiidae (AGUIAR e ANTONINI, 2016) e algumas com relações coevolutivas (ZOHDY et al., 2019). Compreender essa relação ecológica e, como as moscas ectoparasitas respondem ao processo de parasitismo com as alterações nos ambientes naturais dos morcegos, podem revelar informações significantes, como o nível de interação e as associações específicas morcego-ectoparasita (DICK e DITTMAR, 2013).

Nesse mosaico entre Amazônia-Cerrado, boa parte das pesquisas com morcegos foram realizadas ou na Amazônia (ver VLEUT et al., 2015; COSTA et

al., 2018; FARNEDA, et al., 2018; SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2020) ou no Cerrado (ver SILVA e ANACLETO, 2011; MUYLAERT et al., 2016; MENDES et al., 2017; SILVA et al., 2018), com poucas pesquisas avaliando o ecótono (SABINO-SANTOS et al., 2020), ou comparando os resultados encontrados entre os biomas e sua zona de transição. Em geral, essas pesquisas tendem a ser realizadas em escala local (ver ZORTEÁ e ALHO, 2008; MIRANDA et al., 2015; DALPONTE et al., 2016), não abordando a complexidade que se encontra em escala de paisagem.

As pesquisas já realizadas avaliaram os efeitos da perda de habitat sobre algumas dimensões da diversidade de morcegos, como a riqueza de espécies, de uma forma geral (ver MUYLAERT et al., 2016; FARNEDA et al., 2015; FERREIRA et al., 2017; ROCHA et al., 2018; SILVA et al., 2020), porém sem buscar compreender os impactos causados por alterações na configuração da paisagem, como a perda de conectividade estrutural (ROCHA et al., 2017). Além disso, avaliações dos efeitos sobre a estrutura e a composição da comunidade de morcegos e suas interações com ectoparasitas também são raras em estudos de paisagem (ver SANTOS et al., 2013; LOURENÇO et al., 2016; BARBIER et al., 2016; VASCONCELOS et al., 2016).

De forma geral, são necessários estudos básicos para o conhecimento da diversidade de espécies na região de transição entre Amazônia e Cerrado, incluindo os estados de Mato Grosso e Rondônia, uma vez, que estudos anteriores compilam baixo número de espécies com registros para essa região, principalmente para Rondônia (BERNARD et al., 2011a; 2011b). Portanto, esta pesquisa busca apresentar uma avaliação das alterações na estrutura e composição das comunidades de morcegos causadas por modificações antrópicas ao longo da paisagem Amazônia-Cerrado e seu ecótono. Além disto, busca-se avaliar as interações ecológicas entre a quiropterofauna e suas moscas ectoparasitas (figura 1). Finalmente, relatamos uma predação oportunística por uma espécie de coruja (*Glaucidium brasilianum*) sobre uma espécie de morcego frugívora (*Carollia perspicillata*) abundante na região.

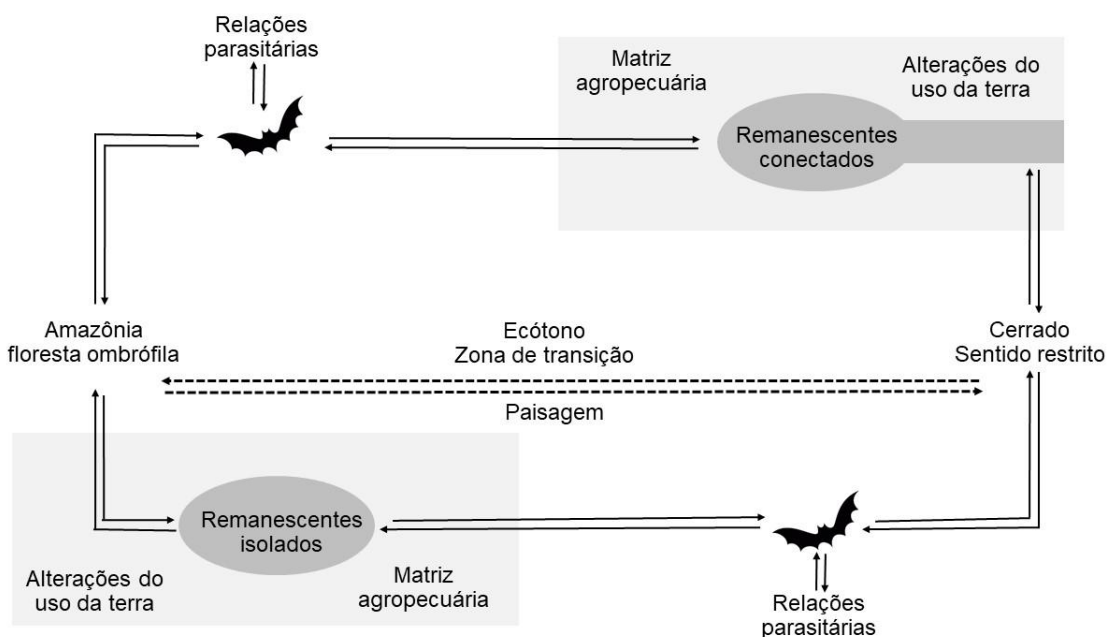


Figura 1. Esquema da estrutura do projeto de pesquisa apresentado ao longo dessa tese.

Referências

- AGUIAR, L.M.S.; ANTONINI, Y. Prevalence and intensity of Streblidae in bats from a neotropical savana region in Brazil. *Folia Parasitologica*, 63: 2-8, 2016. <https://doi.org/10.14411/fp.2016.024>
- ALLOCATI, N.; PETRUCCI, A.G.; GIOVANNI, P.D.; MASULLI, M.; ILIO, C.D.; LAURENZI, V.D. Bat-man disease transmission: zoonotic pathogens from wildlife reservoirs to human populations. *Cell Death Discovery* 2, 16048 (2), 2016. <https://doi.org/10.1038/cddiscovery.2016.48>
- ANTONELLI, A.; ZIZKA, A.; CARVALHO, F.A.; SCHARN, R.; BACON, C.D.; SILVESTRO, D.; CONDAMINE, F.L. Amazonia is the primary source of neotropical biodiversity. *PNAS*, 115 (23): 6034-6039, 2018. <https://doi.org/10.1073/pnas.1713819115>
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; PÉREZ-ELISSETCHE, G.K.; ORDÓÑEZ-GÓMEZ, J.D.; GONZÁLEZ-ZAMORA, A.; CHAVES, Ó.M.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, S.; CHAPMAN, C.A.; MORALES-HERNÁNDEZ, K.; PABLO-RODRÍGUEZ, M.; RAMOS-FERNÁNDEZ, G. Spider monkeys in human-modified landscapes: the

importance of the Matrix. *Tropical Conservation Science*, 10, 2017. <https://doi.org/10.1177/1940082917719788>

BARBIER, E.; GRACIOLLI, G. Community of bat flies (Streblidae and Nycteribiidae) on bats in the Cerrado of Central-West Brazil: hosts, aggregation, prevalence, infestation intensity, and infracommunities. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 51 (3): 176-187, 2016. <https://doi.org/10.1080/01650521.2016.1215042>

BARONA, E.; RAMANKUTTY, N.; HYMAN, G.; COOMES, O.T. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, 5 (2): 1-9, 2010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/2/024002>

BERNARD, E.; MACHADO, R.B.; AGUIAR, L.M.S. (a) Discovering the brazilian bat fauna: a task for two centuries? *Mammal Review*, 41 (1): 23-39, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x>

BERNARD, E.; TAVARES, V.C.; SAMPAIO, E. (b) Compilação atualizada das espécies de morcegos (Chiroptera) para Amazônia Brasileira. *Biota Neotropical*, 11 (1), 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100003>

CANO-CRESPO, A.; OLIVEIRA, P.J.C.; BOIT, A.; CARDOSO, M.; THONICKE, K. Forest edge burning in the Brazilian Amazon promoted by escaping fires from managed pastures. *JGR Biogeosciences*, 120 (10): 2095-2107, 2015. <https://doi.org/10.1002/2015JG002914>

CARVALHO, W.D.; SILVESTRE, S.M.; MUSTIN, K.; HILÁRIO, R.R.; TOLEDO, J.J. Predation of an American fruit-eating bat (*Artibeus* sp.) by an Amazon tree boa (*Corallus hortulanus*) in the northern Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 49 (1): 24-27, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201801921>

CHAPLIN-KRAMER, R.; SHARP, R.P.; MANDLE, L.; SIM, S.; JOHNSON, J.; BUTNAR, I.; CANALS, L.M.; EICHELBERG, B.A.; RAMLER, I.; MUELLER, C.; MCLACHLAN, N.; YOUSEFI, A.; KING, H.; KAREIVA, P. Spatial patterns of agricultural expansion determine impacts on biodiversity and carbon storage.

Biological Sciences, 112 (24): 7402-7407, 2015.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1406485112>

COLLI, G.R.; VIEIRA, C.R.; DIANESE, J.C. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. *Biodiversity and Conservation*, 29: 1465-1475, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01967-x>

COSTA, L.J.C.; ANDRADE, F.A.G.; UIEDA, W.; MARTORELLI, L.F.A.; KATAOKA, A.P.A.G.; FERNANDES, M.E.B. Serological investigation of rabies virus neutralizing antibodies in bats captured in the eastern Brazilian Amazon. *Tropical Medicine & Hygiene*, 107 (11): 684-689, 2013.
<https://doi.org/10.1093/trstmh/trt080>

COSTA, L.M.; TABOSA, L.O.; LUZ, J.L.; CARVALHO, W.D. Predadores naturais de morcegos no Brasil. *Boletim Sociedade Brasileira de Mastozoologia*, 77: 131-142, 2016.

COSTA, W.F.; RIBEIRO, M.; SARAIVA, A.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; GIANNINI, T.C. Bat diversity in Carajás National forest (eastern Amazon) and potential impacts on ecosystem services under climate change. *Biological Conservation*, 218: 200-210, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.034>

DALPONTE, J.; GREGORIN, R.; ESTEVES-COSTA, V.A.; ROCHA, E.; MARCELINO, R. Bat survey of the lower Juruena river and five new records for the state of Mato Grosso, Brazil. *Acta Amazonica*, 46 (2): 227-232, 2016.
<https://doi.org/10.1590/1809-4392201500888>

DIAS, L.C.P.; PIMENTA, F.M.; SANTOS, A.B.; COSTA, M.H.; LADLE, R.J. Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. *Global Change Biology*, 2016. <https://doi.org/10.1111/gcb.13314>

DICK, C.W.; DITTMAR, K. Parasitic bat flies (Diptera: Streblidae and Nycteribiidae): host specificity and potential as vectors. In: KLIMPEL, S.; MEHLHORN, H. (eds) as Vectors of Diseases and Parasites. *Parasitology Research Monographs*, vol. 5. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-39333-4_6

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. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12490>

FARNEDA, F.Z.; ROCHA, R.; LÓPEZ-BAUCELLS, A.; SAMPAIO, E.M.; PALMEIRIM, J.M.; BOBROWIEC, P.E.D.; GRELE, C.E.V.; MEYER, C.F.J. The road to functional recovery: temporal effects of Matrix regeneration on Amazonian bats. *Tropical Conservation Science*, 2018. <https://doi.org/10.1177/1940082918777185>

FERREIRA, D.F.; ROCHA, R.; LÓPEZ-BAUCELLS, A.; FARNEDA, F.Z.; CARREIRAS, J.M.B.; PALMEIRIM, J.M.; MEYER, C.F.J. Season-modulated responses of neotropical bats to forest fragmentation. *Ecology and Evolution*, 7 (11): 4059-4071, 2017. <https://doi.org/10.1002/ece3.3005>

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>

FRANÇOZO, R.D.; BRANDÃO, R.; NOGUEIRA, C.C.; SALMONA, Y.B.; MACHADO, R.B.; COLLI, G.R. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado biodiversity Hotspot. *Natureza & Conservação*, 13 (1): 35-40, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.001>

GARBINO, G.S.T.; GREGORIN, R.; LIMA, I.P.; LOUREIRO, L.; MORAS, L.M.; MORATELLI, R.; NOGUEIRA, M.R.; PAVAN, A.C.; TAVARES, V.C.; PERACCHI, A.L. Update checklist of Brazilian bats: versão 2022. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil – CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quiroptéros (Sbeq), 2020. <https://www.sbeq.net/lista-de-especies> acessado em: 07 outubro de 2022.

JU-HAN, H.; WEN, H-L.; ZHOU, C.M.; CHEN, F-F.; LUO, L-M.; LIU, J-W.; YU, X-J. Bats as reservoirs of severe emerging infectious diseases. *Virus Research*, 205: 1-6, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2015.05.006>

KARK, S.; Ecotones and ecological gradients. In: Leemans, R. (eds) Ecological Systems. Springer, New York, NY, p. 147-160, 2012. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5755-8_9

KASSO, M.; BALAKRISHNAN, M. Ecological and economic importance of bats (order Chiroptera). International Scholarly Research Notices, 2013: 1-9, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/187415>

KUNZ, T.; TORREZ, E.; BAUER, D.; LOBOVA, T.; FLEMING, T. Ecosystem services provided by bats. Annals of the New York Academy of Sciences, 1223 (1): 1-38, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>

LAURANCE, W.; SAYER, J.; CASSMAN, K.G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. Trends in Ecology & Evolution, 29 (2): 107-116, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>

LEVY, M.C.; LOPES, A.V.; COHN, A.; LARSEN, L.G.; THOMPSON, S.E. Land use change increases streamflow across the Arco f Deforestation in Brazil. Geophysical Research Letters, 45 (8): 3520-3530, 2018. <https://doi.org/10.1002/2017GL076526>

LIMA, V.F.S.; ROCHA, P.A.; SILVA, M.A.D.; BELTRÃO-MENDES, R.; RAMOS, R.A.N.; GIANELLI, A.; RINALDI, L.; CRINGOLI, G.; ESTRELA, P.C.; ALVES, L.C. Survey on helminths and protozoa of free-living neotropical bats from Northeastern Brazil. Acta Tropica, 185: 267-272, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.06.002>

LOURENÇO, E.C.; ALMEIDA, J.C.; FAMADAS, K.M. Richness of ectoparasitic flies (Diptera: Streblidae) of bats (Chiroptera) – a systematic review and meta-analysis of studies in Brazil. Parasitology Research, 115: 4379-4388, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5223-y>

MAAS, B.; KARP, D.S.; BUMRUNGSRI, S.; DARRAS, K.; GONTHIER, D.; HUANG, J.C-C.; LINDELL, C.A.; MAINE, J.J.; MESTRE, L.; MICHEL, N.L.; MORRISON, E.B.; PERFECTO, I.; PHILPOTT, S.M.; SEKERCIOGLU, C.H.; SILVA, R.M.S.; TAYLOR, P.J.; TSCHARNTKE, T.; BAEL, S.A.V.; WHELAN, C.J.; WILLIAMS-GUILLÉN, K. Bird and bat predation services in tropical forests

and agroforestry landscapes. *Biological Reviews*, 91 (4): 1081-1101, 2016. <https://doi.org/10.1111/brv.12211>

MARQUES, E.Q.; MARIMON-JUNIOR, B.H.; MARIMON, B.S.; MATRICARDI, E.A.T.; MEWS, H.A.; COLLI, G.R. Redefining the Cerrado-Amazonia transition: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 29: 1501-1517, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01720-z>

MENDES, P.; WITH, K.A.; SIGNORELLI, L.; MARCO JR, P.D. The relative importance of local versus landscape variables on site occupancy in bats of the Brazilian Cerrado. *Landscape Ecology*, 32: 745-762, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0483-6>

MIRANDA, J.M.D.; ZAGO, L.; CARVALHO, F.; RUBIO, M.B.G.; BERNARDI, I.P. Morcegos (Mammalia: Chiroptera) da região do Médio rio Teles Pires, sul da Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*, 45 (1): 89-100, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201400583>

MORTON, D.C.; DEFRIES, R.S.; SHIMABUKURO, Y.E.; ANDERSON, L.O. ARAI, E.; ESPIRITU-SANTO, F.D.B.; FREITAS, R.; MORISETTE, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the Southern Brazilian Amazon. *PNAS*, 103 (39): 14637-14641, 2006. <https://doi.org/10.1073/pnas.0606377103>

MURRAY, K.A.; DASZAK, P. Human ecology in pathogenic landscapes: two hypotheses on how land use change drives viral emergence. *Current Opinion in Virology*, 3 (1): 79-83, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2013.01.006>

MUYLAERT, R.L.; STEVENS, R.D.; RIBEIRO, M.C. Threshold effect of habitat loss on bat richness in cerrado-forest landscape. *Ecological Application*, 26 (6): 1854-1867, 2016. <https://doi.org/10.1890/15-1757.1>

NORONHA, J.C.; BATTIROLA, L.D.; CHAGAS JÚNIOR, A.; MIRANDA, R.M.; CARPANEDO, R.S.; RODRIGUES, D.J. Predation of bat (*Molossus molossus*: Molossidae) by the centípede *Scolopendra viridicornis* (Scolopendridae) in Southern Amazonia. *Acta Amazonica*, 45 (3): 333-336, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201404083>

OLIVEIRA, P.T.S.; NEARING, M.A.; WENDLAND, E. Orders of magnitude increase in soil erosion associated with land use change from native to cultivated vegetation in a Brazilian savannah environment. *Earth Surface Processes and Landforms*, 40 (11): 1524-1532, 2015. <https://doi.org/10.1002/esp.3738>

PASSOS, F.B.; MARIMON, B.S.; PHILLIPS, O.L.; MORANDI, P.S.; NEVES, E.C.; ELIAS, F.; REIS, S.M.; OLIVEIRA, B.; FELDPAUSCH, T.R.; MARIMON-JÚNIOR, B.H. Savanna turning into forest: concerted vegetation change at the ecotone between the Amazon and “Cerrado” biomes. *Brazilian Journal of Botany*, 41: 611-619, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40415-018-0470-z>

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. *PIOS ONE*, 9 (8): 1-6, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104656>

PEREIRA, P.A.A.; MARTHA JR, G.B.; SANTANA, C.A.M.; ALVES, E. The development of brazilian agriculture: future technological challenges and opportunities. *Agriculture & Food security*, 1 (4), 2012. <https://doi.org/10.1186/2048-7010-1-4>

PERRELLA, D.F.; ZIMA, P.V.Q.; RIBEIRO-SILVA, L.; BIAGOLINI JR, C.H.; CARMIGNOTTO, A.P.; GALETTI JR, P.; FRANCISCO, M.R. Bats as predators at the nests of tropical forest birds. *Journal of Avian Biology*, 51 (1), 2020. <https://doi.org/10.1111/jav.02277>

PFAFF, A.; ROBALINO, J.; HERRERA, D.; SANDOVAL, C. Protected areas' impacts on Brazilian Amazon deforestation: examining conservation – development interactions to inform planning. *Plos One*, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129460>

PHALAN, B.; ONIAL, M.; BALMFORD, A.; GREEN, R.E. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing

compared. Science, 333 (6047): 1289-1291, 2011. <https://doi.org/10.1126/science.1208742>

PIMM, S.L.; JENKINS, C.N.; ABELL, R.; BROOKS, T.M.; GITTLEMAN, J.L.; JOPPA, L.N.; RAVEN, P.H.; ROBERTS, C.M.; SEXTON, J.O. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. Science, 344, 2014. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>

ROCHA, R.; LÓPEZ-BAUCELLS, A. Opportunistic predation by crested owl *Lophotrix cristata* upon Seba's short-tailed Bat *Carollia perspicillata*. Revista Brasileira de Ornitologia, 22: 35-37, 2014. <https://doi.org/10.1007/BF03544253>

ROCHA, R.; LÓPEZ-BAUCELLS, A.; FARNEDA, F.Z.; GROENENBERG, M.; BOBROWIEC, P.E.D.; CABEZA, M.; PALMEIRIM, J.M.; MEYER, C.F.J. Consequences of a large-scale fragmentation experiment for neotropical bats: disentangling the relative importance of local and landscape-scale effects. Landscape Ecol, 32: 31-45, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0425-3>

ROCHA, R.; OVASKAINEN, O.; LÓPEZ-BAUCELLS, A.; FARNEDA, F.Z.; SAMPAIO, E.M.; BOBROWIEC, P.E.D.; CABEZA, M.; PALMEIRIM, J.M.; MEYER, C.F.J. Secondary forest regeneration benefits old-growth specialist bats in a fragmented tropical landscape. Scientific Reports, 8: 3819, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21999-2>

SABINO-SANTOS, G.; FERREIRA, F.F.; SILVA, D.J.F.; MACHADO, D.M.; SILVA, S.G.; BERNARDO, C.S.S.; FILHO, M.S.; LEVI, T.; FIGUEIREDO, L.T.M.; PERES, C.A.; BRONZONI, R.V.M.; CANALE, G.R. Hantavirus antibodies among phyllostomid bats from the arc of deforestation in southern Amazonia, Brazil. Transboundary and Emerging Diseases, 67 (3): 1045-1051, 2020. <https://doi.org/10.1111/tbed.13442>

SANTOS, C.; PEREIRA, A.; BASTOS, V.; GRACIOLLI, G.; REBÊLO, J. Parasitismo of ectoparasitic flies on bats in the northern Brazilian cerrado. Acta Parasitologica, 58 (2): 207-214, 2013. <https://doi.org/10.2478/s11686-013-0135-9>

SANTOS, F.C.B.; LISBOA, C.V.; XAVIER, S.C.C.; DARIO, M.A.; VERDE, R.S.; CALOURO, A.M.; ROQUE, A.L.R.; JANSEN, A.M. *Trypanossoma* sp. Diversity in Amazonian bats (Chiroptera; Mammalia) from Acre state, Brazil. *Parasitology*, 145 (6): 828-837, 2017. <https://doi.org/10.1017/S0031182017001834>

SANTOS, R.C.; LIMA, M.; JUNIOR, C.A.S.; BATTIROLA, L.D. Disordered conversion of vegetation committees connectivity between forest fragments in the Brazilian Legal Amazon. *Applied Geography*, 111, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102082>

SANTOS, T.C.M.; LOPES, G.P.; RABELO, R.M.; GIANNINI, T.C. Bats in three protected areas of the Central Amazon ecological corridor in Brazil. *Acta Chiropterologica*, 21 (2): 425-442, 2019. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2019.21.2.017>

SILVA, S.G.; ANACLETO, T.C.S. Diversidade de morcegos entre áreas com diferente grau de alteração na área urbana do município de Nova Xavantina, MT. *Chiroptera Neotropica*, 17 (2): 1003-1012, 2011.

SILVA, D.C.; VIEIRA, T.B.; SILVA, J.M.; FARIA, K.C. Biogeography and priority areas for the conservation of bats in the Brazilian Cerrado. *Biodiversity and Conservation*, 27: 815-828, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1464-z>

SILVA, I.; ROCHA, R.; LÓPEZ-BAUCELLS, A.; FARNEDA, F.Z.; MEYER, C.F.J. Effects of forest fragmentation on the vertical stratification of neotropical bats. *Diversity*, 12 (2): 67, 2020. <https://doi.org/10.3390/d12020067>

SILVA, J.A.; SCOFIELD, A.; BARROS, F.N.; FARIAS, D.M.; RIET-CORREA, G.; BEZERRA JÚNIOR, P.S.; SANTOS, T.F.S.; TAVARES, G.S.F.; TREVELIN, L.C.; PAZ, G.S.; CERQUEIRA, V.D. Molecular detection of *Histoplasma capsulatum* in bats of the Amazon biome in Pará state, Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2020. <https://doi.org/10.1111/tbed.13740>

SILVA, R.C.; SILVEIRA, M.; VERDE, R.S. Vertical stratification of phyllostomid bats assemblage (Chiroptera, Phyllostomidae) in a forest fragment in Brazilian

southwestern Amazon. *Neotropical Biology and Conservation*, 15 (2): 107-120, 2020. <https://doi.org/10.3897/neotropical.15.e47641>

SILVA-PEREIRA, I.; MEIRA-NETO, J.A.A.; LEITE-REZENDE, V.; EISENLOHR, P.V. Biogeographic transitions as a source of high biological diversity: phylogenetic lessons from a comprehensive ecotone of south America. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 44: 125528. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2020.125528>

SIMAS, P.V.M.; BARNABÉ, A.C.S.; DURÃES-CARVALHO, R.; NETO, D.F.L.; CASERTA, L.C.; ARTACHO, L.; JACOMASSA, F.A.F.; MARTINI, M.C.; SANTOS, M.M.A.B.; FELIPPE, P.A.N.; FERREIRA, H.L.; ARNS, C.W. Bat Coronavirus in Brazil related to apalachian ridge and porcine epidemic diarrhea viroses. *Emerging Infectious Diseases*, 21 (4): 729-731, 2015. <https://doi.org/10.3201/eid2104.141783>

SONTER, L.J.; HERRERA, D.; BARRETT, D.J.; GALFORD, G.L.; MORAN, C.J.; SOARES-FILHO, B.S. Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, 8, 1013, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w>

SPOSITO, J.C.V.; FRANCISCO, L.F.V.; CRISPIM, B.A.; DANTAS, F.G.S.; SOUZA, J.P.; VIANA, L.F.; SOLÓRZANO, J.C.J.; OLIVEIRA, K.M.P.; BARUFATTI, A. Influence of land use and cover on toxicogenetic potential of surface water from Central-West Brazilian rivers. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 76: 483-495, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00244-019-00603-2>

STRAND, J.; SOARES-FILHO, B.; COSTA, M.H.; OLIVEIRA, U.; RIBEIRO, S.C.; PIRES, G.F.; OLIVEIRA, A.; RAJÃO, R.; MAY, P.; HOFF, R.V.D.; SIIKAMÄKI, J.; MOTTA, R.S.; TOMAN, M. Spatially explicit valuation of the Brazilian amazona forest's ecosystem services. *Nature Sustainability*, 1: 657-664, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0175-0>

TAVARES, V.C.; NOBRE, C.; PALMUTI, S.; CESAR, F.; NOGUEIRA, E.P.P.; GOMES, J.D.; MARCOS, M.H.; SILVA, R.F.; FARIAS, S.G.; BOBROWIEC,

P.E.D. The bat fauna from southwestern Brazil and its affinities with the fauna of western Amazon. *Acta Chiropterologica*, 19 (1): 93-106, 2017. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2017.19.1.007>

VANSCONCELOS, P.F.; FALCÃO, L.A.; GRACIOLLI, G.; BORGES, M.A.Z. Parasite-host interactions of bat flies (Diptera: Hippoboscoidea) in Brazilian tropical dry forests. *Parasitology Research*, 115: 367-377, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4757-8>

VLEUT, I.; LEVY-TACHER, S.I.; GALINDO-GONZÁLEZ, J.; BOER, W.F. Positive effects of surrounding rainforest on composition, diversity and late-successional seed dispersal by bats. *Basic and Applied Ecology*, 16 (4): 308-315, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.02.001>

WANG, L-F.; ANDERSON, D.E. Viruses in bats and potential spillover to animals and humans. *Current Opinion in Virology*, 34: 79-89, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2018.12.007>

ZAIATZ, A.P.S.R.; ZOLIN, C.A.; VENDRUSCULO, L.G.; LOPES, T.R.; PAULINO, J. Agricultural land use and cover change in the Cerrado/Amazon ecotone: a case study of the upper Teles Pires river basin. *Acta Amazonia*, 48 (2), 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201701930>

ZHANG, L.; SHEN, F.M.; CHEN, F.; LIN, Z. Origin and evolution of the 2019 Novel coronavirus. *Clinical Infectious Diseases*, 71 (15): 882-883, 2020. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa112>

ZOHDY, S.; SCHWARTZ, T.S.; OAKS, J.R. The coevolution effect as a driver of spillover. *Trends in Parasitology*, 35 (6): 399-408, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.03.010>

ZORTEÁ, M.; ALHO, C.J.R. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 17 (791), 2008. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9318-3>

CAPÍTULO I:

Uma análise em paisagem: a resposta dos morcegos neotropicais a fragmentação na Amazônia, Ecótono e Cerrado do Brasil

Será enviado para Biotropica

Sérgio Gomes da Silva¹; Francimeire Fernandes Ferreira²; Christine Steiner São Bernardo³ Gustavo Rodrigues Canale⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda; Grupo de pesquisa ECOBATS: Conservação, Ecologia e Educação ambiental com morcegos.

²Universidade do Estado de Mato Grosso, PPGECC Nova Xavantina; Grupo de pesquisa ECOBATS: Conservação, Ecologia e Educação ambiental com morcegos.

³Instituto Ecótono, Sinop.

⁴Universidade Federal de Mato Grosso, campus Sinop.

Resumo

Diversos são os impactos aos ambientes naturais na região neotropical. Entre as regiões fortemente afetadas estão as inseridas no bioma Amazônico e Cerrado, bem como em sua ampla zona de transição. Os morcegos sofrem com esses impactos, porém estudos avaliando suas respostas à fragmentação são conduzidos em escalas locais. Nós buscamos avaliar em uma ampla escala geográfica na Amazônia-ecótono-Cerrado com base em métricas de paisagem e entre borda e interior de remanescentes florestais, o que afeta a composição, abundância e riqueza dos morcegos. A pesquisa foi conduzida em 24 remanescentes florestais entre o estado de Rondônia e Mato Grosso. Coletamos morcegos com redes de neblina em borda e interior dos remanescentes florestais. Extraímos métricas de paisagem com o uso do QGIS e R. Analisamos a estrutura das comunidades e procuramos responder nossas hipóteses com uso de análises estatísticas que incluíram NMDS, CCA, ANOVA, Beta diversidade e GLM. Os resultados indicam ampla diversidade de morcegos na região amostrada, bem como semelhanças entre comunidades de morcegos de Amazônia e ecótono, e separando o Cerrado, tanto para composição, abundância e riqueza. A variável bioma explicou melhor a composição de espécies entre as três regiões, porém, os morcegos de interior responderam melhor a coesão florestal. A configuração paisagística explica melhor nossos resultados, denotando a importância da manutenção dos ambientes florestais nos distintos tipos de vegetação para a manutenção das comunidades de morcegos, que são fundamentais na prestação de serviços ecossistêmicos positivos.

Palavras-chaves: Antropização, Beta diversidade, Conservação, Ecótono.

Abstract:

There are several impacts to natural environments in the Neotropics. Among the heavily affected regions are those located in the Amazon and Cerrado biomes, as well as in its wide transition zone. Bats suffer from these impacts, but studies evaluating their responses to fragmentation are conducted at local scales. We sought to evaluate at a wide geographic scale between Amazon-ecotone-Cerrado based on landscape metrics and between edge and interior of forest remnants, what affects the composition, abundance and richness of bats. The research was conducted in 24 forest remnants between the state of Rondônia and Mato Grosso. We collected bats with mist nets at the edges and inside the forest remnants. We extracted landscape metrics using QGIS and R. We analyzed the structure of communities and tried to answer our hypotheses using statistical analyzes that included NMDS, CCA, ANOVA, Beta diversity and GLMm. The results indicate wide diversity of bats in the sampled region, as well as similarities between Amazon and ecotone bat communities, and separating the Cerrado, both for composition, abundance and richness. The biome variable better explained the species composition between the three regions, however, the interior bats responded better to forest cohesion. The landscape configuration better explains our results, denoting the importance of maintaining forest environments in the different types of vegetation for the maintenance of bat communities, which are fundamental in the provision of positive ecosystem services.

Keywords: Anthropization, Beta diversity, Conservation, Ecotone.

Introdução

Os impactos ambientais em florestas neotropicais se tornaram cada vez mais intensos nos últimos anos (Curtis et al., 2018). Esses impactos decorrem de uma diversidade de ações, como o desmatamento (Aguilar et al., 2016), as queimadas ilegais (Barlow et al., 2020), a mineração legal e o garimpo (Sonter et al., 2017). Muitas destas ações são impulsionadas pela expansão agropecuária sobre as florestas neotropicais (Macedo et al., 2012; Tyukavina et al., 2017). Esses impactos também conduzem a alterações na diversidade animal presente nas áreas de florestas (Giam, 2017), com a extinção local de populações (Gonzalez et al., 2016) ou alteração na composição das assembleias (Fahrig, 2013; Dirzo et al., 2014).

Essas alterações nos ecossistemas naturais terminam por formar ilhas de vegetação cercadas por matrizes antrópicas (Santos et al., 2019), como a pastagem e a monocultura (Zalles et al., 2019; Picoli et al., 2020). Essas “ilhas

de vegetação” tendem a diferir em níveis de conectividade com outras áreas de floresta, que permitem a manutenção de processos ecológicos, como a dispersão de organismos e o fluxo gênico entre as espécies (McClanahan et al., 2012; Saura et al., 2014; Rayfield et al. 2016).

As florestas localizadas no Centro-Oeste e Norte do Brasil, inseridas nos biomas do Cerrado e Amazônia, estão entre as mais afetadas por ações antrópicas no país (Lima et al., 2019). Estes biomas são de relevante importância no cenário neotropical, uma vez que possuem ampla diversidade de espécies, além de participarem da regulação de ciclos ecológicos diversos, tais como hidrológicos e bioquímicos (Colli et al., 2020; Fearnside, 2021). A zona de transição entre esses biomas compreende o maior ecótono tropical do mundo (Torello-Raventos et al., 2013) e está inserida no “arco do desmatamento” do Brasil (Nogueira et al., 2008). Entre a diversidade da fauna presente nestes ambientes florestais estão os morcegos, que apesar de sua capacidade de voo, podem sofrer com os impactos do isolamento vegetacional (Rocha et al., 2017b). Para aumentar nossa compreensão sobre as respostas ecológicas e comportamentais dos morcegos ao isolamento populacional é preciso realizar estudos em escala de paisagem abrangendo amplas áreas geográficas (Mendes e Srbek-Araujo, 2021).

Os morcegos são um bom grupo de análise para avaliar respostas ecológicas às perturbações nos ambientes florestais (Jones et al., 2009), uma vez que possuem ampla diversidade de espécies na região neotropical (Altringham, 2011), e são sensíveis às mudanças no uso da terra (García-Morales et al., 2013; Meyer et al., 2016). Ressaltamos ainda a importância ecológica dos morcegos, que possuem uma diversidade de hábitos alimentares incluindo os insetos, frutos, néctar, sangue, folhas, peixes e outros pequenos vertebrados (Kunz et al., 2011), o que os tornam fundamentais na prestação de serviços ecossistêmicos, como a dispersão de sementes (Peña-Domene et al., 2014), a polinização (Fleming et al., 2009) e o controle populacional de insetos (Maas et al., 2016).

Dessa forma, com análises sobre a composição de espécies e a estrutura da comunidade de morcegos nos biomas da Amazônia, Cerrado e

sua zona de transição, avaliamos quais as alterações ambientais (número de focos de incêndios nos últimos cinco anos, proporção de floresta, formato do remanescente, coesão florestal) e biogeográficas (bioma e distância geográfica) influenciam a composição e estrutura das comunidades de morcegos. Sendo assim, testamos hipóteses relacionadas às diferenças nas composições e estruturas das comunidades de morcegos na borda e no interior de florestas em diferentes paisagens e em diferentes biomas. Os remanescentes florestais amostrados possuem características paisagísticas diferentes, que podem incluir presença ou ausência de água, proporção de floresta na paisagem amostrada, forma e conectividade do remanescente florestal, e histórico de incêndios florestais. Dessa forma, a composição e estrutura das comunidades de morcegos devem responder a configuração paisagística, ou seja, as diferenças de vegetação (composição/estrutura) que podem sofrer alterações de acordo com o bioma amostrado (ver Muylaert et al., 2016; Rocha et al., 2017a). Já a composição de borda e interior, previmos que as respostas dos morcegos de borda seriam influenciadas pelos impactos de uma matriz antrópica (histórico de fogo, formato do remanescente florestal), diferente das comunidades de morcegos de interior, que seriam mais afetadas pela configuração da paisagem e pela quantidade e qualidade de habitats florestais (proporção de floresta e coesão da floresta) (ver Ferreira et al., 2017). Além disto, a abundância de morcegos deve responder de forma positiva a proporção e coesão da floresta e deve responder negativamente aos efeitos antrópicos como os focos de incêndio e o formato do remanescente inseridos em matriz antrópica (ver Brändel et al., 2020). Acreditamos também que a riqueza de espécies deve aumentar com a proporção de floresta e coesão da floresta, e possa ter influências do tipo de bioma ou da área de ecótono. Já os efeitos antrópicos como o histórico de incêndios e formato do remanescente pode se correlacionar negativamente a riqueza. A riqueza também deve variar entre borda e interior, com a borda afetada negativamente pela matriz antrópica (ver Varzinczak et al., 2018).

Metodologia

Área de estudo

As amostragens de morcegos ocorreram na região da Fronteira Brasil-Bolívia, mais especificadamente entre os municípios Cacoal (Rondônia) a Santo Antônio do Leverger (Mato Grosso). Foram selecionados 24 remanescentes florestais distribuídos nessa escala de paisagem, com oito remanescentes em cada fitofisionomia, que incluíram Amazônia, Ecótono e Cerrado. A determinação da região de Ecótono seguiu a redefinição de Marques et al. (2020), bem como avaliação *in loco* nos remanescentes delimitados, que possuíam vegetação característica de transição com espécies vegetais da Amazônia (*Anacardium giganteum* e *Bertholletia excelsa*) e Cerrado (*Curatella americana* e *Sclerolobium paniculatum*). Os remanescentes na Amazônia eram compostos por florestas sempre verdes, enquanto o Cerrado possuía florestas semidecíduais e características das fitofisionomias de cerrado sentido restrito e cerradão. Para evitar pseudo replicações, os remanescentes florestais estavam no mínimo a 10 quilômetros de distância entre si. Ainda em cada tipo de bioma os remanescentes florestais foram divididos em conectados (remanescente que possuíam conexão com outras áreas de floresta) e isolados (remanescentes cercados por matrizes antrópicas).



Figura 1. Área de estudo, com os 24 remanescentes florestais pré-selecionados entre o município de Cacoal, Rondônia e Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso.

Captura de morcegos

Utilizamos 10 redes de neblina (modelo 716/12P, 12 x 2,5 m, denier 75/2, rede 16 x 16 mm, Ecotone Inc. Polônia) em cada campanha. As redes eram abertas a partir do crepúsculo e fechadas seis horas após, com revisão a cada 30 minutos, que totalizavam seis horas de amostragem/noite. Cada remanescente florestal foi amostrado por duas noites, sendo um dia na borda e outra no interior, onde a distância mínima da borda para o interior era de no mínimo 100 m para evitar os possíveis efeitos de borda (ver Broadbent et al., 2008). As redes eram dispostas em possíveis corredores de voo dos morcegos. As amostragens ocorreram na estação chuvosa e seca (ver apêndices).

Os morcegos capturados eram acondicionados individualmente em sacos de algodão e posteriormente triados e extraídos algumas informações para auxiliar no processo de identificação, como os dados morfométricos

(antebraço, tíbia, cabeça-corpo, cauda, orelha, folha nasal) tirados com auxílio de paquímetro (300 mm, Resolução 0,01 mm, Ecotone Inc., Polônia). Medimos a massa corporal com dinamômetros (50, 100 e 600 g Ecotone Inc., Polônia). Também foi registrado nas fichas de campo dados como o horário de captura, rede e ponto de amostragem.

Identificamos os morcegos até o nível taxonômico de espécie com o uso de literatura específica (Lim e Engstrom, 2001; Gardner, 2007; López-Baucells et al., 2016; Diaz et al., 2016; Diaz et al., 2021). Posteriormente classificamos os morcegos dentro das guildas alimentares seguindo Findley (1993) e quanto o tipo de bioma que possui ocorrência na literatura (ver Paglia et al., 2012). Os morcegos foram fotografados e liberados nos locais de captura, com exceção de alguns espécimes testemunhos, que foram eutanasiados por aprofundamento de anestesia com isoflurano (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, EUA). Esses morcegos foram fixados em formol 10% e mantidos em álcool 70% que estão na coleção científica de Chiropteros do “Instituto Federal de Mato Grosso”, campus Pontes e Lacerda.

Para a captura e manuseio dos morcegos foram seguidas as diretrizes da American Society of Mammalogists para uso de animais selvagens em pesquisas, bem como as recomendações para trabalhar com animais potencialmente infectados por hantavírus (Mills et al., 1995; Sikes e Gannon, 2011), além das 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., 2020). O estudo, seus procedimentos e protocolos também estão em conformidade com as leis e regulamentos brasileiros de proteção ao meio ambiente e à vida selvagem. Para tal, foi retirada licença pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade – SISBIO, sob o n.º 65436. Também teve aprovação do Comitê de Ética em pesquisa Animal da Universidade do estado de Mato Grosso sob parecer n.º 013/2018.

Análise dos dados

Análises exploratórias

Exploramos alguns cálculos e índices generalistas, como o cálculo de esforço amostral empenhado (seguindo Straube e Bianconi, 2002) e o índice de Shannon-Wiener e Equitabilidade, esses últimos com o uso do software *Past* (Hammer et al., 2001). Para verificar a abundância ou raridade das espécies usamos o cálculo de constância (ver Silveira-Neto et al., 1976), que classifica as espécies de morcegos em comuns ($C \geq 50\%$), intermediárias ($25\% \leq C < 50\%$) e raras ($C < 25\%$). Para verificar o esforço de amostragem foi feito o cálculo da curva de rarefação das espécies dos morcegos com o uso do software *Stimates* (Colwell e Elsensohn, 2014) e expressamos a riqueza esperada entre diferentes estimadores Chao 1 e 2 e Jackknife 1 e 2. Por fim, para ver o histórico de registros das espécies de morcegos para os biomas amostrados e os estados (Rondônia e Mato Grosso) consideramos as últimas compilações de dados (Bernard et al., 2011a; Brandão et al., 2019), bem como realizamos buscas em plataformas acadêmicas (<https://scholar.google.com>, <https://scielo.br>, <https://periodicos.capes.gov.br>, <https://scopus.com>, <https://webofknowledge.com>) em busca de novos registros acrescentados pós essas compilações.

Métricas de paisagem

Para verificar o que explica a composição e riqueza das assembleias de morcegos na escala de paisagem amostrada, nós buscamos algumas métricas da paisagem: a) presença ou ausência de água, b) número de focos de incêndio dos últimos cinco anos na área dos buffers, c) proporção de floresta, d) densidade da borda, e) formato do remanescente florestal, f) índice de coesão (conectividade do remanescente), g) proporção de área campestre, pastagem, não vegetação, agricultura, h) latitude e longitude, i) bioma (variável categórica). Obtivemos arquivos raster de uso e cobertura do solo através do Mapbiomas (www.mapbiomas.org). Esses rasters possuem números distinguindo cada pixel, que equivalem a tipos (ou classes) de uso e cobertura do solo. Entre essas classes estão: cobertura florestal, lavoura, infraestrutura

urbana e água. Com o uso do QGIS e R convertemos os arquivos (raster e vetores) em coordenadas projetadas. Recortamos os arquivos raster usando como máscara o arquivo vetorial de buffer de 2000 m de raio, com base em dados biológicos sobre a distância de deslocamento dos morcegos por noite em ambientes florestais tropicais (ver Trevelin et al., 2013). A leitura dos pontos de amostragens foi feita no formato shapefile (um arquivo vetorial) através do pacote “rgdal” (Bivand et al., 2022). A leitura do arquivo no formato raster (um arquivo matricial) do Mapbiomas foi feita através do pacote “raster” (Hijmans et al., 2022). Os buffers no entorno dos pontos de amostragens foram criados através do pacote “rgeos” (Bivand et al., 2022). Por fim foi feito o cálculo das métricas da paisagem através do pacote “SpatialEco” (Evans et al., 2022).

Análises estatísticas

Para verificar como se distribui a composição das espécies fizemos um Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) com o uso do índice de Bray-Curtis para normalizar as abundâncias e evitar disparidades. Optamos por uma transformação de Hellinger para as abundâncias relativas. Fizemos uma Anosim para ver se os dados apresentavam similaridades ou eram dissimilares.

Após análise das métricas extraídas fizemos o método de vif para avaliar o grau de multicolinearidade entres as métricas, onde algumas se auto correlacionaram, por isso para as análises usamos somente as métricas: a) número de focos de incêndio dos últimos cinco anos na área dos buffers, b) proporção de floresta, c) formato do remanescente florestal, d) índice de coesão (conectividade do remanescente), e) latitude e longitude, e f) bioma (variável categórica). Foi feito o Step Forward para verificar se o modelo com todas as variáveis era necessário. Usamos uma ANOVA para verificar o ajuste do modelo, e então fizemos uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) para testar se as métricas selecionadas explicavam a composição das assembleias de morcegos. Usamos a CCA para o conjunto de dados gerais e também para testar separadamente os dados de capturas de borda e de interior. O software R também foi utilizado para essas análises (R Core Team, 2022).

Testamos ainda as influências da abundância com o uso de uma ANOVA e a beta diversidade, que foi calculada com base na presença e ausência de espécies, com o uso do pacote “betapart” (cálculo da diversidade beta) (Baselga et al., 2022), onde os valores são expressos em valores JAC (indicador da Beta diversidade pela distribuição de Jaccard), JTV (Turnover: indica quanto da Beta diversidade é composta pela substituição de espécies, ou seja, conjunto de espécies diferentes são localizados em remanescentes diferentes) e JNE (Nestedness: indica o quanto a Beta diversidade é composta por subconjuntos de uma mesma composição de espécies, ou seja, não existem muitas espécies novas em remanescentes diferentes, apenas representam um sub-conjunto menor de um mesmo conjunto de espécies). Usamos então a GLMM com as mesmas variáveis utilizadas na CCA para avaliar as possíveis correlações da riqueza. Essas análises também foram feitas no software R (R Core Team, 2022). Por fim foram utilizadas as métricas de paisagem em conjunto com uma análise multivariada para verificar se influenciavam a beta diversidade.

Resultados

No total 982 espécimes de morcegos pertencentes a 48 espécies foram capturados com 103.680 m².h. de esforço amostral. Nossos registros tiveram espécimes de seis famílias de morcegos com ocorrência no Brasil, distribuídos na família Emballonuridae (0,10%), Molossidae (0,51%), Mormoopidae (0,41%), Noctilionidae (0,10%), Phyllostomidae (96,95%) e Vespertilionidae (1,93%). A família Phyllostomidae foi a mais representada, com o registro das subfamílias Carollinae (53,99%), Desmodontinae (0,42%), Glossophaginae (8,61%), Lonchophyllinae (0,21%), Rhinophyllinae (0,84%), Micronycterinae (0,53%), Phyllostominae (5,67%) e Stenodermatinae (29,73%) (tabela 1). As espécies mais representativas foram *Carollia brevicauda* (26,78%), *C. perspicillata* (24,85%), *Artibeus planirostris* (10,18%), *Glossophaga soricina* (8,04%), *Sturnira lilium* (6,21%) e *A. lituratus* (6,11%) (figura 2).

Tabela 1. Registros de morcegos capturados em escala de paisagem em Amazônia-Ecótomo-Cerrado. Legenda: A = Amazônia, E = Ecótomo, C = Cerrado; CI = Constância das espécies (R = raro; I = intermediária; C = Comum); Sítios = número de remanescentes que a espécie foi amostrada; Guildas alimentares (conforme Findley, 1993) - In = Insetívoros aéreos de florestas e clareiras, He = Hematófagos, Ne = Nectarívoros, ICO = Insetívoros/Carnívoros/Onívoros/ coletadores, Fs = Frugívoros de Subbosque, Fd = Frugívoro de Dossel.

Família/Subfamília/Espécie	A	E	C	Total	%	CI	Sítio	Bioma	Guil
Emballonuridae									
<i>Saccopteryx canescens</i>	1			1	0,10	R	1	AM	In
Molossidae									
<i>Molossus molossus</i>		1		1	0,10	R	1	AM/CE	In
<i>Molossops temminckii</i>			3	3	0,31	R	3	AM/CE	In
<i>Neoplastymops mattogrossensis</i>	1			1	0,10	R	1	AM/CE	In
Mormoopidae									
<i>Pteronotus gymnonotus</i>		1		1	0,10	R	1	AM/CE	In
<i>Pteronotus parnellii</i>	2		1	3	0,31	R	3	AM/CE	In
Noctilionidae									
<i>Noctilio albiventris</i>			1	1	0,10	R	1	AM/CE	In
Phyllostomidae									
<u>Carollinae</u>									
<i>Carollia benkeithi</i> *	6	1		7	0,71	R	4	AM	Fs
<i>Carrollia brevicauda</i>	135	91	37	263	26,78	C	19	AM/CE	Fs
<i>Carollia perspicillata</i>	77	81	86	244	24,85	C	18	AM/CE	Fs
<u>Desmodontinae</u>									
<i>Desmodus rotundus</i>	1	1	2	4	0,41	R	4	AM/CE	He
<u>Glossophaginae</u>									
<i>Anoura caudifer</i>		1	2	3	0,31	R	3	AM/CE	Ne
<i>Glossophaga soricina</i>	19	20	40	79	8,04	C	17	AM/CE	Ne

<u>Lonchophyllinae</u>										
<i>Hsunycteris thomasi</i>	1	1		2	0,20	R	2	AM/CE	Ne	
<u>Rhinophyllinae</u>										
<i>Rhynophylla ficherae</i>	6			6	0,61	R	3	AM	Fs	
<i>Rhynophylla pumilio</i>	2			2	0,20	R	1	AM/CE	Fs	
<u>Micronycterinae</u>										
<i>Micronycteris hirsuta</i>	1			1	0,10	R	1	AM/CE	ICO	
<i>Micronycteris megalotis</i>		1		1	0,10	R	1	AM/CE	ICO	
<i>Micronycteris minuta</i>	2			2	0,20	R	1	AM/CE	ICO	
<i>Micronycteris sanborni</i> ** ****	1			1	0,10	R	1	CE	ICO	
<u>Phyllostominae</u>										
<i>Lophostoma carrikeri</i>			1	1	0,10	R	1	AM/CE	ICO	
<i>Lophostoma silvicola</i>	8	4	4	16	1,63	I	7	AM/CE	ICO	
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	6	2		8	0,81	R	5	AM/CE	ICO	
<i>Phylloderma stenops</i>	2			2	0,20	R	1	AM/CE	ICO	
<i>Phyllostomus discolor</i>			12	12	1,22	R	3	AM/CE	ICO	
<i>Phyllostomus elongatus</i>	3			3	0,31	R	2	AM/CE	ICO	
<i>Phyllostomus hastatus</i>			3	3	0,31	R	2	AM/CE	ICO	
<i>Trachops cirrhosus</i>	1		8	9	0,92	R	3	AM/CE	ICO	
<u>Stenodermatinae</u>										
<i>Artibeus lituratus</i>	14	8	38	60	6,11	C	14	AM/CE	Fd	
<i>Artibeus obscurus</i>	8	9		17	1,73	R	5	AM/CE	Fd	
<i>Artibeus planirostris</i>	21	9	70	100	10,18	C	19	AM/CE	Fd	
<i>Chiroderma villosus</i>			1	1	0,10	R	1	AM/CE	Fd	
<i>Dermanura anderseni</i>		1		1	0,10	R	1	AM/CE	Fd	
<i>Dermanura cinérea</i>	7			7	0,71	R	4	AM/CE	Fd	
<i>Dermanura gnoma</i>	1			1	0,10	R	1	AM/CE	Fd	
<i>Platyrrhinus fusciventris</i> *** ****	4	5	5	14	1,43	I	7	AM	Fd	
<i>Platyrrhinus incarum</i>	3			3	0,31	R	3	AM/CE	Fd	
<i>Sturnira lilium</i>	28	31	2	61	6,21			AM/CE	Fd	

<i>Sturnira tildae</i>	1		1	0,10	R	1	AM/CE	Fd
<i>Uroderma bilobatum</i>	5	3	8	0,81	I	8	AM/CE	Fd
<i>Uroderma magnirostrum</i>	5	1	6	0,61	R	4	AM/CE	Fd
<i>Vampyriscus bidens</i> *	2		2	0,20	R	1	AM	Fd
<i>Vampyriscus brocki</i> *	1		1	0,10	R	1	AM	Fd
Vespertilionidae								
<i>Eptesicus chiriquinus</i> ****	2		2	0,20	R	1	AM	In
<i>Eptesicus furinalis</i> ****	2	1	6	0,92	I	6	AM/CE	In
<i>Myotis nigricans</i>	1	2	3	0,31	R	3	AM/CE	In
<i>Myotis simus</i> ***		4	4	0,41	R	1	AM	In
<i>Rhogeessa io</i> ****	1		1	0,10	R	1	AM	In
	377	274	331	982	100,00			
Riqueza	33	23	22	48				
Shannon_H	2,31	1,94	2,20	2,39				
Equitability_J	0,66	0,62	0,71	0,61				

* novos registros para o Ecótono; ** novos registros para a Amazônia; *** novos registros para o Cerrado; **** novos registros para Rondônia.

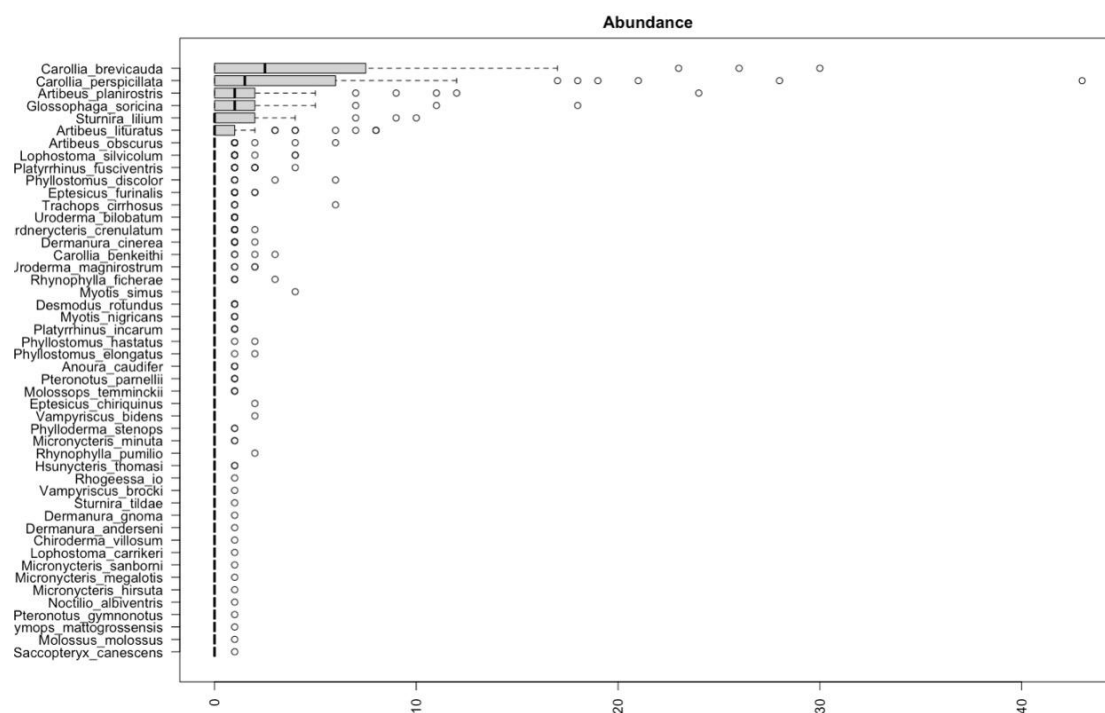


Figura 2. Distribuição geral das abundâncias das espécies na Amazônia-Ecótono-Cerrado.

Com base na avaliação das compilações e registros recentes, incluímos os registros em região de ecótono para as espécies *C. benkeithi*, *V. bidens* e *V. brocki*. A espécie *M. sanborni* para Amazônia e as espécies *P. fusciventris* e *M. simus* para o Cerrado. Já avaliando os registros nos estados, incluímos para Rondônia o registro das espécies *M. sanborni*, *P. fusciventris*, *E. chiriquinus*, *E. furinalis* e *R. io*. Os estimadores de espécies variaram entre 63 espécies (Chao 1) a 98 espécies (Chao 2) (figura 3).

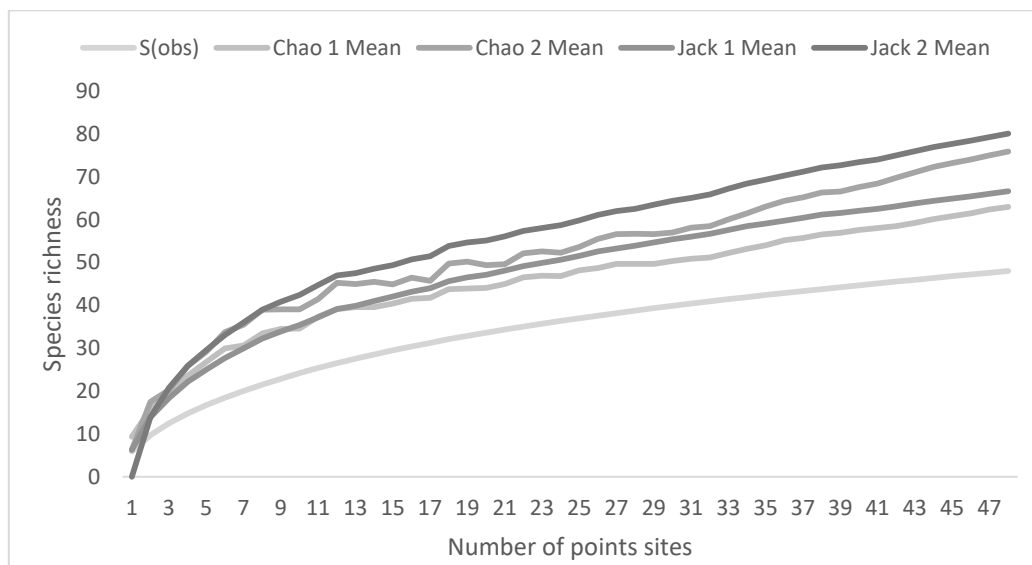


Figura 3. Esforço de amostragem considerando todos os pontos (Amazônia-ecótono-Cerrado) e resultado dos estimadores de espécies Chao 1, Chao 2, Jackknife 1 e Jackknife 2.

A ordenação de NMDS formou dois eixos que mostram a variação na composição de espécies (stresse = 0,06). As espécies de morcegos que mais contribuíram para o eixo 2, o qual indica a separação entre Cerrado e as outras duas regiões (Amazônia e ecótono), foram *A. planirostris*, *P. discolor*, *C. perspicillata*, *A. lituratus*, *T. cirrhosus*, *P. hastatus*, *M. temminckii*, *D. rotundus*. O agrupamento mostra que o ecótono amostrado sofre forte influência da Amazônia, já as regiões amostradas de Cerrado possuem as mais distintas comunidades de morcegos (figura 4). O resultado da Anosim confirmou os resultados da NMDS mostrando diferenças significativas ($R: 0.199$ Significance: 0.002) do Cerrado da Amazônia e do ecótono, onde Amazônia e ecótono são similares dentro da amostragem e o Cerrado tem mais dissimilaridade (figura 5).

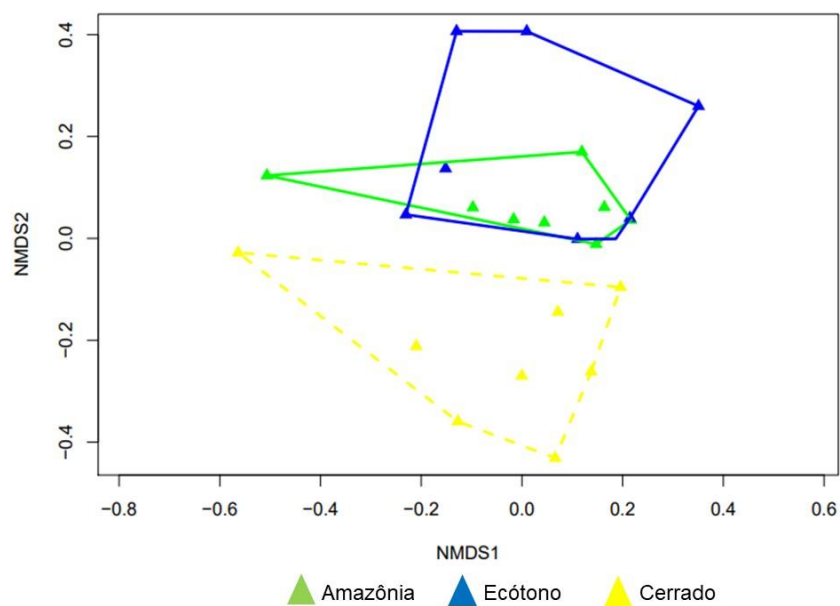


Figura 4. Ordenação de Dimensionamento Multidimensional não-métrico (NMDS) com base no índice de diferença de Bray-Curtis calculado em dados relativos de abundância para todo o conjunto de espécies.

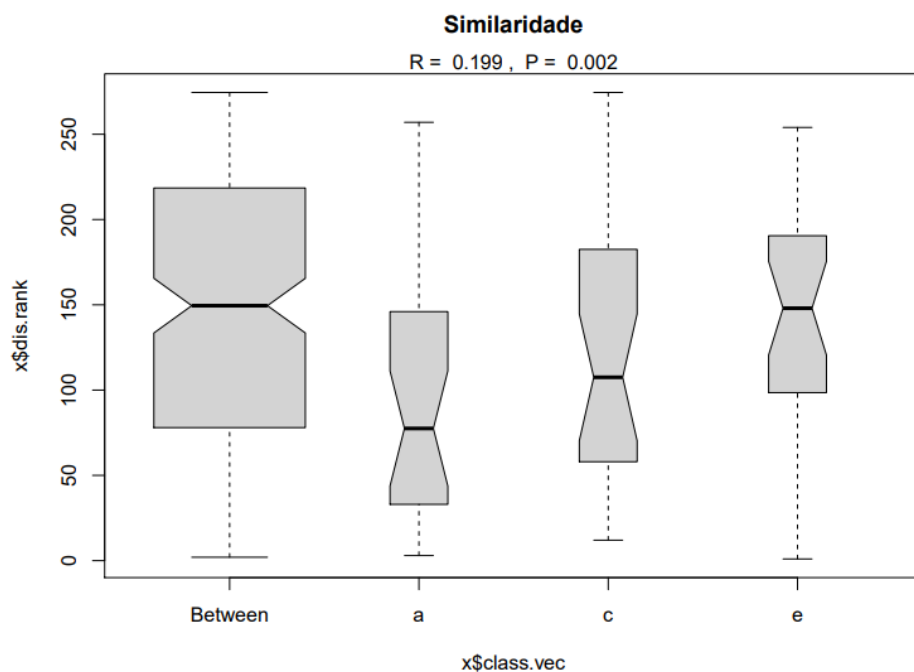


Figura 5. Dissimilaridade entre Amazônia (a), Cerrado (c) e ecótono (e).

A ordenação CCA não apresentou relações significativas entre as métricas de paisagem testadas e a estrutura da comunidade, somente o bioma apresentou relação significativa com a estrutura das comunidades (figura 6).

As análises da CCA separando as comunidades de morcegos por interior e borda mostram que os morcegos capturados no interior da floresta são influenciados pela coesão da floresta (figura 7a). Já os morcegos capturados na borda seguem o padrão da análise geral, com apenas o bioma explicando a estrutura da comunidade (figura 7b).

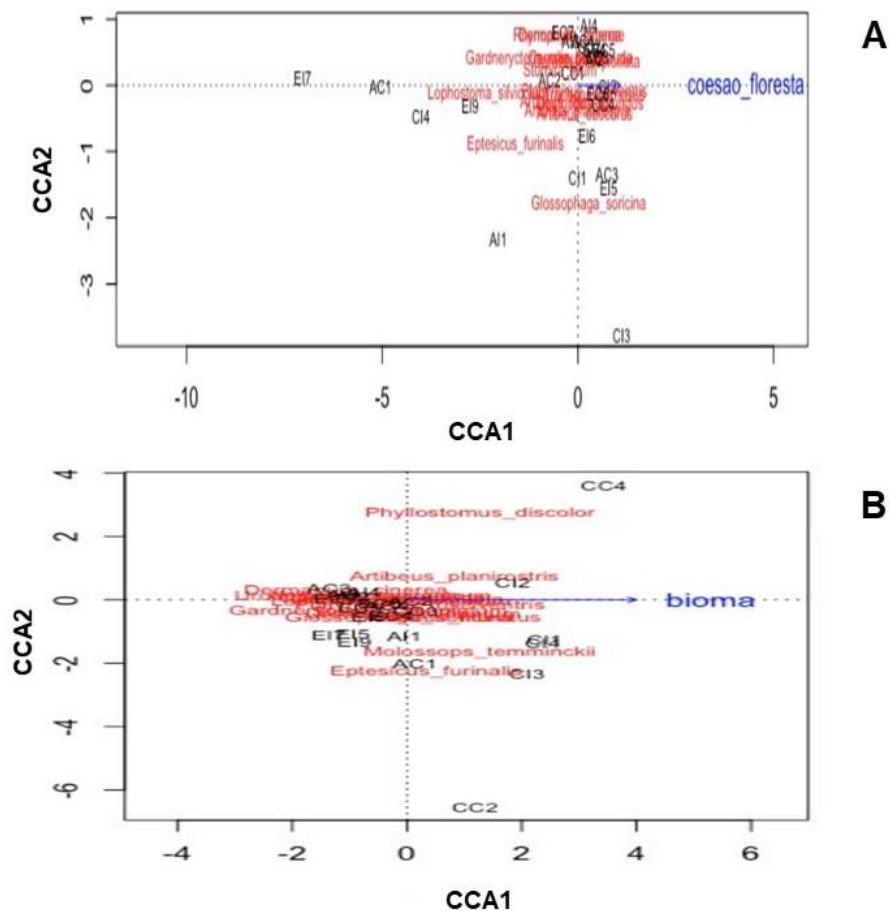


Figura 7. Ordenação de Análise Canônica (CCA) (dissimilaridade de Bray-Curtis) de todas as espécies em escala de 2000 m. Cada ponto é uma espécie separada, rotulada com um símbolo que corresponde ao bioma de registro da espécie. A = morcegos capturados no interior da floresta; B = morcegos capturados na borda da floresta.

Os resultados das análises de abundância mostraram que as espécies são significativamente diferentes entre os biomas, e entre as bordas e os interiores dos remanescentes (ver apêndice). As abundâncias de espécies no Cerrado se diferem significativamente da Amazônia e do ecótono, mas é diferente entre ambas (figura 8).

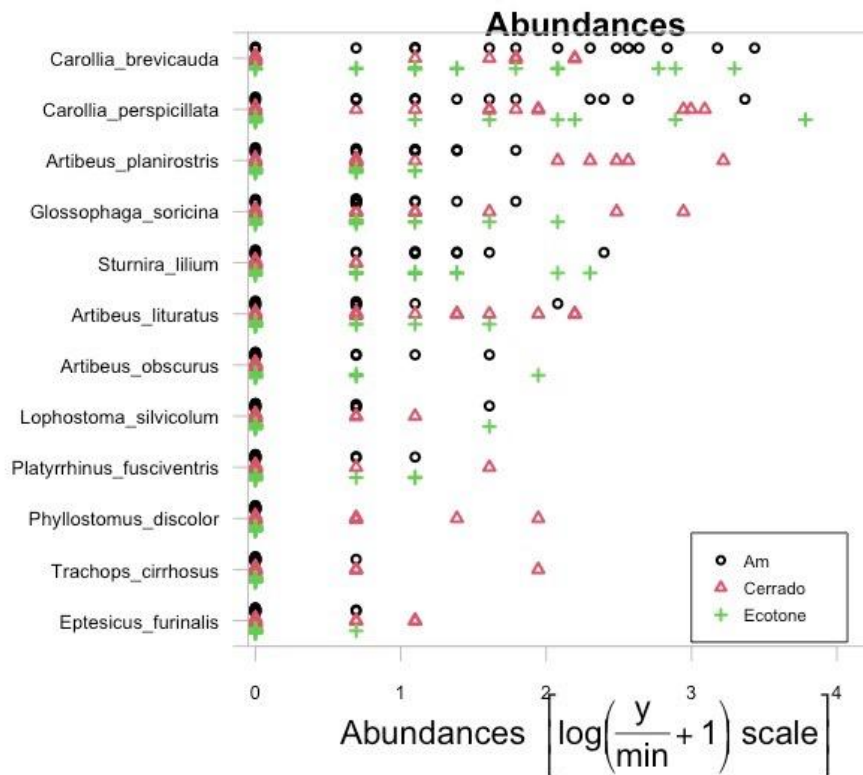


Figura 8. Abundância (em escala logarítmica) das espécies de morcegos entre os biomas Amazônia e Cerrado, e a área de transição (Ecótono).

Os resultados das análises de partição da diversidade beta relevam que a substituição (Turnover) e o aninhamento (Nestedness) das comunidades em áreas amostradas na Amazônia, no Cerrado e no ecótono são semelhantes. Sendo que as diferenças entre as comunidades de morcegos que ocupam cada remanescente florestal, em cada uma das três regiões, estão mais associadas à substituição de espécies entre as comunidades, do que ao aninhamento, ou seja, formação de subconjuntos menores de uma mesma estrutura de comunidade em cada bioma ou área de transição (tabela 2).

Tabela 2. Partição da Diversidade beta na Amazônia, ecótono e Cerrado. JAC=diversidade beta; JTU=Turnover; JTNE=Nestedness.

Ambiente	JTU	JTNE	JAC
Amazônia	0.79	0.04	0.83
Ecótono	0.84	0.04	0.88
Cerrado	0.75	0.10	0.85

Considerando a distribuição dos valores de diversidade beta (substituição, aninhamento e total) por bioma ou ecótono verificamos que, entre as áreas de Cerrado, o aninhamento das comunidades contribui mais para a diversidade beta, enquanto os valores de diversidade beta relativos à substituição de espécies são semelhantes entre as três regiões (figura 9).

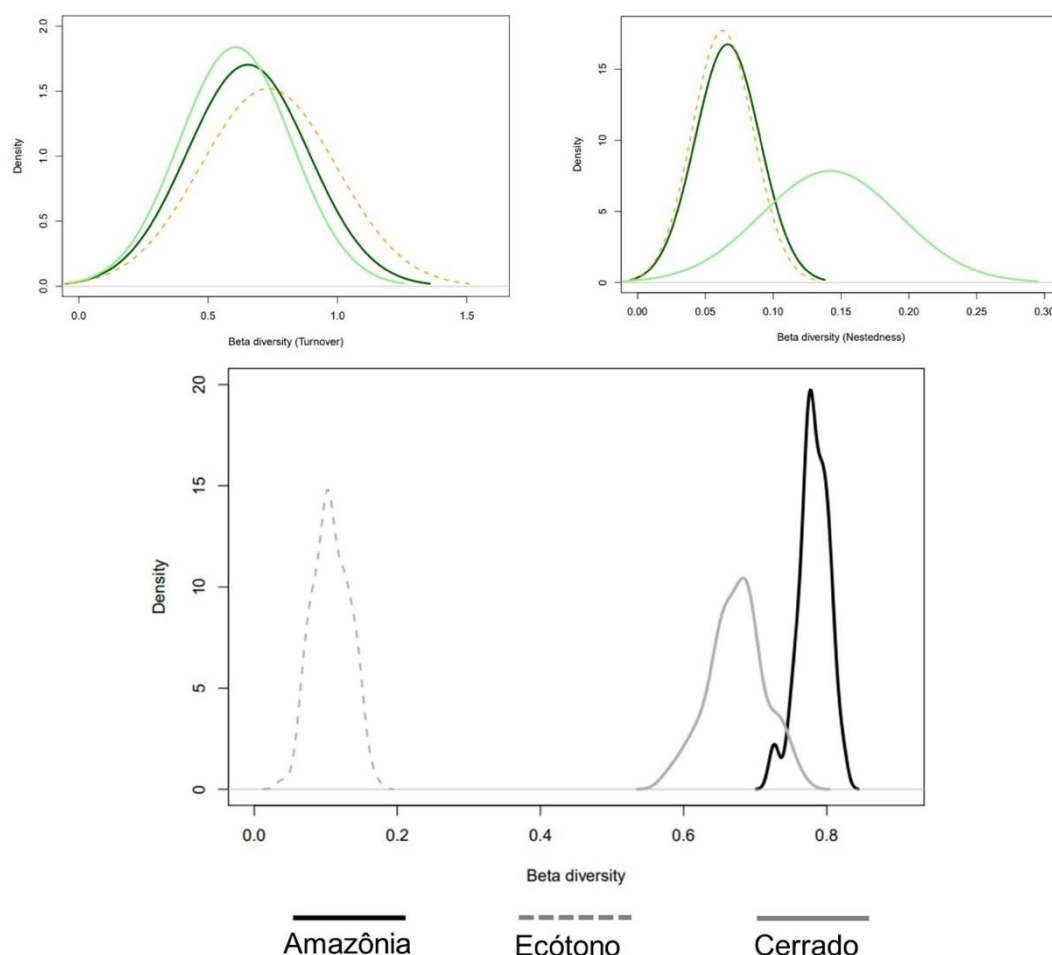


Figura 9. Representação da diversidade beta entre os remanescentes florestais na Amazônia (verde/cinza escuro), ecótono (linha intermitente) e Cerrado (verde/cinza claro).

As avaliações das variações de riqueza nos biomas e pontos de coleta (borda x interior) através dos modelos de GLMm não obtiveram um bom ajuste (ver apêndices), sendo o modelo nulo com o menor AIC, portanto as variáveis testadas não explicaram o padrão de riqueza amostrado.

Discussão

Nossa área de estudo abrange uma grande lacuna de pesquisa com morcegos no contexto da Amazônia Legal (Bernard et al., 2011a). A alta diversidade de morcegos encontrada corrobora com outras pesquisas realizadas em Amazônia (ver Vleut et al., 2015; Costa et al., 2018; Farneda, et al., 2018; Santos et al., 2019; Silva et al., 2020) e Cerrado (ver Silva e Anacleto, 2011; Muylaert et al., 2016; Mendes et al., 2017; Silva et al., 2018). Já para região de ecótono entre Amazônia-Cerrado são poucas, e foram realizadas na região norte do estado de Mato Grosso (Sabino-Santos et al., 2020).

Acrescentamos novos registros de morcegos para o estado de Rondônia (*M. sanborni*, *P. fusciventris*, *E. chiriquinus*, *E. furinalis* e *R. io*) e também para Amazônia (*M. sanborni*), Ecótono (*C. benkeithi*, *V. bidens* e *V. brocki*) e Cerrado (*P. fusciventris* e *M. simus*), denotando a importância da ampliação de escala de paisagem para amostragem de morcegos, para sanar as lacunas de registros de espécies (Bernard et al., 2011b), bem como amostragens em região de ecótono, uma vez que essas localidades possuem uma paisagem com características de floresta e savana (Marques et al., 2020).

Apesar do uso de redes de neblina para amostragem ser associada à baixa eficácia para captura de morcegos que voam acima das redes ou tem maior capacidade de detecção da malha (Meyer et al., 2014), como os morcegos da família Molossidae (Kalko et al., 2008), nossos resultados apresentam uma ampla diversidade das famílias com ocorrência no neotrópicos com representatividade de quase todas as famílias e guildas alimentares. Cabe se ressaltar que as pesquisas com morcegos geralmente têm cunho local (ver Zorteá e Alho, 2008; Miranda et al., 2015; Dalponte et al.,

2016), o que reforça que nossa pesquisa com ênfase na paisagem abordando a Amazônia, o Cerrado e o Ecótono entre eles, em uma ampla escala geográfica, é inédito na região neotropical. Além disso, os estudos avaliando os efeitos da fragmentação sobre morcegos foram mais desenvolvidos na Amazônia (ver Muylaert et al., 2016; Farneda et al., 2015; Ferreira et al., 2017; Rocha et al., 2018; Silva et al., 2020), e em menor quantidade no Cerrado (Muylaert et al., 2016), e apenas um teve enfoque em avaliar os efeitos do isolamento vegetacional (Rocha et al., 2017b) da forma como abordamos entre remanescentes florestais conectados e isolados.

O alto número de espécies raras registradas (79%) é comumente observada em estudos com morcegos na região neotropical (Arroyo-Rodríguez et al., 2016), enquanto outras, como as do gênero *Carollia*, *Artibeus* e *Sturnira* se destacam com maior abundância. Essas disparidades podem estar relacionadas ao comportamento dessas espécies frugívoras, uma vez que forrageiam em ambientes secundários em busca de plantas pioneiras do gênero *Piper*, *Solanum* e *Cecropia*, comumente presentes em ambientes alterados (Arroyo-Rodríguez et al., 2009) como os que nós amostramos. Além de serem espécies fortemente associadas à tolerância e a perturbação do habitat (Vleut et al., 2013; Ávila-Gómez et al., 2015).

Dentro dos trabalhos com respostas dos morcegos a fragmentação (Cleary et al., 2016; Arroyo-Rodríguez et al., 2016; Muylaert et al., 2016; Ferreira et al., 2017), que buscam verificar se os morcegos respondem a composição paisagística ou a configuração paisagística (Dunning et al., 1992). Nosso estudo se torna abrangente, uma vez que faz uma análise em escala espacial abordando a configuração paisagística entre tipos de biomas diferentes, sua transição e considerando variáveis ambientais (métricas). Nossos resultados da NMDS mostram bem isso, pois separou os morcegos do bioma Cerrado da Amazônia e ecótono. Esses resultados indicam possíveis associações com as mudanças na composição da vegetação por efeitos das mudanças climáticas, que observam que a Amazônia tem passado por um período de maior umidade, que podem estar conduzindo a floresta sobre as

savanas (Ackerly et al., 1989; Ratter, 1992; Marimon et al., 2006; Morandi et al., 2015; Passos et al., 2018).

Essa resposta às associações dos morcegos com a configuração paisagística é revelada também pela CCA, colocando o bioma como a variável que mais influencia a explicação para a composição das comunidades de morcegos na escala de paisagem amostrada, quando observamos os dados gerais. Dessa forma, outras variáveis avaliadas, como a proporção e forma da floresta e o índice de coesão ficam em menor escala quando comparado à resposta da influência do bioma explicado a composição das comunidades de morcegos. Isso denota a importância do bioma para a composição das comunidades de morcegos na região amostrada. Cabe se ressaltar que os estudos que avaliam fragmentação geralmente encontram variáveis locais, como a composição paisagística para explicar a composição de morcegos, porém, esses estudos têm enfoque em escalas locais, abordando apenas um tipo de fitofisionomia (Klingbeil e Willig, 2009). Quando observamos os resultados da CCA para o conjunto de dados separados, morcegos capturados em borda e interior, a coesão (conexão florestal) é a variável que mais influencia a composição dos morcegos de interior, que pode estar associado às espécies de morcegos sensíveis a borda (Rocha et al., 2018).

Entre essas espécies de morcegos mais sensíveis podemos citar os nectarívoros *G. soricina* e *H. thomasi* que possuem importante papel na polinização e sofrem com o processo de fragmentação das florestas (Cosson et al., 1999). Porém, as espécies com capturas somente no interior precisam ser melhor investigadas, uma vez que tiveram baixa abundância de captura. Os morcegos de borda já respondem diferente ao interior, e podem se condicionar melhor as alterações ambientais, visto que a CCA destacou o bioma como o influenciador da composição dos morcegos de borda. Porém, a alta vulnerabilidade à fragmentação dos morcegos tem forte relação com a alta sensibilidade aos habitats de borda (Meyer et al., 2008), por isso precisa ser interpretado com cautela, uma vez que a fragmentação de florestas contínuas gera remanescentes com maior número de bordas.

A variação da abundância entre os biomas, bordas e interiores dos remanescentes difere de outra pesquisa em escala de paisagem local entre ilhas de vegetação isoladas por água, fragmentos florestais embutidos em uma matriz agrícola e floresta contínua no Panamá, que não encontrou diferenças entre as abundâncias de morcegos (Brändel et al., 2020). Porém, cabe se ressaltar que o estudo de Brändel et al. (2020) teve um enfoque local comparando diferentes paisagens com variação de perturbação antrópica.

Os focos de incêndio dos últimos cinco anos não se mostraram influenciadores para a composição das espécies de morcegos em nossos pontos amostrais. Porém, cabe se ressaltar o expressivo aumento desses focos nos últimos anos (Mapbiomas project, 2021), e os impactos que a passagem do fogo pode causar, principalmente no contexto da floresta Amazônica (Van Marle et al., 2017). A explicação para não influencia do fogo em nosso estudo também está associada com o número de foco de incêndios nos remanescentes que amostramos, que não foram tão altos. Porém, reforçamos a importância de construção de estratégias para a mitigação dos impactos causados pelo fogo em nossos pontos amostrais, pois nossos remanescentes possuíam em maior quantidade uma matriz antrópica de pastagem, que geralmente está associada às queimadas no manejo da terra (Alencar et al., 2015).

A proporção da floresta é vista como grande influenciadora na estrutura de comunidades animais (Farneda et al., 2020). Porém, algumas espécies de morcegos são flexíveis às alterações ambientais, o que pode explicar a não influencia nos resultados da CCA, como já documentado em outras pesquisas, a correlação dos morcegos frugívoros mais tolerantes com habitats perturbados (Meyer et al., 2008; Bobrowiec e Gribel, 2010; Farneda et al., 2015). Já à correlação da composição dos morcegos no interior podem estar relacionados às características das espécies, como os morcegos carnívoros, que possuem forte associação com florestas contínuas e interiores de remanescentes florestais (Farneda et al., 2015). Cabe se ressaltar que boa parte desses estudos tiveram foco em escalas locais, o que reforça a importância da

comparação entre diferentes fitofisionomias em biomas diferentes, como a que fizemos em nosso estudo.

Discutir estratégias de conservação de morcegos neotropicais é fundamental no cenário atual (Farneda et al., 2015; Martins et al., 2017). Uma vez que os morcegos possuem amplo papel ecológico positivo nos ecossistemas (Kunz et al., 2011). Porém, essas ações dependem de compreender como os morcegos respondem aos processos de fragmentação dos ambientes naturais, uma vez que apesar dos amplos resultados que apresentamos, ressaltamos o alto número de espécies raras (79%), que necessitam de investigações mais profundas para compreender como elas respondem a essa fragmentação. A perda de floresta e sua intensificação também exigem agilidade nas discussões sobre os morcegos nas regiões tropicais (Cleary et al., 2016; Arroyo-Rodríguez et al., 2016; Muylaert et al., 2016; Ferreira et al., 2017), de forma a evitar que as ações de desflorestamento continuem a promover extinções locais, colocando em risco a integridade das comunidades de morcegos.

Além disso, estudos ecológicos que visem à compreensão da distribuição de espécies ao longo de gradientes ambientais ou geográficos tendem a ser mais significativos que compreensões locais em um único ponto (Ricklefs, 2008). Por isso, estudos com morcegos de forma ampla podem contribuir com informações para separação dos efeitos ecológicos e espaciais dos fatores históricos, e conduzindo a uma ampla compreensão da importância dos mecanismos que estruturam as comunidades (López-González et al., 2015).

Outro ponto relevante nessa compreensão das respostas dos morcegos à fragmentação da paisagem em escala geográfica abrangendo mais de um tipo vegetacional é o contexto de planos de prevenção a possíveis patógenos associados aos morcegos. Uma vez que ambientes conservados permitem a diluição desses patógenos, porém, os impactos a floresta podem permitir a proximidade dessas doenças as populações humanas, como já identificado a presença de anticorpos para hantavirose em morcegos no norte de Mato Grosso (Sabino-Santos et al., 2020).

Conclusões

Nossos resultados denotam a importância de ampliar a escala de paisagem para avaliação de comunidades de morcegos, com abordagem entre biomas e área de transição. Isso é fundamental para compreender melhor quais os efeitos que determinam a composição, abundância e riqueza de espécies, bem como a resposta dos morcegos aos processos de fragmentações dos ambientes onde vivem. Essas amplas avaliações garantem maior subsídios em discussões de planos conservacionistas para as espécies de morcegos, denotando o papel ecológico positivo desses animais aos ambientes naturais nessa ampla região neotropical ao qual estamos inseridos, e que vem sofrendo com os impactos das ações antrópicas do uso da terra.

Referências

Ackerly DD, Thomas WW, Cid Ferreira C, Pirani JR (1989) The forest-cerrado transition zone in Southern Amazonia: results of the 1985 Projeto Flora Amazonica Expedition to Mato Grosso. *Brittonia* 41: 113-128.

Aguiar APD, Vieira ICG, Assis TO, Dalla-Nora E, Toledo PM, Santos-Júnior RAO, Batistella M, Coelho AS, Savaget EK, Aragão LEOC, Nobre CA, Ometto JPH (2016) Land use change emission scenarios: anticipating a forest transition process in the Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 22 (5): 1821-1840. <https://doi.org/10.1111/gcb.13134>

Alencar AA, Brando PM, Asner GP, Putz FE (2015) Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. *Ecological Applications* 25 (6): 1493-1505. <https://doi.org/10.1890/14-1528.1>

Altringham JD (2011) *Bats: from evolution to conservation*. Oxford University Press.

Arroyo-Rodríguez V, Pineda E, Escobar F, Benítez-Malvido J (2009) Value of small patches in the conservation of plant-species diversity in highly fragmented rainforest. *Conserv Biol* 23: 729-739. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01120.x>

Arroyo-Rodríguez V, Rojas C, Saldaña-Vásquez RA, Stoner KE (2016) Landscape composition is more important than landscape configuration for phyllostomid bat assemblages in a fragmented biodiversity hotspot. *Biological Conservation* 198: 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.026>

Ávila-Gómez ES, Moreno CE, García-Morales R, Zuria I, Sánchez-Rojas G, Briones-Salas M (2015) Deforestation thresholds for phyllostomid bat populations in tropical landscapes in the Huasteca region, Mexico. *Trop Conserv Sci* 8:646-661. <https://doi.org/10.1177/194008291500800305>

Barlow J, Berenguer E, Carmenta R, França F (2020) Clarifying Amazonia's burning crisis. *Globe Change Biology* 26: 319-321. <https://doi.org/10.1111/gcb.14872>

Baselga A, Orme D, Villeger S, De Bortoli J, Leprieur F, Logez M, Henriques-Silva R, Mart S, Mart R et al. (2022) betapart: Partitioning Beta Diversity into Turnover and Nestedness Components. R package version 1.5.6

Bernard E, Tavares VC, Sampaio E (2011a) Compilação atualizada das espécies de morcegos (Chiroptera) para a Amazônia Brasileira. *Biota Neotropical* 11 (1): 35-46.

Bernard E, Machado RB, Aguiar LMS (2011b) Discovering the brazilian bat fauna: a task for two centuries? *Mammal Review* 41 (1): 23-39. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x>

Bivand R, Keitt T, Rowlingson B, Pebesma E, Sumner M, Hijmans R, Baston D, Rouault E, Warmerdam F, Ooms J, Rundel C (2022). Rgdal: bindings for the “Geospatial” Data Abstraction Library. R package version 1.6-2

Bivand R, Rundel C, Pebesma E, Stuetz R, Hufthammer KO, Giraudoux P, Davis M, Santilli S (2022) Rgeos: interface to geometry engine – Open Source (‘GEOS’). R package version 0.5-9

Borghetti F, Caetano GHO, Colli GR, Françoso R, Sinervo BR (2021) The firewall between Cerrado and Amazonia: interaction of temperature and fire

govern seed recruitment in a neotropical savanna. *Journal of Vegetation Science* 32: e12988. <https://doi.org/10.1111/jvs.12988>

Brandão MV, Garbino GST, Semedo TBF, Feijó A, Nascimento FO, Fernandes-Ferreira H, Rossi RG, Dalponte J, Carmignotto AP (2019) Mammals of Mato Grosso, Brazil: annotated species list and historical review. *Mastozoologia Neotropical* 26 (2): 263-307. <http://doi.org/10.31687/saremMN.19.26.2.0.03>

Brändel SD, Hiller T, Halczok TK, Kerth G, Page RA, Tschapka M (2020) Consequences of fragmentation for neotropical bats: the importance of the matrix. *Biological Conservation* 252: 108792. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108792>

Bobrowiec PED, Gribel R (2010) Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. *Animal Conservation* 13: 204–216. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00322.x>

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>

Cleary KA, Waits LP, Finegan B (2016) Agricultural intensification alters bat assemblage composition and abundance in a dynamic Neotropical landscape. *Biotropica* 48 (5): 667-676. <https://doi.org/10.1111/btp.12327>

Colli GR, Vieira CR, Dianese JC (2020) Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. *Biodiversity and Conservation* 29: 1465-1475. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01967-x>

Colwell RK, Elsensohn JE (2014) EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography* 37 (6): 609-613. <https://doi.org/10.1111/ecog.00814>

Cosson J-F, Pons J-M, Masson D (1999) Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 15 (4): 515-534. <https://doi.org/10.1017/5026646749900098X>

Costa WF, Ribeiro M, Saraiva AM, Imperatriz-Fonseca VL, Giannini TC (2018) Bat diversity in Carajás National forest (eastern Amazon) and potential impacts on ecosystem services under climate change. *Biological Conservation* 218: 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.034>

Curtis PG, Slay CM, Harris NL, Tyukavina A, Hansen M (2018) Classifying drivers of global forest loss. *Science* 361: 1108-1011. <https://doi.org/10.1126/science.aau3445>

Dalponte J, Gregorin R, Esteves-Costa VA, Rocha E, Marcelino R (2016) Bat survey of the lower Juruena river and five new records for the state of Mato Grosso, Brazil. *Acta Amazonica* 46 (2): 227-232. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201500888>

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.

Dirzo R, Young HS, Galetti M, Ceballos G, Issac NJ, Collen B (2014) Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345: 401-406. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>

Dunning JB, Danielson BJ, Pullian R (1992) Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos* 65: 169-175. <https://doi.org/10.2307/3544901>

Evans JS, Murphy MA, Ram K (2022) *SpatialEco: Spatial Analysis and Modelling Utilities*. R package version 2.0-0

Fahrig L (2013) Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. *Journal of Biogeography* 40: 1649-1663. <https://doi.org/10.1111/jbi.12130>

Farneda FZ, Rocha R, López-Baucells A, Groenenberg M, Silva I, Palmerim JM, Bobrowiec PED, Meyer CF (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>

Farneda FZ, Rocha R, López-Baucells A, Sampaio EM, Palmeirim JM, Bobrowiec PED, Grelle CEV, Meyer CFJ (2018) The road to functional recovery: temporal effects of Matrix regeneration on Amazonian bats. *Tropical Conservation Science*. <https://doi.org/10.1177/1940082918777185>

Farneda FZ, Meyer CFJ, Grelle CEV (2020) Effects of land-use change on functional and taxonomic diversity of neotropical bats. *Biotropica* 52 (1): 120-128. <https://doi.org/10.1111/btp.12736>

Fearnside PM (2021) The intrinsic value of Amazon biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 30: 1199-1202. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02133-7>

Ferreira DF, Rocha R, López-Baucells A, Farneda FZ, Carreiras JMB, Palmeirim JM, Meyer CFJ (2017) Season-modulated responses of neotropical bats to forest fragmentation. *Ecology and Evolution* 7 (11): 4059-4071. <https://doi.org/10.1002/ece3.3005>

Findley J (1993) *Bats: A community Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.

Fleming TH, Geiselman C, Kress WJ (2009) The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany* 104 (6): 1017-1043. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp197>

García-Morales R, Badano EI, Moreno CE (2013) Responses of neotropical bat assemblages to human land use. *Conservation Biology* 27 (5): 1096-1106. <https://doi.org/10.1111/cobi.12099>

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

Giam X (2017) Global biodiversity loss from tropical deforestation. *PNAS* 114 (23): 5775-5777. <https://doi.org/10.1073/pnas.1706264114>

Gonzalez A, Cardinale BJ, Allington GRH, Byrnes J, Endsley KA, Brown DG, Hooper DU, Isbell F, O'Connor MI, Loreau M (2016) Estimating local biodiversity change: a critique of papers claiming no net loss of local diversity. *Ecology* 97 (8): 1949-1960. <https://doi.org/10.1890/15-1759.1>

Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001) Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica* 4 (1): 1-9.

Hijmans RJ et al. (2022) Raster: geographic data analysis and modeling. R package version 3.6-11

Jones G, Jacobs DS, Kunz TH, Willig MR, Racey PA (2009) Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *ESR* 8: 93-115. <https://doi.org/10.3354/esr00182>

Kalko EKV, Estrada Villegas S, Schmidt M, Wegmann M, Meyer CFJ (2008) Flying high-assesing the use of the aerosphere by bats. *Integrative and Comparative Biology* 48: 60-73. <https://doi.org/10.1093/icb/icn030>

Klingbell BT, Willig MR (2009) Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology* 46: 203-213. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01594.x>

Kunz TH, Braun de Torrez E, Bauer D, Lobo T, Fleming TH (2011) Ecosystem services provided by bats. *Ann. N. Y. Acad. Science* 1223, pp. 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>

Lim BK, Engstrom MD (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 M, Silva Junior CA, Rausch L, Gibbs HK, Johann JA (2019) Demystifying sustainable soy in Brazil. *Land Use Policy* 82: 349-352. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.016>

López-Baucells A, Rocha R, Bobrowiec PED, Bernard E, Palmeirim JM, Meyer CFJ (2016) Field guide to Amazonian Bats. Manaus: Editora INPA. 168 p.

López-González C, Presley SJ, Lozano A, Stevens RD, Higgins CL (2015) Ecological biogeography of Mexican bats: the relative contributions of habitat heterogeneity, beta diversity, and environmental gradients to species richness and composition patterns. *Ecography* 38 (3): 261-272. <https://doi.org/10.1111/ecog.00813>

Maas B, Karp DS, Bumrungsri S, Darras K, Gonthier D, Huang JC-C, Lindell CA, Maine JJ, Mestre L, Michel NL, Morrison EB, Perfecto I, Philpott SM, Sekercioglu CH, Silva RMS, Taylor PJ, Tscharrntke T, Bael SAV, Whelan CJ, Williams-Guillén K (2016) Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews* 91 (4): 1081-1101. <https://doi.org/10.1111/brv.12211>

Macedo MN, DeFries RS, Morton DC, Stickler CM, Galford GL, Shimabukuro YE (2012) Decoupling of deforestation and soy production in the Southern Amazon during the late 2000s. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 109 (1): 1341-1346. <https://doi.org/10.1073/pnas.1111374109>

MapBiomas Project (2021) Collection 5 of the annual series of coverage and land use maps in Brazil. <https://plataforma.mapbiomas.org/> accessed 10 Jan 2021.

Marimon BS, Lima E, Duarte T et al. (2006) Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso, Brazil. IV. An analysis of the Cerrado-Amazonian forest Ecotone. *Edinb J Bot* 63: 323-341. <https://doi.org/10.1017/S0960428606000576>

Marques EQ, Marimon-Junior BH, Marimon BS, Matricardi EAT, Mews HA, Colli GR (2020) Redefining the Cerrado-Amazonia transition: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 29: 1501-1517. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01720-z>

Martins ACM, Willig MR, Presley SJ, Marinho-Filho J (2017) Effects of forest height and vertical complexity on abundance and biodiversity of bats in

Amazonia. *Forest Ecology and Management* 391 (1): 427-435.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.039>

McClanahan TR, Donner SD, Maynard JA, MacNeil MA, Grahlan NA, Maina J, Eakin CM (2012) Prioritizing key resilience indicators to support coral reef management in a changing climate. *PLoS One* 7 (8): e42884
[10.1371/journal.pone.0042884](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042884)

Mendes P, With KA, Signorelli L, Marco JR PD (2017) The relative importance of local versus landscape variables on site occupancy in bats of the Brazilian Cerrado. *Landscape Ecology* 32: 745-762. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0483-6>

Mendes P, Srbek-Araujo AC (2021) Effects of land-use changes on Brazilian bats: a review of current knowledge. *Mammal Review* 51 (1): 127-142.
<https://doi.org/10.1111/mam.12227>

Meyer CF, Fründ J, Lizano WP, Kalko EKV (2008) Ecological correlates of vulnerability to fragmentation in Neotropical bats. *Journal of Applied Ecology* 45: 381-391. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01389.x>

Meyer CFJ, Aguiar LMS, Aguirre LF, Baumgarten J, Clarke FM, Cosson J-F et al (2014) Species undersampling in tropical bat surveys: effects on emerging biodiversity patterns. *Journal of Animal Ecology* 84: 113-123.
<https://doi.org/10.1111/1365-2656.12261>

Meyer CFJ, Struebig M, Willig MR (2016) Responses of tropical bats to habitat fragmentation, logging, and deforestation. Voigt CC, Kingston T (Eds), *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world*, Springer, New York, pp. 63-103.

Mill JN, Yates TL, Childs JE, Parmenter RR, Ksiazek TG, Rollin PE, Peters CJ (1995) Guidelines for Working with rodents potentially infected with Hantavirus. *Journal of Mammalogy* 76 (3): 716-722. <https://doi.org/10.2307/1382742>

Miranda JMD, Zago L, Carvalho F, Rubio MBG, Bernardi IP (2015) Morcegos (Mammalia: Chiroptera) da região do Médio rio Teles Pires, sul da Amazônia,

Brasil. *Acta Amazonica* 45 (1): 89-100. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201400583>

Morandi PS, Marimon-Junior BH, Oliveira EA et al. (2015) Vegetation succession in the Cerrado-Amazonia forest transition zone of Mato Grosso state, Brazil. *Edinb J Bot* 73: 1-11. <https://doi.org/10.1017/S096042861500027X>

Moratelli R, Kuzzel MAA, Costa-Neto SF, Novaes RLM, Almeida B, Veríssimo I, Pilatti P, Cláudio VC (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 2020.

Muyllaert RL, Stevens RD, Ribeiro MC (2016) Threshold effect of habitat loss on bat richness in cerrado-forest landscape. *Ecological Applications* 26 (6): 1854-1867. <https://doi.org/10.1890/15-1757.1>

Nogueira EM, Nelson BW, Fearnside PM, França MB, Oliveira ACA (2008) Tree height in Brazil's 'arc of deforestation': shorter trees in South and southwest Amazonia imply lower biomass. *Forest Ecology and Management* 255 (7): 2963-2972. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.02.002>

Paglia AP, Fonseca GAB, Rylands AB, Herrmann G, Aguiar LMS, Chiarello AG, Leite YLR, Costa LP, Siciliano S, Kierulff MCM, Mendes SL, Tavares VC, Mittermeier RA, Patton JL (2012) Annotated checklist of Brazilian mammals. *Occasional papers in Conservation Biology* n. 6. Arlington: Conservation International.

Passos FB, Marimon BS, Phillips OL et al. (2018) Savanna turning into forest: concerted vegetation change at the ecotone between the Amazon and "Cerrado" biomes. *Brazilian Journal of Botany* 41: 611-619. <https://doi.org/10.1007/s40415-018-0470-z>

Peña-Domene ML, Martínez-Garza C, Palmas-Pérez S, Rivas-Alonso E, Howe HF (2014) Roles of birds and bats in early Tropical-forest restoration. *PLoS ONE* 9 (8): 1-6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104656>

Picoli MCA, Rorato A, Leitão P, Camara G, Maciel A, Hostert P, Sanches ID (2020) Impacts of public and private sector policies on soybean and pasture expansion in Mato Grosso – Brazil from 2001 to 2017. *Land* 9 (1): 20. <https://doi.org/10.3390/land9010020>

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/>.

Ratter JA (1992) Transitions between cerrado and forest vegetation in Brazil. In: Furley PA, Procter J, Ratter JA (eds) *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, 1a. Chapman & Hall, London, pp 417-429.

Rayfield B, Pelletier D, Dumitru M, Cardille JA, Gonzalez A (2016) Multipurpose habitat networks for short-range and long-range conectivity: a new method combining graph and circuit connectivity. *Methods in Ecology and Evolution* 7 (2): 222-231. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12470>

Ricklefs RS (2008) Disintegration of the ecological community. *The American Naturalist* 172 (6). <https://doi.org/10.1086/593002>

Rocha R, Ovaskainen O, López-Baucells A, Farneda FZ, Ferreira DF, Bobrowiec PED, Cabeza M, Palmeirim JM, Meyer CFJ (2017a) Design matters: an evaluation of the impact of small man-made forest clearings on tropical bats using a before-after-control-impact design. *Forest Ecology and Management* 401 (1): 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.053>

Rocha R, López-Baucells A, Farneda FZ, Groenenberg M, Bobrowiec PED, Cabeza M, Palmeirim JM, Meyer CFJ (2017b) 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>

Rocha R, Ovaskainen O, López-Baucells A, Farneda FZ, Sampaio EM, Bobrowiec PED, Cabeza M, Palmeirim JM, Meyer CFJ (2018) Secondary forest regeneration benefits old-growth specialist bats in a fragmented tropical

landscape. *Scientific Reports* 8: 3819. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21999-2>

Sabino-Santos G, Ferreira FF, Silva DJF, Machado DM, Silva SG, Bernardo CSS, Filho MS, Levi T, Figueiredo LTM, Peres CA, Bronzoni RVM, Canale GR (2020) Hantavirus antíbios among phyllostomid bats from the arc of deforestation in southern Amazonia, Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases* 67 (3): 1045-1051. <https://doi.org/10.1111/tbed.13442>

Santos RC, Lima M, Junior CAS, Battistola LD (2019) Disordered conversion of vegetation committees connectivity between forest fragments in the Brazilian legal Amazon. *Applied Geography* 111: 102082. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102082>

Saura S, Bodin O, Fortin MJ (2014) Editor's choice: stepping stones are crucial for species' long-distance dispersal and range expansion through habitat networks. *Journal of Applied Ecology* 51 (1): 171-182. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12179>

Sikes RS, Gannon WL (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>

Silva SG, Anacleto TCS (2011) Diversidade de morcegos entre áreas com diferente grau de alteração na área urbana do município de Nova Xavantina, MT. *Chiroptera Neotropica* 17 (2): 1003-1012.

Silva DC, Vieira TB, Silva JM, Faria KC (2018) Biogeography and priority areas for the conservation of bats in the Brazilian Cerrado. *Biodiversity and Conservation*, 27: 815-828. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1464-z>

Silva I, Rocha R, López-Baucells A, Farneda FZ, Meyer CFJ (2020) Effects of forest fragmentation on the vertical stratification of neotropical bats. *Diversity* 12 (2): 67. <https://doi.org/10.3390/d12020067>

Silveira-Neto SO, Nakano D, Nova NAV (1976) *Manual de Ecologia dos insetos*. São Paulo, Ceres.

Sonter LJ, Herrera D, Barrett DJ, Galford GL, Moran CJ, Soares-Filho BS (2017) Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications* 8: 1013. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w>

Straube FC, Bianconi GV (2002) Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de rede-de-neblina. *Chiroptera Neotropical* 8 (1-2): 150-152.

Torello-Raventos M, Feldpausch TR, Veenendaal E, Schorodt F, Saiz G, Domingues TF et al. (2013) On the delineation of tropical vegetation types with na emphasis on forest/savanna transitions. *Plant Ecology & Diversity* 6: 101-137. <https://doi.org/10.1080/17550874.2012.762812>

Trevelin LC, Silveira M, Port-Carvalho M, Homem DH, Cruz-Neto AP (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>

Tyukavina A, Hansen MC, Potapov PV, Stehman SV, Smith-Rodriguez K, Okpa C, Aguilar R (2017) Types and rates of forest disturbance in Brazilian Legal Amazon, 2000-2013. *Environmental Sciences* 3: e1601047. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601047>

Van Marle MJE, Field RD, Van der Werf GR, Estrada de Wagt IA, Houghton RA, Rizzo LV, Artaxo P, Tsigaridis K (2017) Fire and deforestation dynamics in Amazonia (1973–2014). *Global Biogeochemical Cycles* 31: 24–38. <https://doi.org/10.1002/2016GB005445>

Varzinczak LH, Lima CS, Moura MO, Passos FC (2018) Relative influence of spatial over environmental and historical processes on the taxonomic and phylogenetic beta diversity of neotropical phyllstomid bat assemblages. *Journal of Biogeography* 45 (3): 617-627. <https://doi.org/10.1111/jbi.13150>

Vleut I, Levy-Tacher SI, de Boer WF, Galindo-González J, Vázquez LB (2013) Tropical secondary forest management influences frugivorous bat composition, abundance and fruit consumption in Chiapas, Mexico. *PloS One* 8: p. e77584. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077584>

Vleut I, Levy-Tacher SI, Galindo-González J, Boer WF (2015) Positive effects of surrounding rainforest on composition, diversity and late-successional seed dispersal by bats. *Basic and Applied Ecology* 16 (4): 308-315. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.02.001>

Zalles V, Hansen MC, Potapov PV, Stehman SV, Tyukavina A, Pickens A, Song X-P, Adusei B, Okpa C, Aguilar R, John N, Chavez S (2019) Near doubling of Brazil's intensive row crop area since 2000. *PNAS* 116 (2): 428-435. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810301115>

Zorteá M, Alho CJR (2008) Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. *Biodiversity and Conservation* 17 (791). <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9318-3>

CAPÍTULO II:

Determinantes na composição das moscas ectoparasitas de morcegos (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) em uma escala de paisagem de Amazônia, ecótono e Cerrado

Será enviado para Acta Parasitologica

**Sérgio Gomes da Silva¹; Francimeire Fernandes Ferreira²; Gabriela
Hrycyna³; Alan Eriksson⁴; Gustavo Gracioli⁵; Gustavo Rodrigues Canale⁶**

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda; Grupo de pesquisa ECOBATS: Conservação, Ecologia e Educação ambiental com morcegos.

²Universidade do Estado de Mato Grosso, PPGECC Nova Xavantina; Grupo de pesquisa ECOBATS: Conservação, Ecologia e Educação ambiental com morcegos.

³Universidade Federal do Paraná, campus Curitiba.

⁴Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá.

⁵Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus Campo Grande.

⁶Universidade Federal de Mato Grosso, campus Sinop.

Resumo

A alta diversidade de morcegos na região neotropical é amplamente associada a uma diversidade de ectoparasitas sobre seus corpos. As interações entre esses grupos animais precisam ser melhores investigadas em escala de paisagem, com enfoque em conhecer os padrões e a diversidade de espécies. Nós procuramos avaliar quais os determinantes para a composição de moscas ectoparasitas presente em morcegos em uma escala de paisagem com amostragens no bioma Amazônia e Cerrado e em seu Ecótono. A metodologia envolveu captura de morcegos e das moscas sobre seus corpos. Com uso de métricas de paisagem, distância geográfica, bioma e à composição de hospedeiros usamos um modelo de dissimilaridade generalizado (GDM) para verificar o que explicava a composição de moscas ectoparasitas dos morcegos. 24 espécies de morcegos tinham no total 34 espécies de moscas ectoparasitas. A composição de hospedeiros melhor explicou a composição de moscas, seguida pela variável ambiental e por último pelo bioma e distância geográfica. Estudos em escala de paisagem tendem a revelar ampla diversidade de moscas ectoparasitas. A composição de hospedeiros como melhor explicação para composição de moscas pode estar associada às características interespecíficas entre as espécies. Recomendamos estudos com enfoque em paisagem de forma a melhor compreender as associações parasitárias dos morcegos e suas distribuições pelos ambientes.

Palavras-chaves: Associação interespecífica; Diptera; Diversidade; Métricas; Neotropical.

Abstract:

The high diversity of bats in the Neotropics is largely associated with a diversity of ectoparasites on their bodies. The interactions between these animal groups need to be better investigated at the landscape scale, with a focus on understanding patterns and species diversity. We sought to evaluate the determinants for the composition of ectoparasitic flies present in bats on a landscape scale with samplings in the Amazon and Cerrado biomes and in their Ecotone. The methodology involved capturing bats and flies on their bodies. Using landscape, geographic distance, biome and host composition metrics, we used a generalized dissimilarity model (GDM) to verify what explained the composition of ectoparasite flies in bats. 24 species of bats had a total of 34 species of ectoparasitic flies. The composition of hosts best explained the composition of flies, followed by the environmental variable and finally by the biome and geographic distance. Landscape-scale studies tend to reveal a wide diversity of ectoparasitic flies. Host composition as the best explanation for fly composition may be associated with interspecific characteristics between species. We recommend studies with a focus on landscape in order to better understand the parasitic associations of bats and their distribution across environments.

Kewyords: Interspecific association; Diptera; Diversity; Metrics; Neotropical.

Introdução

A América do Sul possui uma alta diversidade de morcegos (Diaz et al., 2021) em seus ambientes. No Brasil, desse quantitativo de diversidade são conhecidas 181 espécies (Garbino et al., 2022) presentes em todos os biomas. Entre os biomas brasileiros de alta relevância ambiental podemos citar a Amazônia e o *hostpost* Cerrado, que possuem sua zona de ecótono, considerada a maior transição savana-floresta do planeta (Marques et al., 2020). Nessas regiões ocorre uma ampla diversidade de morcegos dos mais diversos nichos alimentares, que podem incluir néctar, frutos e insetos (Kunz et al., 2011). Esses morcegos prestam uma gama de diversos serviços ecossistêmicos, como polinização, dispersão de sementes e são controladores de populações de insetos (Ramírez-fráncel et al., 2022). Infelizmente existe uma grande lacuna em estudos com morcegos nessas regiões (Bernard et al.,

2011), incluindo essa zona de ecótono entre esses biomas (Sabino-Santos et al., 2020).

Além da alta diversidade e associações positivas dos morcegos, esses animais também são comumente encontrados com ectoparasitas sobre seus corpos, assim como outros mamíferos (Dáttilo et al., 2020). Isso está associado a diversos fatores, que podem incluir a idade do morcego, sexo, hábito alimentar, tipo de abrigo, características genéticas, tamanho corporal, além da densidade populacional do morcego (Patterson et al., 2007). Outro fator dessa relação morcego-ectoparasita são as possíveis associações dos ectoparasitas as características ambientais, que podem incluir o tamanho do fragmento florestal, a integridade ambiental e características das matrizes circundantes (Santos et al., 2012; Dick e Dittmar, 2013).

Entre esses ectoparasitas encontram-se as moscas, pertencente à família Nycteribiidae e Streblidae, que são hematófagas obrigatórias, e ocorrem exclusivamente em morcegos (Marshall, 1982), inclusive com história evolutiva associada aos seus hospedeiros (Poinar e Brown, 2012). Essas moscas possuem distribuição mundial, porém, com maior diversidade nas regiões neotropicais (Dittmar et al., 2015). No Brasil diversos estudos já foram realizados sobre essas moscas ectoparasitas (por exemplo Ericksson et al., 2011; Soares et al., 2013; Barbier e Graciolli, 2016; Bezerra et al., 2016; Vasconcelos et al., 2016), mas com enfoques mais centralizados em regiões centrais do país (Lourenço et al., 2016). Com enfoque em biomas específicos, se observa estudos locais diversos no Cerrado (Santos et al., 2013; Barbier e Graciolli, 2016; Urbietta et al., 2020 por exemplo), Amazônia (Hrycyna et al., 2019; Palheta et al., 2020; por exemplo). Porém em escalas espaciais só há registro de um estudo no bioma Cerrado em áreas urbanizadas (Urbietta et al., 2020). Já estudos com moscas de morcegos com enfoque abordando a zona ecotonal de Amazônia e Cerrado são inéditos.

Compreender essas relações entre os morcegos e suas moscas ectoparasitas nos biomas Amazônia e Cerrado são importantes, uma vez que muitas são as mudanças no uso da terra das características ambientais nessas regiões, com fortes impactos nas últimas décadas (Lathuillière et al., 2016).

Esses impactos incluem o desmatamento, com a destruição da floresta, restando muitas vezes apenas ilhas de vegetação, que são circundadas por matrizes antrópicas (Fearnside, 2005). Nessa região, isso fica tão evidente, que ficou conhecido mundialmente como o “arco do desmatamento”, e abarca os estados de Rondônia, Mato Grosso e Pará (Gomez et al., 2015). Isso denota a importância de pesquisas que investiguem as interações entre os morcegos e suas moscas ectoparasitas, bem como busquem explicar os determinantes de sua composição sobre os morcegos nessas regiões altamente impactadas. Isso porque essas moscas formam complexas redes de interações, com características bem especializadas (Júnior et al., 2020), e possuem poucas investigações em escala de paisagem. Cabe ressaltar que pesquisas com moscas ectoparasitas de morcegos também tendem a complementar outras áreas, como relacionadas à saúde pública, pois os ectoparasitas podem possuir associações com patógenos (Judson et al., 2015; Abundes-Gallegos et al., 2018).

Nessa perspectiva em compreender os mecanismos que determinam as comunidades de moscas ectoparasitas de morcegos na região neotropical, bem como conhecer a diversidade dessas espécies em biomas de alta relevância e sua área de ecótono, esse estudo procurou responder, quais os determinantes explicam a composição das comunidades de moscas ectoparasitas de morcegos em uma ampla paisagem geográfica na Amazônia, ecótono e Cerrado? Optamos por avaliar os efeitos da composição de hospedeiro, fatores ambientais (coesão e densidade florestal), distância geográfica e biomas. Com base em outros estudos, testamos a hipótese de que a composição de hospedeiros deve ser a maior influente da composição da comunidade de moscas ectoparasitas, uma vez que elas tendem a ter alta especificidade com o hospedeiro, passando a maior parte de sua vida sobre o morcego (Ericksson et al., 2020). As variáveis ambientais, previmos média influência, onde fragmentos de formatos distintos ou com diferentes conexões florestais não afetariam a composição de espécies de moscas ectoparasitas dos morcegos, pois elas possuem parte do ciclo de vida fora do hospedeiro, e suas comunidades devem estar mais associadas a composição de espécies de

morcegos do que as variáveis ambientais. Já a distância geográfica não teria grande influência sobre a composição de espécies de morcegos (López-González et al., 2015; Varzinczak et al., 2018), bem como amostragens em biomas diferentes (Falcão et al., 2022) como já observado em outros estudos.

Metodologia

Área de amostragem

Nossas amostragens foram realizadas entre diferentes áreas amostrais na Amazônia, Ecótono e Cerrado entre os estados de Rondônia e Mato Grosso. A definição das áreas amostrais consistiu em visitas *in loco* aos pontos amostrais, bem como seguindo redefinições recentes da região de Ecótono entre os biomas (ver Marques et al. 2020). A coleta de dados foi autorizada pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade – SISBIO, sob o n.º 65436 e Licença do Comitê de Ética Animal sob parecer n.º 013/2018.

Inicialmente selecionamos 24 remanescentes florestais que estavam distribuídos em nossa escala de paisagem, com oito em cada fitofisionomia (8= Amazônia, 8= ecótono, 8= Cerrado). Dentro de cada fitofisionomia os remanescentes possuíam distância mínima de 10 quilômetros entre si, para evitar pseudo replicações. Dentro de cada conjunto de oito remanescentes em cada bioma, também dividimos em quatro remanescentes isolados (cercados por matrizes antrópicas) e quatro remanescentes conectados (com corredores de conexão florestal com outras áreas). Entre essas fitofisionomia a distância geográfica variou entre 397 km (Amazônia e ecótono) e 183 km (ecótono e Cerrado).



Figura 1. Área de estudo, com os 24 remanescentes florestais pré-selecionados entre o município de Cacoal, Rondônia e Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso em paisagens na Amazônia, Ecótono e Cerrado.

Amostragem de morcegos e coleta das moscas ectoparasitas

Os morcegos foram capturados com a exposição de 10 redes de neblina (modelo 716/12P, 2,5 m, denier 75/2, rede 16 x 16 mm, Ecotone Inc. Polônia) a cada noite de amostragem, que eram abertas por seis horas após o crepúsculo e vistoriadas a cada 15 minutos. Efetuamos uma amostragem na borda e outra no interior em cada fragmento, com distância mínima da borda para o interior de 100 m, de forma a diminuir os efeitos de borda (ver Broadbent et al., 2008). A disposição das redes era realizada em possíveis corredores de voo dos morcegos.

Cada morcego capturado foi acondicionado em saco de contenção inicialmente e posteriormente triado, com a medição de medidas morfométricas (antebraço, tíbia, cabeça-corpo, cauda, orelha, folha nasal) com o uso de um paquímetro (300 mm, Resolução 0,01 mm, Ecotone Inc., Polônia), e medida a massa corporal com dinamômetros (50, 100 e 600 g Ecotone Inc., Polônia). Por fim, os morcegos eram identificados até o nível de espécie através de literatura específica (Lim e Engstrom, 2001; Gardner, 2007; López-Baucells et al., 2016; Diaz et al., 2016; Diaz et al., 2021). A coleta dos ectoparasitas dos morcegos

foi feita de forma manual com uso de pinça e vistoria do patágio e corpo, tanto dorsal como ventral. Os ectoparasitas de um morcego eram acondicionados em microtubos com álcool a 70% e devidamente identificados. Além disso, anotações quanto ao número de ectoparasitas coletados, região do morcego encontrada (patágio ou corpo) (Graciolli e Bianconi, 2007) eram realizadas na ficha de campo. Após isso, os morcegos foram fotografados e soltos no local de captura, com exceção de alguns espécimes testemunhos, que foram eutanasiados por aprofundamento de anestesia com isoflurano (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, EUA). Esses morcegos foram fixados em formol a 10% e colocados em álcool a 70% e estão mantidos na coleção científica do Instituto Federal de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda. A triagem das moscas ectoparasitas dos morcegos foi realizada em laboratório com uso de lupa estereoscópica e pinças. A identificação seguiu literatura específica (Guerrero, 1993; 1994a; 1994b; 1995; 1996) e consulta a especialistas.

Seguimos as recomendações das diretrizes da America Society of Mammalogists para o uso de animais selvagens em pesquisas, além das recomendações de manuseio de animais potencialmente infectados por hantavírus (Mills et al., 1995; Sikes e Gannon, 2011) e as orientações para redução dos riscos de transmissão do SARS-CoV-2 de humanos para morcegos (Moratelli et al., 2020).

Extração de métricas

Para avaliar os determinantes que explicam a composição das comunidades de ectoparasitas fizemos a extração de métricas diversas (coesao_floresta (coesão florestal), d_frag_floresta (densidade do fragmento florestal), prop_campestre (proporção de área campestre), prop_floresta (proporção de área de floresta), bioma, prop_agua (proporção da presença de água), prop_infra_urbana (proporção de infraestrutura urbana), agua_local_coleta (presença de água no local de coleta), n_focos_em_cinco (número de focos de incêndios nos últimos cinco anos), n_focos_ano_coleta (número de focos de incêndio no ano da coleta), focos_no_frag_em_cinco (número de focos de incêndios nos últimos cinco anos no fragmento

amostrado), focos_no_frag_ult_ano (número de focos de incêndios no último ano no fragmento amostrado), sazón (sazonalidade), d_borda_floresta (densidade da borda da floresta), forma_floresta (formato da floresta), prop_pastagem (proporção de pastagem), prop_nao_veg (proporção de não vegetação) e prop_agric (proporção de agricultura)), com uso de arquivos raster e cobertura do solo, com uso do Mapbiomas (www.mapbiomas.org). Os rasters têm números que distinguem os pixels que permitem classificação em classes. Usamos então QGIS e o programa R para converter os arquivos em coordenadas projetadas. Posteriormente recortamos os arquivos raster com uso de máscara vetorial de buffer com 2.000 m de raio, essa escolha se baseia em dados biológicos que preveem que essa seja à distância de deslocamento dos morcegos neotropicais dentro de sua área de vida (Trevelin et al., 2013). Depois fizemos leitura dos pontos de amostragens em formato shapefile (arquivo vetorial) com uso do pacote “rgdal”. O arquivo raster (arquivo matricial) do Mapbiomas foi feita através do pacote “raster”. Os buffers no entorno dos pontos de amostragens foram criados através do pacote “rgeos”. Por fim foi feito o cálculo das métricas da paisagem através do pacote SpatialEco.

Análise dos dados

Seleção das variáveis ambientais

Primeiramente foi realizado um modelo de dissimilaridade generalizado - GDM (veja detalhes abaixo) com todas variáveis ambientais (coesao_floresta, d_frag_floresta, prop_campestre, prop_floresta, bioma, prop_agua, prop_infra_urbana, agua_local_coleta, n_focos_em_cinco, n_focos_ano_coleta, focos_no_frag_em_cinco, focos_no_frag_ult_ano, sazón, d_borda_floresta, forma_floresta, prop_pastagem, prop_nao_veg e prop_agric) como preditoras e a comunidade de moscas ectoparasitas como variável resposta. Os modelos GDM não aceitam variáveis explicativas categóricas. Por isso, as variáveis bioma, sazonalidade e conectividade foram transformadas em valores numéricos inteiros seguindo a recomendação de Ferrier et al. (2007). As amostras de Amazônia, ecótono e Cerrado receberam valores de 2, 1 e 0, respectivamente. As amostras da estação seca receberam valor 0 e da

chuvosa 1. Por fim, amostras de fragmentos isolados receberam o valor 0 e de fragmentos conectados 1. Somente as variáveis preditoras que apresentaram valor de importância maior que cinco (coesão floresta e d_frag_floresta) foram incluídas na análise final (Tabela 1). A correlação entre as duas variáveis foi menor que 75% (Dormann et al., 2013). Visto que a resposta das comunidades de moscas ectoparasitas em relação ao bioma é um dos focos do estudo, esta variável foi incluída na análise final mesmo não apresentando valor de importância maior que cinco. A importância de cada variável preditora é calculada através da mudança na porcentagem do desvio explicado no modelo contendo a variável e a porcentagem do desvio explicado calculado por 1000 permutações do modelo sem a variável (Manion et al., 2022).

Tabela 1. Importância das variáveis ambientais e significância calculadas através de 1000 permutações dos modelos generalizados de dissimilaridade (GDM).

Variável	Importância	P
coesao_floresta	26.555	0.14
d_frag_floresta	5.572	0.36
prop_campestre	4.295	0.44
prop_floresta	3.866	0.43
Bioma	3.706	0.26
prop_agua	1.449	0.75
prop_infra_urbana	0.525	0.55
agua_local_coleta	0.022	0.41
n_focos_em_cinco	0	NA
n_focos_ano_coleta	0	NA
focos_no_frag_em_cinco	0	NA
focos_no_frag_ult_ano	0	NA
Sazon	0	NA
d_borda_floresta	0	NA
forma_floresta	0	NA
prop_pastagem	0	NA

prop_nao_veg	0	NA
prop_agric	0	NA
Conectado	0	NA

Modelo

Para analisar o efeito das variáveis ambientais selecionadas (veja acima), distância geográfica e composição de espécies de hospedeiros sobre a estrutura da comunidade de moscas ectoparasitas foi criado um modelo de dissimilaridade generalizado (sigla GDM, em inglês). O modelo GDM foi escolhido, pois, diferentemente dos modelos múltiplos de regressão (MRM), permite a correlação não linear entre variáveis (Ferrier et al., 2007). Estudo comparativo entre modelos GDM e modelos MRM encontrou resposta mais crível do primeiro quando analisado os fatores que influenciam as comunidades de pulgas ectoparasitas de pequenos mamíferos (Maestri et al., 2017).

A variável resposta do modelo foi à dissimilaridade das comunidades de moscas ectoparasitas de morcegos. Foi utilizado o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis tanto para comunidade de morcegos quanto para de moscas ectoparasitas (Magurran, 2004). A significância do modelo foi calculada através de 1000 permutações aleatórias do desvio explicado (Manion et al., 2022). A partição de variância foi calculada de acordo com Borcard et al. (1992) através da comparação das porcentagens de explicação dos modelos para cada variável independente e suas combinações possíveis. As análises foram realizadas no software R, versão 4.2.1 com auxílio dos pacotes “vegan” e “gdm” (Manion et al., 2022; Oksanen et al., 2022; R Core Team, 2022).

Resultados

As capturas de morcegos resultaram em 982 espécimes de 48 espécies. Em 24 dessas espécies (n = 425) de morcegos da família Phyllostomidae e Vespertilionidae obtivemos registros de pelo menos a infestação de uma espécie de mosca ectoparasita, somando-se ao todo 1.450 moscas ectoparasitas das famílias Nycteribiidae e Streblidae distribuídos em 33 espécies na paisagem de Amazônia, ecótono e Cerrado. As espécies de

morcegos mais abundantes que forneceram moscas ectoparasitas foram *Carollia brevicauda* (34,9%), *C. perspicillata* (24,1%) e *Phyllostomus discolor* (9,2%). Já entre as moscas ectoparasitas, as espécies *Trichobius joblingi* (55,6%), *T. dugesioides* (6,0%) e *T. costalimai* (6,0%) registraram a maior abundância. As espécies de morcegos tiveram de 1 a 9 espécies de moscas ectoparasitas associadas. Já a variação de números de moscas por biomas ficou entre 447 (ecótono) a 515 (Cerrado). A riqueza de espécies de moscas entre os biomas variaram de 22 (ecótono) a 25 (Amazônia), com espécies com registros únicos na Amazônia (*Strebla christinae*, *S. consocia*, *S. machadoi*, *S. wiedemanni*, *Trichobius dugesii*, *T. sp* (grupo longipes), *T. sp* (grupo parasiticus complex), ecótono (*Pseudostrebla riberoi* e *Trichobius johnsonae*) e Cerrado (*Paradyschiria parvula*, *Stizostrebla longirostris*, *Strebla hertigi*, *S. mirabilis*, *Trichobioides perspicillatus*, *Trichobius costalimai*, *T. longipes* e *T. parasiticus*). Em relação ao remanescente florestal, algumas espécies de moscas ectoparasitas tiveram ocorrência somente em remanescentes isolados (*Paradyschiria parvula*, *Pseudostrebla riberoi*, *Stizostrebla longirostris*, *S. christinae*, *Strebla wiedemanni*, *Trichobius longipes*, *T. parasiticus*, *Trichobius sp* (grupo longipes) e *T. uniformis*) enquanto outras espécies foram registradas apenas em remanescentes conectados (*Strebla consocia*, *S. machadoi*, *S. mirabilis*, *Trichobius caecus*, *T. dugesii*, *T. johnsonae*, *T. sp.* (parasiticus complex) e *T. tiptoni*) (Tabela 2).

Tabela 2. Número de moscas ectoparasitas coletadas de morcegos distribuídos em escala de paisagens na Amazônia, ecótono e Cerrado. Legenda: Exam- examinado; Infest (%)= porcentagem de morcegos infestados em relação aos examinados; Amaz= Amazônia; Ecot= ecótono; Cerr= Cerrado; Conec= Conectado; Isol= Isolado; Total= de moscas ectoparasitas nos biomas; %= abundância relativa de moscas em relação a total de moscas ectoparasitas registradas.

Espécie morcego	Exam	Infest (%)	Espécie Ectoparasita	Amaz	Ecot	Cerr	Conec	Isol	Total	%
<i>Artibeus lituratus</i>	60	11,67	<i>Megistopoda aranea</i>	1				1	1	0,07
			<i>Strebla hertigi</i>			1		1	1	0,07
			<i>Trichobioides perspicillatus</i>			3		3	3	0,21
			<i>Trichobius costalimai</i>			11		11	11	0,76
			<i>Trichobius dugesioides</i>			1		1	1	0,07
			<i>Trichobius joblingi</i>			7		7	7	0,48
<i>Artibeus obscurus</i>	17	5,88	<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>	5				5	5	0,34
<i>Artibeus planirostris</i>	100	31,00	<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>	4	4	4	10	2	12	0,83
			<i>Megistopoda aranea</i>	4	1	25	15	15	30	2,07
			<i>Trichobius joblingi</i>		6	5	6	5	11	0,76
<i>Carollia benkeithi</i>	7	42,86	<i>Speiseria ambigua</i>		1			1	1	0,07
			<i>Trichobius joblingi</i>	4	7		2	9	11	0,76
<i>Carollia brevicauda</i>	262	60,31	<i>Aspidoptera phyllostomatis</i>		5		5		5	0,34
			<i>Aspidoptera falcata</i>		3		3		3	0,21
			<i>Megistopoda próxima</i>		5		2	3	5	0,34
			<i>Speiseria ambigua</i>		8	1	9		9	0,62
			<i>Speiseria peytonae</i>	18	13	4	23	12	35	2,41
			<i>Strebla guajiro</i>	3	8	8	14	5	19	1,31
			<i>Strebla sp.</i>	1	1		1	1	2	0,14
			<i>Trichobius costalimai</i>			3		3	3	0,21
			<i>Trichobius joblingi</i>	224	155	46	232	193	425	29,31

<i>Carollia perspicillata</i>	244	53,28	<i>Aspidoptera falcata</i>		7		7		7	0,48
			<i>Speiseria ambigua</i>	14	19	6	21	18	39	2,69
			<i>Speiseria peytonae</i>		3		3		3	0,21
			<i>Strebla guajiro</i>	2	2	2	4	2	6	0,41
			<i>Trichobioides perspicillatus</i>			6		6	6	0,41
			<i>Trichobius costalimai</i>			4		4	4	0,28
			<i>Trichobius joblingi</i>	70	108	105	203	80	283	19,52
			<i>Trichobius johnsonae</i>		1		1		1	0,07
			<i>Trichobius tiptoni</i>		1		1		1	0,07
<i>Desmodus rotundus</i>	4	50,00	<i>Trichobius parasiticus</i>			2		2	2	0,14
			<i>Trichobius tiptoni</i>			7	7		7	0,48
<i>Eptesicus furinalis</i>	9	22,22	<i>Basilica carteri</i>			4		4	4	0,28
<i>Gardnerycteris crenulatum</i>	8	12,50	<i>Trichobius joblingi</i>	7				7	7	0,48
<i>Glossophaga soricina</i>	79	16,46	<i>Paradyschiria parvula</i>			21		21	21	1,45
			<i>Strebla guajiro</i>	4	1		5		5	0,34
			<i>Trichobius dugesii</i>	1			1		1	0,07
			<i>Trichobius joblingi</i>	1	12	3	10	6	16	1,10
			<i>Trichobius uniformis</i>	1	2			3	3	0,21
<i>Lophostoma carrikeri</i>	1	100,00	<i>Mastoptera minuta</i>			3		3	3	0,21
			<i>Stizostrebla longirostris</i>			1		1	1	0,07
<i>Lophostoma silvícola</i>	16	56,25	<i>Mastoptera minuta</i>	5	7	14	8	18	26	1,79
			<i>Pseudostrebla riberoi</i>		3			3	3	0,21
			<i>Trichobius silvicolae</i>	1	4		1	4	5	0,34
<i>Micronycteris minuta</i>	2	100,00	<i>Strebla machadoi</i>	1			1		1	0,07
			<i>Trichobius sp. (parasiticus complex)</i>	6			6		6	0,41
<i>Myotis nigricans</i>	3	33,33	<i>Basilica carteri</i>			1	1		1	0,07
<i>Phylloderma stenops</i>	2	100,00	<i>Strebla christinae</i>	3				3	3	0,21

			<i>Strebla wiedemannii</i>	4			4	4	0,28
<i>Phyllostomus discolor</i>	12	91,67	<i>Strebla hertigi</i>		2	2		2	0,14
			<i>Trichobioides perspicillatus</i>		60	55	5	60	4,14
			<i>Trichobius costalimai</i>		69	50	19	69	4,76
			<i>Trichobius joblingi</i>		3		3	3	0,21
<i>Phyllostomus elongatus</i>	3	100,00	<i>Mastoptera minuta</i>	3		1	2	3	0,21
			<i>Strebla consocia</i>	10		10		10	0,69
			<i>Trichobius joblingi</i>	30		30		30	2,07
			<i>Trichobius silvicolae</i>	1			1	1	0,07
			<i>Trichobius sp (grupo longipes)</i>	8			8	8	0,55
<i>Phyllostomus hastatus</i>	3	33,33	<i>Trichobius longipes</i>		1		1	1	0,07
<i>Platyrrhinus fusciventris</i>	14	14,29	<i>Trichobius joblingi</i>		1		1	1	0,07
<i>Pteronotus parnelli</i>	3	66,67	<i>Trichobius caecus</i>	3	1	4		4	0,28
<i>Sturnira lilium</i>	61	54,10	<i>Aspidoptera falcata</i>	9	13	14	8	22	1,52
			<i>Mastoptera minuta</i>		11		11	11	0,76
			<i>Megistopoda aranea</i>	2		1	1	2	0,14
			<i>Megistopoda próxima</i>	18	17	1	25	11	36
			<i>Pseudostrebla riberoi</i>		3		3	3	0,21
			<i>Trichobius joblingi</i>		9	9		9	0,62
<i>Sturnira tildae</i>	1	100,00	<i>Aspidoptera falcata</i>		5	5		5	0,34
<i>Trachops cirrhosus</i>	9	88,89	<i>Strebla mirabilis</i>	9	1	1	9	10	0,69
			<i>Trichobius dugesioides</i>	9	78	86	1	87	6,00
<i>Uroderma magnirostrum</i>	6	16,67	<i>Trichobius joblingi</i>	4			4	4	0,28
Total	926			490	445	515	901	549	1450
									100,00

A estrutura da comunidade de moscas ectoparasitas é fortemente influenciada pela composição de hospedeiros encontrada na paisagem amostrada (% desvio explicado= 48.72). A coesão florestal também influencia, em menor grau, a composição das moscas ectoparasitas, já as outras variáveis poucas explicaram a composição das moscas dos morcegos (Tabela 3).

Tabela 3. Determinantes explicativas do modelo generalizado de dissimilaridade (GDM) da composição de espécies de moscas ectoparasitas de morcegos.

		I – Spline			Importância da variável
		1	2	3	
% desvio explicado	48.72				
Desvio do GDM	39.52				
Desvio nulo	77.06				
Intercepto	0.28				
Predictors					
Distância geográfica		0.000	0.000	0.000	0.000
Coesão florestal		1.674	0.000	0.000	10.224
d_frag_floresta		0.000	0.022	0.000	0.215
Bioma		0.122	0.000	0.000	0.669
Composição de hospedeiros		0.000	0.000	1.550	55.165
Total		1.796	0.022	1.550	-

Entre as variáveis ambientais, a coesão florestal em conjunto com a composição de hospedeiros são a que tem mais influência sobre a composição das comunidades de moscas ectoparasitas dos morcegos (Figura 2).

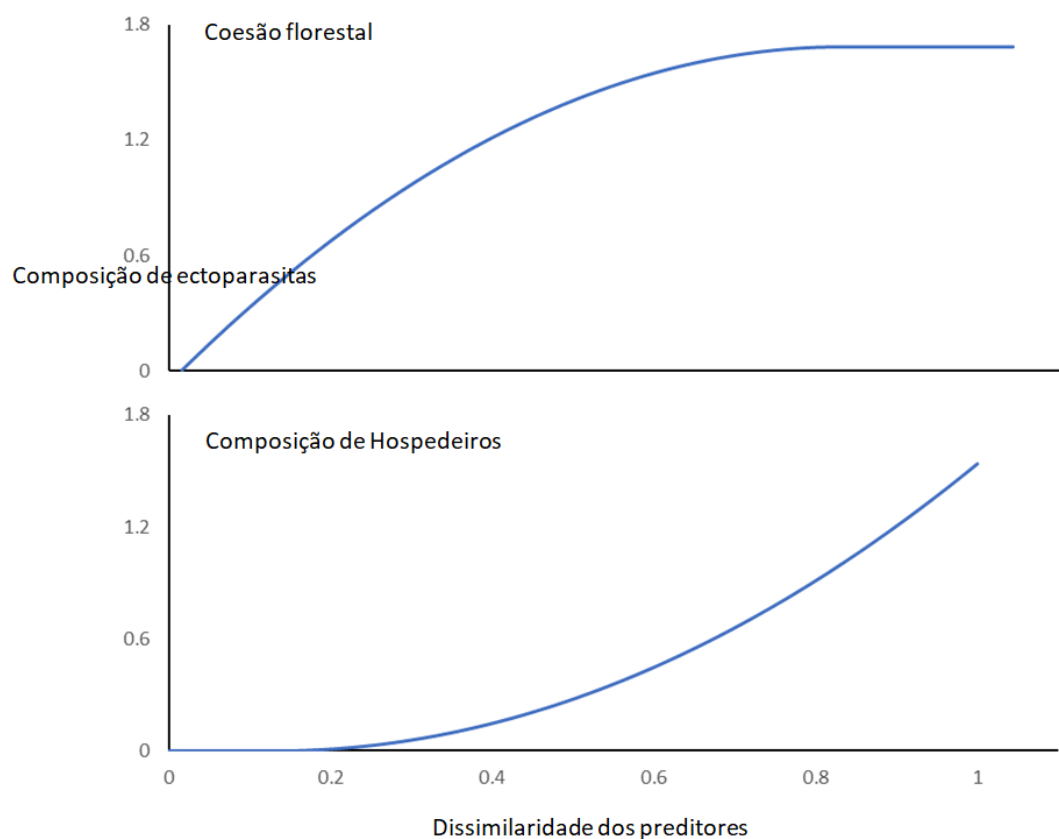


Figura 2. Relação entre a dissimilaridade dos variáveis preditoras e os valores ajustados da distância ecológica (composição de moscas ectoparasitas) calculado pelo modelo generalizado de dissimilaridade (GDM).

Quando analisamos a partição da contribuição destas, reafirmamos que a composição de espécies hospedeiras tem maior influência sobre a composição de moscas ectoparasitas, seguida pela soma das variáveis ambientais. Já associando essas variáveis, com a soma da composição de espécies de hospedeiros e as variáveis ambientais, ela melhor explica, diferente das outras associações, que pouco explicam a composição de espécies de moscas ectoparasitas de morcegos (Tabela 4).

Tabela 4. Partição de variância das variáveis preditoras da composição de espécies de moscas ectoparasitas de morcegos. A = Composição de espécies de hospedeiros, B = Distância geográfica, C = Variáveis ambientais.

Variável	Porcentagem explicação
A	27.4
B	<0.001
C	7.0
A + B	<0.001
A + C	14.5
B + C	0.02
A + B + C	0.1

Discussão

A diversidade e abundância de moscas ectoparasitas encontradas para a paisagem amostrada superam outros estudos que inventariaram espécies de moscas de ectoparasitas no conjunto geral, porém olhando para fitofisionomia (Amazônia e Cerrado) de forma isolada, se tornam semelhantes quando comparados para os biomas (Santos et al., 2013; Barbier et al., 2016; Aguiar e Antonini, 2016; Urbietta et al., 2020; Palheta et al., 2020). Ressaltamos também que nossos resultados revelam dados para a região de ecótono entre os biomas Amazônia e Cerrado, que é uma área sensível aos processos de fragmentação que sofrem constantes avanços com as ações humanas do uso da terra (Marques et al., 2020), e não possuíam até então estudos com enfoque em moscas de morcegos. Outro ponto a se analisar, é que em nosso estudo focamos em ambientes alterados pelas ações do uso da terra, diferentemente de estudos com moscas de morcegos em áreas conservadas, que tendem a revelar maior diversidade (Hrycyna et al., 2019). Nossos resultados também revelam a disparidade entre o número de registros de interação das espécies de moscas ectoparasitas com os morcegos, como exemplo a espécie de mosca *Trichobius joblingi* (presente em 50% das espécies de morcegos) em comparação com outras espécies de moscas que tiveram abaixo de duas interações (67,6%). Esse predomínio da mosca *T. joblingi* já foi observado em outros estudos (ex. Barbier e Graciolli, 2016), e a

explicação pode estar associada às especificidades do parasita e hospedeiro ou as variáveis ambientais (Ericksson et al., 2020).

As moscas da família Streblidae foram predominantes em nosso estudo, com apenas um registro da família Nycteriibidae (*Basilia carteri*), como observado em outros estudos (Santos et al., 2013). O alto número da família Streblidae está associado a sua distribuição, uma vez que são mais diversas nos neotrópicos (Haelewaters et al., 2018) e possuem específica associação com os morcegos da família Phyllostomidae (Wenzel et al., 1966; Wenzel, 1976), como também observamos. Diferente, a família Nycteriibidae é mais diversificada no hemisfério oriental (Haelewaters et al., 2018) e sua associação inclui outras famílias de morcegos, como a família Vespertilionidae que observamos em nosso estudo, com o registro da mosca na espécie de morcego *Eptesicus furinalis* já relatada por outros estudos também (Urbietta et al., 2018). Destacamos também o registro da espécie de mosca *Stizostrebla longirostris*, que no Brasil tinha registros somente para o Cerrado do Maranhão (Diaz et al., 2009; Santos et al., 2013) e um outro no estado de Rio de Janeiro (Guerrero, 1995), o que torna nosso registro o primeiro para o Cerrado mais ao sul do país.

A determinante composição de hospedeiros que observamos influenciando em maior escala a composição das comunidades de moscas ectoparasitas reflete as interações interespecíficas entre essas espécies. As moscas de morcegos (Diptera: Nycteriibidae e Streblidae) possuem essas características, pois passam a maior parte de suas vidas sobre os hospedeiros, e podem morrer em poucas horas caso sejam separadas (Dittmar et al., 2015). Muitas dessas moscas são intimamente ligadas a apenas uma única espécie de morcego, assim como os morcegos possuem geralmente poucas espécies diferentes de moscas associadas (Wenzel et al., 1966; Wenzel, 1976; Dick e Gettlinger, 2005), como observamos em nosso estudo também. Um estudo de revisão de artigos publicados encontrou também essa relação do papel da influência dos hospedeiros sobre a composição de moscas de morcegos (Ericksson et al., 2020), já uma ampla pesquisa com morcegos no Panamá reforça a alta especificidade entre as moscas e os morcegos (Hiller et al.,

2021). Alguns estudos com moscas de morcegos em escalas locais também associam a maior influência da determinante variável composição das espécies de hospedeiros explicando a diversidade de moscas dos morcegos (Hernández-Martínez et al., 2018).

A menor explicação da determinante variável ambiental não descarta sua influência na composição das comunidades de moscas dos morcegos, uma vez que se trata de fatores múltiplos, que necessitam de investigações mais profundas para denotar sua relevância. Exemplo disso é um estudo com pulgas em roedores, que identificou variáveis ambientais relacionadas à temperatura do ar e a rotatividade de hospedeiros como determinantes da composição dos parasitas (Maestri et al., 2017). Resultado semelhante também foi observado em outro estudo com moscas de morcegos, porém a variável ambiental que mais influenciaram foi à precipitação anual e a sazonalidade da temperatura (Ericksson et al., 2020). Diferentemente, outro estudo com desenho amostral semelhante ao nosso, que buscou avaliar a região nordeste do país, na transição do bioma Caatinga para a Mata Atlântica não encontrou influências da chuva na prevalência e intensidade média e abundância média de moscas ectoparasitas dos morcegos (Barbier et al., 2019).

Nossos resultados mostram maior abundância de moscas ectoparasitas ($n = 908$) nos remanescentes conectados em comparação aos isolados ($n = 549$), porém, a riqueza dos conectados ($n = 26$) é menor que o dos isolados ($n = 27$), o que pode estar associado à composição dos hospedeiros que explicaria a semelhança da riqueza de moscas entre os remanescentes. Sugerimos que a variável ambiental de maior influência observada, à coesão florestal, que se refere às ligações entre os remanescentes florestais amostrados, pode indicar a importância dessa variável na composição das comunidades de ectoparasitas, uma vez, que ambientes florestais conectados podem possuir melhor estrutura ecológica, que consequentemente permite maior diversidade de morcegos e de suas moscas ectoparasitas, como já observado em outros estudos (Pilosof et al., 2012; Frank et al., 2016; Ramalho et al., 2018).

A determinante distância geográfica muito pouco explicou a composição das comunidades de moscas ectoparasitas dos morcegos. A compilação de

Ericksson et al. (2020) também não encontrou essa relação. Alguns estudos identificaram a distância geográfica como uma escala relevante para a composição de comunidade de morcegos (Stevens et al., 2007; López-González et al., 2015; Varzinczak et al., 2018), porém, considerando nosso estudo em uma ampla escala geográfica dessa interação entre morcegos e suas moscas, é necessário voltar-se para interpretação das estratégias de associação, dispersão e mobilidade das moscas ectoparasitas como fator primordial para o resultado encontrado. Isso pode estar associado ao efeito hospedeiro, que correlaciona no nosso caso a riqueza de espécies de morcegos com as das moscas ectoparasitas, que é comumente observado em associações entre hospedeiro-parasita (Kamiya et al., 2014). Outro ponto importante a destacar é a mobilidade dos próprios hospedeiros, pois morcegos usam o voo para o deslocamento, com grandes distâncias percorridas e poucas espécies endêmicas a determinadas regiões nos biomas brasileiros (Nogueira et al., 2014; Esbérard et al., 2017). O mesmo se aplica para a determinante bioma, como também observado por Falcão et al. (2022) entre os biomas caatinga e Cerrado, que não encontraram forte influência das fitofisionomias em análises sobre redes de interações entre morcegos-ectoparasitas.

A partição das variáveis deixa claro que nosso estudo revela que a determinante composição de hospedeiros e a variável ambiental, com ênfase da coesão florestal determinam a composição de moscas ectoparasitas nos morcegos na região amostrada. Isso reforça a importância de estudos em escala de paisagem envolvendo diferentes fitofisionomias e suas zonas ecotonais para compreensão de como as espécies de morcegos e suas associações parasitárias se distribuem pelos ambientes (Peixoto et al., 2018; Ericksson et al., 2020).

Conclusões

A ampla diversidade de moscas ectoparasitas encontradas sobre morcegos em nosso estudo em zonas fragmentadas reforçam a importância de estudos em escala de paisagem para compreensão de padrões de interação e

efeitos que determinam a composição desses ectoparasitas. A determinante composição de hospedeiros se destaca como a explicação para a composição de moscas ectoparasitas na paisagem amostrada, o que pode estar associado à especificidade da relação hospedeiro-parasita. A pouca explicação das variáveis ambientais e quase nada da distância geográfica e bioma podem estar associadas às características específicas dos morcegos e sua estrutura morfo-ecológica. Estudos de morcegos e suas interações em paisagem neotropicais sensíveis aos processos de fragmentação são fundamentais para compreensão de padrões e estratégias de conservação da estabilidade ecológica dessas espécies.

Referências

- Abundes-Gallegos J, Salas-Rojas M, Galvez-Romero G, Perea-Martínez L, Obregón-Morales CY, Morales-Malacara JB, Chomel BB, Stuckey MJ, Moreno-Sandoval H, García-Baltazar A, Noguera-Torres B, Zuñiga G, Aguilar-Setién A (2018) Detection of dengue virus in bat flies (Diptera: Streblidae) of common vampire bats, *Desmodus rotundus*, in Progreso, Hidalgo, Mexico. Vector-Borne and Zoonotic Diseases 18 (1). <https://doi.org/10.1089/vbz.2017.2163>
- Aguilar LMS, Antonini Y (2016) Prevalence and intensity of Streblidae in bats from a Neotropical savanna region in Brazil. Folia Parasitologica 63 (24): 2-8. <https://doi.org/10.14411/fp.2016.024>
- Barbier E, Gracioli G (2016) Community of bat flies (Streblidae and Nycteribiidae) on bats in the Cerrado of Central-West Brazil: hosts, aggregation, prevalence, infestation intensity, and infracommunities. Studies on Neotropical Fauna and Environment 51 (3): 176-187. <https://doi.org/10.1080/01650521.2016.1215042>
- Barbier E, Prado-Neto JG, Bernard E (2016) Registros de moscas-morcego (Diptera: Nycteribiidae e Streblidae) no semiárido Caatinga no estado da Paraíba, nordeste do Brasil. Neotrop Entomol 45:740-745. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0432-8>
- Barbier E, Gracioli G, Bernard E (2019) Structure and composition of Nycteribiidae and Streblidae flies on bats along an environmental gradient in

northeastern Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 97 (5): 409–418.
<https://doi.org/10.1139/cjz-2018-0098>

Bernard E, Machado RB, Aguiar LMS (2011) Discovering the brazilian bat fauna: a task for two centuries? *Mammal Review* 41 (1): 23-39.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x>

Bezerra RHS, Vasconcelos PF, Bocchiglieri A (2016) Ectoparasitas de morcegos (Mamíferos: Chiroptera) em fragmentos de mata atlântica no nordeste do Brasil. *Parasitol Res* 10:3759-3765. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5137-8>

Borcard D, Legendre P, Drapeau P (1992) Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73:1045–1055. <https://doi.org/10.2307/1940179>

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/10.106/j.biocon.2008.04.024>

Dáttilo W, Barrozo-Chávez N, Lira-Noriega A, Guevara R, Villalobos F, Santiago-Alarcon D, Neves FS, Izzo T, Ribeiro SP (2020) Specie-level drivers of mammalian ectoparasite faunas. *Journal of Animal Ecology* 89 (8): 1754-1765. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13216>

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.

Diaz PA, Santos CLC, Rodrigues FS, Rosa LC, Lobato KS, Rebêlo MM (2009) Espécies de moscas ectoparasitas (Diptera, Hippoboscoidea) de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no estado de Maranhão. *Revista Brasileira de Entomologia* 53 (1): 128-133.

- Dick CW, Gettinger D. (2005). A faunal survey of streblid flies (Diptera: Streblidae) associated with bats in Paraguay. *Journal of Parasitology*, 91, 1015– 1024. <https://doi.org/10.1645/GE-536R.1>
- Dick CW, Dittmar K (2013) Parasitic bat flies (Diptera: Streblidae and Nycteribiidae): host specificity and potential as vectors. In: KLIMPEL, S.; MEHLHORN, H. (eds) *as Vectors of Diseases and Parasites. Parasitology Research Monographs*, vol. 5. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39333-4_6
- Dittmar K, Morse SF, Dick CW, Patterson BD (2015). Bat fly evolution from the Eocene to the present (Hippoboscoidea, Streblidae and Nycteribiidae). In S. Morand, B. R. Krasnov, & D. T. J. Littlewood (Eds.), *Parasite diversity and diversification: Evolutionary ecology meets phylogenetics* (pp. 246– 264). Cambridge: Cambridge University Press.
- Dormann CF, Elith J, Bacher S, et al (2013) Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography* 36:27–46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>
- Eriksson A, Gracioli G, Fischer E (2011) Morcego voa sobre hospedeiros filostomídeos na região do Cerrado: comunidade componente, prevalência e intensidade do parasitismo. *Mem I Oswaldo Cruz* 106:274-278. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762011000300004>
- Ericksson A, Doherty J-F, Fischer E, Gracioli G, Poulin R (2020) Hosts and environment overshadow spatial distance as drivers of bat fly species composition in the Neotropics. *Journal of Biogeography* 47 (3): 736-747. <https://doi.org/10.1111/jbi.13757>
- Esbérard CEL, Godoy MSM, Renovato L, Carvalho WD (2017) Novel long-distance movements by Neotropical bats (Mammalia: Chiroptera: Phyllostomidae) evidenced by recaptures in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 52 (1): 75-80. <https://doi.org/10.1080/01650521.2016.1273751>
- Falcão DLA, Araújo, WS, Leite LO, Fagundes M, Espírito-Santo MM, Zazá-Borges MA, Vasconcelos P, Fernandes GW, Paglia A (2022) Network structure of bat-ectoparasitic interactions in tropical dry forests at two different regions in

Brazil. *Acta Chiropterologica* 24 (1): 239-248.
<https://doi.org/10.3161/15081109ACC2022.24.1.019>

Fearnside PM (2005) Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. *Conserv Biol* 19: 680-688. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>

Ferrier S, Manion G, Elith J, Richardson K (2007) Using generalized dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. *Diversity and Distributions* 13:252–264.
<https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00341.x>

Frank HK, Mendenhall CD, Judson SD, Daily GC, Hadly EA (2016) Anthropogenic impacts on Costa Rican bat parasitism are sex specific. *Ecology and Evolution* 6 (14): 4898–4909. <https://doi.org/10.1002/ece3.2245>

Garbino GST, Gregorin R, Lima IP, Loureiro L, Moras LM, Moratelli R, Nogueira MR, Pavan AC, Tavares VC, Peracchi AL (2020) Update checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil – CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). <https://www.sbeq.net/lista-de-especies> acessado em: 07 setembro de 2022.

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

Gomez MDV, Shimabukuro Y, Grecchi R, Simonetti D, Eva HD, Achard F (2015) A long-term perspective on deforestation rates in the Brazilian Amazon. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XL-7/W3: 539-544. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-539-2015>

Graciolli G, Bianconi GV (2007) Moscas ectoparasitas (Díptera, Strebiidae e Nycteribiidae) em morcegos (Mammalia, Chiroptera) em área de Floresta com Araucária no estado do Paraná, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (1): 246-249.

Guerrero R (1993) Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murciélagos (Mamíferos: Chiroptera) del Nuevo Mundo. I. Clave para los géneros y Nycterophiliinae. *Acta Biol Venez* 14: 61-75.

Guerrero R (1994a) Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murcielagos (Mamíferos: Chiroptera) del Nuevo Mundo. IV. Trichobiinae com alas desarrolladas. Bol Entomol Venez 9: 161-192.

Guerrero R (1994b) Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murcielagos (Mamíferos: Chiroptera) del Nuevo Mundo. II. Los grupos: *pallidus*, *caecus*, *major*, *uniformis* y *longipes* del género *Trochobius* Gervais, 1844. Acta Biol Venez 15: 1-18.

Guerrero R (1995) Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murcielagos (Mamíferos: Chiroptera) del Nuevo Mundo. IV. Trichobiinae com alas reducidas o ausentes y miscelaneos. Bol Entomol Venez 10: 135-160.

Guerrero R (1996) Catalogo de los Streblidae (Diptera: Pupipara) parasitos de murcielagos (Mamíferos: Chiroptera) del Nuevo Mundo. VI. Streblinae. Acta Biol Venez 16: 1-26.

Hrycyna G, Martins ACM, Graciolli G (2019) Infracommunities of bat flies (Diptera: Streblidae and Nycteribiidae) of bats (Mammalia: Chiroptera) in three conservation units in the State of Amapá, Brazil. Biota Neotropical 19 (4). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2018-0715>

Haelewaters D, Hiller T, Dick CW (2018) Bats, bat flies, and fungi: a case of hyperparasitism. Trends in Parasitology 34: 784– 799.

Hernández-Martínez J, Morales-Malacara JB, Alvarez-Añorve MY, Amador-Hernández S, Oyama K, Avila-Cabadilla LD (2018) Drivers potentially influencing host–bat fly interactions in anthropogenic neotropical landscapes at different spatial scales. Parasitology 146 (1): 1–15. <https://doi.org/10.1017/S0031182018000732>

Hiller T, Vollstädt, MGR, Brändel SD, Page RA, Tschapka M (2021) Bat-bat fly interactions in Central Panama: host traits relate to modularity in a highly specialised network. Insect Conservation and Diversity 14 (5): 686-699. <https://doi.org/10.1111/icad.12508>

Judson SD, Frank HK, Hadly EA (2015) Bartonellae are prevalent and diverse in Costa Rican bats and bat flies. Zoonoses 62 (8): 609-617. <https://doi.org/10.1111/zph.12188>

- Júnior LF, Walter SD, Luiz ADF (2020) Structure of the interaction networks between bats (Mammalia: Chiroptera) and ectoparasite flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) on a latitudinal gradient. *Acta Chiropterologica* 22 (1): 187-196. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2020.22.1.018>
- Kamiya T, O'Dwyer K, Nakagawa S, Poulin R (2014) Host diversity drives parasite diversity: Meta-analytical insights into patterns and causal mechanisms. *Ecography* 37 (7): 689–697. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00571.x>
- Kunz T, Torrez E, Bauer D, Lobova T, Fleming T (2011) Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223 (1): 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- Lathuillière MJ, Coe MT, Johnson MS (2016) A review of green-and blue-water resources and their trade-offs for future agricultural production in the amazona basin: What could irrigated agriculture mean for Amazonia? *Hydrology and Earth System Sciences* 20 (6): 2179-2194. <https://doi.org/10.5194/hess-20-2179-2016>
- Lim BK, Engstrom MD (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>
- López-Baucells A, Rocha R, Bobrowiec PED, Bernard E, Palmeirim JM, Meyer CFJ (2016) Field guide to Amazonian Bats. Manaus: Editora INPA. 168 p.
- López-González C, Presley SJ, Lozano A, Stevens RD, Higgins CL (2015) Ecological biogeography of Mexican bats: The relative contributions of habitat heterogeneity, beta diversity, and environmental gradients to species richness and composition patterns. *Ecography* 38(3): 261–272. <https://doi.org/10.1111/ecog.00813>
- Lourenço EC, Almeida JC, Famadas KM (2016) Riqueza de moscas ectoparasíticas (Diptera: Streblidae) de morcegos (Chiroptera) – revisão sistemática e meta-análise de estudos no Brasil. *Parasitol Res* 115:4379-4388. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5223-y>

- Maestri R, Shenbrot GI, Krasnov BR (2017) Parasite beta diversity, host beta diversity and environment: application of two approaches to reveal patterns of flea species turnover in Mongolia. *Journal of Biogeography* 44:1880–1890. <https://doi.org/10.1111/jbi.13025>
- Magurran AE (2004) Measuring biological diversity. Blackwell Science, Oxford
- Manion G, Lisk M, Ferrier S, et al (2022) gdm: generalized dissimilarity modeling. R package version 1.5.07
- Marques EQ, Marimon-Junior BH, Marimon BS, Matricardi EAT, Mews HÁ, Colli GR (2020) Redefining the Cerrado-Amazonia transition: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 29: 1501-1517. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01720-z>
- Marshall AG (1982) Ecologia de insetos parasitas em morcegos. In: Kunz TH (ed) *Ecologia de morcegos*. Plenum Press, Nova Iorque, pp 69-401
- Mills JN, Yates TL, Childs JE, Parmenter RR, Ksiazek TG, Rollin PE, Peters CJ (1995) Guidelines for Working with Rodents potentially infected with Hantavirus. *Journal of Mammology* 76 (3): 716-722. <https://doi.org/10.2307/1382742>
- Moratelli R, Kuzzel MAA, Costa-Neto SF, Novaes RLM, Almeida B, Veríssimo I, Pilatti P, Cláudio VC (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. SBEQ – Sociedade Brasileira para o estudo de Quirópteros.
- Nogueira MR, Lima IP, Moratelli R, Tavares VC, Gregorin R, Peracchi AL (2014) Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10: 808-821.
- Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, et al (2022) vegan: community ecology package. R package version 2.6-2
- Palheta LR, Urbietta GL, Brasil LS, Dias-Silva K, Da Silva JB, Graciolli G, Aguiar LMS, Vieira TB (2020) The effect of urbanization on bats and communities of bat flies (Diptera: Nycteribiidae and Streblidae) in the Amazon, northern Brazil. *Acta Chiropterologica* 22 (2): 403-416. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2020.22.2.014>

- Patterson BD, Dick CW, Dittmar K (2007) Roosting habits of bats affect their parasitism by bat flies (Diptera: Streblidae). *J Trop Ecol* 23: 177-189. [https://doi.org/ 10.1017/S0266467406003816](https://doi.org/10.1017/S0266467406003816)
- Peixoto FP, Braga PHP, Mendes P (2018) A synthesis of ecological and evolutionary determinants of bat diversity across spatial scales. *BMC Ecology* 18. <https://doi.org/10.1186/s12898-018-0174-z>
- Pilosof S, Dick CW, Korine C, Patterson BD, Krasnov BR (2012). Effects of anthropogenic disturbance and climate on patterns of bat fly parasitism. *PLoS ONE* 7 (7): e41487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041487>
- Poinar G, Brown A (2012) O primeiro fóssil streblid batfly, *Enischnomyi astegosoma* n. G., n. Sp. (Diptera: Hippoboscoidea: Streblidae). *Syst Parasitol* 81:79-86. <https://doi.org/10.1007/s11230-011-9339-2>
- R Core Team (2022) R 4.2.1: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R foundation for statistical computing. Retrieved from: <http://www.R-project.org>.
- Ramalho DF, Gracioli G, Aguiar LMS (2018) Bat fly (Diptera: Streblidae) parasitism in degraded and preserved areas in a Neotropical savanna. *Mastozoologia neotropical* 25 (1): 1666-0536.
- Ramírez-fráncel LA, García-Herrera LV, Losada-Prado S, Reinoso-Flórez G, Sánchez-Hernández A, Estrada-Villegas, Lim BK, Guevara G (2022) Bats and their vital ecosystem services: a global review. *Integrative Zoology* 17 (1): 2-23. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12552>
- Sabino-Santos G, Ferreira FF, Silva DJF, Machado DM, Silva SG, Bernardo CSS, Filho MS, Levi T, Figueiredo LTM, Peres CA, Bronzoni RVM, Canale GR (2020) Hantavirus antibodies among phyllostomid bats from the arc of deforestation in southern Amazonia, Brazil. *Transboundary and Emerging Diseases* 67 (3): 1045-1051. <https://doi.org/10.1111/tbed.13442>
- Santos FGA, Calouro AM, Souza SF, Lague BM, Marciente R, Faustino CL, Santos GJL, Cunha AO (2012) Ectoparasitismo em uma Assembleia de morcegos em um fragmento florestal no estado do Acre, Brasil. *Acta Veterinaria Brasilica* 6 (3): 211-218.

- Santos CLC, Pereira ACN, Bastos VJC, Graciolli G, Rebêlo JMM (2013) Parasitism of ectoparasitic flies on bats in the northern Brazilian cerrado. *Acta Parasitologica* 58 (2): 207-214. <https://doi.org/10.2478/s11686-013-0135-9>
- Sikes RS, Gannon WL (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>
- Soares FAM, Graciolli G, Alcântara DMC, Ribeiro AEBP, Valença GC, Ferrari SF (2013) Bat voa (Diptera: Streblidae) ectoparasitas de morcegos em um sítio de mata atlântica no nordeste do Brasil. *Biota Neotrop* 13:242-246. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000200024>
- Stevens RD, López-González C, Presley SJ (2007) Geographical ecology of Paraguayan bats: Spatial integration and metacommunity structure of interacting assemblages. *Journal of Animal Ecology* 76(6): 1086–1093. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2007.01288.x>
- Trevelin LC, Silveira M, Port-Carvalho M, Homem DH, Cruz-Neto AP (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>
- Urbietta GL, Torres JM, Carvalho dos Anjos EA, Espínola CCM, Graciolli G (2018) Parasitism of bat flies (Nycteribiidae and Streblidae) on bats in Urban environments: lower prevalence, infracommunities, and specificity. *Acta Chiropterologica* 20 (2): 511-518. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2018.20.2.021>
- Urbietta GL, Graciolli G, Vizentin-Bugoni J (2020) Modularity and specialization in bat-fly interaction networks are remarkably consistent across patches within urbanized landscapes and spatial scales. *Current Zoology* zoaa072. <https://doi.org/10.1093/cz/zoaa072>
- Varzinczak LH, Lima CS, Moura MO, Passos FC (2018) Relative influence of spatial over environmental and historical processes on the taxonomic and phylogenetic beta diversity of Neotropica phyllostomid bat assemblages. *Journal of Biogeography* 45 (3): 617– 627. <https://doi.org/10.1111/jbi.13150>

Vasconcelos PF, Falcão LAD, Graciolli G, Borges MAZ (2016) Interações parasitas de moscas-morcego (Diptera: Hippoboscoidea) em florestas tropicais secas brasileiras. *Parasitol Res* 115:367-377. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4757-8>

Wenzel RL, Tipton VJ, Kiewlicz A (1966). The streblid bat flies of Panama (Diptera: Calyptera: Streblidae). In R. L. Wenzel, & V. J. Tipton (Eds.), *Ectoparasites of Panama* (pp. 405– 676). Chicago, IL: Field Museum of Natural History.

Wenzel RL (1976). The streblid batflies of Venezuela (Diptera: Streblidae). *Brigham Young University Science Bulletin - Biological Series*, 20, 1– 177. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.5666>

CAPÍTULO III:

Ataque de uma coruja neotropical (*Glaucidium brasilianum*) a uma abundante espécie de morcego frugívoro (*Carollia perspicillata*) no Cerrado brasileiro

Publicado no periódico Oecologia Australis

Sérgio Gomes da Silva¹; Francimeire Fernandes Ferreira²; Frederico Augusto Guimarães Guilherme³; Gustavo Rodrigues Canale⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda; Grupo de pesquisa em Ciências Socioambientais na Fronteira Brasil-Bolívia.

²Universidade do Estado de Mato Grosso, PPGEc Nova Xavantina; Grupo de pesquisa em Ciências Socioambientais na Fronteira Brasil-Bolívia.

³Universidade Federal de Jataí, Góias.

⁴Universidade Federal de Mato Grosso, campus Sinop.

Resumo

O sul da região Neotropical abriga uma das maiores diversidades de morcegos e aves de rapina do mundo, entretanto, poucos registros sobre a predação de morcegos, principalmente por corujas, são relatados na literatura. Aqui ampliamos nosso conhecimento sobre os hábitos alimentares da coruja pigmeu ferruginosa (*Glaucidium brasilianum*), descrevendo seu ataque a um morcego frugívoro de cauda curta de Seba (*Carollia perspicillata*). Além disso, compilamos uma lista de 10 espécies de vertebrados, incluindo agora três espécies de morcegos, que são predadas por esta coruja neotropical de grande alcance. Assim, recomendamos atenção especial ao monitoramento de populações abundantes de morcegos e seus predadores, tanto quanto seu papel nos serviços ecossistêmicos, como dispersão de sementes.

Palavras-Chave: interação interespecífica; morcegos Neotropicais; Phyllostomidae; predação; Strigidae.

Abstract

The southern Neotropics harbour one of the largest diversity of bats and raptors in the world, however, few records on the predation of bats, especially by owls, are reported in the literature. Here we have expanded our knowledge on the feeding habits of the ferruginous pygmy owl (*Glaucidium brasilianum*) by describing its attack on a Seba's short-tailed fruit bat (*Carollia perspicillata*). Also, we compiled a list of 10 vertebrate species, including now three bat species, which are predated by this wide-ranging Neotropical owl. Thus, we recommend special attention to the monitoring of abundant bat populations and

their predators, as much as their role in the ecosystem services, such as seed dispersal.

Keywords: interspecific interaction; Neotropical bats; predation; Phyllostomidae; Strigidae.

Os morcegos neotropicais são um grupo altamente diversificado de mamíferos voadores com adaptações morfológicas resultando em um grupo taxonômico com ampla variedade de hábitos alimentares (López-Baucells et al. 2016), e capaz de ocupar diversos papéis ecológicos nos ecossistemas onde ocorrem (Kunz et al. 2011). Uma das guildas de morcegos mais ricas em espécies são os frugívoros, que são os principais dispersores de sementes de várias plantas tropicais (Carvalho-Ricardo et al. 2014). Dentre as 181 espécies de morcegos que ocorrem no Brasil (Garbino et al. 2021), *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) é uma das mais abundantes (Brändel et al. 2020). Ocorrem em todos os biomas brasileiros e estão bem adaptados ao forrageio e empoleiramento, tanto em florestas quanto em zonas urbanas (Reis et al. 2007, Silva & Anacleto 2011).

Além de fornecer vários serviços ecossistêmicos, os morcegos também suportam uma grande biomassa de predadores, incluindo répteis (Carvalho et al. 2019), aves (Camargo & Laps 2016) e outros mamíferos, incluindo morcegos carnívoros (Castro et al. 2011). Entre as aves de rapina voadoras, as corujas são um dos mais importantes predadores de morcegos, incluindo a coruja mosqueada (*Strix virgata*, Strigiformes, Strigidae), corujas-das-torres (*Tyto alba*, Strigiformes, Tytonidae) e a coruja orelhuda (*Megascops watsonii*, Strigiformes, Strigidae) (Motta-Júnior & Taddei 1992, Vargas et al. 2002, Rocha & López-Baucells 2014, Serra-Gonçalves et al. 2017). Vários eventos de predação de morcegos por corujas Stringidae foram relatadas até agora, incluindo uma predação de *Nycticeius humeralis* (Chiroptera, Vespertilionidae) por uma coruja pigmeu ferruginosa (*Glaucidium brasilianum*, Strigiformes, Strigidae) no México (Proudfoot & Beasom 1997). Esta pequena coruja tem uma grande extensão de ocorrência, desde o sul dos Estados Unidos da América até o sul do Brasil e Argentina (König & Weick 2008). Apesar de sua

ampla distribuição no sul da região Neotropical, é o primeiro registro de uma tentativa de predação de um morcego neotropical, nomeadamente o morcego-da-seba (*C. perspicillata*), por uma coruja pigmeu ferruginosa (*G. brasilianum*).

A tentativa de predação foi registrada no Cerrado brasileiro em Mato Grosso, no município de Poconé em um fragmento florestal (15° 56' 10,84" S, 56° 59' 47,6" W, datum SAD69) de 22,45 ha, predominantemente formado por vegetação de Cerrado *sensu stricto*, com as árvores mais altas atingindo 9 m altura. Amostramos este fragmento florestal por duas noites nos dias 7 e 8 de abril de 2020 usando 10 redes de neblina (10 m × 3 m) do anoitecer (18 h) à meia-noite (0 h), em corredores de voo no sub-bosque. Isso fez parte de um grande projeto de pesquisa amostrando o ecótono entre a Amazônia e o Cerrado nos Estados de Mato Grosso e Rondônia (sob licença SISBIO nº 65436 e permissão do Comitê de Ética e Animais de Pesquisa – autorização número 013/2018). Os morcegos foram capturados, sexados e medidos seguindo um protocolo biométrico (Diaz et al. 2021) usando balança (Pesola 100 g) e um paquímetro (resolução 0,01 mm). As espécies foram identificadas com a literatura disponível (Diaz et al. 2021). Para identificação específica do *C. perspicillata*, analisamos o crânio (Figura 1) e realizamos medidas específicas do antebraço e do crânio (seguindo algumas características de Ruelas 2017, Lemos et al. 2020). Os espécimes foram depositados na coleção didática do Instituto Federal de Mato Grosso, campus Pontes e Lacerda, que está em processo de montagem de uma coleção científica de Chiroptera. Nós também compilamos as publicações revisadas por pares relatando a predação de vertebrados pela coruja pigmeu ferruginosa usando as ferramentas de busca: Google Scholar e ScieLO Brasil. Para a pesquisa utilizamos as palavras-chave “coruja pigmeu”, “*Glaucidium brasilianum*”, “predação de morcegos” e “*Carollia perspicillata*”. Essas buscas foram feitas em novembro de 2021.



Figura 1. Vista do crânio e mandíbula de *Carollia perspicillata* extraída (escala 10 mm). Morfométrico características (antebraço: 40,9 mm; tíbia: 16,8 mm; tamanho do crânio: 23,3 mm; formato do crânio: pouco globular; rostró: ligeiramente alargado e robusto; crista sagital: pronunciada; fileira dentária maxilar: larga e pequena divergente; molares superiores: ligeiramente robustos.

Encontramos 786 resultados para nossa busca e, após selecionarmos artigos científicos relatando eventos de predação por corujas pigmeus ferruginosas, chegamos a nove artigos científicos (Tabela 1). Apesar de sua pequena massa corporal (61,4 – 75,1 g; Earhart & Johnson 1970), encontramos 10 espécies de vertebrados nos registros de dieta da coruja pigmeu ferruginosa, nomeadamente répteis (2 spp), mamíferos (4 spp) e aves (4 spp), incluindo duas espécies de morcegos (Tabela 1). Pela primeira vez, relatamos a tentativa de predação de um morcego neotropical do sul (*C. perspicillata*) por uma coruja pigmeu ferruginosa (Tabela 1), com base nos ferimentos e na morte do morcego preso na rede de neblina, próximo a uma coruja pigmeu ferruginosa, que também estava presa.

Tabela 1. Registros de vertebrados na dieta da coruja pigmeu ferruginosa (*G. brasilianum*)

Classe	Espécie de presa	Publicação
Reptilia	<i>Ameivula ocellifera</i>	Vieira et al. 2018
	<i>Iguana iguana</i>	Contreras-Lozano and Ballesteros-Medrano 2018
Mammalia	<i>Calomys expulsus</i>	Hannibal et al. 2016
	<i>Necromys urichi</i>	Quiroga-Carmona and Isasi-Catalá 2013
		Carrera et al. 2008
	<i>Molossus molossus</i>	Proudfoot and Beasom 1997
Aves	<i>Nycticeius humeralis</i>	
	<i>Tyrannus savanna</i>	Motta-Junior 2007
	<i>Polytmus guainumbi</i>	Sazima 2015
	<i>Hylocharis chrysara</i>	
	<i>Turdus grayi</i>	Soto and Jiménez 2016

Às 19:24h, encontramos na bolsa central da rede de neblina, uma fêmea adulta morta de *C. perspicillata* (Figura 2). Tinha sangue no corpo e perfurações na asa esquerda/direita, região ventral e dorsal, além disso, havia perdido a folha nasal e as feridas ainda sangravam. Em outra bolsa, cerca de 30 cm abaixo, havia uma coruja pigmeu ferruginosa presa na bolsa mais baixa.

Outra fêmea adulta de *C. perspicillata* estava a cerca de um metro da coruja, na mesma bolsa.

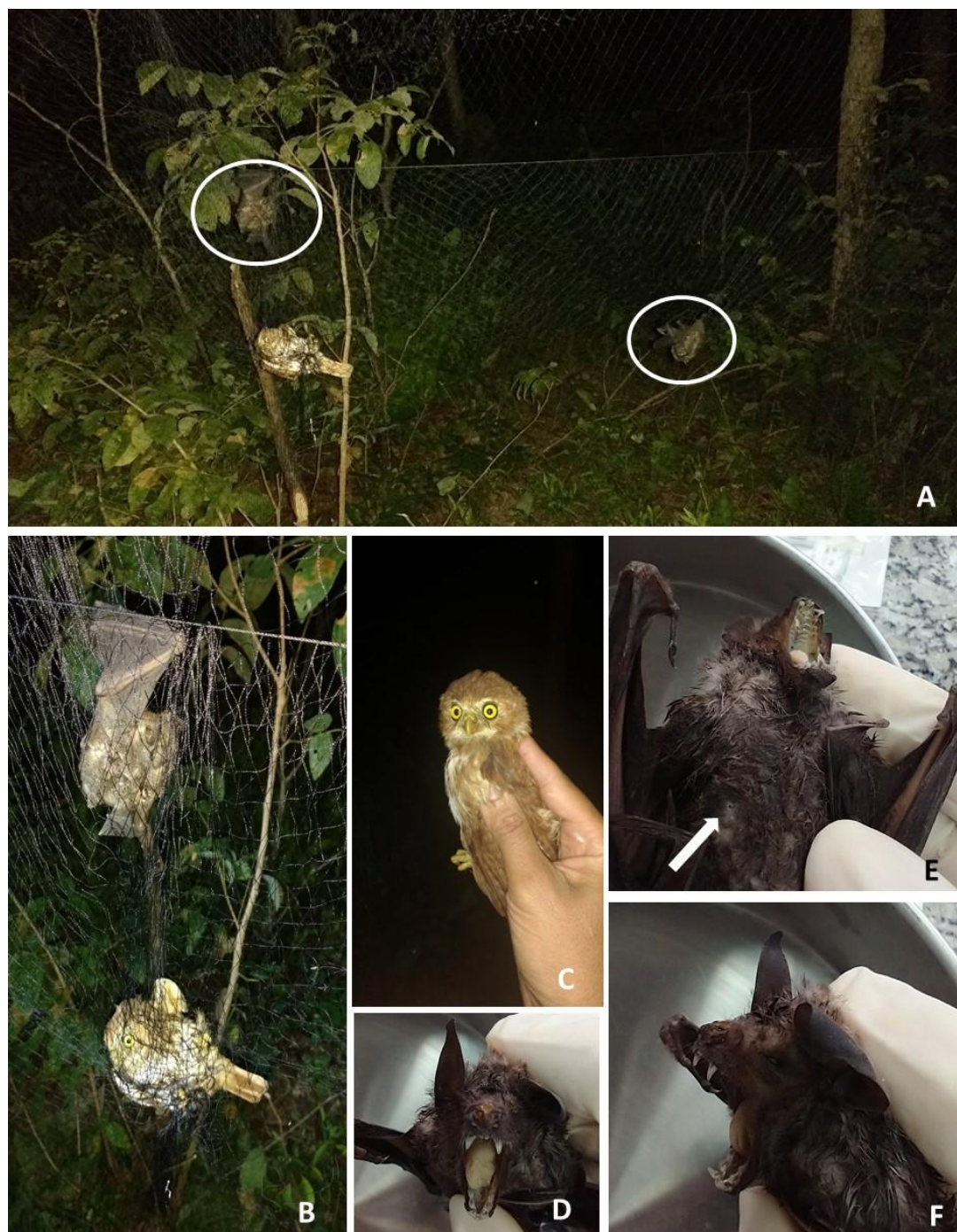


Figura 2. (A) Rede de neblina com duas *C. perspicillata* e uma *G. brasiliense*.

(B) Detalhe do raptor e sua presa de morcego, (C) Uma coruja pigmeu ferruginosa (*G. brasiliense*), (D) Vista frontal frontal do morcego de cauda curta do Seba (*C. perspicillata*), (E) Feridas ventrais infligidas pelos talões do raptor, (F) Detalhe da folha nasal do morcego frugívoro arrancada.

Com base em um relato anterior da predação da coruja pigmeu ferruginosa em uma ave de voo rápido, o papa-moscas (*Tyrannus savanna*, Passariformes, Tyrannidae) (Motta-Junior 2007), hipotetizamos que o morcego foi capturado em voo e levado ao chão pela ave de rapina, semelhante à predação do papa-moscas de cauda bifurcada (Motta-Junior 2007). No chão, o morcego deve ter sido morto e teve sua folha nasal arrancada pela coruja pigmeu. Depois, a coruja pigmeu foi pega na rede de neblina, enquanto voava para um poleiro de alimentação, e deixou cair o morcego. Ambos, morcego e coruja, foram pegos na rede. Alternativamente, a coruja pigmeu poderia ter atacado o morcego frugívoro de cauda curta de Seba de forma oportunista, enquanto este último já foi capturado, como observado por Rocha & López Baucells (2014) que relataram duas tentativas de predação do morcego de cauda curta de Seba pela coruja (*Lophostrix cristata*, Strigiformes, Strigidae). No entanto, parece improvável que a coruja pigmeu pudesse agarrar o morcego com firmeza suficiente para matá-lo e arrancar sua folha nasal enquanto estava pendurado na bolsa do meio e, eventualmente, ser pega na bolsa mais baixa da rede de neblina, deixando o morcego morto preso acima de sua cabeça.

Relatórios anteriores sobre a predação de morcegos por corujas pigmeus ferruginosas incluem apenas duas espécies: *M. molossus* no Chaco argentino (Carrera et al. 2008), e *N. humeralis* no México (Proudfoot & Beasom 1997) (Tabela 1). Sugeriu-se, no entanto, que o morcego frugívoro de cauda curta de Seba é predado por várias outras espécies de corujas, nomeadamente coruja da torres (*T. alba*), coruja mosqueada (*S. virgata*), e coruja de óculos (*Pulsatrix perspicillata*, Strigiformes, Strigidae) (Cloutier & Thomas 1992, Motta-Jr. & Taddei 1992, Vargas et al. 2002).

Aqui, apresentamos pela primeira vez uma tentativa de predação sobre um dos mais abundantes morcegos neotropicais de ampla distribuição por uma coruja-pigmeu ferruginosa. Ambas as espécies têm áreas de distribuição amplamente sobrepostas e são capazes de ocupar uma ampla variedade de tipos de habitats, desde florestas intocadas ou degradadas a zonas urbanas (Pine 1972, Proudfoot & Johnson 2000, König & Weick 2008, Silva & Anacleto

2011). Considerando a redução da cobertura florestal e à importância do Cerrado para produção de alimentos no Brasil (Zaiatz et al. 2018), a espécie *C. perspicillata* tem um papel altamente relevante na dispersão de sementes (Salazar et al. 2013) e controle de pragas (Russo et al. 2018), mais estudos sobre as relações tróficas envolvendo corujas e morcegos são fundamentais para as estratégias de conservação envolvendo essas populações de animais e seu ambiente.

Agradecimentos

Agradecemos aos dois revisores anônimos e ao editor por contribuir para a versão final do o manuscrito. Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo apoio financeiro por meio do PELD-CEMA (Processo nº 2012/10267001108 e #2017/10267000329). Frederico A. G. Guilherme possui bolsa de produtividade concedida (PQ 2/Processo#303567/2021-0) pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Brasil (CNPq). Francimeire Fernandes Ferreira é bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Processo-88887.195227/2018-00). Sérgio Gomes da Silva agradece ao Instituto Federal de Mato Grosso pelo financiamento (Edital 52/2020-PROPES/IFMT).

Referências

- Brändel, S.D., Hiller, T., Halczok, T.K., Kerth, G., Page, R.A. & Tschapka, M. 2020. Consequences of fragmentation for neotropical bats: the importance of the matrix. *Biological Conservation* 252, 108792. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108792>
- Camargo, P.H.S.A. & Laps, R.R. 2016. Predation on lesser bulldog bat (*Noctilio albiventris* Noctilionidae) by great rufous woodcreeper (*Xiphocolaptes major* Dendrocolaptidae). *The Wilson Journal of Ornithology*, 128(4), 903-912. <https://doi.org/10.1676/15-200.1>
- Carrera, J.D., Fernández, F.J., Kacoliris, F.P., Pagano, L. & Berkunsky, I. 2008. Field notes on the breeding biology and diet of ferruginous Pygmy-owl

(*Glaucidium brasilianum*) in the dry Chaco of Argentina. *Ornitologia Neotropical*, 19, 315-319.

Carvalho, W.D., Silvestre, S.M., Mustin, K., Hilário, R.R. & Toledo, J.J. 2019. Predation of an American fruit-eating bat (*Artibeus* sp.) by an Amazon tree boa (*Corallus hortulanus*) in the northern Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 49(1), 24-27. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201801921>

Carvalho-Ricardo, M.C., Uieda, W., Fonseca, R.C.B. & 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>

Castro, I.J., Silva, C.R., Costa, A.J.S. & Martins, A.C.M. 2011. Predação oportunista de *Artibeus planirostris* (Spix, 1823) e *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera, Phyllostomidae) por marsupiais e anuro na APA do Rio Curiaú, Amapá, Brasil. *Acta Amazonica*, 41(1), 171-173. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000100020>

Cloutier, D. & Thomas, W. (1992). *Carollia perspicillata*. *Mammalian Species*, 417, 1-9.

Contreras-Lozano, J.A. & Ballesteros-Medrano, O. 2018. Observation of a Ferruginous Pygmy-Owl (*Glaucidium brasilianum*) feeding upon a common green Iguana (*Iguana iguana*) in Vera Cruz, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 63(1), 81-83. <https://doi.org/10.1894/0038-4909.63.81>

Díaz, M.M., Solari, S., Aguirre, L.F., Aguiar, L.M.S. & Barquez, R.M. 2021. Clave de Identificación de los murciélagos neotropicales. PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina) p. 160.

Earhart, C.M. & Johnson, N.K. 1970. Size dimorphism and food habits of North American owls. *The Condor*, 72(3), 251-264.

Garbino, G.S.T., Gregorin, R., Lima, I.P., Loureiro, L., Moras, L.M., Moratelli, R., Nogueira, M.R., Pavan, A.C., Tavares, V.C. & Peracchi A.L. 2021. Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do

Brasil—CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). <https://www.sbeq.net/lista-de-especies> acessado em: 14 fev 2021.

Hannibal, W., Claro, W.P., Figueiredo, V.V. & Oliveira, R.F. 2016. Predation of *Calomys expulsus* (Rodentia: Cricetidae) by *Glaucidium brasilianum* (Strigiformes: Strigidae) in a semi-deciduous seasonal forest fragment. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão, 38(3), 181-185.

König, C. & Weick, F. 2008. Owls of the World. (second ed.), Yale University Press.

Kunz, T., Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., Fleming, T. 2011. Ecosystem services provided by bats. Annals of the New York Academy of Sciences, 1223(1), 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>

Lemos, T.H., Tavares, V.C. & Moras, L.M. 2020. Character variation and taxonomy of short-tailed fruit bats from *Carollia* in Brazil. Zoologia (Curitiba), 37, e 34587. <https://doi.org/10.3897/zoologia.37.e34687>

López-Baucells, A., Rocha, R., Bobrowiec, P.E.D., Bernard, E., Palmeirim, J.M. & Meyer, C.F.J. 2016. Field guide to Amazonian Bats. 1st. ed., Manaus: Editora INPA: p. 168.

Motta-Júnior, J.C. & Taddei, V.A. 1992. Bats as prey of stygian owls in southeastern Brazil. Journal of Raptor Research, 26, 259-260.

Motta-Junior, J.C. 2007. Ferruginous Pygmy-owl (*Glaucidium brasilianum*) predation on a mobbing Fork-tailed Flycatcher (*Tyrannus savana*) in South-east Brazil. Biota Neotropica, 7(2), 321-324. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032007000200038>

Pine, R.H. 1972. The bats of the genus *Carollia*. The Texas agricultural Experiment Station.

Proudfoot, G.A. & Beason, S.L. 1997. Food habits of nesting ferruginous Pygmy-owls in Southern Texas. The Wilson Bulletin, 109(4), 741-748.

Proudfoot, G.A. & Jonhson, R.R. 2000. Ferruginous Pygmy-Owl (*Glaucidium brasilianum*). The birds of North America, 498, 20.

Quiroga-Carmona, M., Isasi-Catalá, E. 2013. Depredación de un ratón colicorto achocolatado (*Necromys urichi*) por una pavita ferrugínea (*Glaucidium brasilianum*) em la Cordillera de la Costa de Venezuela. Huitzil 14 (2): 101-104.

Reis, N.R., Peracchi, A.L., Pedro, W.A. & Lima, I.P. 2007. Morcegos do Brasil. Universidade Estadual de Londrina, p. 253.

Rocha, R., López-Baucells, A. 2014. Opportunistic predation by crested owl *Lophostrix cristata* upon Seba's short-tailed bat *Carollia perspicillata*. Revista Brasileira de Ornitologia, 22, 35-37. <https://doi.org/10.1007/BF03544230>

Ruelas, D. 2017. Diferenciación morfológica de *Carollia brevicauda* y *C. perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) de Perú y Ecuador. Rev. Peru Biol., 24(4), 363-382. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i4.14063>

Russo, D., Bosso, L. & Ancillotto, L. 2018. Novel perspectives on bat insectivory highlight the value of this ecosystem service in farmland: research frontiers and management implications. Agriculture, Ecosystems & Environment, 266, 31-38.

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>

Sazima, I. 2015. Lightning predator: the ferruginous Pygmy Owl snatches flower-visiting hummingbirds in southwestern Brazil. Revista Brasileira de Ornitologia, 23, 12-14. <https://doi.org/10.1007/BF03544283>

Serra-Gonçalves, C., López-Baucells, A. & Rocha, R. 2017. Opportunistic predation of a silky short-tailed bat (*Carollia brevicauda*) by a tawny-bellied screech-owl (*Megascops watsonii*), with a compilation of predation events upon bats entangled in mist-nets. Barbastella, 10(1).

Silva, S.G. & Anacleto, T.C.S. 2011. Diversidade de morcegos entre áreas com diferente grau de alteração na área urbana do município de Nova Xavantina, MT. *Chiroptera Neotropical*, 17(1), 191-195.

Soto, S.S. & Jiménez, M.M. 2016. Depredación de *Turdus grayi* (Aves: Passeriformes) por *Glaucidium brasilianum* (Aves: Strigiformes) em Tabasco, México. *Poeyana Revista Cubana de Zoología*, 503, 53-55.

Vargas, J., Carlos Landaeta, A. & Simonetti, J.A. 2002. Bats as prey of barn owls (*Tyto alba*) in a tropical savanna in Bolivia. *Journal of Raptor Research*, 36(2), 146-147.

Vieira, W.L.S., Bezerra, D.M.M. & Vieira, K.S. 2018. Predation on Spix's whiptail *Ameivula ocellifera* (Spix, 1825) by the Ferruginous Pygmy-owl *Glaucidium brasilianum* (Gmelin, 1788) in northeastern Brazil. *Hepertology Notes*, 11, 975-976.

Zaiatz, A.P.S.R., Zolin, C.A., Vendrusculo, L.G., Lopes, T.R. & Paulino, J. 2018. Agricultural land use and cover change in the Cerrado/Amazon ecotone: a case study of the upper Teles Pires river basin. *Acta Amazonia*, 48(2). <https://doi.org/10.1590/1809-4392201701930>

APÊNDICES

1 Capítulo

ANOVA para abundâncias

Test statistics:

Abund_pontos

	wald value	Pr(>wald)
(Intercept)	9.515	0.000999 ***
PontoAm_interior	2.490	0.908092
PontoCer_borda	4.191	0.021978 *
PontoCer_interior	3.829	0.094905 .
PontoEco_borda	2.041	0.793207
PontoEco_interior	1.983	0.886114

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Test statistic: 8.45, p-value: 0.048

Arguments:

Test statistics calculated assuming response assumed to be uncorrelated P-value calculated using 1000 resampling iterations via pit.trap resampling (to account for correlation in testing).

Time elapsed: 0 hr 0 min 41 sec

Analysis of Deviance Table

Abund_anova

Model: ab_bat ~ Ponto

Multivariate test:

	Res.Df	Df.diff	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)	47			
Ponto	42	5	297.9	0.002 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Arguments:

Test statistics calculated assuming uncorrelated response (for faster computation)

P-value calculated using 999 iterations via PIT-trap resampling.

Time elapsed: 0 hr 0 min 43 sec

Analysis of Deviance Table

Abund_spp_anova**Model: ab_bat ~ Ponto**

Multivariate test:

	Res.Df	Df.diff	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)	47			
Ponto	42	5	297.9	0.002 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Univariate Tests:

	Saccopteryx_canescens		Molossus_molossus	
	Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)				
Ponto	3.583	1.000	3.583	1.000
1.000				
	Pteronotus_gymnonotus		Noctilio_albiventris	
	Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)				
Ponto	3.583	1.000	3.583	1.000
1.000				
	Micronycteris_hirsuta		Micronycteris_sanborni	
	Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)				
Ponto	3.583	1.000	3.583	1.000
1.000				
	Micronycteris_megalotis		Micronycteris_sanborni	
	Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)				
Ponto	3.583	1.000	3.583	1.000
1.000				
	Chiroderma_villosum		Dermanura_anderseni	
	Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)				
Ponto	3.583	1.000	3.583	1.000
3.583 1.000				
	Vampyriscus_brocki		Rhogeessa_io	
	Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)				
Ponto	3.583	1.000	3.583	1.000
3.763 1.000				
	Rhynophylla_pumilio		Hsunycteris_thomasi	
	Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)				
Ponto	3.583	1.000	3.583	1.000
3.763 1.000				

Micronycteris_minuta				Phylloderma_stenops			
Vampyriscus_bidens		Eptesicus_chiriquinus					
	Dev	Pr(>Dev)		Dev	Pr(>Dev)		Dev
Pr(>Dev)	Dev						
(Intercept)							
Ponto	4.394	0.999		4.394	0.999	3.763	1.000
3.763							
Molossops_temminckii				Pteronotus_parnellii			
Anoura_caudifer							
	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)		Dev
Pr(>Dev)							
(Intercept)							
Ponto	1.000	10.75	0.713	4.159	1.000	4.159	
1.000							
Phyllostomus_elongatus				Phyllostomus_hastatus			
Platyrrhinus_incarum							
	Dev	Pr(>Dev)		Dev	Pr(>Dev)		Dev
Pr(>Dev)							
(Intercept)							
Ponto	7.797	0.913		4.823	0.997	6.931	
0.981							
Myotis_nigricans				Desmodus_rotundus			
Rhynophylla_ficherae						Myotis_simus	
	Dev	Pr(>Dev)		Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
Dev	Pr(>Dev)						
(Intercept)							
Ponto	6.931	0.980		3.244	1.000	3.759	1.000
11.509	0.597						
Uroderma_magnirostrum							
Dermanura_cinerea							
	Dev	Pr(>Dev)		Dev	Pr(>Dev)	Dev	Pr(>Dev)
(Intercept)							
Ponto	6.684	0.986		6.641	0.986	15.106	0.283
Gardnerycteris_crenulatum				Uroderma_bilobatum			
Trachops_cirrhosus							
	Dev	Pr(>Dev)		Dev	Pr(>Dev)		Dev
Pr(>Dev)							
(Intercept)							
Ponto	9.095	0.779		11.353	0.612	8.208	
0.874							
Eptesicus_furinalis				Phyllostomus_discolor			
Platyrrhinus_fusciventris							
	Dev	Pr(>Dev)		Dev	Pr(>Dev)		Dev
Pr(>Dev)							
(Intercept)							
Ponto	7.543	0.927		12.523	0.455	1.574	
1.000							

Lophostoma_silvicolium		Artibeus_obscurus		Artibeus_lituratus	
Sturnira_lilium					
Dev Pr(>Dev)		Dev Pr(>Dev)		Dev Pr(>Dev)	
Dev					
(Intercept)					
Ponto	5.902 0.992	9.8 0.779		9.398 0.779	
17.502					
Glossophaga_soricina				Artibeus_planirostris	
Carollia_perspicillata					
Pr(>Dev)		Dev Pr(>Dev)		Dev Pr(>Dev)	
Dev Pr(>Dev)					
(Intercept)					
Ponto	0.133	10.16 0.779		14.594 0.314	
2.165 1.000					
Carollia_brevicauda					
Dev Pr(>Dev)					
(Intercept)					
Ponto	7.316 0.927				

Arguments:

Test statistics calculated assuming uncorrelated response (for faster computation)

P-value calculated using 999 iterations via PIT-trap resampling.

Modelos testados por GLMM com distribuição binomial negativa, controlando os efeitos do local de coleta (bioma, borda x interior) e sazonalidade capítulo 1:

```
mN.nb <- glmer.nb(riq ~ 1+(1|local:sazon))
m1.nb <- glmer.nb(riq ~ n_focos_em_cinco+prop_floresta+forma_floresta+coesao_floresta+prop_agua+(1|local:sazon))
m2.nb <- glmer.nb(riq ~ prop_floresta+coesao_floresta+(1|local:sazon))
m3.nb <- glmer.nb(riq ~ n_focos_em_cinco+prop_floresta+(1|local:sazon))
m4.nb <- glmer.nb(riq ~ prop_agua+prop_floresta+(1|local:sazon))
```

```
AICtab(mN.nb, m1.nb, m2.nb, m3.nb, m4.nb)
```

dAIC df

mN.nb 0.0 3

m2.nb 1.1 5

m3.nb 1.6 5

m4.nb 3.8 5

m1.nb 4.1 8

2° Capítulo

Script GDM

```
#Packages
```

```
library(vegan)
library(gdm)
```

```
#### Working directory
setwd("C:/Users/aferi/Google Drive/Analises Sergio")
sessionInfo()
packageVersion("gdm")
##### reading the data - Number of individual of each species found for each
sample site
ectos<-read.table("ecto.txt", header=T)
host<-read.table("bat.txt", header=T)
```

```
#####creating a data frame with all enviromental variables
environ<-read.table("environ.txt", header=T)
```

```
##### Geographic distance
distance <- environ[,c(2,3)]
```

```
##### creating a bray-curtis dissimilarity matrix with host species composition
bc.hosp<-vegdist(host)
```

```
##Response Matrix - Adding sites identification and coordinates to the response
matrix (Bat fly species relative abundance per site)
sites <- as.vector(row.names(ectos))
ectos.se <- cbind(sites, distance, ectos) #### ectos.se is our response matrix
```

```
##Explanatory variable - host species composition
host.se <- as.matrix(bc.hosp)
host.se <- as.data.frame(host.se)
host.se <- cbind(sites, host.se)
```

```
##Explanatory variables - environmental and geographical distances
environ.f <- environ[,c(11,12,14)]
environment.scaled <- scale(environ.f)
preddata.gdm <- cbind(sites, distance, environment.scaled)
```

```
##Site pair table required for fitting a Generalised Dissimilarity Model using the
gdm function. It contains the response and explanatory variables
sitepair.ectos <- formatsitepair(ectos.se, 1, dist="bray", abundance=TRUE,
siteColumn="sites", XColumn="x", YColumn="y", sppFilter=0,
```

```
predData=preddata.gdm,      distPreds      =      list(as.matrix(host.se)),
weightType="equal", custWeights=NULL, sampleSites=1)
```

```
isNA <- which(is.na(sitepair.ectos) == TRUE)
```

```
##Running the model
```

```
gdm.ectos <- gdm(sitepair.ectos, geo=TRUE)
summary(gdm.ectos)
```

```
system.time(modTest.gdm <- gdm.varImp(sitepair.ectos, geo=TRUE,
predSelect = FALSE, nPerm=100, parallel=TRUE, cores=4))
modTest.gdm
```

```
###Variance partitioning
```

```
###HOST (x1)
```

```
preddata.geo <- preddata.gdm[, -c(4:6)]
x1.sitepair <- formatsitepair(ectos.se, 1, dist="bray", abundance=TRUE,
siteColumn="sites", XColumn="x", YColumn="y", sppFilter=0,
predData=preddata.geo, distPreds = list(as.matrix(host.se)),
weightType="equal", custWeights=NULL, sampleSites=1)
```

```
gdm.x1 <- gdm(x1.sitepair, geo=FALSE)
x1 <- gdm.x1$explained
```

```
### Geographical (x2)
```

```
x2.sitepair <- formatsitepair(ectos.se, 1, dist="bray", abundance=TRUE,
siteColumn="sites", XColumn="x", YColumn="y", sppFilter=0,
predData=preddata.geo, weightType="equal", custWeights=NULL,
sampleSites=1)
```

```
gdm.x2 <- gdm(x2.sitepair, geo=TRUE)
x2 <- gdm.x2$explained
```

```
### Environmental (x3)
```

```
x3.sitepair <- formatsitepair(ectos.se, 1, dist="bray", abundance=TRUE,
siteColumn="sites", XColumn="x", YColumn="y", sppFilter=0,
predData=preddata.gdm, weightType="equal", custWeights=NULL,
sampleSites=1)
```

```
gdm.x3 <- gdm(x3.sitepair, geo=FALSE)
x3 <- gdm.x3$explained
```

```
### Host + Geographical (x1x2)
```

```
x1x2.sitepair <- formatsitepair(ectos.se, 1, dist="bray", abundance=TRUE,
siteColumn="sites", XColumn="x", YColumn="y", sppFilter=0,
predData=preddata.geo, distPreds = list(as.matrix(host.se)),
weightType="equal", custWeights=NULL, sampleSites=1)
```

```
gdm.x1x2 <- gdm(x1x2.sitepair, geo=TRUE)
x1x2 <- gdm.x1x2$explained
```

```
### Host + Environmental (x1x3)
```

```
x1x3.sitepair <- formatsitepair(ectos.se, 1, dist="bray", abundance=TRUE,
siteColumn="sites", XColumn="x", YColumn="y", sppFilter=0,
predData=preddata.gdm, distPreds = list(as.matrix(host.se)),
weightType="equal", custWeights=NULL, sampleSites=1)
```

```
gdm.x1x3 <- gdm(x1x3.sitepair, geo=FALSE)
x1x3 <- gdm.x1x3$explained
```

```
### Environmental + Geographical (x2x3)
```

```
x2x3.sitepair <- formatsitepair(ectos.se, 1, dist="bray", abundance=TRUE,
siteColumn="sites", XColumn="x", YColumn="y", sppFilter=0,
predData=preddata.gdm, weightType="equal", custWeights=NULL,
sampleSites=1)
```

```
gdm.x2x3 <- gdm(x2x3.sitepair, geo=TRUE)
x2x3 <- gdm.x2x3$explained
```

```
x1x2x3 <- gdm.ectos$explained
```

```
# A=27.42, B=0.00001, C=6.69, "A&B"=0.0001, "A&C"= 14.1, "B&C"=0.02,
"A&B&C"= 0.1
```

```
# Variance partitioning (Borcard, 1992)
```

```
# a=[x1+x2+x3]-[x2+x3] a=27.42 pure host
```

```
a<-x1x2x3-x2x3;a
```

```
## [1] 14.94279
```

```
# b=[x1+x2+x3]-[x1+x3] b<0.000001 pure geographical distance
```

```
b<-x1x2x3-x1x3;b
```

```
## [1] 0.007308235
```

```
# c=[x1+x2+x3]-[x1+x2] c=6.69 pure environmental
```

```
c<-x1x2x3-x1x2;c
```

```
## [1] 10.2944
```

```
# d=[(x1+x3)-x3]-a d<0.000001 host + geographical distance
```

```
d<-a - (x1x3-x3);d
```

```
## [1] 2.341728
```

```
# e=[(x1+x2)-x1]-b e=0.02 geographical distance + environmental
```

```
e<-(x1x2-x1)-b;e
```

```
## [1] 0.6248534
```

```
# f=[(x1+x2)-x2]-a f=14.13 host + environmental
```

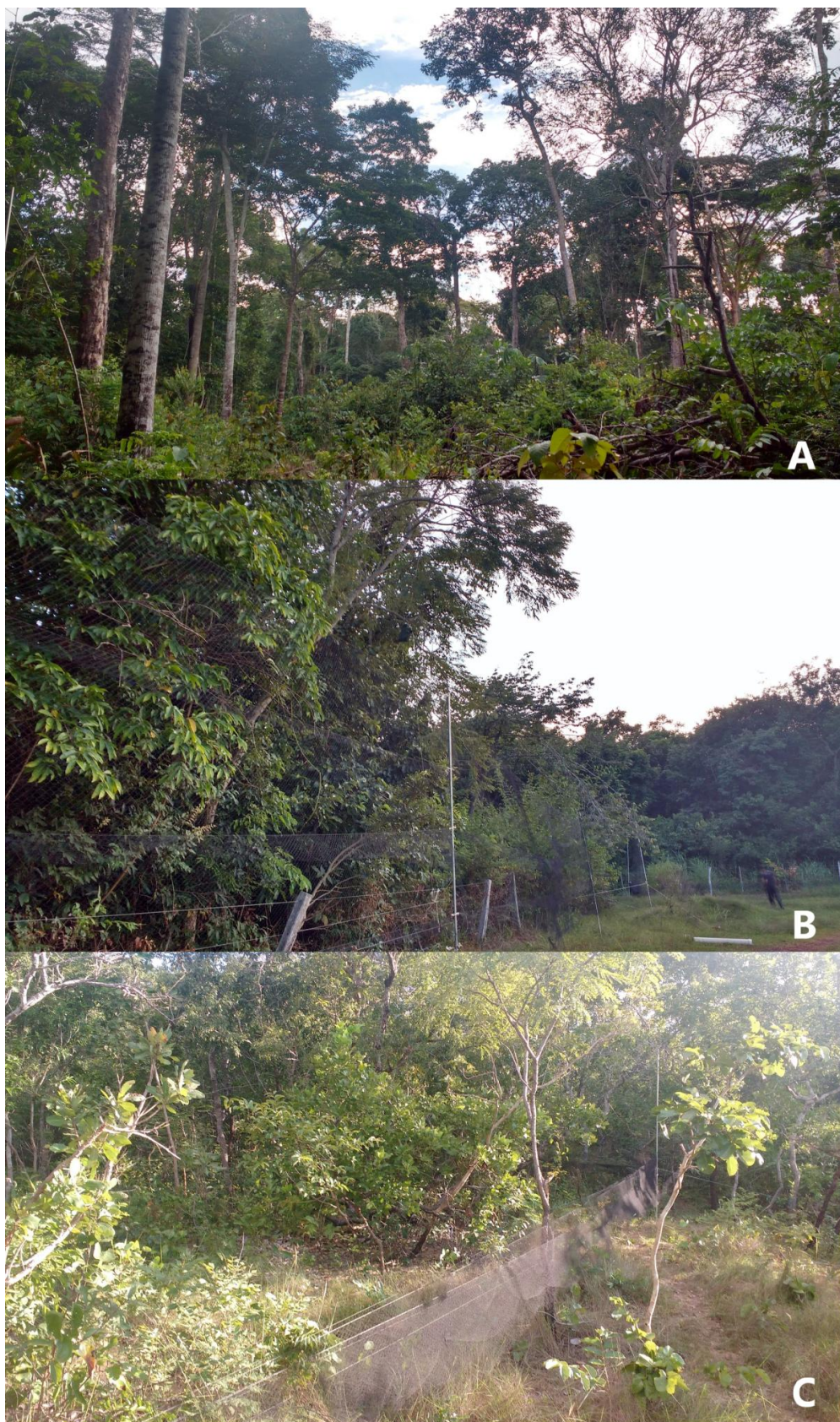
```
f<-(x1x2-x2)-a;f
```

```
## [1] 8.603809
```

```
# g=x1+x2+x3-(a+b+c+d+e+f) g=0.1 all
```

```
g<-x1x2x3-(a+b+c+d+e+f);g
```

```
## [1] 8.524773
```



Mosaico das fitofisionomias amostradas. A= Amazônia; B= Ecótono; C= Cerrado.



Mosaico das ações de campo. A= retirada dos morcegos das redes de neblina;

B= Contenção dos morcegos em sacos de algodão; C= Pesagem dos morcegos; D= Extração de medidas morfométricas; E= Coleta de moscas ectoparasitas; F= Armazenamento das moscas em microtubos com álcool 70%; G= Anotação de dados em ficha de campo; H= Registro fotográfico dos morcegos.

ANEXOS



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	048.697.821-93	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.	

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	Francimeire 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	046.697.821-93	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, posseiro 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, a 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, posseiro 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, bioprospeção 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 eutandia dos quirópteros, 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 soltos quando estiverem em condições adequadas para o voo. 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 gnomia	-
30	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Dermanura gnomia	2
31	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Dermanura gnomia	-
32	Captura de animais silvestres in situ	Dermanura gnomia	-
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 carrikeri	2
50	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Lophostoma carrikeri	-
51	Captura de animais silvestres in situ	Lophostoma carrikeri	-
52	Marcação de animais silvestres in situ	Lophostoma carrikeri	-
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 albescens	-
70	Marcação de animais silvestres in situ	Myotis albescens	-
71	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Myotis albescens	2
72	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Myotis albescens	-
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	-
10	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Neotrichobius	10
0			
10	Captura de animais silvestres in situ	Basilia	-
1			
10	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Basilia	10
2			

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 (Pinga 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, 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



- 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, Cavanhada – 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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossas pesquisas trazem resultados importantes sobre morcegos neotropicais, suas moscas ectoparasitas e história natural de relações ecológicas entre morcegos e aves de rapina, em uma região até então sem estudos relevantes e tão aprofundados. Ressaltamos também a importância metodológica que adotamos, com uma análise em paisagem envolvendo uma ampla área geográfica de bioma amazônico e de Cerrado e de sua área de Ecótono. Nossa abordagem teve um cunho inédito, e abarcou parte da área do “arco do desmatamento” na América do Sul, que necessita de pesquisas que denotem a diversidade faunística e as relações ecológicas presentes nessas regiões.

Com base em nossos resultados, é possível se estender novas pesquisas que busquem se aprofundar no conhecimento sobre a temática nessa região, de forma a permitir a construção de estratégias de conservação e políticas públicas, que garantam o desenvolvimento sustentável e a conservação das áreas florestais ainda presentes e sua ampla biodiversidade faunística.