



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Aerial insectivorous bats in the Brazilian-Uruguayan savanna:
responses to landscape structure and microclimate**

Cíntia Fernanda da Costa

Porto Alegre, setembro de 2021

**Aerial insectivorous bats in the Brazilian-Uruguayan savanna:
responses to landscape structure and microclimate**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como partes dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria João Ramos Pereira

Porto Alegre, setembro de 2021

Fernanda da Costa, Cíntia
Aerial insectivorous bats in the
Brazilian-Uruguayan savanna: responses to landscape structure
and microclimate / Cíntia Fernanda da Costa. -- 2021.
96 f.
Orientadora: Maria João Veloso da Costa Ramos Pereira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande
do Sul, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em
Ecologia, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Chiroptera. 2. estrutura da paisagem. 3. microclima. 4.
monitoramento acústico. 5. ocupação de sítios. I. Veloso da Costa
Ramos Pereira, Maria João, orient. II. Título.

Cíntia Fernanda da Costa

**AERIAL INSECTIVOROUS BATS IN THE BRAZILIAN-URUGUAYAN
SAVANNA:
RESPONSES TO LANDSCAPE STRUCTURE AND MICROCLIMATE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como partes dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria João Ramos Pereira

Porto Alegre, setembro de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Luís Luza – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Erich Arnold Fischer - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^a. Dr^a. Marília Abero Sá de Barros - Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre aos meus pais, em primeiro lugar, porque ambos dedicaram suas vidas em criar oportunidades melhores para mim e meu irmão. Se hoje eu posso sonhar em ir mais longe na profissão que eu amo é porque eles estão sempre ao meu lado. Agradeço também meu irmão Bruno, que é o meu melhor amigo e nos deu o meu sobrinho e afilhado Bernardo, que segundo ele mesmo é a nossa diversão. Obrigada pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Amo muito vocês.

Agradeço aos meus amigos e colegas, Diego, Gisele, Ingridi, Ludy, Guardiola e Paula. Vivemos tantos momentos bons e quase sempre engraçados, com vocês é fácil sorrir. Obrigada pelas voltinhas nos corredores do Vale, bolinhos e café pós almoço para compartilhar alegrias e ajudar a superar frustrações. Dines, obrigada por ter sido meu emo preferido! Nunca poderíamos imaginar que o primeiro trabalho de graduação iria render uma amizade tão sincera e carinhosa como a nossa. Ingridi e Dines, os encontros virtuais (“cinema party”) para ver filmes, principalmente de terror e quase sempre ruins, foram importantes para ajudar a desopilar e amenizar a saudade da companhia de vocês. Preciso agradecer a Ingridi um pouco mais, porque sem o seu suporte eu nem teria conseguido passar na seleção de mestrado, então obrigada por sempre estar disponível pra conversar, por ter compartilhado teus materiais comigo, ter passado nervoso juntas, planejar o futuro e podermos sempre torcer pelo sucesso uma da outra.

Ao pessoal do BiMa, agradeço pelo carinho, suporte e toda diversão que essa turma sabe proporcionar em reuniões e eventos (sejam científicos ou não). Lana e Ana, obrigada pela amizade de sempre. Agradeço em especial a todos que fizeram parte das saídas de campo; Patricia, Erika, Marcelo e Flávia por compartilharem do projeto no Pampa. Em especial a Flavinha que como nativa garantiu que teríamos áreas de amostragem e agradeço demais sua parceria em campo e no lab. Adri, Dani, Dênis e MJ que aceitaram o convite de caminhar quilômetros em campo aberto sob o sol de verão e serem atacados por abelhas e vespas. Sorte que tinha água direto da fonte do Jarau e dava até pra tomar banho lá no fundão, passando o buracão na pranchada em S para se refrescar. Adri, obrigada de novo por sempre me ajudar com os palitos e pela amizade sincera que construímos aqui.

Agradeço a todos os proprietários das fazendas que amostramos e que nos deram todo apoio que precisamos em campo. Em especial a dona Graça Tirelli, seu Adão e Kátia

Lagreca que apoiaram nossa iniciativa e fizeram com que outros fazendeiros da vizinhança também aceitassem colaborar.

Obrigada ao pessoal da direção, secretarias e comitês da SBEQ, com quem tive a oportunidade de trabalhar junto nesses dois últimos anos. Aprendi muito, conheci muitas pessoas virtualmente, que talvez pessoalmente eu não conheceria tão bem e aprendi a amar ainda mais os morcegos.

Por fim agradeço à minha orientadora Maria João. Embora estejas aqui por último, sempre foi umas das primeiras pessoas a me incentivar. Se consegui concluir este trabalho foi porque sempre tive teu apoio e parceria. Muitas vezes me senti triste durante a quarentena e senti que me faltava determinação nessa caminhada de um pouco mais de dois anos, mas você sempre me acolheu com muito carinho e atenção, ajudando a superar as piores fases e nunca duvidando que eu conseguiria chegar até aqui e ainda mais longe. Obrigada pela confiança, preocupação e por todos ensinamentos, dentro e fora da universidade.

RESUMO

A conversão de habitats abertos em sistemas florestais de monocultura ou sua degradação através do uso intensivo para a produção agrícola e pecuária afeta a diversidade e ocupação por diferentes grupos animais. O domínio Pampa, na ecorregião da Savana Brasileira-Uruguiaia, é o menos protegido e o segundo menos amostrado para morcegos de todos os domínios brasileiros, existindo uma grande lacuna de conhecimento sobre os morcegos insetívoros aéreos destes campos sul-americanos. Os principais objetivos deste trabalho são descrever a diversidade de espécies de morcegos insetívoros aéreos do Pampa, modelar a probabilidade de ocupação em resposta à estrutura da paisagem e avaliar a influência do microclima sobre a detectabilidade. Associado a esse objetivo desenvolvemos ainda um projeto de extensão, o Morcegos do Pampa, visando a mudança de percepção da população sobre a importância dos morcegos e a necessidade de protegê-los. Utilizando detectores de ultrassons autônomos, monitoramos acusticamente 68 locais distantes 1,5 km entre si, nos municípios de Alegrete, Cacequi e Quaraí, durante a primavera e o verão de 2019/2020. Os gravadores foram programados para efetuarem gravações entre o pôr e o nascer-do-sol e ficaram ativos entre quatro e cinco noites em cada ponto amostral. Coletamos ainda informações sobre as condições microclimáticas associadas a cada registro acústico através de *dataloggers* de temperatura e umidade. A identificação das espécies ou de complexos de espécies/sonótipos (quando a identificação da espécie não foi possível) foi feita por meio de análise manual dos espectrogramas dos registros obtidos. Modelamos a ocupação das espécies, complexos ou sonótipos através de modelos *single-season* usando métricas estruturais da paisagem – conectividade, heterogeneidade e quantidade de habitat nativo – como variáveis de ocupação e variação da temperatura e da umidade relativa do ar como variáveis de detecção. Detectamos passagens de morcegos em 8,15% (8.111/99.526) dos registros e identificamos 12 espécies e 11 complexos de espécies pertencentes às famílias Molossidae e Vespertilionidae. As estimativas de detecção e ocupação variaram de 0,14 a 0,74 e de 0,13 a 0,93, respectivamente. Quanto maior a conectividade da paisagem, maior a probabilidade de ocupação pelos morcegos forrageadores de borda *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis* e pelo forrageador de espaço aberto *Molossus cf currentium*. *Molossops temminckii* foi a única espécie cuja probabilidade de ocupação respondeu positivamente à quantidade de habitat nativo na paisagem, sendo que esta espécie tem a capacidade de caçar em espaço aéreo e em espaços onde a vegetação é mais densa. Algumas espécies responderam negativamente ao aumento na variação da temperatura, mostrando ótimos de detecção entre 20°C e 24°C. Apenas *Myotis albescens* mostrou-se ativo a temperaturas mais baixas do que a maioria das espécies. Os nossos resultados evidenciam que diferentes espécies de morcegos percebem a paisagem de maneira diferente, independentemente da guilda de uso do espaço – forrageador de borda ou de espaço aberto. A nossa estimativa de ocupação projetada para as regiões contíguas à área amostrada para o conjunto dos taxa variou entre 0,45 a 0,70, sugerindo que a paisagem é razoavelmente favorável aos insetívoros aéreos. Através do projeto de extensão Morcegos

do Pampa, criamos perfis no Facebook, Instagram, Twitter e YouTube e publicamos 62 postagens ao longo de mais de 12 meses com informações sobre diversidade, biologia e ecologia da fauna de morcegos do Brasil e do Pampa, resultando num público de mais de 1000 seguidores e 4.055 interações positivas até ao momento.

Palavras-chave: Chiroptera, estrutura da paisagem, microclima, monitoramento acústico, ocupação de sítios, popularização da ciência.

ABSTRACT

The conversion of open habitats to forest monocultures or their degradation through intensive use for agricultural and livestock production affects the diversity and occupancy by different animal groups. The Pampa domain, in the Brazilian-Uruguayan savanna ecoregion, is the least protected and the second least sampled for bats from all Brazilian biomes, and there is a knowledge gap about aerial insectivorous bats in these South American grasslands. Here, our main objectives are to describe the diversity of aerial insectivorous bats in the Pampa, to model the species occupancy probability in response to the landscape structure and to assess the influence of microclimate on species detectability. Associated with this, we also implemented an outreach project, the Bats of the Pampa (Morcegos do Pampa), aimed to change people's perception of the importance of bats and the need to protect them. Using autonomous ultrasound detectors, we acoustically monitored 68 locations 1.5 km apart, in the municipalities of Alegrete, Cacequi and Quaraí, during the spring and summer of 2019 and 2020. The recorders were programmed to record from sunset to sunrise and were active on four or five nights at each sampling site. We also sampled temperature and humidity conditions associated with each acoustic record using dataloggers. The identification of species or complexes of species/sonotypes (when the identification of the species was not possible) was done through manual analysis of the spectrograms of the acoustic records. We modelled the species', complexes' or sonotypes' occupancy through single-season models using landscape structural metrics – connectivity, heterogeneity and amount of native habitat – as occupancy variables and variation in temperature and relative humidity as detection variables. We detected bat passages in 8.15% (8,111/99,526) of the records and identified 12 species and 11 complexes belonging to the Molossidae and the Vespertilionidae. Detection and occupancy estimates ranged from 0.14 to 0.74 and from 0.13 to 0.93, respectively. The greater the connectivity of the landscape, the greater the probability of occupation by the edge-space foragers *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis*, and the open-space forager *Molossus cf. currentium*. *Molossops temminckii* was the only species whose probability of occupation responded positively to the amount of native habitat in the landscape; this species has the ability to hunt in both open and cluttered space. Some species responded negatively to the increase in temperature variation, showing optimal detection between 20°C and 24°C. Only *Myotis albescens* was active at lower temperatures than most species. Our results show that different bat species perceive the landscape differently, regardless of the guild of use of space – edge forager or open-space forager. Our estimate of projected occupancy for the regions contiguous to the sampled area for the whole of the bat taxa ranged from 0.45 to 0.70, suggesting that the landscape is reasonably favorable to aerial insectivores. Through the *Morcegos do Pampa* outreach project, we created profiles on Facebook, Instagram, Twitter and YouTube and published 62 posts over more than 12 months with information on diversity, biology and ecology of the Brazilian and Pampa bat fauna, resulting in an audience of over 1000 followers and 4,055 positive interactions so far.

Keywords: acoustic monitoring, Chiroptera, landscape structure, microclimate, popularization of science, site occupancy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
<i>Ecologia da paisagem</i>	1
<i>Morcegos como indicadores de qualidade de habitat</i>	2
<i>Quem são e onde estão os morcegos do Pampa?</i>	3
OBJETIVOS	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
REFERÊNCIAS	5
CAPÍTULO 1	10
Abstract	10
1. Introduction	11
2. Methods	14
3. Results	19
4. Discussion	25
5. Funding.....	31
6. Acknowledgements	31
7. Reference.....	32
8. Supplementary Material.....	39
CAPÍTULO 2	71
Resumo	71
1. Motivação	71
2. Veículos de informação selecionados	72
3. Materiais produzidos.....	73
4. Principais resultados	74
5. Conclusões	75
6. Financiamentos.....	75
7. Agradecimentos	75
8. Referências	75
9. Anexos.....	76
CONCLUSÃO GERAL	86

INTRODUÇÃO GERAL

Ecologia da paisagem

Dentro de uma perspectiva integradora, pode-se definir a paisagem como um mosaico heterogêneo composto de unidades interativas, que existe para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação (Metzger, 2001). A escala de percepção de uma espécie refere-se à escala espacial (extensão no espaço) e temporal (duração e resolução) nas quais a espécie percebe a paisagem (McGarigal & Marks, 1995; Metzger, 2001). Por isso, efetivamente sabe-se que diferentes organismos respondem às características da paisagem em diferentes escalas (Ducci et al., 2015; Mendes et al., 2017). A definição clássica de estrutura da paisagem é baseada no modelo mancha-matriz-corredor (Forman, 1995): a mancha de habitat distingue-se das unidades vizinhas e tem extensões espaciais reduzidas e não-lineares; a matriz geralmente recobre a maior área da paisagem e exerce maior influência na dinâmica da paisagem e, quando num contexto de fragmentação, pode ser entendida como área de ‘não-habitat’ para determinadas espécies; os corredores são áreas homogêneas, de grande extensão, que apresentam disposição espacial linear e servem como conexão entre fragmentos (Metzger, 2001). Estes elementos determinam a composição, ou seja, número e quantidade de cada tipo de mancha e a configuração da paisagem que é o arranjo espacial e distribuição de cada tipo de mancha. Para acessar as informações sobre a estrutura da paisagem, podemos utilizar métricas para quantificar a estrutura espacial da paisagem dentro de uma área geográfica definida (Frazier 2019; Hesselbarth et al., 2019).

A ecologia da paisagem busca entender as causas e as consequências da heterogeneidade espacial em várias escalas (Farina, 2010; Turner & Gardner, 2015). Ambientes heterogêneos e complexos são motores de diversificação (Tews et al., 2004) e, portanto, apresentam elevada biodiversidade; por oposição ambientes homogeneizados, principalmente aqueles resultantes de intensas modificações antrópicas no uso da terra são, em geral, pobres em espécies. Com efeito, espécies mais sensíveis tendem a reduzir rapidamente o tamanho de suas populações ou mesmo sofrer extinções locais em áreas muito alteradas. Por outro lado, as populações de espécies pouco sensíveis podem levar mais tempo para responder às alterações, ou até mesmo ser beneficiadas pela ausência de outras espécies ou pelo aumento da disponibilidade de recursos resultantes da homogeneização da paisagem. As diferentes sensibilidades das espécies frente às

alterações antrópicas na paisagem podem ser usadas na avaliação da qualidade dos ecossistemas (Tataruch & Kierdorf, 2003).

Morcegos como indicadores de qualidade de habitat

Os morcegos (Chiroptera, Mammalia) são considerados bons indicadores dos impactos das mudanças antrópicas nos habitats da região Neotropical (Jones & Rydell, 1994; Park, 2015). Compreendendo uma das linhagens mais diversificadas de mamíferos no mundo, com mais de 1445 espécies descritas até ao presente (<https://mammaldiversity.org>), são amplamente distribuídos e possuem diversos hábitos alimentares, sendo classificados como: insetívoros, carnívoros, piscívoros, frugívoros, nectarívoros e hematófagos (Freeman, 2000). Por apresentarem hábitos noturnos, os morcegos são pouco observados pelas pessoas e, muitas vezes, são vistos como perigosos, sugadores de sangue e transmissores de doenças (Bernard, 2015). Na verdade, os morcegos realizam diversos serviços ecossistêmicos fundamentais: i) são polinizadores e dispersores de sementes de milhares de espécies de plantas, principalmente nos trópicos (Lobova et al., 2009; Kunz et al., 2011), contribuindo com o processo de regeneração florestal, porque cobrem grandes distâncias e geralmente defecam durante o voo (Muscarella & Fleming, 2007; De La Peña-Domene et al., 2014); ii) são importantes controladores de populações de insetos, incluindo pragas de cultivos agrícolas (Cleveland et al., 2006) e vetores de doenças (Cohen et al., 2020; Kolkert et al., 2020); e iii) excretam fezes ricas em nitrogênio (o guano) que fornecem importante, e por vezes exclusivo, recurso alimentar e micro-habitat para diversos organismos em ambientes cavernícolas (Fenolio et al., 2006; Chapin, 2019).

No Brasil reconhece-se atualmente a ocorrência de 181 espécies de morcegos, pertencentes a nove famílias: Emballonuridae, Furipteridae, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Thyropteridae e Vespertilionidae (Garbino et al., 2020). Todas ecolocalizam, mas diferem quanto ao uso do espaço aéreo. Os morcegos da família Phyllostomidae têm a dieta mais diversificada dentre mamíferos (Simmons & Conway, 2003) e são adaptados para forragear em espaços fechados e desordenados, principalmente imersos na matriz florestal, o que facilita a sua captura por meio de redes de neblina instaladas em trilhas na floresta. Noctilionidae inclui duas espécies, uma insetívora e uma piscívora (dieta rara entre os morcegos) e tendem a forragear próximos

a bordas de vegetação ou sobre os corpos d'água, respectivamente (Hood & Pitocchelli, 1983).

As espécies das sete famílias restantes são quase que exclusivamente insetívoros aéreos e dependem da ecolocalização para navegar e forragear. A ecolocalização é caracterizada pela emissão de sons, geralmente de alta frequência, e a posterior análise dos ecos retornados para detectar os objetos refletidos (Grinnell & Griffin, 1958; Griffin et al., 1960). Estes morcegos possuem adaptações na forma de suas asas e na emissão de seus chamados de ecolocalização para maximizar o uso diferencial do espaço ao se deslocar entre os elementos estruturais da paisagem (Norberg & Rayner, 1987, Schnitzler et al., 2003; Kalko et al., 2008; Denzinger & Schnitzler, 2013).

Morcegos que compartilham os mesmos recursos e possuem adaptações em sistemas sensoriais e motores semelhantes, são classificados em guildas ou em grupos funcionais, sendo a classificação mais atual a de Denzinger & Schnitzler (2013), onde os morcegos insetívoros são classificados em três grupos principais: i) Forrageadores de espaço aberto – capturam suas presas no ar, tendem a explorar principalmente o espaço acima do dossel e possuem pulsos de ecolocalização de baixa frequência e com pequena largura de banda; em geral apresentam pulsos de frequência constante (CF) ou frequência quase-constante (qCF); ii) Forrageadores de borda – capturam suas presas próximos a bordas florestais, em aberturas entre a vegetação ou ainda sobre a superfície da água ou próximos do solo; emitem pulsos de alta frequência e grande largura de banda, normalmente possuindo um componente de frequência modulada (FM), seguido de um componente qCF; iii) Forrageadores de espaço fechado – capazes de explorar o subcoberto, caçam presas próximas ou pousadas sobre superfícies; os pulsos de ecolocalização são, em geral, de alta frequência e grande largura de banda, geralmente do tipo FM. Essa classificação pode ajudar a identificar padrões de atividade, distribuição, organização e estrutura das assembléias de morcegos (Denzinger & Schnitzler, 2013).

Quem são e onde estão os morcegos do Pampa?

O Pampa é considerado o segundo domínio menos amostrado para morcegos em território brasileiro (Bernard et al., 2011; Aguiar et al., 2020). Estudos anteriores, com base em capturas por redes de neblina e busca ativa por abrigos, revelaram uma riqueza de 36 espécies de morcegos distribuídas por quatro famílias (Phyllostomidae, Noctilionidae, Molossidae e Vespertilionidae) (Noronha, 2016). Contudo, reconhecendo

a limitação dos métodos de amostragem e da extensão da área amostrada, certamente nos encontramos sob um cenário de déficit Wallaceano (Lomolino, 2004) para morcegos no Pampa. Entretanto, os inventários anteriores e a estrutura da paisagem pampeana permite inferir que a maioria das espécies de morcegos dessa região são insetívoras aéreas, de espaço aberto ou de borda. Devido à sua ecolocalização especializada, que lhes permite detectar as redes de neblina e, conseqüentemente, evitá-las, e por muitas das espécies voarem a grande altitude, onde as redes não alcançam, o método mais adequado e eficiente para detectar os morcegos insetívoros aéreos é o monitoramento acústico (Kalko et al., 2008).

As duas famílias principais de insetívoros aéreos que ocorrem no Pampa são Molossidae e Vespertilionidae. Os molossídeos possuem grande plasticidade em suas vocalizações e emitem sinais de busca de banda estreita e ligeiramente modulada. Seus chamados são de longa duração, entre 8 e 25 ms, os intervalos entre pulsos são longos, 500 a 1000 ms, em geral com alternância irregular de 2 ou 3 pulsos com frequências abaixo de 40 kHz (Kalko & Schnitzler 1998, Jung et al., 2014). Um dos fatores limitantes para a diagnose acústica das espécies de Molossidae é a alta sobreposição de frequências entre alguns gêneros. Os vespertilionídeos emitem chamados de procura mistos contendo uma modulação de banda estreita levemente modulada. Emitem frequências que variam de 30 a 60 kHz, precedidas de um componente de banda larga e frequência modulada descendente. Os sinais têm duração de 3 a 10 ms e geralmente a harmônica fundamental é a mais intensa. A cadência da emissão de frequências é uma característica bastante importante na distinção entre gêneros e espécies.

Para entender onde estão os morcegos insetívoros aéreos do Pampa, usamos modelos de ocupação de sítios com base em dados acústicos. Com efeito, a partir dos históricos de detecção e não-deteção de espécies, por meio de monitoramento acústico, é possível criar modelos hierárquicos de ocupação de sítios, que levam em consideração a detecção imperfeita dos organismos (MacKenzie et al., 2002). Dessa maneira, é possível estimar com menos viés a probabilidade de um sítio amostral estar ocupado pela espécie de interesse (ψ) e a probabilidade de detectar (p) ao menos um indivíduo da espécie em determinada ocasião (k), dado que ela ocorre na área de estudo. Os modelos possuem certas premissas: i) o status de ocupação não varia durante a amostragem, isto é, as unidades amostrais são fechadas geograficamente e demograficamente; ii) as probabilidades de ocupação (ψ) e detecção (p) são constantes entre as unidades amostrais e, se diferentes, podem ser modeladas por covariáveis; iii) ausência de falsos positivos; e iv) a detecção

da espécie de interesse em uma unidade amostral é independente da detecção nas outras unidades durante a amostragem (MacKenzie et al., 2006). Tais modelos permitem a utilização de diferentes variáveis preditoras, incluindo aspectos da estrutura da paisagem (Heim et al., 2015; Smith et al., 2021) e do clima (Bailey et al., 2017).

OBJETIVOS

O nosso objetivo geral é desvendar a diversidade oculta de morcegos do bioma Pampa, modelando a ocupação das várias espécies analisando a influência da estrutura da paisagem e do microclima sobre a ocupação e detecção de morcegos de diferentes guildas de uso do espaço no Pampa, contribuindo, em última instância, para um melhor conhecimento da amplitude e padrões de distribuição de morcegos insetívoros aéreos e para a conservação do grupo na região.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Atualizar a lista de espécies de morcegos insetívoros aéreos com ocorrência reconhecida no Pampa contribuindo para redução do déficit Wallaceano;
- ii) Avaliar a influência da temperatura e humidade relativa do ar sobre a detecção de morcegos de diferentes guildas de utilização da atmosfera;
- iii) Avaliar influência da estrutura da conectividade, heterogeneidade e quantidade de vegetação nativa sobre a ocupação de morcegos de diferentes guildas de utilização da atmosfera;
- iv) Tornar os resultados deste projeto amplamente disponíveis, especialmente para as populações humanas rurais que convivem com esses morcegos no Pampa.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, L. M. S., Ramos Pereira, M. J., Zortéa, M., & Machado, R. B. (2020). Where are the bats? An environmental complementarity analysis in a megadiverse country. *Diversity and Distributions*. 26, 1510–1522. doi:10.1111/ddi.13137.
- Bailey, A. M., Ober, H. K., Sovie, A. R., & McCleery, R. A. (2017). Impact of land use and climate on the distribution of the endangered Florida bonneted bat. *J. Mammal*. 98, 1586–1593. doi:10.1093/jmammal/gyx117.
- Bernard, E. (2015). Morcegos vampiros: sangue, raiva e preconceito. *Ciência Hoje*. 214(36), 44-49.

- Bernard, E., Aguiar, L. M. S., & Machado, R. B. (2011). Discovering the Brazilian bat fauna: A task for two centuries? *Mammal Review*. 41, 23–39. doi:10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x.
- Chapin, K. J. (2019). Guano deposition predicts top predator (Amblypygi: Phryniidae) abundance in subtropical caves. *J. Arachnol.* 47, 385–388. doi:10.1636/0161-8202-47.3.385.
- Cleveland, C. J., Betke, M., Federico, P., Frank, J. D., Hallam, T. G., Horn, J., et al. (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Front. Ecol. Environ.* 4, 238–243. doi:10.1890/1540-9295(2006)004[0238:EVOTPC]2.0.CO;2.
- Cohen, Y., Bar-David, S., Nielsen, M., Bohmann, K., & Korine, C. (2020). An appetite for pests: Synanthropic insectivorous bats exploit cotton pest irruptions and consume various deleterious arthropods. *Mol. Ecol.* 29, 1185–1198. doi:10.1111/mec.15393.
- De La Peña-Domene, M., Martínez-Garza, C., Palmas-Pérez, S., Rivas-Alonso, E., & Howe, H. F. (2014). Roles of birds and bats in early tropical-forest restoration. *PLoS One* 9. doi:10.1371/journal.pone.0104656.
- Denzinger, A., & Schnitzler, H.-U. (2013). Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology*. 4, 1–15. doi:10.3389/fphys.2013.00164.
- Ducci, L., Agnelli, P., Di Febbraro, M., Frate, L., Russo, D., Loy, A., et al. (2015). Different bat guilds perceive their habitat in different ways: a multiscale landscape approach for variable selection in species distribution modelling. *Landsc. Ecol.* 30, 2147–2159. doi:10.1007/s10980-015-0237-x.
- Farina, A. (2010). *Ecology, Cognition and Landscape*. Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-90-481-3138-9.
- Fenolio, D. B., Graening, G. O., Collier, B. A., & Stout, J. F. (2006). Coprophagy in a cave-adapted salamander; the importance of bat guano examined through nutritional and stable isotope analyses. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 273, 439–443. doi:10.1098/rspb.2005.3341.
- Forman, R. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 10(3), 133-142.
- Frazier, A. (2019). Landscape Metrics. The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (2nd Quarter 2019 Edition), John P. Wilson (Ed.). doi: 10.22224/gistbok/2019.2.3
- Freeman, P. W. (2000). Macroevolution in Microchiroptera: Recoupling morphology and ecology with phylogeny. *Evol. Ecol. Res.* 2, 317–335.
- Garbino, G. S. T. et al. (2020). Updated checklist of Brazilian bats. [Internet] Comitê da Lista de Morcegos do Brasil—CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (SBEQ). Versão 2020. [accessed 2021 Apr 26]. Available from: <https://www.sbeq.net/lista-de-especies>
- Griffin, D. R., Webster, F. A., & Michael, C. R. (1960). The echolocation of flying insects by bats. *Animal Behaviour*. 8, 141–154. doi:10.1016/0003-3472(60)90022-1.
- Grinnell, A., & Griffin, D. R. (1958). The Sensitivity of Echolocation in Bats. *The Biological Bulletin*. 114, 10–22. doi:10.2307/1538961.

- Heim, O., Treitler, J. T., Tschapka, M., Knörnschild, M., & Jung, K. (2015). The importance of Landscape elements for bat activity and species richness in agricultural areas. *PLoS One* 10, 1–13. doi:10.1371/journal.pone.0134443.
- Hesselbarth, M. H. K., Sciaini, M., With, K. A., Wiegand, K., & Nowosad, J. (2019). landscapemetrics: an open-source R tool to calculate landscape metrics. *Ecography (Cop.)*. 42, 1648–1657. doi:10.1111/ecog.04617.
- Hood, C. S., & Pitocchelli, J. (1983). *Noctilio albiventris*. *Mammalian Species*, 197, 1–5. doi:10.2307/3503897.
- Jones, G., & Rydell, J. (1994). Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 346, 445–455. doi:10.1098/rstb.1994.0161.
- Jung, K., Molinari, J., & Kalko, E. K. V. (2014). Driving factors for the evolution of species-specific echolocation call design in new world free-tailed bats (Molossidae). *PLoS One* 9. doi:10.1371/journal.pone.0085279.
- Kalko, E. K. V., & Schnitzler, H. U. (1998) How echolocating bats approach and acquire food. In: Kunz TH, Racey PA (eds) *Bat biology and conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington DC, pp 197–204.
- Kalko, E. K. V., Estrada Villegas, S., Schmidt, M., Wegmann, M., & Meyer, C. F. J. (2008). Flying high - Assessing the use of the aerosphere by bats. *Integrative Comparative Biology*. 48, 60–73. doi:10.1093/icb/icn030.
- Kolkert, H., Andrew, R., Smith, R., Rader, R., & Reid, N. (2020). Insectivorous bats selectively source moths and eat mostly pest insects on dryland and irrigated cotton farms. *Ecol. Evol.* 10, 371–388. doi:10.1002/ece3.5901.
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1223, 1–38. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x.
- Lobova, T. A., Geiselman, C. K., & Mori, S. A. (2009). *Seed dispersal by bats in the Neotropics*. New York Botanical Garden Press, New York.
- Lomolino, M. V. (2004). Conservation biogeography. In *Frontiers of Biogeography: New Directions in the Geography of Nature*, ed. MV Lomolino, LR Heaney, pp. 293–96. Sunderland, MA: Sinauer
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Andrew Royle, J., Pollock, K. H., Bailey, L. L., & Hines, J. E. (2006). *Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence*.
- MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Royle, A. A., & Langtimm, C. A. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83, 2248–2255. doi:10.1890/0012-9658(2002)083[2248:ESORWD]2.0.CO;2.
- Mammal Diversity Database. (2021). Mammal Diversity Database (Version 1.6) [accessed 2020 Jul 26]. Available from: <https://www.mammaldiversity.org/>. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4139818>
- McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. 132. doi:10.2737/PNW-GTR-351.
- Mendes, E. S., Fonseca, C., Marques, S. F., Maia, D., & Ramos Pereira, M. J. (2017). Bat

- richness and activity in heterogeneous landscapes: guild-specific and scale-dependent? *Landscape Ecol.* 32, 295–311. doi:10.1007/s10980-016-0444-0.
- Metzger, J. P. (2001). O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotrop.* 1, 1–9. doi:10.1590/s1676-06032001000100006.
- Muscarella, R., & Fleming, T. H. (2007). The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biol. Rev.* 82, 573–590. doi:10.1111/j.1469-185X.2007.00026.x.
- Norberg, U. M. L., & Rayner, J. (1987). Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philos. Trans. R. Soc. London. B, Biological Sciences.* 316, 335–427. doi:10.1098/rstb.1987.0030.
- Noronha, B. T. (2016). Análise dos registros de Chiroptera no Rio Grande do Sul—métodos empregados e distribuição de espécies por municípios, com ênfase em áreas de parques eólicos [Masters Dissertation]. Rio Grande do Sul (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (85p.)
- Park, K. J. (2015). Mitigating the impacts of agriculture on biodiversity: Bats and their potential role as bioindicators. *Mamm. Biol.* 80, 191–204. doi:10.1016/j.mambio.2014.10.004.
- Schnitzler, H. U., Moss, C. F., & Denzinger, A. (2003). From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution.* 18, 386–394. doi:10.1016/S0169-5347(03)00185-X.
- Simmons, N.B., & Conway, T.M., (2003). Evolution of ecological diversity in bats. Em: Kunz TH, Fenton MB (Eds.). *Bat Ecology*. University of Chicago Press, pp 493–535.
- Smith, T. N., Furnas, B. J., Nelson, M. D., Barton, D. C., & Clucas, B. (2021). Insectivorous bat occupancy is mediated by drought and agricultural land use in a highly modified ecoregion. *Divers. Distrib.* 27, 1152–1165. doi:10.1111/ddi.13264.
- Tataruch, F., & Kierdorf, H. (2003). Mammals as biomonitors: Principles, Concepts and Applications. *Bioindic. biomonitors*, 737–772.
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M. C., Schwager, M., et al. (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures. *J. Biogeogr.* 31, 79–92. doi:10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x.
- Turner, M. G., & Gardner, R. H. (2015). *Landscape Ecology in Theory and Practice*. New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4939-2794-4.

Nota: Neste manuscrito a introdução geral e a conclusão geral foram redigidas conforme à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e os artigos dos capítulos 1 e 2 foram redigidos conforme as normas da revista científica *Frontiers in Ecology and Evolution*, para onde o capítulo 1 será submetido. Para facilitar a leitura, as tabelas, figuras e legendas foram incluídas ao longo do texto.

CAPÍTULO 1

1 **Connectivity of the Pampean landscape for bats: modeling the occupancy through** 2 **acoustic detection**

3 **Cíntia Fernanda da Costa^{1*}, Maria João Ramos Pereira²**

4 ¹Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab, Universidade Federal do
5 Rio Grande do Sul, Department of Zoology, Institute of Biosciences, Porto Alegre, Rio
6 Grande do Sul, Brazil

7 ²CESAM, Centre for Environmental and Marine Studies, Universidade de Aveiro,
8 Portugal

9 *** Correspondence:**

10 Corresponding Author

11 cintia_fc04@gmail.com

12 **Keywords: acoustic monitoring, Chiroptera, landscape structure, microclimate,**
13 **site occupancy.**

14 **Abstract**

15 The conversion of open habitats to forest monocultures or their degradation through
16 intensive use for agricultural and livestock production affects the diversity and
17 occupancy by different animal groups. The Pampa biome, in the Brazilian-Uruguayan
18 savanna ecoregion, is the least protected and the second least sampled for bats from all
19 Brazilian biomes, and there is a knowledge gap about aerial insectivorous bats in these
20 South American grasslands. Here, our main objective was to unveil the diversity of
21 aerial insectivorous bats in the Pampa, modeling their occupancy in response to the
22 landscape structure and evaluating the influence of microclimate on their detection.
23 Using Audiomoths we acoustically monitored 68 locations within the Pampean
24 landscape during the austral spring and summer of 2019/2020. We gathered data on
25 temperature and humidity associated with each acoustic record using dataloggers. We
26 modeled occupancy through single-season models using landscape structural metrics –
27 connectivity, heterogeneity and amount of native habitat – as occupancy variables, and
28 using variation in temperature and relative humidity as detection variables. We detected
29 bat passages over 8000 records and identified 12 species and 11 complexes belonging to
30 the Molossidae and the Vespertilionidae. Detection and occupancy estimates ranged
31 from 0.14 to 0.74 and from 0.13 to 0.93, respectively. Occupancy probability by the
32 edge-space foragers *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis*, and the open-space

33 forager *Molossus cf currentium* increases with landscape connectivity. Only one
34 species, *Molossops temminckii*, has shown an increase in occupancy probability
35 associated with the amount of native habitat in the landscape. While some species
36 responded negatively to the increase in temperature variation, showing optimal
37 detection between 20°C and 24°C, *Myotis albescens* responded positively to
38 temperature variation, being active at lower temperatures than most species. Open-space
39 foragers, including *Promops centralis* and the *Cynomops/Eumops/Nyctinomops*
40 complex, as well as the versatile *Molossops temminckii*, seem to mostly occupy native
41 forest formations, riparian forests, wetlands and areas with large water bodies, with
42 some tolerance to monocultures. The occupancy of the edge-space foragers, including
43 *Eptesicus furinalis*, *Eptesicus brasiliensis*, *Myotis* sp. nov and the open-space forager
44 *Molossus cf currentium* is more related to elements dispersed along the landscape,
45 including patches of native forests and small to medium water bodies, within areas of
46 native grassland. Our results show that different bat species perceive the landscape
47 differently, regardless of the guild of use of space – edge forager or open-space forager.
48 Our estimate of projected occupancy for the regions contiguous to the sampled area for
49 the whole of the bat taxa ranged from 0.45 to 0.70, suggesting that the landscape is
50 reasonably favorable to aerial insectivores.

51 **1. Introduction**

52 Habitat loss fragmentation and degradation are the most cited causes of species
53 extinctions and biodiversity decline globally (Taubert et al., 2018). Intensive land use
54 changes alter the landscape structure and limit the potential occurrence, dispersal and
55 colonization of species (Fahrig, 2003; Crooks and Sanjayan, 2006; Jetz et al., 2007).
56 The conversion of open habitats into forest monoculture systems or their degradation
57 through intensive use for agriculture and livestock has changed the dynamics and
58 structure of the landscape (Ellis et al., 2010; Oliveira et al., 2017; Souza et al., 2020).
59 Such landscape changes are of particular concern in tropical countries (Phalan et al.,
60 2013), like Brazil, which despite being megadiverse (Myers et al., 2000), is also one of
61 the world's largest producers of agricultural commodities (de Sousa-Neto et al., 2018).

62 The main consequence of intense land use change is habitat homogenization. This is of
63 particular concern as heterogeneous and complex environments are drivers of
64 diversification, governing species turnover gradients (Tews et al., 2004). Indeed,

65 patches and networks of distinct natural elements provide increased resource
66 availability, including food, roosts and shelters, and niche space for other activities
67 throughout the animals' life-histories, favoring increased coexistence, persistence and
68 species diversification (Stein et al., 2014).

69 Diversity of natural elements between the different habitats is also paramount for
70 landscape connectivity (Bennett et al., 2006). Indeed, connectivity is a key element in
71 landscape structure and can be defined as the degree to which the landscape facilitates
72 or restricts the movement of organisms between fragments (Calabrese and Fagan, 2004;
73 Taylor et al., 2010). Patches that are more connected to each other facilitate exchanges
74 between subpopulations, reducing the risk of population decline and local extinction
75 (Bennett et al., 2006).

76 In addition to connectivity and heterogeneity, the amount of available habitat is another
77 factor explaining species richness and diversity across landscape, and is usually a better
78 predictor of these biodiversity dimensions than size or isolation of a given fragment, as
79 proposed in the habitat amount hypothesis (HAH, Fahrig, 2013). Different species
80 respond differently to landscape structure and spatial scales (Ducci et al., 2015; Mendes
81 et al., 2017). However, our understanding is still poor of how changes in the landscape,
82 especially those resulting from human actions and activities, affect the components of
83 biodiversity, including different taxa, different diversity facets and in different
84 environmental and landscape scenarios.

85 Bats occupy several ecological niches and provide numerous ecosystem services,
86 including pollination and seed dispersal (Marshall, 1983; Kunz et al., 2011), the control
87 of insect populations in agricultural crops (Cleveland et al., 2006; Reiskind and Wund,
88 2009), as well as of disease vectors (Cohen et al., 2020; Kolkert et al., 2020); cave-
89 dwelling species are also responsible for transporting nutrients to these underground,
90 aphotic, habitats (Fenolio et al., 2006; Chapin, 2019). Here, we use bats as model,
91 because they are good indicators of the impacts of anthropogenic changes in
92 Neotropical habitats (Jones et al., 2009; Park, 2015). Indeed, due to the high species
93 richness and unpaired ecological diversity of bats in the Neotropics, they are considered
94 excellent models to assess the impacts of anthropogenic habitat loss and conversion
95 (Muylaert et al., 2016). While some specialized species are sensitive to environmental
96 stressors, others may tolerate, at least to a given extent, changes in landscape

97 composition and structure (Jones et al., 2009). Such sensitivity depends on intrinsic and
98 extrinsic factors. Intrinsic factors include body size, diet, flight capacity and species
99 dispersion (Schnitzler et al., 2003; Lino et al., 2019). Undeniably, species with greater
100 ability to fly and disperse are more likely to persist in altered landscapes, because they
101 can search for favorable habitats within a less favorable matrix, while less vagile species
102 may not be able to do the same, becoming restricted to suboptimal habitat conditions,
103 with potential severe consequences for their genetic diversity (Lino et al., 2019) and,
104 ultimately, for their persistence. But species responses to changes in land use also
105 depend on extrinsic factors, particularly those associated with the structure and
106 composition of the landscape. Regarding spatial scales, climate, habitat and biotic
107 interactions seem to be those most contributing to differences in bat composition,
108 activity and diversity (McGill, 2010; Estrada-Villegas et al., 2012). Climatic conditions
109 are responsible for determining the temporal and spatial availability of resources at large
110 scales and, at small scales may impose activity restrictions associated with metabolic
111 costs, for instance, those associated with maintaining high and stable body temperatures
112 when the ambient temperature is low. In terms of spatial resolution, different bat guilds
113 perceive their habitat in different ways, both in terms of scale and landscape pattern
114 (Ducci et al., 2015). So, due to the specificity of bat responses to the landscape, it is
115 important to understand how different species and guilds respond to different habitat
116 changes and configurations, considering the matrix and its quality (Martins, 2016;
117 Meyer et al., 2016).

118 The Uruguayan savanna ecoregion extends from the extreme south of Brazil, throughout
119 Uruguay and a small section of the Argentinean province of Entre Ríos. In Brazil this
120 ecoregion is represented by the Pampa, characterized by extensive natural grasslands
121 with shrubs and rocky outcrops (Pillar et al., 2009). In recent decades, the Pampean
122 landscape has suffered with the conversion of natural areas into monocultures and the
123 introduction of exotic species in silviculture (Roesch et al., 2009). Recent estimates
124 indicate that the Pampa lost 21.4 % of the remaining native vegetation cover between
125 1985 and 2020, remaining only 46% of the original landscape (Souza et al., 2020). With
126 scarce and often inadequate management policies, the Pampa is considered the most
127 neglected Brazilian biome; in fact, it was only recognized as a biome in 2004 (Overbeck
128 et al., 2007), representing no more than 0.36% of the Brazilian continental area
129 protected by conservation units (Souza et al., 2020). Although the Pampa is a set of very

130 old ecosystems (Chernicoff and Zappettini, 2004), and widely studied from the floristic
131 point of view and its relationship with human occupation (Pillar et al., 2009; Guido et
132 al., 2016; Leidinger et al., 2017), it is still hugely understudied concerning the
133 geographic distribution and patterns of occupancy of many animals (Konze, 2015;
134 Queirolo, 2016; Tirelli et al., 2018), and bats are no exception to this pattern (Bernard et
135 al., 2011).

136 It is known that most bat species occurring in the Pampa are aerial insectivores, either
137 open-space or edge-space foragers (Noronha, 2016). Indeed, in the absence of large
138 patches of forested habitats, cluttered-space foragers, particularly of the Phyllostomidae,
139 represent a poorer and perhaps less abundant guild. Aerial insectivores commonly fly
140 high and can detect tiny objects, so they are rarely captured with mist nets (Kalko et al.,
141 2008). Thus, the most suitable method to detect and, subsequently, identify these
142 species is acoustic monitoring. Here, we use the history of acoustic detection and non-
143 detection of bat species to investigate the influence of structural variables of the
144 landscape and microclimate on the occupancy and detection of aerial insectivore bats in
145 the Brazilian Pampa. We hypothesize that all species detection of all species is
146 influenced by microclimatic variables, and we predict that greater variation in
147 temperature and air humidity, reflecting extremely low or high temperatures or
148 humidities, will negatively influence bat detection due to i) reduced bat activity and ii)
149 reduced airborne sound propagation. We also hypothesize that species occupancy is
150 influenced by the structure of the landscape, and we predict that i) landscape
151 connectivity positively affects the occupancy of edge-space foraging bats, as this guild
152 should be favored by forest patches that offer more roosts, perches, and food resources;
153 ii) heterogeneity should affect positively mostly the occupancy of open-space bats, by
154 favoring a more diverse and abundant prey community at different times of the night;
155 and iii) a greater amount of favorable habitat positively affects the occurrence of all
156 species, as it offers greater carrying capacity, but potentially influencing more the
157 occupancy of edge-space foragers.

158 **2. Methods**

159 **2.1 Study area**

160 We sampled five areas in the Brazilian Pampa (within the Brazilian-Uruguayan savanna
161 ecoregion; Figure 1) in the municipalities of Alegrete, Cacequi and Quaraí, spanning a

162 wide range of pristine habitats, including native grasslands, meadows, gallery forests,
163 shrub formations and rock outcrops, as well as areas that harbor different levels of
164 agriculture and livestock production, mainly over native grasslands. Sampling sites
165 were classified into one of the two main physiognomies occurring in the region: (i)
166 shallow soil fields, mostly composed of undergrowth, with a predominance of grasses,
167 legumes and composite plants that grow from basalt formations with low moisture
168 retention and (ii) mixed stands of andropogon grass, where most of the area has already
169 been transformed into rice and soybean crops; in fields with overgrazing, the proportion
170 of bare soil increases, benefiting the development of composite vegetation, such as
171 plants of the genera *Soliva*, *Vernonia* and *Senecio* (Hasenack et al., 2010).

172 The climate in the Brazilian Pampa is sub-tropical, with average annual temperatures
173 ranging from 16 °C to 22 °C and annual rainfall varying from 1200 to 1600 mm (Pillar
174 et al., 2015). The geological formation is complex, including recent marine sedimentary
175 deposits to ancient pre-Cambrian formations, in some areas of the South-Rio-Grandense
176 Shield (Chernicoff and Zappettini, 2004). The relief is relatively homogeneous and flat,
177 varying from sea level up to about 400 m elevation (Pillar et al., 2015). Currently, only
178 45% of Brazilian Pampa remains covered by native vegetation and only 2% is legally
179 protected by conservation units; this makes the Pampa the least protected biome in
180 Brazil (Souza et al., 2020). Despite this, a large number of landowners subscribed the
181 Alianza del Pastizal's initiative, aiming the conservation of natural grasslands through
182 the production of certified environmentally sustainable meat, an initiative led by
183 BirdLife International and executed through local partners in Brazil, Uruguay,
184 Argentina and Paraguay (Save Brasil, Aves Uruguay, Aves Argentina, Guyra
185 Paraguay). This partnership helps the protection and maintenance of native grasslands
186 and scientific work on partner properties is rather welcome.

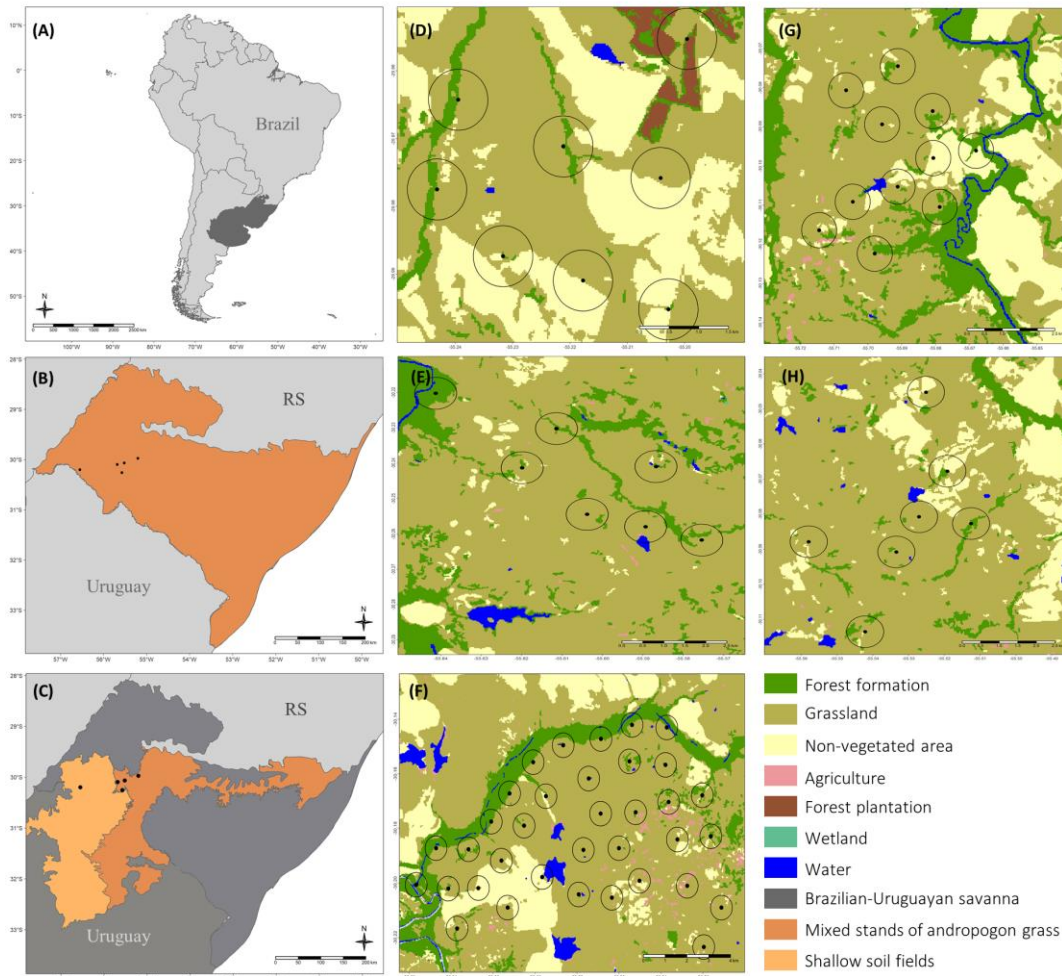


Figure 1. **A)** Location of the Brazilian-Uruguayan savanna in South America in dark grey; **B)** Location of the five areas in the municipalities of Alegrete, Cacequi and Quaraí, Brazilian Pampa, sampled for bats during the Austral Spring and Summer of 2019 and 2020; **C)** The two main physiognomies that occur in the Brazilian and Uruguayan Pampa: in light orange the shallow soil fields, and in orange the mixed stands of andropogon grass; **D, E, F, G and H)** Land use and land cover maps for each of the five sampled areas (Posto do Umbu farm, Tapera farm, Santa Rita do Jarau farm, Maronna foundation and Cerro dos Porongos farm, respectively) in the municipalities of Alegrete, Cacequi and Quaraí, with the 500 m buffers created around each sampling location from which landscape metrics were calculated.

187 2.2 Acoustic monitoring and analysis

188 We monitored 68 sites located at least 1.5 km apart, during the spring and summer of
 189 2019 and 2020 (Figure 1). The autumn and winter in this region are rainy, windy and
 190 cold, which deemed acoustic bat monitoring inefficient. We sampled bats using
 191 automated sound-detectors – Audiomoths (Silicon Labs) – set at a sampling rate of 256
 192 kHz, 16 bits, programed to record cuts of 15 seconds every two minutes from sunset to

193 sunrise, for at least five nights in each site. We also coupled automated temperature and
194 humidity sensors to each active Audiomoth to obtain detailed information on the
195 weather conditions associated with each bat record.

196 Species identification was done through manual analysis of recordings in Raven Pro 1.6
197 Software (Bioacoustics Research Program 2021) selecting a Hamming window with
198 1024 Fast Fourier Transformation (FFT; overlap 93%) to minimize the effect of spectral
199 dispersion. We evaluated the following parameters: the overall shape of the pulse
200 (constant frequency – CF; modulated frequency – FM; quasi-constant frequency qCF;
201 and variations therein), frequency modulation (FM), number of harmonics (nH), peak
202 frequency (PF), duration (D), inter-pulse interval (IPI), frequency of maximum energy
203 (FME), maximum frequency (Fmax), minimum frequency (Fmin) and bandwidth (BW
204 = Fmax - Fmin). We identified bat recordings to the species level, following acoustic
205 identification keys for Neotropical and Brazilian bats (Barataud et al., 2013; López-
206 Baucells et al., 2016; Arias-Aguilar et al., 2018). Ambiguous identification of species or
207 genera due to similarities in signal structure and frequency were organized in potential
208 species complexes. We quantified bat activity using sequences with at least three
209 consecutive good quality (signal to noise ratio ≥ 12 dB; Jung et al., 2014) echolocation
210 calls in a recording; each sequence that met this criterion was considered a “bat pass”.
211 Species were classified as edge-space or open-space foragers according to Denzinger
212 and Schnitzler (2013).

213 **2.3 Landscape metrics**

214 We obtained the landscape metrics from a categorical land use raster map of the
215 Brazilian-Uruguayan savanna ecoregion for 2019 (MapBiomias Pampa Sudamericano
216 Project 2021). We created 500 m radius circular buffers using the location of the
217 Audiomoth as centroid in each sampling site to extract the landscape metrics. Smaller
218 buffers do not reflect the nightly dispersal ability of the majority of the species that
219 potentially occur in the area, while larger scales were discarded for being outside the
220 detection range of the Audiomoths, and to avoid closely located or overlapping buffers
221 and potential spatial autocorrelation.

222 We calculated three structural landscape metrics at two levels: (i) Landscape level,
223 using a classification raster of seven categories: forest formation, forest plantation,

224 wetland, grassland, agriculture, non-vegetated area and water for extracting the
225 Shannon's evenness index (SHEI), understood as a measure of landscape heterogeneity;
226 (ii) Class level, by reclassifying the raster into a binary map – favorable habitat (native
227 forests, wetland and water) and non-favorable habitat, for calculating the mean nearest-
228 neighbor euclidean distance (ENN_MN), representing favorable habitat connectivity
229 (Keeley et al., 2021) and the percentage of favorable landscape in the buffer (PLAND).
230 For these last two metrics we used eight directions that correspond to the number of
231 directions in which patches may be connected, as recommended in McGarigal et al.
232 (2012). All metrics were extracted using the *landscapemetrics* package (Hesselbarth et
233 al., 2019) in R Program version 4.0.4 (R Core Team 2021).

234 **2.4 Single-season occupancy models and extrapolations**

235 We used detection/non-detection records to build single season occupancy models
236 (Mackenzie et al., 2002; 2017). We treated each survey location as a sample unit and
237 each night as a survey occasion. We used the coefficient of variation for temperature
238 and air relative humidity data as detection covariates (p) because we expect this
239 coefficient to capture extreme low or high values, eventually affecting bat activity or
240 detection. We used the abovementioned landscape metrics as occupancy covariates (Ψ).
241 All covariates were standardized with the same mean (0) and standard deviation (1).
242 Multicollinearity was evaluated using the variance inflation factor (VIF), and only
243 variables with VIF below 2 were used for the modelling (James et al., 2013).

244 We fitted all models using the “occu” function in the *unmarked* R package (Rodhouse et
245 al., 2011) and we built 16 models (by species/complex) combining each occupancy
246 variable with all detection possibilities, including the null model; we ranked the models
247 using the second-order Akaike Information Criterion (AICc) and the determination
248 coefficient (R^2), and we considered as the best-supported models those with $\Delta AICc < 2$
249 (Burnham and Anderson, 2002). To evaluate models' goodness-of-fit (GoF) we used
250 three discrepancy measures: sum of squared errors, Pearson's Chi-squared, and
251 Freeman-Tukey Chi-squared, with at least 1000 bootstraps. Additionally, to evaluate the
252 model's fit based on the frequencies of the detection histories, we used the goodness-of-
253 fit test recommended by MacKenzie and Bailey (2004), where well-fitted models
254 should return the p-value $\gg 0.05$. As a measure of dispersion, we used the c-hat value
255 as follows: when c-hat < 1 indicate underdispersion, we keep the value of c-hat at 1; $1 <$

256 $c\text{-hat} < 3$ indicates moderate overdispersion, so we multiply the variance-covariance
257 matrix of the estimates by $c\text{-hat}$, and as result, the SEs of the estimates are inflated,
258 according to Burnham and Anderson (2002). This was done using the R package
259 *AICcmodavg* (Mazerolle, 2020).

260 To predict the probability of occupancy at each location, we used the “*modavgPred*”
261 function in the *AICcmodavg* R package (Mazerolle, 2020), while considering the
262 uncertainty of the model using the average of the best models. In addition, we also used
263 the average of the best models to see how occupancy changes with the covariates.

264 To spatially extrapolate our results, we used raster of the MapBiomias Pampa
265 Sudamericano Project at a scale of 1:250,000 (MapBiomias Pampa Sudamericano
266 Project 2021) and cropped it with the adapted shapefile of ecological systems from the
267 Uruguayan Savanna Ecoregion at a scale of 1:500,000 (Hasenack et al., 2010). With the
268 final raster in the scale of 1:250,000, we extracted the polygons representing the two
269 main sampled phytophysionomies (shallow soil fields and mixed stands of andropogon
270 grass), covering areas of the Brazilian and Uruguayan Pampa. We created a square grid
271 of 500 meters resolution throughout the polygon, extracted its coordinates and the same
272 landscape metrics used as occupancy covariates, creating a new data frame. We
273 standardized this data and used this information to extrapolate our predictions and to
274 create occupancy probability maps for each species for the region using the *tmap* R
275 package (Tennekes et al., 2021).

276 **3. Results**

277 We detected bat-passes in 8,111 (8.15%) out of 99,526 recordings and we identified 12
278 species and 11 species complexes belonging to the Molossidae and the Vespertilionidae
279 families. Nine molossid species/sonotypes were open-space foragers – *Molossus* cf.
280 *currentium*, *Molossus molossus*, *Molossus rufus*, *Promops centralis* and the complexes
281 *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* 20-23 kHz, *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* 23-26
282 kHz, *Eumops* 16-18 kHz, *Eumops/Nyctinomops* 18-20 kHz and *Molossus* 38-42 kHz.
283 Eleven species/sonotypes were

284 edge-space foragers, including one molossid - *Molossops temminckii* - and all ten
285 vespertilionids – *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus chiriquinus*, *Eptesicus furinalis*,
286 *Lasiurus blosevillii*, *Myotis* sp. nov. (Roberto L.M. Novaes pers. comm.), *Myotis ruber*

287 and the complexes: *Histiotus* 17-20 kHz, 21-25 kHz, 26-28 kHz, Vespertilionidae 32-36
 288 kHz, *Myotis* 50-52 kHz, and *Myotis* 52-55 kHz (figure 2). None of the species or
 289 complexes was detected at all sampled sites. Taxa occurring in more sites were not
 290 necessarily the most detected.

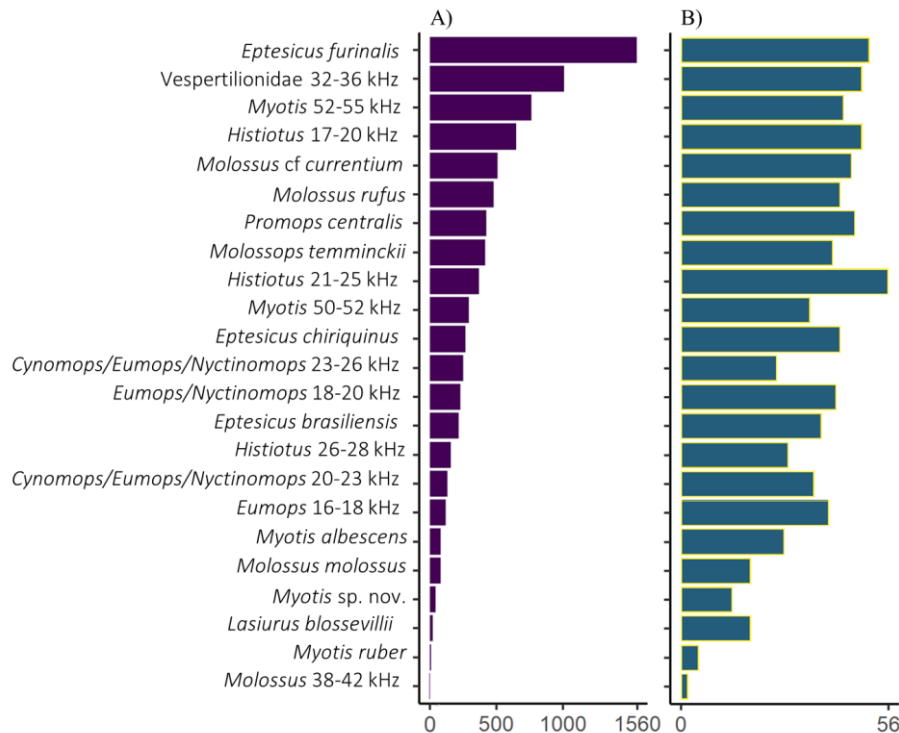


Figure 2. **A)** Distribution of the number of detections (n = 8111); **B)** number of sites occupied (n = 68) by bats for the 12 species and 11 complexes, recorded in the Brazilian Pampa during the spring and summer of 2019 and 2020.

291 3.1 Single-season occupancy models

292 The models of occupancy converged and showed good fits for 11 species and nine
 293 complexes, with discrepancy values ranging from 0.01 to 0.93 and c-hat ranging from
 294 0.17 to 2.52. Detection estimates ranged from 0.14 to 0.74 while occupancy estimates
 295 ranged from 0.13 to 0.93 (Figure 3). We were unable to obtain models for *Lasiurus*
 296 *blosevillii*, *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* 20-23 kHz and *Molossus* 38-42 kHz
 297 because the models did not converge.

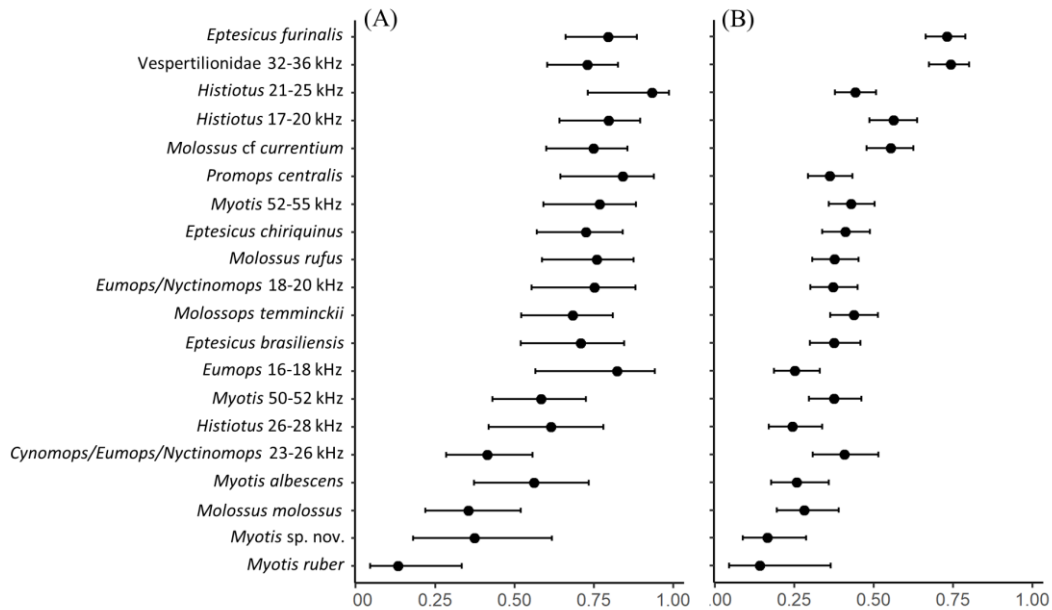



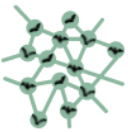

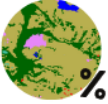
Figure 3. Estimated occupancies (A) and detection (B) probabilities of 11 species and nine complexes of bats, recorded in the Brazilian Pampa during the spring and summer of 2019 and 2020. Mean estimates are displayed with 95% credible intervals.

298 3.2 Effect of microclimate on bat detection probability

299 Among the sample sites, the coefficient of variation of the temperature ranged from
 300 1.83 to 65.89% while the coefficient of variation of the air relative humidity varied from
 301 0.16 to 25.97%. Overall, increased temperature variations negatively affected the
 302 detection probability mostly of edge-space foragers, *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus*
 303 *furinalis*, the complexes *Histiotus* 17-20 kHz, 26-28 kHz and Vespertilionidae 32-36
 304 kHz; but also, an open-space forager, *Molossus cf currentium*. Visually inspecting the
 305 plots of detection events by temperature in these species, it is possible to see that the
 306 majority of the detections occur at a short interval, roughly between 20 and 24°C,
 307 suggesting a narrow optimal temperature range for the activity of these bats
 308 (Supplementary Figure 1). On the contrary, the detection probability of *Myotis*
 309 *albescens* increased with the variation in temperature (Table 1), and when visually
 310 inspecting the plot of detection events by temperature in this species we find most
 311 records in temperatures between 15 and 25°C, showing an activity optimum within a
 312 wider temperature interval. The increase in the coefficient of variation of the air relative
 313 humidity negatively affected the detection probability of *Eptesicus chiriquinus* and

314 *Molossus molossus*, with most records below 80% relative humidity (Supplementary
 315 Figure 1).

Table 1. Summary of the best-fit and significant models for detection (p) and occupancy (Ψ) for 11 species and nine complexes of bats, occurring in the Brazilian Pampa during the Austral Spring and Summer of 2019 and 2020 - represented by temperature and relative humidity for detection landscape connectivity and amount of habitat favorable for occupancy.

Detection	Occupancy
 <p><i>Myotis albescens</i> ($\beta_p = 0.397$) <i>Eptesicus brasiliensis</i> ($\beta_p = -0.576$) <i>Eptesicus furinalis</i> ($\beta_p = -0.782$) <i>Molossus cf currentium</i> ($\beta_p = -0.516$) <i>Histiotus</i> 17-20 kHz ($\beta_p = -0.416$) <i>Histiotus</i> 26-28 kHz ($\beta_p = -0.574$) Vespertilionidae 32-36 kHz ($\beta_p = -0.694$)</p>	 <p><i>Eptesicus brasiliensis</i> ($\beta_\Psi = -0.804$) <i>Eptesicus furinalis</i> ($\beta_\Psi = -0.897$) <i>Molossus cf currentium</i> ($\beta_\Psi = -0.691$)</p>
 <p><i>Eptesicus chiroquinus</i> ($\beta_p = -0.255$) <i>Molossus molossus</i> ($\beta_p = -0.694$)</p>	 <p><i>Molossops temminckii</i> ($\beta_\Psi = -0.804$)</p>

316 Detection probability of *Molossus rufus*, *Molossops temminckii*, *Myotis* sp. nov., *Myotis*
 317 *ruber*, *Promops centralis* and the complexes *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* 23-26
 318 kHz, *Eumops* 16-18 kHz, *Eumops/Nyctinomops* 18-20 kHz, *Histiotus* 21-25 kHz and
 319 *Myotis* 50- 52 kHz, 52-55 kHz did not significantly respond to any of the microclimatic
 320 variables, although at least one of the covariates was included in the best-adjusted
 321 models ($\Delta AICc < 2$) for each species or complex.

322 3.3 Effect of landscape on bat occupancy probability

323 The average values of the mean euclidean nearest-neighbor distance, the Shannon
 324 uniformity index, and the percentage of favorable landscape occupied by the bats
 325 were 118 m, 0.510, and 15.38%, respectively. The VIF analysis showed that there was
 326 no correlation between the landscape predictor variables ($VIF_{enn_mn} = 1.021$, VIF_{shei}
 327 $= 1.171$ and $VIF_{pland} = 1.169$).

328 Our results showed that decreased connectivity, that is, the more distant or isolated
329 fragments of favorable habitat are, the lesser the chances of occupancy by the edge-
330 space foragers *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis* and the open-space forager
331 *Molossus cf. currentium*. The edge-space forager *Molossops temminckii* was the only
332 species whose probability of occupancy responded positively to the amount of favorable
333 habitat in the landscape. On the other hand, the occupancy of the other modeled species
334 did not respond significantly to any landscape variable. Although the predictor variables
335 of the landscape did not significantly influence the occupation probabilities of most of
336 the sampled species, at least one of the three variables presented marginal support
337 among the mean of the best-adjusted models ($\Delta AICc < 2$) (Supplementary Table 1).

338 **3.4 Spatial extrapolation of the species' occupancy**

339 Species showing highest occupancy probabilities (maximum values ranging from $\beta\psi$
340 0.82 - 0.98) in the two main sampled phytophysiognomies (shallow soil fields and
341 mixed stands of andropogon) were *Molossops temminckii*, *Promops centralis*, *Eptesicus*
342 *furinalis* and the complexes *Eumops* 16-18 kHz, *Histiotus* 17-20 kHz, 21-25 kHz and
343 *Myotis* 52-55 kHz (Figure 4).



Figure 4. Estimated occupancy projected for the regions contiguous to the sampled area for the 11 species and nine complexes of bats, that occurred in the Brazilian Pampa during the spring and summer of 2019 and 2020.

344 *Molossus cf currentium*, *Molossus rufus*, *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus chiriquinus*
 345 and the complexes *Eumops/Nyctinomops* 18-20 kHz and Vespertilionidae 32-36 kHz

346 presented moderate occupancy probability estimates (maximum values ranging from $\beta\psi$
 347 0.74 – 0.79). Finally, *Myotis* sp. nov., *Myotis albescens*, *Molossus molossus*, *Myotis*
 348 *ruber* and the complexes *Histiotus* 26-28 kHz, *Myotis* 50-52 kHz and
 349 *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* 23-26 kHz returned the lowest occupancy probability
 350 estimates (maximum values varying of $\beta\psi$ 0.20 – 0.62). The occupancy of *Molossops*
 351 *temminckii*, *Promops centralis*, *Histiotus* 17-20 kHz and
 352 *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* 23-26 kHz was positively influenced by native forest
 353 formations, riparian forests, wetlands and water bodies, with some tolerance to forest
 354 monocultures. The projected occupancy of *Eptesicus furinalis*, *Molossus* cf. *currentium*,
 355 *Eptesicus brasiliensis*, *Myotis* sp. nov. was more related to elements dispersed in the
 356 landscape along large open areas of native grasslands, such as patches of native forests,
 357 and small and medium water bodies. The average map of the sampled
 358 species/complexes set presented estimates of occupancy probability ranging from 0.45
 359 to 0.70 (Figure 5).

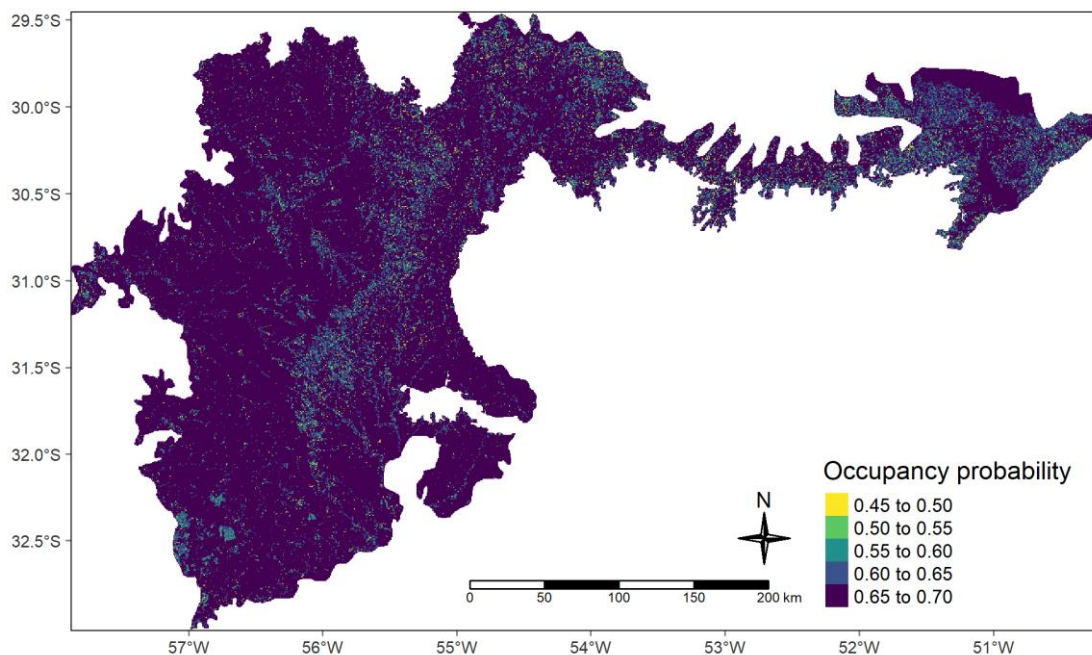


Figure 5. Projected average occupancy estimates for the regions contiguous to the sampled area of the set of bat species/complexes sampled in the Brazilian Pampa during the spring and summer of 2019 and 2020.

360 4. Discussion

361 4.1 Different bats perceive the landscape differently

362 We predicted that species occupancy should be influenced by landscape structure, with
363 structural connectivity as the most important factor affecting the occupancy of edge-
364 space foraging bats. This prediction assumed that, in altered landscapes, well-connected
365 woodland patches should provide increased availability of roosts, temporary perches
366 and foraging resources, determining the occupancy of edge-space aerial insectivorous
367 bats. Indeed, the occupancy of two edge-space foragers, *Eptesicus brasiliensis* and
368 *Eptesicus furinalis* responded positively to increased connectivity between forest
369 patches. Still, we also found that none of the remaining edge-space foragers seems to be
370 affected by connectivity, while the occupancy of the open-space forager *Molossus* cf
371 *currentium* was also affected by this landscape trait. Such suggests that responses to
372 landscape structure measured at this scale are species-specific rather than guild-specific,
373 with some bats preferring (or depending) on well-connected favorable habitat patches.
374 Indeed, some bats seem to increase their activity in grasslands with scattered trees
375 (Lumsden and Bennett, 2005; Manning et al., 2006; Fischer et al., 2010), others prefer
376 linear landscape elements within open landscape (Verboom and Huitema, 1997; Toffoli,
377 2016); and, particularly in severely altered landscapes, such as urban areas, connectivity
378 is crucial in explaining the activity of some species of bats (Hale et al., 2012; Ancillotto
379 et al., 2019).

380 Increased amounts of favorable habitat favour the probability of occupancy by
381 *Molossops temminckii*, partially supporting our third prediction. Among the molossid
382 species recorded in this study, this is the only species capable of exploring background-
383 cluttered environments, while remaining able to exploit clearings and overall open
384 environments, by changing from short downward frequency-modulated calls with short
385 pulse intervals in cluttered environments to long upward frequency-modulated calls
386 with longer intervals and shorter bandwidth in open sites (Oliveira et al., 2018). Perhaps
387 this phenotypic plasticity makes *Molossops temminckii* less sensitive to patch
388 connectivity, in this case with many small and isolated structures scattered across the
389 landscape, than to the quality of the foraging sites. A similar relation was also found
390 between the relative abundance of *Lasiurus borealis*, which also forages either in
391 cluttered woodlands or open pastures (Walters et al., 2007) and it is positively
392 influenced by the amount of favorable habitat in Canada (Ethier and Fahrig, 2011).

393 Landscape elements, such as natural forest formations, wetlands and water bodies, or
394 even linear elements, favor the movement of bats in wide open landscapes, as they
395 provide habitat for foraging, potentially with higher abundance of prey (Russ et al.,
396 2003; Schowalter, 2006; Brooks, 2009) and drinking water (Brooks, 2009; Hagen and
397 Sabo, 2011; Marques et al., 2016), corridors for daily commuting routes or occasional
398 regional dispersal (Gelling et al., 2007), increased availability of perches and shelter
399 from the wind (Russ et al., 2003) and decreased predation (Jones and Rydell, 1994;
400 Verboom and Spoelstra, 1999), ultimately influencing the distribution and persistence
401 of various taxa. Still, no species responded significantly to habitat heterogeneity.

402 The fact that most species did not responded to connectivity, heterogeneity, or quantity
403 of favorable habitat may be related to the spatial scale we used (500 m) or simply those
404 variables do not represent environmental factors affecting the occupancy of the studied
405 bat assemblage. The lack of response may also have been influenced by the quality of
406 the landscape, which, in general, presented low proportions of quantity of habitat
407 (averaging 15.38%), intermediate levels of heterogeneity and low connectivity, with
408 about 40% of the sites ($n = 27$) not showing trees, wetlands or water bodies within the
409 500 m buffer. However, a recent study done in the Brazilian Atlantic Forest, using the
410 multi-scale approach (500 m and 2,000 m) demonstrated that the activity of aerial
411 insectivorous assemblages was influenced by the landscape structure at the smallest
412 scale (Falcão et al., 2021). Due to the high specificity of bat responses to the landscape,
413 the multiple scale approach (from 500 m to 5000 m, or even greater) is crucial to
414 understand how bats respond to different compositions and configurations of the
415 landscape, considering the matrix and its quality (Meyer and Kalko, 2008; Martins,
416 2016). That said, we have tested modelling at scales from 100 m to 500 m with no
417 noticeable changes in the results.

418 Overall, it seems clear that different bats, regardless of their foraging strategy in space,
419 perceive the landscape in different ways, a pattern already observed for other bat
420 assemblages in the Neotropics (Bernard and Fenton, 2007) and in the temperate region
421 (Ducci et al., 2015).

422 4.2 Microclimate and bat detection: finding species optimum detection interval

423 We found different species detection responses to the microclimatic conditions of
424 temperature and air humidity. Supporting our initial hypothesis, increased temperature
425 variation negatively affected the detection of *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis*,
426 *Molossus cf currentium* and the complexes *Histiotus* 17-20 kHz, 26-28 kHz and
427 *Vespertilionidae* 32-36 kHz. There seems to be an optimum temperature range (between
428 20°C and 24°C) for the detection of these species, beyond which their detection
429 decreases. Generally, the feeding activity of aerial insectivores tends to increase on
430 warmer nights due to the greater activity of their prey, flying arthropods (Racey and
431 Swift, 1985; Aldridge and Rautenbach, 1987; Schowalter, 2006). Thus, we can assume
432 that if bats are more active, they will soon be more detected, as has been effectively
433 observed in temperate environments (Kaiser and O’Keefe, 2015; Blakey et al., 2019).
434 Still, above certain temperatures, the cost of endothermy, specifically of cooling may
435 become too high for animals with such increased metabolism. Indeed, despite the
436 advantages and efficiency of air transport, flight is a metabolically expensive mode of
437 locomotion: the metabolic rates of flying bats can be as high as 3 to 5 times those of
438 terrestrial mammals of the same size, with heart rates going over 1,000 beats per minute
439 (Thomas and Suthers, 1972; Maina, 2000). Bats have several metabolic adaptations and
440 optimized airflow patterns to bypass the high energy expenditure that could lead to
441 starvation and death (Shen et al., 2010); perhaps they also show behavioral adaptations,
442 avoiding too high temperatures even if their prey are still available, particularly if the
443 gain by ingestion does not compensate the physiological risk of overheating.

444 On the other hand, contrary to our predictions, the probability of detection of *Myotis*
445 *albescens* increased with variation in temperature, particularly showing a significant
446 proportion of detections at lower temperatures than most species, suggesting that *Myotis*
447 *albescens* may eventually take extra advantage of prey resources that either reduce their
448 activity when its colder, but become more accessible on top or surrounding the foliage,
449 or which reduce flight elevations to avoid low atmospheric temperatures at highest
450 elevations, thus becoming more easily preyed by this small edge-space predator. Also,
451 *Myotis albescens* is one of the most widely distributed species of the genus, occurring
452 from southern Mexico to Brazil (Reis et al., 2017); this may be mirrored by a wide
453 dietary plasticity, which can be favored by the increase in the activity of different
454 species of prey at different thermal niches during the night.

455 *Eptesicus chiroquinus* and *Molossus molossus* showed a negative relationship with the
456 increase in the variation of relative humidity, presenting optimal detections between 70
457 and 80% air humidity. Relative humidity is known to influence roost selection
458 (Torquetti et al., 2017) and foraging habitat selection (O'Donnell, 2000), but its effects
459 on bat activity and detectability are still not completely understood. Humidity
460 influences sound atmospheric attenuation (Goerlitz, 2018), with dry air absorbing far
461 more acoustical energy than moist air; thus, humidity directly affects the propagation
462 and attenuation of sounds emitted by aerial insectivorous bats (Snell-Rood, 2012;
463 Mutumi et al., 2016; Chaverri and Quirós, 2017). As atmospheric absorption or
464 attenuation is directly proportional to the distance traveled by the sound in the air, the
465 main consequence of atmospheric attenuation in high frequency sounds is the restriction
466 of the effective range of the bat's echolocation (Griffin, 1971; Lawrence and Simmons,
467 1982). This has, therefore, a direct implication on the species detection range and is
468 even more noticeable in high frequency calls – the higher the frequency emitted in the
469 call, the shorter the sound detection range (Kober and Schnitzler, 1990). Although
470 increases in air humidity seem, *a priori*, to favor sound propagation, similarly to our
471 results, an increase in air relative humidity above a certain level also negatively affected
472 the detection of some Neartic bats (Yates and Muzika, 2006). Because bats evolved to
473 optimize their detection ranges within given limits, below certain values of atmospheric
474 humidity sound propagation may be too short, limiting hunting possibilities but also,
475 above certain values, echo behavior may become too unpredictable (Griffin, 1971), also
476 impairing hunting success.

477 **4.3 Reducing the Wallacean shortfall through acoustic monitoring**

478 Here, we present the first comprehensive study of aerial insectivorous bats in the
479 Brazilian Pampa using acoustic monitoring. In general, Brazil is poorly sampled, with
480 circa 60% of the territory without any bat record and with sampling efforts unevenly
481 distributed throughout the country (Bernard et al., 2011). The Pampa is the second least
482 sampled biome in the Brazilian territory, with a maximum of 13 species recorded per
483 3000 km² (Bernard et al., 2011; Aguiar et al., 2020). The Pampa bat fauna has been
484 historically neglected, and presents the lowest number of bats species recorded in the
485 Brazilian biomes: 36 species in four families (Phyllostomidae, Noctilionidae,
486 Molossidae and Vespertilionidae). The available records come almost exclusively from

487 mist-net sampling and roost searches (but see Barros, 2012), and represents less than
488 20% of the species occurring in Brazil (Garbino et al., 2020).

489 Through acoustic monitoring it becomes evident that the bat fauna of the Pampa is more
490 diverse than previously thought, deserving more attention, both from researchers and
491 governmental agencies. Surpassing previous results and estimates, we added to the
492 Pampa biome: three new species – *Eptesicus chiriquinus*, *Promops centralis* and
493 *Molossus cf currentium*; a unique species for the biome – *Myotis* sp. nov.; and at least
494 five additional species from the genera *Cynomops*, *Eumops*, *Nyctinomops*, *Histiotus* and
495 *Molossus* to be defined in the future, when we are able to unmistakably identify the
496 species of those complexes through their echolocation calls.

497 The Bonda mastiff bat *Molossus cf currentium* is classified as data deficient in Brazil
498 (ICMBio, 2018). Although all the other detected species are categorized as least
499 concern, some like *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus chiriquinus* and *Promops centralis*
500 are also still lacking basic information, including distribution ranges, population sizes
501 and regional threats to their conservation, which certainly is preventing an adequate
502 assessment of their conservation status. It has recently been shown that the distribution
503 of *Promops centralis* is much broader in South America than previously predicted,
504 adding over 3.8 million km² to its former known area (Hintze et al., 2020). Our work
505 has shown that the distribution of this species goes even further south in the Neotropics
506 and that its occupancy is far from low in the Pampean landscapes. Another contribution
507 towards the reduction of the Wallacean shortfall in bats was the detection of *Molossus*
508 *cf currentium*, a species for which we lack basic information. If definitely confirmed, it
509 is another novelty for the Brazilian portion of the Uruguayan savanna; this species also
510 shows high estimates of occupancy in the region, potentially suggesting that this is not
511 its distribution limit and that, perhaps, it has a much wider distribution range than
512 previously thought. Last, but not least, *Myotis ruber*, presented low, but not null,
513 probabilities of occupancy for the Uruguayan territory, signaling that its distribution
514 may expand to that country, which can be easily confirmed through a simple acoustic
515 monitoring scheme.

516 While occupancy estimates projected for the regions neighboring the sampled sites
517 suggest that the landscape is reasonably favorable for the overall assemblage of aerial
518 insectivorous bats (particularly areas with native elements including the espinilho tree,

519 *Acacia caven* Mol., wetlands, water and riparian forests), this remains to be validated in
520 the ground and for the remaining Pampa regions, but these landscape elements are
521 certainly the best targets for future acoustic monitoring. This should be particularly
522 paramount in areas of the Pampa undergoing more intense anthropogenic changes,
523 where acoustic monitoring will be key to increase the knowledge on the distribution and
524 occupancy of aerial insectivores, and how the ecosystem services provided by these
525 bats, particularly in the context of the traditional agricultural systems, are being
526 affected.

527 Our study has some limitations. We were unable to achieve larger distances between
528 sites keeping the same sample effort, which could allow a better understanding of bat
529 occupancy patterns at larger spatial scales. Although it is currently not possible to
530 identify some echolocation calls to the species level, organizing them into complexes
531 allowed us to detect major gaps in bat acoustic identification in the neotropical region,
532 and the taxa demanding most ecological studies. There is still also a lot to investigate on
533 the ecology and occupancy of bats in the fields of southern Brazil, including
534 understanding patterns and processes of bat functional diversity and how anthropogenic
535 disturbances, like intense, persistent and widespread wildfires alter species occupancy
536 and diversity in this region.

537 **5. Funding**

538 We would like to thank the Rufford Foundation for granting our project *Bats of the*
539 *neglected Brazilian-Uruguayan savanna: occupancy, diversity and conservation* with a
540 Small Grant (28810-1 ID). We also thank the Brazilian National Council for Scientific
541 and Technological Development – CNPq for financial support in the form of an MSc
542 scholarship to CFC and a productivity grant to MJRP.

543 **6. Acknowledgements**

544 We thank our lab colleagues for all the help in the field and in the lab. We are also
545 indebted to all the landowners and land managers for their hospitality and support
546 during our field activities.

547 **7. Reference**

- 548 Aguiar, L. M. S., Ramos Pereira, M. J., Zortéa, M., and Machado, R. B. (2020). Where
549 are the bats? An environmental complementarity analysis in a megadiverse
550 country. *Divers. Distrib.* 26, 1510–1522. doi:10.1111/ddi.13137.
- 551 Aldridge, H. D. J. ., and Rautenbach, I. L. (1987). Morphology , Echolocation and
552 Resource Partitioning in Insectivorous Bats. *J. Anim. Ecol.* 56, 763–778.
- 553 Ancillotto, L., Bosso, L., Salinas-Ramos, V. B., and Russo, D. (2019). The importance
554 of ponds for the conservation of bats in urban landscapes. *Landsc. Urban Plan.*
555 190, 103607. doi:10.1016/j.landurbplan.2019.103607.
- 556 Arias-Aguilar, A., Hintze, F., Aguiar, L. M. S., Ruf-ray, V., Bernard, E., and Ramos
557 Pereira, M. J. (2018). Who’s calling? Acoustic identification of Brazilian bats.
558 *Mammal Res.* 63, 231–253. doi:10.1007/s13364-018-0367-z.
- 559 Barataud, M., Giosa, S., Leblanc, F., Ruf-ray, V., Disca, T., and Tillon, L. (2013).
560 Identification et écologie acoustique des chiroptères de Guyane française.
- 561 Barros, M. A. S. de (2012). Atividade De Morcegos Insetívoros (Mammalia,
562 Chiroptera) no pampa brasileiro: uso de hábtat e sazonalidade. Dissertação de
563 Mestrado (PPG. Psicobiologia). Natal, RN: UFRN – Universidade Federal do Rio
564 Grande do Norte, (88p.)
- 565 Bennett, A. F., Radford, J. Q., and Haslem, A. (2006). Properties of land mosaics:
566 Implications for nature conservation in agricultural environments. *Biol. Conserv.*
567 133, 250–264. doi:10.1016/j.biocon.2006.06.008.
- 568 Bernard, E., Aguiar, L. M. S., and Machado, R. B. (2011). Discovering the Brazilian bat
569 fauna: A task for two centuries? *Mamm. Rev.* 41, 23–39. doi:10.1111/j.1365-
570 2907.2010.00164.x.
- 571 Bernard, E., and Fenton, M. B. (2007). Bats in a fragmented landscape: Species
572 composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santar??m, Central
573 Amazonia, Brazil. *Biol. Conserv.* 134, 332–343. doi:10.1016/j.biocon.2006.07.021.
- 574 Bioacoustics research program. (2015). Raven Pro 1.5: Interactive Sound Analysis
575 Software. Ithaca, NY: The Cornell Lab of Ornithology. Available from:
576 <http://ravensoundsoftware.com/>
- 577 Blakey, R. V., Webb, E. B., Kesler, D. C., Siegel, R. B., Corcoran, D., and Johnson, M.
578 (2019). Bats in a changing landscape: Linking occupancy and traits of a diverse
579 montane bat community to fire regime. *Ecol. Evol.* 9, 5324–5337.
580 doi:10.1002/ece3.5121.
- 581 Brooks, R. T. (2009). Habitat-associated and temporal patterns of bat activity in a
582 diverse forest landscape of southern New England, USA. *Biodivers. Conserv.* 18,
583 529–545. doi:10.1007/s10531-008-9518-x.
- 584 Burnham, K. P., and Anderson, D. R. (2002). *Model Selection and Multimodel*
585 *Inference.* , eds. K. P. Burnham and D. R. Anderson New York, NY: Springer New
586 York doi:10.1007/b97636.
- 587 Calabrese, J. M., and Fagan, W. F. (2004). A Comparison-Shopper’s Guide to
588 Connectivity Metrics. *Front. Ecol. Environ.* 2, 529. doi:10.2307/3868383.
- 589 Chapin, K. J. (2019). Guano deposition predicts top predator (Amblypygi: Phryniidae)

590 abundance in subtropical caves. *J. Arachnol.* 47, 385–388. doi:10.1636/0161-8202-
591 47.3.385.

592 Chaverri, G., and Quirós, O. E. (2017). Variation in echolocation call frequencies in two
593 species of free-tailed bats according to temperature and humidity. *J. Acoust. Soc.*
594 *Am.* 142, 146–150. doi:10.1121/1.4992029.

595 Chernicoff, C. J., and Zappettini, E. O. (2004). Geophysical evidence for the terrane
596 boundaries in South-Central Argentina. *Gondwana Res.* 7, 1105–1116.
597 doi:10.1016/S1342-937X(05)71087-X.

598 Cleveland, C. J., Betke, M., Federico, P., Frank, J. D., Hallam, T. G., Horn, J., et al.
599 (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-
600 tailed bats in south-central Texas. *Front. Ecol. Environ.* 4, 238–243.
601 doi:10.1890/1540-9295(2006)004[0238:EVOTPC]2.0.CO;2.

602 Cohen, Y., Bar-David, S., Nielsen, M., Bohmann, K., and Korine, C. (2020). An
603 appetite for pests: Synanthropic insectivorous bats exploit cotton pest irruptions
604 and consume various deleterious arthropods. *Mol. Ecol.* 29, 1185–1198.
605 doi:10.1111/mec.15393.

606 Crooks, K. R. and Sanjayan, M. A. (2006) Connectivity Conservation: Maintaining
607 Connections for Nature. In: Crooks, K.R. and Sanjayan, M., Eds.: Connectivity
608 Conservation, Cambridge University Press, Cambridge, 1-20.
609 <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9780511754821.001>.

610 de Sousa-Neto, E. R., Gomes, L., Nascimento, N., Pacheco, F., and Ometto, J. P.
611 (2018). Land Use and Land Cover Transition in Brazil and Their Effects on
612 Greenhouse Gas Emissions. *Elsevier Inc.* doi:10.1016/B978-0-12-812128-3.00020-
613 3.

614 Denzinger, A., & Schnitzler, H.-U. (2013). Bat guilds, a concept to classify the highly
615 diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in*
616 *Physiology.* 4, 1–15. doi:10.3389/fphys.2013.00164.

617 Ducci, L., Agnelli, P., Di Febbraro, M., Frate, L., Russo, D., Loy, A., et al. (2015).
618 Different bat guilds perceive their habitat in different ways: a multiscale landscape
619 approach for variable selection in species distribution modelling. *Landsc. Ecol.* 30,
620 2147–2159. doi:10.1007/s10980-015-0237-x.

621 Ellis, E. C., Goldewijk, K. K., Siebert, S., Lightman, D., and Ramankutty, N. (2010).
622 Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Glob. Ecol. Biogeogr.*
623 19, 589–606. doi:10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x.

624 Estrada-Villegas, S., McGill, B. J., and Kalko, E. K. V. (2012). Climate, habitat, and
625 species interactions at different scales determine the structure of a Neotropical bat
626 community. *Ecology* 93, 1183–1193. doi:10.1890/11-0275.1.

627 Ethier, K., and Fahrig, L. (2011). Positive effects of forest fragmentation, independent
628 of forest amount, on bat abundance in eastern Ontario, Canada. *Landsc. Ecol.* 26,
629 865–876. doi:10.1007/s10980-011-9614-2.

630 Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annu. Rev. Ecol.*
631 *Evol. Syst.* 34, 487–515. doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419.

632 Fahrig, L. (2013). Rethinking patch size and isolation effects: The habitat amount
633 hypothesis. *J. Biogeogr.* 40, 1649–1663. doi:10.1111/jbi.12130.

634 Falcão, F., Dodonov, P., Caselli, C. B., dos Santos, J. S., and Faria, D. (2021).
635 Landscape structure shapes activity levels and composition of aerial insectivorous
636 bats at different spatial scales. *Biodivers. Conserv.* 30, 2545–2564.
637 doi:10.1007/s10531-021-02210-x.

638 Fenolio, D. B., Graening, G. O., Collier, B. A., and Stout, J. F. (2006). Coprophagy in a
639 cave-adapted salamander; the importance of bat guano examined through
640 nutritional and stable isotope analyses. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 273, 439–443.
641 doi:10.1098/rspb.2005.3341.

642 Fischer, J., Stott, J., and Law, B. S. (2010). The disproportionate value of scattered
643 trees. *Biol. Conserv.* 143, 1564–1567. doi:10.1016/j.biocon.2010.03.030.

644 Garbino, G. S. T. et al. (2020). Updated checklist of Brazilian bats. [Internet] Comitê da
645 Lista de Morcegos do Brasil—CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de
646 Quirópteros (SBEQ). Versão 2020. [accessed 2021 apr 26]. Available from:
647 <https://www.sbeq.net/lista-de-especies>

648 Gelling, M., Macdonald, D. W., and Mathews, F. (2007). Are hedgerows the route to
649 increased farmland small mammal density? Use of hedgerows in British pastoral
650 habitats. *Landsc. Ecol.* 22, 1019–1032. doi:10.1007/s10980-007-9088-4.

651 Goerlitz, H. R. (2018). Weather conditions determine attenuation and speed of sound:
652 Environmental limitations for monitoring and analyzing bat echolocation. *Ecol.*
653 *Evol.* 8, 5090–5100. doi:10.1002/ece3.4088.

654 Griffin, D. R. (1971). The importance of atmospheric attenuation for the echolocation of
655 bats (Chiroptera). *Anim. Behav.* 19, 55–61. doi:10.1016/S0003-3472(71)80134-3.

656 Guido, A., Vélez-Martin, E., Overbeck, G. E., and Pillar, V. D. (2016). Landscape
657 structure and climate affect plant invasion in subtropical grasslands. *Appl. Veg. Sci.*
658 19, 600–610. doi:10.1111/avsc.12263.

659 Hagen, E. M., and Sabo, J. L. (2011). A landscape perspective on bat foraging ecology
660 along rivers: Does channel confinement and insect availability influence the
661 response of bats to aquatic resources in riverine landscapes? *Oecologia* 166, 751–
662 760. doi:10.1007/s00442-011-1913-4.

663 Hale, J. D., Fairbrass, A. J., Matthews, T. J., and Sadler, J. P. (2012). Habitat
664 composition and connectivity predicts bat presence and activity at foraging sites in
665 a large uk conurbation. *PLoS One* 7. doi:10.1371/journal.pone.0033300.

666 Hasenack, H., Weber, E., Boldrini, I. lob, and Trevisan, R. (2010). Mapa de sistemas
667 ecológicos da ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000. 22.

668 Hesselbarth, M. H. K., Sciaini, M., With, K. A., Wiegand, K., and Nowosad, J. (2019).
669 landscapemetrics: an open-source R tool to calculate landscape metrics. *Ecography*
670 (*Cop.*). 42, 1648–1657. doi:10.1111/ecog.04617.

671 Hintze, F., Arias-Aguilar, A., Dias-Silva, L., Delgado-Jaramillo, M., Silva, C. R., Jucá,
672 T., et al. (2020). Molossid unlimited: Extraordinary extension of range and unusual
673 vocalization patterns of the bat, *Promops centralis*. *J. Mammal.* 101, 417–432.
674 doi:10.1093/jmammal/gyz167.

675 ICMBio (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Available
676 at:https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf.
677

678 James, G., Witten, D., Hastie, T., and Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to*
679 *Statistical Learning with Applications in R*.

680 Jetz, W., Wilcove, D. S., and Dobson, A. P. (2007). Projected impacts of climate and
681 land-use change on the global diversity of birds. *PLoS Biol.* 5, 1211–1219.
682 doi:10.1371/journal.pbio.0050157.

683 Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Wilig, M. R., and Racey, P. A. (2009). Carpe
684 noctem: The importance of bats as bioindicators. *Endanger. Species Res.* 8, 93–
685 115. doi:10.3354/esr00182.

686 Jones, G., and Rydell, J. (1994). Foraging strategy and predation risk as factors
687 influencing emergence time in echolocating bats. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*
688 346, 445–455. doi:10.1098/rstb.1994.0161.

689 Kaiser, Z. D. E., and O’Keefe, J. M. (2015). Factors affecting acoustic detection and site
690 occupancy of Indiana bats near a known maternity colony. *J. Mammal.* 96, 344–
691 360. doi:10.1093/jmammal/gyv036.

692 Kalko, E. K. V, Estrada Villegas, S., Schmidt, M., Wegmann, M., and Meyer, C. F. J.
693 (2008). Flying high - Assessing the use of the aerosphere by bats. *Integr. Comp.*
694 *Biol.* 48, 60–73. doi:10.1093/icb/icn030.

695 Keeley, A. T. H., Beier, P., and Jenness, J. S. (2021). Connectivity metrics for
696 conservation planning and monitoring. *Biological Conservation*, 255, 109008.
697 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109008>

698 Kober, R., and Schnitzler, H. U. (1990). Information in sonar echoes of fluttering
699 insects available for echolocating bats. *J. Acoust. Soc. Am.* 87, 882–896.
700 doi:10.1121/1.398898.

701 Kolkert, H., Andrew, R., Smith, R., Rader, R., and Reid, N. (2020). Insectivorous bats
702 selectively source moths and eat mostly pest insects on dryland and irrigated cotton
703 farms. *Ecol. Evol.* 10, 371–388. doi:10.1002/ece3.5901.

704 Konze, J. de C. (2015). Assembleia De Aves Em Diferentes Coberturas Vegetais No
705 Bioma Pampa, Rio Grande Do Sul, Brasil. 101. Available at:
706 [https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1133/1/2015JulianodeCarvalhoKonz](https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1133/1/2015JulianodeCarvalhoKonz%20e.pdf)
707 [e.pdf](https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1133/1/2015JulianodeCarvalhoKonz%20e.pdf).

708 Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., and Fleming, T. H. (2011).
709 Ecosystem services provided by bats. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1223, 1–38.
710 doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x.

711 Lawrence, B. D., and Simmons, J. A. (1982). Measurements of atmospheric attenuation
712 at ultrasonic frequencies and the significance for echolocation by bats. *The Journal*
713 *of the Acoustical Society of America*, 71(3), 585. *J. Acoust. Soc. Am.* 71, 585–590.
714 Available at: <http://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.387529>.

715 Leidinger, J. L. G., Gossner, M. M., Weisser, W. W., Koch, C., Cayllahua, Z. L. R.,
716 Podgaiski, L. R., et al. (2017). Historical and recent land use affects ecosystem
717 functions in subtropical grasslands in Brazil. *Ecosphere* 8. doi:10.1002/ecs2.2032.

718 Lino, A., Fonseca, C., Rojas, D., Fischer, E., and Ramos Pereira, M. J. (2019). A meta-
719 analysis of the effects of habitat loss and fragmentation on genetic diversity in
720 mammals. *Mamm. Biol.* 94, 69–76. doi:10.1016/j.mambio.2018.09.006.

721 López-Baucells, A., Rocha, R., Bobrowiec, P., Bernard, E., Palmeirim, J., and Meyer,

722 C. (2016). *Field Guide to Amazonian Bats*. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.

723 Lumsden, L. F., and Bennett, A. F. (2005). Scattered trees in rural landscapes: Foraging
724 habitat for insectivorous bats in south-eastern Australia. *Biol. Conserv.* 122, 205–
725 222. doi:10.1016/j.biocon.2004.07.006.

726 MacKenzie, D. I., and Bailey, L. L. (2004). Assessing the fit of site-occupancy models.
727 *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 9, 300–318. doi:10.1198/108571104X3361.

728 MacKenzie, D. I., Nichols, J. D., Andrew Royle, J., Pollock, K. H., Bailey, L. L., and
729 Hines, J. E. (2006). *Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and*
730 *Dynamics of Species Occurrence*.

731 Mackenzie, D. I., Nichols, J. D., Lachman, G. B., Droege, S., Royle, A., and Langtimm,
732 C. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less
733 than one. *Ecology* 83, 2248–2255.

734 Maina, J. N. (2000). What it takes to fly: the structural and functional respiratory
735 refinements in birds and bats. *J. Exp. Biol.* 203, 3045–3064.
736 doi:10.1242/jeb.203.20.3045.

737 Manning, A. D., Fischer, J., and Lindenmayer, D. B. (2006). Scattered trees are
738 keystone structures - Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 132, 311–321.
739 doi:10.1016/j.biocon.2006.04.023.

740 MapBiomias South American Pampa Project - Collection [1] of the annual maps of land
741 cover and land use, accessed at [accessed 2021 feb 20] through the link:
742 [<https://pampa.mapbiomas.org/download>]. The MapBiomias South America Pampa
743 project is a multi-institutional initiative to generate annual land use maps based on
744 automatic classification processes applied to satellite images. The complete
745 description of the project can be found at <https://pampa.mapbiomas.org/>

746 Marques, J. T., Ramos Pereira, M. J., and Palmeirim, J. M. (2016). Patterns in the use of
747 rainforest vertical space by Neotropical aerial insectivorous bats: All the action is
748 up in the canopy. *Ecography (Cop.)*. 39, 476–486. doi:10.1111/ecog.01453.

749 Marshal, A. G. (1983). Bats, flowers and fruit: evolutionary relationships in the Old
750 World. *Biol. J. Linn. Soc.* 20, 115–135. doi:10.1111/j.1095-8312.1983.tb01593.x.

751 Martins, A. C. M. (2016). Morcegos em paisagens fragmentadas na Amazônia: uma
752 abordagem em múltiplas escalas.

753 Mazerolle, M. J. (2020). AICcmodavg: Model selection and multimodel inference based
754 on (Q)AIC(c). R package version 2.3-1, [https://cran.r-](https://cran.r-project.org/package=AICcmodavg)
755 [project.org/package=AICcmodavg](https://cran.r-project.org/package=AICcmodavg).

756 McGarigal, K., Cushman, S. A., and Ene, E. (2012) Spatial pattern analysis program for
757 categorical and continuous maps. Computer software program produced by the
758 authors at the University of Massachusetts, Amherst. FRAGSTATS v4. See
759 <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

760 McGill, B. J. (2010). Matters of scale. *Science (80-.)*. 328, 575–576.
761 doi:10.1126/science.1188528.

762 Mendes, E. S., Fonseca, C., Marques, S. F., Maia, D., and Ramos Pereira, M. J. (2017).
763 Bat richness and activity in heterogeneous landscapes: guild-specific and scale-
764 dependent? *Landsc. Ecol.* 32, 295–311. doi:10.1007/s10980-016-0444-0.

765 Meyer, C. F. J., and Kalko, E. K. V (2008). Assemblage-level responses of

766 phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: Land-bridge islands as a model
767 system. *J. Biogeogr.* 35, 1711–1726. doi:10.1111/j.1365-2699.2008.01916.x.

768 Meyer, G. A., Senulis, J. A., and Reinartz, J. A. (2016). Effects of temperature and
769 availability of insect prey on bat emergence from hibernation in spring. *J.*
770 *Mammal.* 97, 1623–1633. doi:10.1093/jmammal/gyw126.

771 Mutumi, G. L., Jacobs, D. S., and Winker, H. (2016). Sensory drive mediated by
772 climatic gradients partially explains divergence in acoustic signals in two
773 horseshoe bat species, *rhinolophus swinnyi* and *rhinolophus simulator*. *PLoS One*
774 11, 1–16. doi:10.1371/journal.pone.0148053.

775 Muylaert, R. L., Stevens, R. D., and Ribeiro, M. C. (2016). Threshold effect of habitat
776 loss on bat richness in cerrado-forest landscapes. *Ecol. Appl.* 26, 1854–1867.
777 doi:10.1890/15-1757.1.

778 Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., and Kent, J.
779 (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858.
780 doi:10.1038/35002501.

781 Noronha, B. T. (2016). Análise dos registros de Chiroptera no Rio Grande do Sul-
782 métodos empregados e distribuição de espécies por municípios, com ênfase em
783 áreas de parques eólicos [Masters Dissertation]. Rio Grande do Sul (RS):
784 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (85p.).

785 O'Donnell, C. F. J. (2000). Influence of season, habitat, temperature, and invertebrate
786 availability on nocturnal activity of the New Zealand long-tailed bat (*Chalinolobus*
787 *tuberculatus*). *New Zeal. J. Zool.* 27, 207–221.
788 doi:10.1080/03014223.2000.9518228.

789 Oliveira, T. E. de, Freitas, D. S. de, Gianezini, M., Ruviaro, C. F., Zago, D., Mércio, T.
790 Z., et al. (2017). Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: The
791 reduction of natural grasslands. *Land use policy* 63, 394–400.
792 doi:10.1016/j.landusepol.2017.02.010.

793 Oliveira, T. F., Ramalho, D. F., Mora, E. C., and Aguiar, L. M. S. (2018). The acoustic
794 gymnastics of the dwarf dog-faced bat (*Molossops temminckii*) in environments
795 with different degrees of clutter. *J. Mammal.* 99, 965–973.
796 doi:10.1093/jmammal/gyy070.

797 Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C.,
798 et al. (2007). Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspect.*
799 *Plant Ecol. Evol. Syst.* 9, 101–116. doi:10.1016/J.PPEES.2007.07.005.

800 Park, K. J. (2015). Mitigating the impacts of agriculture on biodiversity: Bats and their
801 potential role as bioindicators. *Mamm. Biol.* 80, 191–204.
802 doi:10.1016/j.mambio.2014.10.004.

803 Phalan, B., Bertzky, M., Butchart, S. H. M., Donald, P. F., Scharlemann, J. P. W.,
804 Stattersfield, A. J., et al. (2013). Crop Expansion and Conservation Priorities in
805 Tropical Countries. *PLoS One* 8. doi:10.1371/journal.pone.0051759.

806 Pillar, D. P., Federal, U., Grande, R., Overbeck, G. E., Federal, U., and Grande, R.
807 (2015). *Os Campos do Sul Valério De Patta Pillar*.
808 doi:10.13140/RG.2.1.3873.3922.

809 Pillar, V. D. P., Müller, S. C., Castilhos, Z. M. S., and Jacques, A. V. A. (2009).

810 *Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade.*
811 doi:10.2105/AJPH.89.8.1271.

812 Queirolo, D. (2016). Diversidade e padrões de distribuição de mamíferos dos campos do
813 Uruguai e Sul do Braisl. *Bol. Soc. Zool. do Uruguai* 25, 92–246.

814 Racey, P. A., and Swift, S. M. (1985). Feeding Ecology of *Pipistrellus pipistrellus*
815 (Chiroptera: Vespertilionidae) during Pregnancy and Lactation. I. Foraging
816 Behaviour. *J. Anim. Ecol.* 54, 205. doi:10.2307/4631.

817 Reis, N. R., Peracchi, A. L., Batista, C. B., de Lima, I. P., & Pereira, A. D. (Eds.).
818 (2017). História natural dos morcegos brasileiros: chave de identificação de
819 espécies. Technical Books Editora.

820 Reiskind, M. H., and Wund, M. A. (2009). Experimental assessment of the impacts of
821 northern long-eared bats on ovipositing *Culex* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *J.*
822 *Med. Entomol.* 46, 1037–44. doi:10.1603/033.046.0510.

823 Rodhouse, T. J., Vierling, K. T., and Irvine, K. M. (2011). A practical sampling design
824 for acoustic surveys of bats. *J. Wildl. Manage.* 75, 1094–1102.
825 doi:10.1002/jwmg.151.

826 Roesch, L. F. W., Vieira, F. C. B., Pereira, V. A., Schünemann, A. L., Teixeira, I. F.,
827 Senna, A. J. T., et al. (2009). The Brazilian Pampa: A fragile biome. *Diversity* 1,
828 182–198. doi:10.3390/d1020182.

829 Russ, J. M., Briffa, M., and Montgomery, W. I. (2003). Seasonal patterns in activity and
830 habitat use by bats (*Pipistrellus* spp. and *Nyctalus leisleri*) in Northern Ireland,
831 determined using a driven transect. *J. Zool.* 259, 289–299.
832 doi:10.1017/S0952836902003254.

833 Schnitzler, H. U., Moss, C. F., and Denzinger, A. (2003). From spatial orientation to
834 food acquisition in echolocating bats. *Trends Ecol. Evol.* 18, 386–394.
835 doi:10.1016/S0169-5347(03)00185-X.

836 Schowalter, T. duane (2006). *Insect Ecology: An Ecosystem Approach*. Academic Press

837 Shen, Y. Y., Liang, L., Zhu, Z. H., Zhou, W. P., Irwin, D. M., and Zhang, Y. P. (2010).
838 Adaptive evolution of energy metabolism genes and the origin of flight in bats.
839 *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107, 8666–8671. doi:10.1073/pnas.0912613107.

840 Snell-Rood, E. C. (2012). The effect of climate on acoustic signals: Does atmospheric
841 sound absorption matter for bird song and bat echolocation? *J. Acoust. Soc. Am.*
842 131, 1650–1658. doi:10.1121/1.3672695.

843 Souza, C. M., Shimbo, J. Z., Rosa, M. R., Parente, L. L., Alencar, A. A., Rudorff, B. F.
844 T., et al. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover changes
845 in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sens.* 12.
846 doi:10.3390/RS12172735.

847 Stein, A., Gerstner, K., and Kreft, H. (2014). Environmental heterogeneity as a
848 universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecol.*
849 *Lett.* 17, 866–880. doi:10.1111/ele.12277.

850 Taubert, F., Fischer, R., Groeneveld, J., Lehmann, S., Müller, M. S., Rödig, E., et al.
851 (2018). Global patterns of tropical forest fragmentation. *Nature* 554, 519–522.
852 doi:10.1038/nature25508.

853 Taylor, P. D., Fahrig, L., and With, K. A. (2010). “Landscape connectivity: a return to

854 the basics,” in *Connectivity Conservation* (Cambridge University Press), 29–43.
855 doi:10.1017/cbo9780511754821.003.

856 Tennekes, M., Nowosad, J., Gombin, J., Jeworutzki, S., Russell, K., Zijdeman, R., et al.
857 (2021). Package ‘ tmap ’ R topics documented : 118.

858 Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M. C., Schwager, M., et al.
859 (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The
860 importance of keystone structures. *J. Biogeogr.* 31, 79–92. doi:10.1046/j.0305-
861 0270.2003.00994.x.

862 Thomas, S. P., and Suthers, R. A. (1972). The Physiology and Energetics of Bat Flight.
863 *J. Exp. Biol.* 57, 317–335. doi:10.1242/jeb.57.2.317.

864 Tirelli, F. P., Trigo, T. C., Trinca, C. S., Albano, A. P. N., Mazim, F. D., Queirolo, D.,
865 et al. (2018). Spatial organization and social dynamics of geoffroy’s cat in the
866 Brazilian pampas. *J. Mammal.* 99, 859–873. doi:10.1093/jmammal/gyy064.

867 Toffoli, R. (2016). The Importance of Linear Landscape Elements for Bats in a
868 Farmland Area: The Influence of Height on Activity. *J. Landsc. Ecol.* 9, 49–62.
869 doi:10.1515/jlecol-2016-0004.

870 Torquetti, C. G., Silva, M. X., and Talamoni, S. (2017). Differences between caves with
871 and without bats in a Brazilian karst habitat. *Zoologia* 34, 1–7.
872 doi:10.3897/zoologia.34.e13732.

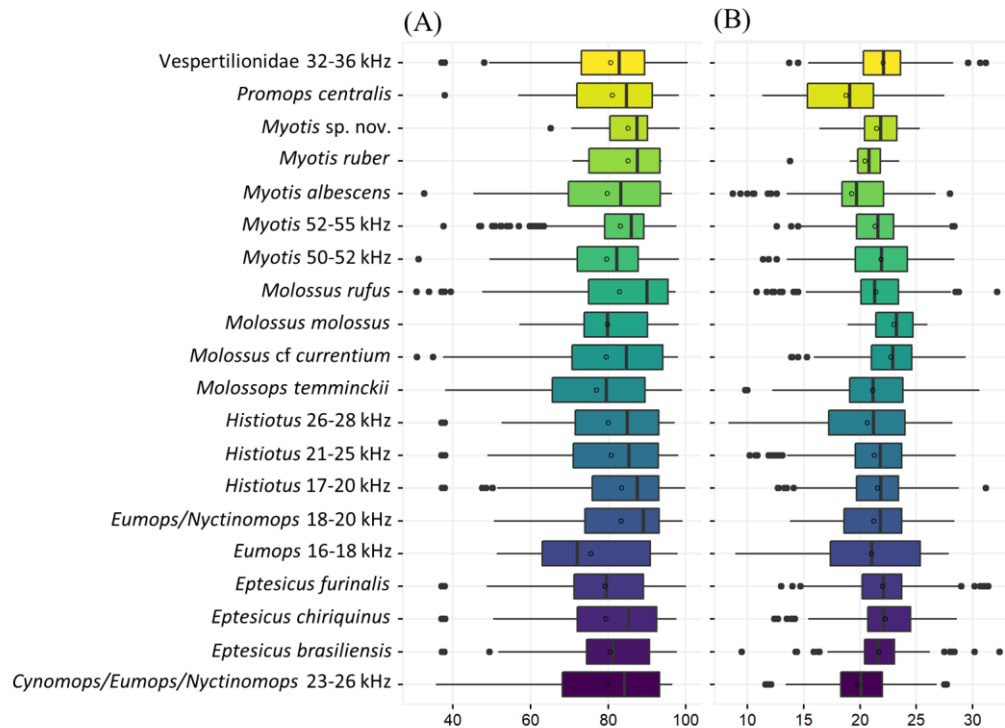
873 Verboom, B., and Huitema, H. (1997). The importance of linear landscape elements for
874 the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*.
875 *Landsc. Ecol.* 12, 117–125. doi:10.1007/BF02698211.

876 Verboom, B., and Spoelstra, K. (1999). Effects of food abundance and wind on the use
877 of tree lines by an insectivorous bat, *Pipistrellus pipistrellus*. *Can. J. Zool.* 77,
878 1393–1401. doi:10.1139/cjz-77-9-1393.

879 Walters, B. L., Ritzi, C. M., Sparks, D. W., and Whitaker, J. O. (2007). Foraging
880 behavior of eastern red bats (*Lasiurus borealis*) at an urban-rural interface. *Am.*
881 *Midl. Nat.* 157, 365–373. doi:10.1674/0003-
882 0031(2007)157[365:FBOERB]2.0.CO;2.

883 Yates, M. D., and Muzika, R. M. (2006). Effect of Forest Structure and Fragmentation
884 on Site Occupancy of Bat Species in Missouri Ozark Forests. *J. Wildl. Manage.* 70,
885 1238–1248. doi:10.2193/0022-541X.

886 **8. Supplementary Material**



Supplementary Figure 1. **A)** Detection events of bat species/complexes by relative humidity (%), **B)** detection events by temperature (°C) (the box represents the first quartile, the second quartile - median, and the third quartile, whiskers indicate the minimum and maximum disregarding outliers, the open circle represents the mean and black dots represents the outliers). Bat species/complexes were recorded in the Brazilian Pampa during the spring and summer of 2019 and 2020.

Supplementary Table 1. Summary of the GLM modeling for all bat taxa. Abbreviations: Temp (temperature), Humi (relative humidity), enn (mean nearest-neighbor euclidean distance), shei (Shannon's evenness index) and pland (percentage of favorable landscape).

Model (GLM)	Coefficients	β	SE	z-values	p-value	$\beta\Psi$	SE	z-values	AICc	CumltvWt	Δ AIC	p-value
<i>Eptesicus furinalis</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	1.15	0.291	3.95	7.94E-05	1.12	0.15	7.48	359.33	1	23.23	7.22E-14
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1	0.32	3.94	8.20E-05	0.992	0.163	6.11	342.54	0.95	6.44	1.02E-09
	Temp					-0.786	0.202	-3.89				9.84E-05
p(hum)psi(.)	(Intercept)	1.15	0.291	3.95	7.96E-05	1.117	0.151	7.41	360.62	1	24.52	1.27E-13
	Humi					-0.121	0.143	-0.85				3.95E-01
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1.27	0.322	3.94	8.11E-05	0.983	0.164	6	343.13	0.97	7.03	2.00E-09
	Temp					-0.912	0.237	0.21				1.19E-04
	Humi					0.231	0.21	1.1				2.72E-01
p(.)psi(enn)	(Intercept)	1.233	0.318	3.87	0.000107	1.12	0.15	7.49	352.65	1	16.55	6.82E-14
	Enn	-0.895	0.368	-2.43	0.015103							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.352	0.353	3.84	0.000125	0.996	0.162	6.16	336.1	0.53	0	7.12E-10
	Enn	-0.897	0.373	-2.41	0.016125							
	Temp					-0.782	0.202	-3.87				1.11E-04
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	1.234	0.319	3.87	0.000107	1.116	0.15	7.419	353.97	1	17.87	1.18E-13
	Enn	-0.894	0.368	-2.43	0.015195							
	Humi					-0.119	0.143	-0.836				4.03E-01
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.365	0.356	3.84	0.000123	0.988	0.163	6.07	336.7	0.93	0.6	1.29E-09
	Enn	-0.899	0.374	-2.41	0.016084							
	Temp					-0.907	0.237	-3.83				1.30E-04
	Humi					0.230	0.210	1.100				2.73E-01
p(.)psi(shei)	(Intercept)	1.154	0.292	3.948	7.89E-05	1.13	0.15	7.5	360.84	1	24.74	6.57E-14
	Shei	0.202	0.286	0.705	4.81E-01							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.275	0.325	3.922	8.79E-05	0.991	0.162	6.1	343.94	0.98	7.84	1.05E-09
	Shei	0.234	0.303	0.773	4.39E-01							
	Temp					-0.789	0.202	-3.91				9.14E-05
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	1.157	0.293	3.946	7.95E-05	1.117	0.151	7.416	362.12	1	26.02	1.21E-13
	Shei	0.205	0.287	0.714	4.75E-01							
	Humi					-0.122	0.143	-0.857				3.91E-01
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.285	0.327	3.93	8.51E-05	0.983	0.164	6	344.57	0.99	8.47	1.94E-09
	Shei	0.229	0.305	0.752	4.52E-01							
	Temp					-0.913	0.236	-3.86				1.12E-04
	Humi					0.227	0.209	1.09				2.77E-01
p(.)psi(pland)	(Intercept)	1.1473	0.291	3.946	7.94E-05	1.12	0.15	7.48	361.31	1	25.21	7.21E-14
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	1.25837	0.32	3.9363	8.28E-05	0.992	0.163	6.1	344.54	0.99	8.44	1.04E-09
	Pland	-0.00612	0.327	-0.0187	9.85E-01							
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	1.1488	0.291	3.945	7.97E-05	1.117	0.151	7.409	362.6	1	26.5	1.27E-13
	Pland	-0.0409	0.288	-0.142	8.87E-01							
	Humi					-0.121	0.143	-0.848				3.96E-01
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	1.2706	0.323	3.9391	8.18E-05	0.983	0.164	6	345.13	1	25.21	2.02E-09
	Pland	-0.00619	0.331	-0.0187	9.85E-01							
	Temp					-0.912	0.237	-3.85				1.20E-04
	Humi					0.231	0.21	1.1				2.72E-01

Vespertilionidae 32-6 kHz												
p(.)psi(.)	(Intercept)	0.909	0.273	3.33	0.000858	1.21	0.156	7.75	345.9	0.99	8.75	9.33E-15
p(temp)psi(.)	(Intercept)	0.989	0.291	3.4	0.000684	1.055	0.168	6.27	337.15	0.23	0	3.64E-10
	Temp					-0.694	0.218	-3.18				1.46E-03
p(hum)psi(.)	(Intercept)	0.914	0.274	3.34	0.000845	1.191	0.158	7.52	344.06	0.98	6.91	5.62E-14
	Humi					-0.307	0.166	-1.85				6.48E-02
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	0.983	0.29	3.39	0.000696	1.066	0.168	6.34	338.1	0.54	0.95	2.28E-10
	Temp					-0.624	0.226	-2.76				5.72E-03
	Humi					-0.167	0.163	-1.02				3.06E-01
p(.)psi(enn)	(Intercept)	0.918	0.275	3.34	0.000841	1.21	0.156	7.74	347.26	1	10.11	9.60E-15
	Enn	-0.207	0.255	-0.81	0.418018							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	0.999	0.294	3.396	0.000684	1.054	0.168	6.26	338.52	0.66	1.35	3.84E-10
	Enn	-0.213	0.26	-0.818	0.413621							
	Temp					-0.695	0.219	-3.18				1.48E-03
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	0.922	0.276	3.341	0.000835	1.191	0.158	7.52	345.42	0.99	8.27	5.68E-14
	Enn	-0.206	0.255	-0.808	0.418994							
	Humi					-0.307	0.166	-1.85				6.48E-02
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	0.993	0.293	3.391	0.000697	1.065	0.168	6.34	339.45	0.92	2.3	2.37E-10
	Enn	-0.212	0.26	-0.816	0.414601							
	Temp					-0.625	0.226	-2.76				5.74E-03
	Humi					-0.167	0.163	-1.02				3.06E-01
p(.)psi(shei)	(Intercept)	0.924	0.277	3.34	0.000831	1.21	0.156	7.76	346.67	1	9.52	8.26E-15
	Shei	0.3	0.272	1.11	0.269121							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.01	0.297	3.4	0.000684	1.055	0.168	6.28	337.86	0.39	0.71	3.40E-10
	Shei	0.32	0.283	1.13	0.257703							
	Temp					-0.696	0.218	-3.2				1.39E-03
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	0.931	0.278	3.35	0.00082	1.192	0.158	7.52	344.8	0.99	7.65	5.38E-14
	Shei	0.305	0.273	1.12	0.26269							
	Humi					-0.309	0.167	-1.85				6.38E-02
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.066	0.297	3.39	0.000696	1.066	0.168	6.35	338.79	0.76	1.64	2.15E-10
	Shei	0.322	0.282	1.14	0.254262							
	Temp					-0.625	0.225	-2.78				5.52E-03
	Humi					-0.169	0.163	-1.03				3.01E-01
p(.)psi(pland)	(Intercept)	0.9098	0.273	3.334	0.000857	1.21	0.156	7.75	347.86	1	10.71	9.38E-15
	Pland	-0.0543	0.269	-0.202	0.839992							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	0.9885	0.291	3.396	0.000683	1.055	0.168	6.27	339.13	0.85	1.98	3.57E-10
	Pland	-0.0396	0.289	-0.137	0.891069							
	Temp					-0.694	0.218	-3.18				1.49E-03
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	0.9146	0.274	3.338	0.000844	1.191	0.158	7.52	346.02	1	8.87	5.53E-14
	Pland	-0.0521	0.27	-0.193	0.846963							
	Humi					-0.307	0.166	-1.85				6.48E-02
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	0.9829	0.29	3.391	0.000695	1.067	0.168	6.35	340.08	0.97	2.93	2.21E-10
	Pland	-0.0395	0.288	-0.137	0.890819							
	Temp					-0.623	0.226	-2.76				5.80E-03
	Humi					-0.167	0.163	-1.02				3.06E-01

Myotis 52-55 kHz												
p(.)psi(.)	(Intercept)	1.12	0.383	2.91	0.00357	-0.279	0.151	-1.85	394.40	0.29	0.51	0.0646
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1.15	0.402	2.87	0.00407	-0.2951	0.154	-1.914	396.12	0.72	2.23	0.0556
	Temp					-0.0743	0.141	-0.527				0.5985
p(humi)psi(.)	(Intercept)	1.12	0.385	2.92	0.00351	-0.2819	0.151	-1.87	395.92	0.61	2.02	0.0618
	Humi					0.0895	0.13	0.69				0.4901
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1.2	0.423	2.85	0.00438	-0.317	0.157	-2.022	397.00	0.90	3.10	0.0431
	Temp					-0.153	0.163	-0.941				0.3468
	Humi					0.155	0.15	1.034				0.301
p(.)psi(enn)	(Intercept)	1.191	0.42	2.83	0.00462	-0.285	0.151	-1.88	393.89	0.16	0	0.0597
	Enn	-0.507	0.329	-1.54	0.12343							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.225	0.44	2.79	0.00532	-0.2993	0.155	-1.936	395.65	0.55	1.76	0.00532
	Enn	-0.512	0.334	-1.53	0.12489							
	Temp					-0.0687	0.14	-0.489				0.6247
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	1.197	0.422	2.84	0.00455	-0.2875	0.152	-1.897	395.41	0.48	1.52	0.0579
	Enn	-0.509	0.33	-1.54	0.12312							
	Humi					0.0892	0.129	0.689				0.4906
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.277	0.464	2.75	0.00589	-0.319	0.157	-2.035	396.58	0.87	2.68	0.0418
	Enn	-0.521	0.341	-1.53	0.12615							
	Temp					-0.145	0.162	-0.897				0.3696
	Humi					0.151	0.149	1.013				0.3109
p(.)psi(shei)	(Intercept)	1.147	0.405	2.834	0.0046	-0.284	0.152	-1.87	396.15	0.77	2.25	0.0613
	Shei	-0.195	0.403	-0.484	0.6282							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.2	0.443	2.71	0.00672	-0.303	0.157	-1.937	397.8	0.99	3.91	0.0527
	Shei	-0.23	0.437	-0.525	0.59927							
	Temp					-0.083	0.143	-0.579				0.5625
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	1.148	0.402	2.857	0.00427	-0.285	0.151	-1.882	397.7	0.96	3.8	0.0598
	Shei	-0.182	0.399	-0.455	0.64945							
	Humi					0.0865	0.13	0.666				0.5052
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.26	0.471	2.666	0.00768	-0.325	0.159	-2.041	398.69	1	4.79	0.0413
	Shei	-0.24	0.463	-0.518	0.6047							
	Temp					-0.163	0.166	-0.981				0.3264
	Humi					0.155	0.15	1.033				0.3016
p(.)psi(pland)	(Intercept)	1.223	0.453	2.7	0.00693	-0.279	0.149	-1.87	394.55	0.41	0.66	0.0617
	Pland	0.682	0.623	1.1	0.27312							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	1.28	0.483	2.65	0.00794	-0.2971	0.152	-1.959	396.11	0.67	2.21	0.0501
	Pland	0.74	0.649	1.14	0.25459							
	Temp					-0.0924	0.14	-0.661				0.5088
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	1.22	0.448	2.72	0.00655	-0.2806	0.15	-1.876	396.16	0.83	2.27	0.0606
	Pland	0.66	0.614	1.07	0.28289							
	Humi					0.0804	0.129	0.621				0.5344
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	1.32	0.497	2.66	0.00778	-0.315	0.153	-2.05	397.03	0.94	3.14	0.0401
	Pland	0.74	0.654	1.13	0.25764							
	Temp					-0.167	0.161	-1.04				0.2981
	Humi					0.151	0.149	1.01				0.3106

Histiotus 17-20 kHz

p(.)psi(.)	(Intercept)	1.14	0.316	3.62	0.000296	0.388	0.139	2.79	408.95	0.79	3.64	0.00523
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1.36	0.398	3.42	0.000624	0.253	0.155	1.63	405.31	0.23	0.00	0.103
	Temp					-0.416	0.182	-2.28				0.0224
p(hum)psi(.)	(Intercept)	1.18	0.329	3.59	0.000329	0.357	0.143	2.5	409.15	0.89	3.83	0.0123
	Humi					-0.192	0.147	-1.3				0.1933
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1.36	0.399	3.41	0.000639	0.2534	0.155	1.64	407.12	0.50	1.81	0.102
	Temp					-0.3815	0.197	-1.94				0.0524
	Humi					-0.0652	0.152	-0.43				0.6671
p(.)psi(enn)	(Intercept)	1.1458	0.317	3.618	0.000296	0.388	0.139	2.79	410.89	0.96	5.58	0.00521
	Enn	0.0769	0.313	0.246	0.805877							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.367	0.4	3.42	0.000631	0.253	0.155	1.63	407.22	0.68	1.91	0.103
	Enn	0.103	0.355	0.29	0.772162							
	Temp					-0.416	0.182	-2.29				0.022
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	1.1818	0.329	3.59	0.00033	0.357	0.143	2.5	411.08	0.99	5.77	0.0123
	Enn	0.0796	0.319	0.25	0.80295							
	Humi					-0.192	0.147	-1.3				0.193
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.366	0.4	3.412	0.000645	0.2534	0.155	1.636	409.04	0.86	3.73	0.1018
	Enn	0.101	0.354	0.284	0.776422							
	Temp					-0.3824	0.197	-1.945				0.0518
	Humi					-0.0646	0.152	-0.426				0.6698
p(.)psi(shei)	(Intercept)	1.161	0.322	3.61	0.000307	0.392	0.139	2.83	409.63	0.92	4.32	0.00471
	Shei	0.349	0.303	1.15	0.248833							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.39	0.413	3.37	0.000738	0.257	0.154	1.67	405.89	0.41	0.58	0.0959
	Shei	0.41	0.346	1.18	0.236174							
	Temp					-0.418	0.181	-2.31				0.0208
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	1.2	0.336	3.57	0.00035	0.361	0.142	2.53	409.8	0.95	4.49	0.0113
	Shei	0.36	0.31	1.16	0.24476							
	Humi					-0.193	0.147	-1.31				0.1903
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.394	0.414	3.37	0.000753	0.2574	0.154	1.672	407.71	0.75	2.4	0.0946
	Shei	0.409	0.346	1.18	0.236724							
	Temp					-0.384	0.196	-1.959				0.0501
	Humi					-0.0645	0.151	-0.426				0.6698
p(.)psi(pland)	(Intercept)	1.1459	0.317	3.617	0.000298	0.388	0.139	2.79	410.9	0.97	5.59	0.00523
	Pland	0.0728	0.329	0.221	0.855017							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	1.374	0.405	3.395	0.000687	0.252	0.155	1.62	407.19	0.59	1.88	0.1048
	Pland	0.141	0.421	0.336	0.737134							
	Temp					-0.419	0.182	-2.3				0.0213
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	1.1818	0.329	3.589	0.000331	0.357	0.143	2.5	411.1	1	5.78	0.0123
	Pland	0.0742	0.338	0.219	0.826381							
	Humi					-0.191	0.147	-1.3				0.1934
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	1.373	0.405	3.39	0.000699	0.2521	0.155	1.628	409.01	0.82	3.7	0.1036
	Pland	0.136	0.419	0.324	0.745971							
	Temp					-0.3855	0.197	-1.958				0.0503
	Humi					-0.0637	0.151	-0.421				0.674

<i>Molossus cf currentium</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	0.912	0.295	3.09	0.00203	0.326	0.144	2.27	391.71	1.00	11.50	0.0234
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1.08	0.339	3.17	0.00154	0.196	0.155	1.27	383.38	0.77	3.17	0.20464
	Temp					-0.529	0.179	-2.96				0.00307
p(hum)psi(.)	(Intercept)	0.918	0.297	3.09	0.00202	0.321	0.146	2.2	388.30	0.99	8.09	0.0277
	Humi					-0.324	0.148	-2.19				0.0288
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1.05	0.334	3.14	0.0017	0.217	0.157	1.387	384.76	0.95	4.56	0.1656
	Temp					-0.45	0.202	-2.228				0.0259
	Humi					-0.12	0.156	-0.771				0.4404
p(.)psi(enn)	(Intercept)	0.944	0.312	3.03	0.00245	0.33	0.143	2.31	388.08	0.99	7.87	0.0207
	Enn	-0.698	0.338	-2.07	0.03873							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.094	0.352	3.11	0.00188	0.211	0.153	1.39	380.21	0.38	0	0.16577
	Enn	-0.691	0.341	-2.03	0.0425							
	Temp					-0.516	0.178	-2.89				0.00379
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	0.95	0.314	3.03	0.0027	0.325	0.145	2.24	384.69	0.87	4.48	0.025
	Enn	-0.696	0.337	-2.06	0.03899							
	Humi					-0.323	0.148	-2.18				0.0291
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.07	0.347	3.08	0.00206	0.231	0.154	1.501	381.51	0.58	1.3	0.1355
	Enn	-0.692	0.34	-2.04	0.0418							
	Temp					-0.434	0.201	-2.159				0.0308
	Humi					-0.128	0.156	-0.822				0.4111
p(.)psi(shei)	(Intercept)	0.943	0.306	3.08	0.00206	0.329	0.144	2.29	391.09	1	10.08	0.022
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.13	0.363	3.12	0.0018	0.197	0.155	1.27	382.52	0.69	2.31	0.20281
	Shei	0.52	0.315	1.65	0.0989							
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	0.956	0.31	3.08	0.00207	0.323	0.146	2.21	387.54	0.98	7.33	0.00268
	Shei	0.476	0.291	1.63	0.10208							
	Humi					-0.329	0.149	-2.21				0.0269
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.106	0.357	3.1	0.00194	0.217	0.156	1.392	383.88	0.83	3.67	0.164
	Shei	0.517	0.311	1.66	0.0972							
	Temp					-0.454	0.201	-2.259				0.0239
	Humi					-0.123	0.156	-0.789				0.4302
p(.)psi(pland)	(Intercept)	0.921	0.299	3.079	0.00207	0.325	0.144	2.26	393.39	1	13.18	0.0237
p(temp)psi(pland)	Pland	0.178	0.332	0.536	0.59182							
	(Intercept)	1.12	0.364	3.075	0.0021	0.19	0.155	1.22	384.75	0.91	4.54	0.22112
p(humi)psi(pland)	Pland	0.315	0.446	0.707	0.4794							
	Temp					-0.538	0.179	-3.01				0.00258
	(Intercept)	0.933	0.304	3.068	0.00215	0.319	0.146	2.18	389.9	1	9.69	0.0291
p(temp + humi)psi(pland)	Pland	0.207	0.349	0.593	0.5534							
	Humi					-0.327	0.148	-2.2				0.0276
	(Intercept)	1.094	0.359	3.043	0.00234	0.21	0.157	1.337	386.13	0.97	5.92	0.1812
	Pland	0.312	0.442	0.707	0.47972							
	Temp					-0.46	0.202	-2.282				0.0225
	Humi					-0.12	0.155	-0.774				0.4391

<i>Molossus rufus</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	1.15	0.407	2.82	0.0048	-0.505	0.16	-3.15	369.04	0.16	0.00	0.00164
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1.15	0.407	2.82	0.00485	-50487	0.16	-3.1469	371.04	0.71	2.00	0.00165
	Temp					0.00451	0.131	0.0343				0.97263
p(hum)psi(.)	(Intercept)	1.15	0.408	2.83	0.0047	-0.511	0.161	-3.18	369.53	0.29	0.49	0.00145
	Humi					-0.18	0.149	-1.21				0.2278
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1.13	0.404	2.81	0.00499	-0.508	0.161	-3.156	370.79	0.59	1.75	0.0016
	Temp					0.139	0.16	0.864				0.3874
	Humi					-2.27	0.186	-1.448				0.1477
p(.)psi(enn)	(Intercept)	1.162	0.437	2.657	0.00789	-0.509	0.163	-3.11	370.98	0.65	1.94	0.00185
	Enn	0.139	0.745	0.187	0.85185							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.162	0.439	2.648	0.0081	-0.50862	0.164	-3.109	372.98	1	3.94	0.00188
	Enn	0.139	0.75	0.185	0.8534							
	Temp					0.00133	0.133	0.0101				0.99198
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	1.1623	0.42	2.76	0.0057	-0.513	0.162	-3.17	371.5	0.82	2.46	0.00152
	Enn	0.0952	0.596	0.16	0.8732							
	Humi					-0.179	0.15	-1.2				0.23124
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.134	0.405	2.8008	0.0051	-0.508	0.161	-3.15	372.78	0.98	3.74	0.00161
	Enn	0.033	0.449	0.0735	0.9414							
	Temp					0.137	0.161	0.85				0.39545
	Humi					-0.269	0.187	-1.43				0.15134
p(.)psi(shei)	(Intercept)	1.15	0.415	2.769	0.00562	-0.502	0.161	-3.12	370.18	0.38	1.14	0.00182
	Shei	0.324	0.35	0.926	0.35454							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.149	0.415	2.766	0.00567	-0.5019	0.161	-3.1151	372.18	0.89	3.14	0.00184
	Shei	0.324	0.350	0.927	0.35409							
	Temp					0.0058	0.131	0.0442				0.96471
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	1.156	0.417	2.776	0.00551	-0.508	0.161	-3.15	370.68	0.53	1.64	0.00164
	Shei	0.324	0.349	0.927	0.35386							
	Humi					-0.181	0.15	-1.21				0.22736
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.138	0.413	2.755	0.00586	-0.506	0.162	-3.124	371.9	0.86	2.87	0.00179
	Shei	0.326	0.347	0.939	0.3476							
	Temp					0.141	0.16	0.879				0.37954
	Humi					-0.272	0.187	-1.458				0.14493
p(.)psi(pland)	(Intercept)	1.158	0.41	2.826	0.00472	-0.502	0.159	-3.15	370.55	0.45	1.52	0.00161
	Pland	-0.238	0.329	-0.724	0.46926							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	1.157	0.41	2.823	0.00476	-0.50215	0.159	-3.1501	372.55	0.95	3.51	0.00163
	Pland	-0.238	0.329	-0.724	0.46919							
	Temp					0.00561	0.132	0.0427				0.96598
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	1.166	0.412	2.831	0.00463	-0.509	0.16	-3.19	371.05	0.77	2.01	0.00142
	Pland	-0.238	0.329	-0.722	0.47049							
	Humi					-0.181	0.15	-1.21				0.22791
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	1.146	0.407	2.814	0.00489	-0.506	0.16	-3.161	372.28	0.92	3.24	0.00157
	Pland	-0.238	0.324	-0.736	0.46164							
	Temp					0.141	0.16	0.876				0.38092
	Humi					-0.272	0.187	-1.454				0.14593

<i>Molossops temminckii</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	0.708	0.317	2.24	0.0254	-0.264	0.159	-1.66	360.55	0.59	2.27	0.0967
p(temp)psi(.)	(Intercept)	0.708	0.317	2.23	0.0256	-0.26386	0.159	-1.6581	362.55	0.89	4.26	0.0973
	Temp					0.00514	0.145	0.0355				0.9717
p(hum)psi(.)	(Intercept)	0.706	0.316	2.23	0.0256	-0.263	0.159	-1.65	361.43	0.79	3.15	0.0988
	Humi					-0.148	0.144	-1.02				0.306
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	0.696	0.315	2.21	0.027	-0.2596	0.16	-1.625	363.10	0.94	4.82	0.104
	Temp					0.0944	0.165	0.572				0.567
	Humi					-0.1924	0.169	-1.139				0.255
p(.)psi(enn)	(Intercept)	0.743	0.336	2.21	0.0269	-0.263	0.159	-1.66	360.89	0.79	2.61	0.0978
	Enn	0.464	0.435	1.07	0.2869							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	0.743	0.336	2.21	0.0272	-0.26338	0.159	-1.6534	362.89	0.92	4.6	0.0982
	Enn	0.463	0.435	1.06	0.2872							
	Temp					0.00153	0.145	0.0105				0.9916
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	0.738	0.333	2.21	0.027	-0.262	0.159	-1.64	361.81	0.83	3.52	0.101
	Enn	0.454	0.428	1.06	0.289							
	Humi					-0.145	0.144	-1.01				0.313
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	0.724	0.33	2.19	0.0283	-0.2577	0.16	-1.613	363.52	0.98	5.23	0.107
	Enn	0.442	0.419	1.06	0.291							
	Temp					0.0885	0.165	0.536				0.592
p(.)psi(shei)	(Intercept)	0.7086	0.318	2.232	0.0256	-0.264	0.159	-1.66	362.45	0.86	4.17	0.097
	Shei	0.0939	0.295	0.319	0.75							
	Temp					0.00644	0.145	0.0445				0.9645
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	0.708	0.318	2.23	0.0259	-0.26403	0.159	-1.6567	364.45	0.99	6.16	0.0976
	Shei	0.0942	0.295	0.32	0.7491							
	Temp					0.00644	0.145	0.0445				0.9645
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	0.7057	0.317	2.228	0.0259	-0.263	0.159	-1.65	363.34	0.96	5.06	0.0993
	Shei	0.0887	0.294	0.301	0.7633							
	Humi					-0.147	0.144	-1.02				0.3083
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	0.6959	0.315	2.207	0.0273	-0.2595	0.16	-1.623	365	1	6.72	0.105
	Shei	0.0924	0.293	0.315	0.7527							
	Temp					0.0956	0.165	0.579				0.562
p(.)psi(pland)	(Intercept)	0.769	0.349	2.2	0.0276	-0.252	0.158	-1.6	358.28	0.25	0	0.111
	Pland	0.738	0.44	1.68	0.0934							
	Humi					-0.1921	0.169	-1.138				0.255
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	0.768	0.349	2.2	0.0277	-0.2515	0.158	-1.592	360.28	0.51	1.99	0.111
	Pland	0.738	0.44	1.68	0.0932							
	Temp					0.0119	0.145	0.082				0.935
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	0.764	0.347	2.2	0.0277	-0.25	0.158	-1.58	359.19	0.42	0.9	0.114
	Pland	0.732	0.436	1.68	0.0932							
	Humi					-0.146	0.144	-1.01				0.31
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	0.756	0.346	2.18	0.0289	-0.247	0.159	-1.558	360.8	0.66	2.52	0.119
	Pland	0.736	0.436	1.69	0.0915							
	Temp					0.102	0.165	0.616				0.358
	Humi					-0.194	0.169	-1.15				0.25

<i>Promops centralis</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	1.6	0.491	3.25	0.00114	-0.578	0.155	-3.74	373.87	0.29	0.43	0.000186
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1.63	0.498	3.27	0.00108	-0.585	0.154	-3.795	375.01	0.70	1.57	0.000147
	Temp					-0.124	0.137	-0.907				0.364595
p(hum)psi(.)	(Intercept)	1.58	0.483	3.27	0.00107	-0.573	0.155	-3.71	374.81	0.56	1.38	0.000206
	Humi					-0.136	0.135	-1				0.31714
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1.6	0.492	3.26	0.00111	-0.5789	0.155	-3.744	376.60	0.91	3.16	0.000181
	Temp					-0.0724	0.158	-0.457				0.647375
	Humi					-0.0973	0.156	-0.625				0.531717
p(.)psi(enn)	(Intercept)	1.688	0.582	2.9	0.00371	-0.582	0.155	-3.75	374.96	0.63	1.53	0.000177
	Enn	0.526	0.751	0.7	0.48388							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.739	0.617	2.816	0.00486	-0.59	0.155	-3.809	376.05	0.84	2.62	0.000139
	Enn	0.571	0.825	0.692	0.4889							
	Temp					-0.128	0.137	-0.933				0.351032
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	1.667	0.567	2.942	0.00326	-0.577	0.155	-3.723	375.92	0.8	2.49	0.000197
	Enn	0.511	0.727	0.703	0.4818							
	Humi					-0.135	0.135	-0.994				0.320044
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.7	0.594	2.868	0.00412	-0.5834	0.155	-3.757	377.68	0.99	4.24	0.000172
	Enn	0.54	0.775	0.696	0.48616							
	Temp					-0.0775	0.159	-0.488				0.625494
	Humi					-0.0935	0.156	-0.599				0.548895
p(.)psi(shei)	(Intercept)	1.661	0.542	3.07	0.00217	-0.571	0.155	-3.7	373.43	0.16	0	0.000219
	Shei	0.615	0.408	1.51	0.13115							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.691	0.549	3.08	0.00206	-0.578	0.154	-3.748	374.58	0.48	1.15	0.000178
	Shei	0.621	0.411	1.51	0.13097							
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	1.647	0.534	3.08	0.00205	-0.123	0.136	-0.904				0.366167
	Shei	0.616	0.404	1.53	0.12695	-0.567	0.155	-3.67	374.32	0.39	0.89	0.00245
	Humi					-0.139	0.136	-1.02				0.305616
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.668	0.542	3.08	0.00209	-0.5717	0.155	-3.697	376.13	0.88	2.7	0.000218
	Shei	0.619	0.407	1.52	0.12813							
	Temp					-0.0684	0.158	-0.433				0.664829
	Humi					-0.1021	0.157	-0.652				0.514088
p(.)psi(pland)	(Intercept)	1.624	0.599	2.71	0.00672	-0.583	0.164	-3.56	375.85	0.75	2.42	0.000365
	Pland	0.118	1.076	0.11	0.91244							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	1.89	1.36	1.394	0.163	-0.615	0.178	-3.45	376.95	0.97	3.52	0.000552
	Pland	0.63	2.27	0.278	0.781							
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	1.6	0.559	2.868	0.00413	-0.128	0.136	-0.94				0.347405
	Pland	0.1	0.944	0.106	0.91547	-0.578	0.161	-3.585	376.8	0.94	3.36	0.000337
	Humi					-0.135	0.136	-0.999				0.317743
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	1.648	0.697	2.365	0.018	-0.5864	0.17	-3.44	378.57	1	5.14	0.000581
	Pland	0.167	1.344	0.124	0.901							
	Temp					-0.0751	0.159	-0.471				0.637663
	Humi					-0.0956	0.156	-0.613				0.540141

<i>Histiopus</i> 17-20 kHz												
p(.)psi(.)	(Intercept)	2.57	0.806	3.19	0.00144	-0.223	0.136	-1.64	425.62	0.33	0.31	0.101
p(temp)psi(.)	(Intercept)	2.61	0.839	3.11	0.00188	-0.2278	0.137	-1.67	427.51	0.73	2.19	0.0953
	Temp					-0.0419	0.123	-0.34				0.734
p(hum)psi(.)	(Intercept)	2.63	0.835	3.15	0.00163	-0.232	0.136	-1.71	425.31	0.18	0.00	0.0868
	Humi					-0.19	0.129	-1.47				0.1421
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	2.59	0.818	3.17	0.00151	-0.229	0.136	-1.68	427.13	0.48	1.81	0.093
	Temp					0.061	0.141	0.434				0.664
	Humi					-0.222	0.151	-1.466				0.143
p(.)psi(enn)	(Intercept)	2.5637	0.804	3.192	0.00141	-0.223	0.136	-1.64	427.6	0.79	2.29	0.101
	Enn	0.0734	0.575	0.128	0.89833							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	2.6024	0.835	3.117	0.00182	-0.2272	0.137	-1.664	429.49	0.98	4.18	0.0961
	Enn	0.0738	0.586	0.126	0.89969							
	Temp					-0.0418	0.123	-0.339				0.7345
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	2.6339	0.838	3.1424	0.00168	-0.232	0.136	-1.71	427.3	0.54	1.99	0.087
	Enn	0.0553	0.578	0.0957	0.92378							
	Humi					-0.189	0.129	-1.47				0.142
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	2.5916	0.816	3.1755	0.0015	-0.229	0.136	-1.677	429.12	0.9	3.8	0.0935
	Enn	0.0549	0.566	0.0969	0.9228							
	Temp					0.061	0.14	0.434				0.6643
	Humi					-0.221	0.151	-1.464				0.1431
p(.)psi(shei)	(Intercept)	2.635	0.942	2.797	0.00516	-0.225	0.137	-1.64	427.36	0.67	2.04	0.102
	Shei	0.395	0.789	0.501	0.61641							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	2.671	0.978	2.731	0.00632	-0.229	0.138	-1.66	429.25	0.96	3.94	0.0966
	Shei	0.398	0.817	0.488	0.62567							
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	2.683	0.953	2.816	0.00486	-0.393	0.123	-0.32				0.749
	Shei	0.382	0.82	0.466	0.64112	-0.233	0.137	-1.7	427.09	0.41	1.77	0.0885
	Humi					-0.188	0.129	-1.45				0.1457
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	2.646	0.93	2.845	0.00445	-0.2295	0.137	-1.671	428.89	0.88	3.57	0.0947
	Shei	0.381	0.792	0.481	0.6304							
	Temp					0.0632	0.14	0.451				0.6519
	Humi					-0.2207	0.151	-1.463				0.1436
p(.)psi(pland)	(Intercept)	2.5682	0.806	3.1845	0.00145	-0.223	0.136	-1.64	427.62	0.85	2.31	0.101
	Pland	0.0329	0.662	0.0497	0.96037							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	2.6038	0.837	3.1127	0.00185	-0.2277	0.137	-1.667	429.51	1	4.19	0.0954
	Pland	0.0205	0.67	0.0306	0.97555							
	Temp					-0.0415	0.123	-0.337				0.7363
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	2.62801	0.833	3.15614	0.0016	-0.232	0.136	-1.71	427.31	0.61	2	0.0872
	Pland	0.00129	0.662	0.00195	0.9984							
	Humi					-0.19	0.129	-1.47				0.1423
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	2.5942	0.818	3.1709	0.00152	-0.2289	0.136	-1.68	429.13	0.93	3.81	0.093
	Pland	0.0118	0.656	0.0179	0.9857							
	Temp					0.0611	0.141	0.435				0.664
	Humi					-0.2216	0.151	-1.466				0.143

<i>Eptesicus chiriquinus</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	0.961	0.35	2.75	0.00603	-0.351	0.158	-2.23	372.69	0.42	1.10	0.0261
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1.03	0.369	2.79	0.00535	-0.388	0.161	-2.42	372.22	0.35	0.62	0.0157
	Temp					-0.229	0.153	-1.5				0.1338
p(hum)psi(.)	(Intercept)	0.968	0.351	2.76	0.00581	-0.361	0.159	-2.27	371.60	0.13	0.00	0.023
	Humi					-0.255	0.153	-1.67				0.095
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1	0.362	2.77	0.00562	-0.378	0.16	-2.357	372.92	0.57	1.33	0.0184
	Temp					-0.137	0.17	-0.804				0.4213
	Humi					-0.183	0.169	-1.082				0.2793
p(.)psi(enn)	(Intercept)	0.972	0.357	2.72	0.00648	-0.347	0.157	-2.2	373.03	0.64	1.43	0.0275
	Enn	-0.392	0.3	-1.31	0.19122							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.03	0.373	2.76	0.00569	-0.379	0.16	-2.38	372.7	0.5	1.1	0.0174
	Enn	-0.391	0.307	-1.27								
	Temp					-0.222	0.152	-1.46				0.145
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	0.98	0.358	2.74	0.00622	-0.357	0.158	-2.25	371.91	0.25	0.31	0.0242
	Enn	-0.395	0.301	-1.31	0.18887							
	Humi					-0.256	0.152	-1.68				0.0937
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.009	0.367	2.75	0.00594	-0.371	0.159	-2.326	373.32	0.69	1.73	0.02
	Enn	-0.394	0.304	-1.29	0.19551							
	Temp					-0.127	0.169	-0.751				0.453
p(.)psi(shei)	(Intercept)	0.96	0.352	2.731	0.00632	-0.35	0.158	-2.21	374.39	0.91	2.79	0.0269
	Shei	0.187	0.336	0.556	0.57812							
	Temp					-0.225	0.153	-1.48				0.1396
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.02	0.368	2.774	0.00554	-0.385	0.161	-2.4	373.99	0.84	2.39	0.0166
	Shei	0.17	0.35	0.485	0.62738							
	Temp					-0.225	0.153	-1.48				0.1396
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	0.962	0.35	2.746	0.00604	-0.358	0.159	-2.26	373.35	0.75	1.75	0.0241
	Shei	0.17	0.336	0.506	0.61255							
	Humi					-0.253	0.153	-1.66				0.0979
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	0.996	0.361	2.758	0.00581	-0.375	0.16	-2.336	374.7	0.97	3.1	0.0195
	Shei	0.165	0.344	0.479	0.63226							
	Temp					-0.134	0.17	-0.788				0.4309
p(.)psi(pland)	(Intercept)	0.961	0.35	2.746	0.00603	-0.35	0.158	-2.22	374.56	0.94	2.96	0.0264
	Pland	-0.119	0.32	-0.371	0.71038							
	Temp					-0.229	0.153	-1.49				0.1351
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	1.029	0.369	2.785	0.00536	-0.387	0.16	-2.41	374.1	0.88	2.51	0.0159
	Pland	-0.117	0.336	-0.349	0.72727							
	Temp					-0.229	0.153	-1.49				0.1351
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	0.967	0.351	2.758	0.00582	-0.359	0.159	-2.27	373.48	0.8	1.88	0.0233
	Pland	-0.113	0.323	-0.351	0.72543							
	Humi					-0.254	0.153	-1.67				0.0958
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	1.003	0.362	2.768	0.00563	-0.377	0.16	-2.35	374.81	1	3.22	0.0187
	Pland	-0.113	0.331	-0.341	0.73277							
	Temp					-0.136	0.17	-0.8				0.4236
	Humi					-0.183	0.169	-1.08				0.2801

Myotis 50-52 kHz												
p(.)psi(.)	(Intercept)	0.341	0.318	1.07	0.283	-0.511	0.181	-2.81	314.20	0.20	0.00	0.0049
p(temp)psi(.)	(Intercept)	0.351	0.324	1.08	0.278	-0.5176	0.185	-2.802	316.16	0.53	1.96	0.00508
	Temp					-0.0353	0.175	-0.202				0.83991
p(hum)psi(.)	(Intercept)	0.343	0.318	1.08	0.282	-0.513	0.182	-2.816	316.17	0.61	1.97	0.00486
	Humi					0.024	0.142	0.169				0.86565
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	0.363	0.329	1.1	0.27	-0.5274	0.188	-2.81	318.07	0.90	3.88	0.00502
	Temp					-0.0605	0.195	-0.31				0.75663
	Humi					0.0457	0.158	0.29				0.77177
p(.)psi(enn)	(Intercept)	0.327	0.32	1.02	0.306	-0.502	0.18	-2.79	314.61	0.37	0.41	0.00529
	Enn	-0.378	0.312	-1.21	0.225							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	0.335	0.325	1.03	0.302	-0.5078	0.183	-2.774	316.58	0.74	2.38	0.00553
	Enn	-0.378	0.313	-1.21	0.226							
	Temp					-0.0291	0.174	-0.167				0.8676
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	0.329	0.32	1.03	0.305	-0.5043	0.181	-2.791	316.58	0.81	2.39	0.00526
	Enn	-0.378	0.312	-1.21	0.226							
	Humi					0.0212	0.142	0.149				0.88127
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	0.344	0.329	1.05	0.295	-0.5157	0.186	-2.773	318.52	0.98	4.32	0.00555
	Enn	-0.377	0.313	-1.21	0.228							
	Temp					-0.0505	0.194	-0.26				0.79504
	Humi					0.0393	0.157	0.249				0.80302
p(.)psi(shei)	(Intercept)	0.3406	0.317	1.073	0.283	-0.51	0.181	-2.81	316.18	0.68	1.98	0.00491
	Shei	-0.0418	0.29	-0.144	0.885							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	0.3518	0.324	1.086	0.277	-0.5173	0.185	-2.803	318.13	0.93	3.93	0.00506
	Shei	-0.0455	0.292	-0.156	0.876							
	Temp					-0.0369	0.175	-0.211				0.83311
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	0.3426	0.318	1.077	0.281	-0.5123	0.182	-2.815	318.15	0.95	3.95	0.00488
	Shei	-0.0402	0.29	-0.139	0.89							
	Humi					0.0234	0.142	0.164				0.86953
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	0.363	0.329	1.105	0.269	-0.527	0.188	-2.807	320.05	1	5.85	0.005
	Shei	-0.045	0.293	-0.153	0.878							
	Temp					-0.0619	0.195	-0.317				0.751
	Humi					0.0455	0.158	0.289				0.773
p(.)psi(pland)	(Intercept)	0.345	0.32	1.077	0.281	-0.513	0.182	-2.82	316.05	0.45	1.85	0.00485
	Pland	0.118	0.311	0.378	0.705							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	0.356	0.327	1.09	0.276	-0.52	0.185	-2.807	318	0.84	3.81	0.005
	Pland	0.12	0.314	0.383	0.702							
	Temp					-0.037	0.175	-0.212				0.832
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	0.347	0.321	1.081	0.279	-0.515	0.183	-2.82	318.02	0.87	3.82	0.00481
	Pland	0.118	0.312	0.378	0.705							
	Humi					0.0241	0.142	0.17				0.86534
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	0.369	0.332	1	0.267	-0.5301	0.189	-2.811	319.92	1	5.85	0.00494
	Pland	0.122	0.317	0.386	0.699							
	Temp					-0.0626	0.195	-0.321				0.74795
	Humi					0.0466	0.158	0.295				0.76765

<i>Cynomops/Eumops/Nyctinomops 23-26 kHz</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	-0.33	0.282	-1.17	0.242	-0.367	0.219	-1.68	239.38	0.27	0.48	0.0938
p(temp)psi(.)	(Intercept)	-0.318	0.285	-1.12	0.264	-0.403	0.226	-1.778	240.81	0.66	1.90	0.0754
	Temp					0.11	0.146	0.758				0.4486
p(hum)psi(.)	(Intercept)	-0.346	0.28	-1.23	0.217	-0.336	0.222	-1.514	240.82	0.72	1.91	0.13
	Humi					-0.131	0.177	-0.744				0.457
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	-0.352	0.28	-1.26	0.208	-0.37	0.226	-1.64	240.07	0.46	1.16	0.102
	Temp					0.332	0.21	1.58				0.114
	Humi					-0.402	0.256	-1.57				0.116
p(.)psi(enn)	(Intercept)	-0.333	0.283	-1.178	0.239	-0.366	0.219	-1.67	241.13	0.82	2.22	0.0945
	Enn	-0.14	0.283	-0.494	0.622							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	-0.321	0.286	-1.123	0.261	-0.402	0.226	-1.777	242.54	0.98	3.64	0.0756
	Enn	-0.143	0.284	-0.505	0.614							
	Temp					0.112	0.146	0.765				0.4441
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	-0.348	0.281	-1.242	0.214	-0.335	0.222	-1.511	242.56	1	3.66	0.131
	Enn	-0.141	0.282	-0.499	0.618							
	Humi					-0.132	0.177	-0.748				0.454
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	-0.353	0.281	-1.259	0.208	-0.371	0.226	-1.64	241.77	0.9	2.86	0.101
	Enn	-0.152	0.282	-0.538	0.59							
	Temp					0.335	0.21	1.59				0.111
	Humi					-0.405	0.256	-1.58				0.114
p(.)psi(shei)	(Intercept)	-0.346	0.292	-1.19	0.236	-0.375	0.222	-1.69	238.91	0.15	0	0.0915
	Shei	0.441	0.291	1.52	0.129							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	-0.331	0.296	-1.12	0.264	-0.414	0.231	-1.796	240.29	0.53	1.38	0.0726
	Shei	0.448	0.293	1.53	0.127							
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	-0.364	0.289	-1.26	0.209	-0.343	0.225	-1.521	240.37	0.6	1.46	0.128
	Shei	0.435	0.288	1.51	0.131							
	Humi					-0.129	0.177	-0.726				0.468
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	-0.368	0.29	-1.27	0.204	-0.38	0.23	-1.65	239.56	0.37	0.65	0.0986
	Shei	0.442	0.289	1.53	0.127							
	Temp					0.336	0.211	1.6				0.1102
	Humi					-0.402	0.256	-1.57				0.1161
p(.)psi(pland)	(Intercept)	-0.337	0.283	-1.191	0.234	-0.363	0.218	-1.66	240.92	0.77	2.01	0.096
	Pland	-0.191	0.284	-0.672	0.502							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	-0.326	0.285	-1.141	0.254	-0.398	0.225	-1.767	242.35	0.93	3.44	0.0773
	Pland	-0.19	0.284	-0.669	0.504							
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	-0.352	0.281	-1.254	0.21	-0.333	0.221	-1.5	242.35	0.95	3.44	0.133
	Pland	-0.191	0.282	-0.677	0.498							
	Humi					-0.133	0.177	-0.75				0.453
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	-0.358	0.28	-1.278	0.201	-0.367	0.225	-1.63	241.58	0.86	2.68	0.104
	Pland	-0.193	0.281	-0.687	0.492							
	Temp					0.333	0.21	1.58				0.113
	Humi					-0.405	0.256	-1.58				0.114

<i>Eumops/Nyctinomops</i> 18-20 kHz												
p(.)psi(.)	(Intercept)	1.05	0.418	2.52	0.0118	-0.519	0.163	-3.19	373.37	0.23	0.07	0.00141
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1.16	0.468	2.48	0.0131	-0.565	0.169	-3.35	374.05	0.53	0.75	0.000821
	Temp					-0.176	0.158	-1.11				0.266677
p(hum)psi(.)	(Intercept)	1.1	0.435	2.52	0.0117	-0.546	0.164	-3.32	373.59	0.45	0.28	0.000903
	Humi					-0.211	0.16	-1.32				0.188378
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1.15	0.464	2.47	0.0133	-0.564	0.169	-3.344	375.32	0.81	2.01	0.000825
	Temp					-0.0938	0.182	-0.517				0.605419
	Humi					-0.1576	0.186	-0.845				0.397911
p(.)psi(enn)	(Intercept)	1.107	0.454	2.44	0.0147	-0.524	0.164	-3.2	373.3	0.12	0	0.00138
	Enn	-0.783	0.34	-1.42	0.1549							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.212	0.507	2.39	0.0169	-0.566	0.17	-3.34	374.1	0.61	0.796	0.000847
	Enn	-0.497	0.354	-1.4	0.1605							
	Temp					-0.166	0.156	-1.06				0.287379
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	1.168	0.481	2.43	0.0152	-0.552	0.165	-3.34	373.39	0.35	0.09	0.000849
	Enn	-0.506	0.348	-1.45	0.1461							
	Humi					-0.215	0.158	-1.36				0.173764
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.21	0.507	2.39	0.0171	-0.5664	0.169	-3.351	375.19	0.77	1.895	0.000806
	Enn	-0.51	0.354	-1.44	0.1497							
	Temp					-0.0783	0.179	-0.438				0.661418
	Humi					-0.1716	0.184	-0.932				0.351368
p(.)psi(shei)	(Intercept)	1.05	0.418	2.513	0.012	-0.519	0.163	-3.19	375.36	0.85	2.059	0.00144
	Shei	0.0391	0.348	0.112	0.911							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.15984	0.471	2.4644	0.0137	-0.565	0.169	-3.34	376.06	0.96	2.753	0.000853
	Shei	0.00746	0.376	0.0198	0.9842							
	Temp					-0.175	0.159	-1.1				0.269405
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	1.096	0.437	2.5101	0.0121	-0.545	0.165	-3.31	375.59	0.93	2.288	0.000926
	Shei	0.0121	0.362	0.0335	0.9733							
	Humi					-0.21	0.16	-1.31				0.18962
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.147384	0.467	2.45564	0.0141	-0.564	0.169	-3.334	377.32	1	4.016	0.000856
	Shei	-0.00046	0.375	-0.00121	0.999							
	Temp					-0.0938	0.182	-0.515				0.606235
	Humi					-0.1577	0.186	-0.845				0.397901
p(.)psi(pland)	(Intercept)	1.079	0.439	2.458	0.014	-0.519	0.162	-3.2	374.81	0.67	1.507	0.00138
	Pland	0.333	0.505	0.658	0.51							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	1.194	0.493	2.422	0.0154	-0.564	0.168	-3.37	375.43	0.89	2.131	0.000762
	Pland	0.378	0.552	0.686	0.4929							
	Temp					-0.178	0.157	-1.13				0.256451
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	1.13	0.462	2.444	0.0145	-0.546	0.164	-3.33	374.99	0.72	1.686	0.000867
	Pland	0.361	0.538	0.671	0.5025							
	Humi					-0.212	0.16	-1.33				0.174143
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	1.18	0.491	2.406	0.0161	-0.564	0.167	-3.371	376.69	0.98	3.386	0.000748
	Pland	0.38	0.557	0.683	0.4948							
	Temp					-0.097	0.18	-0.539				0.589554
	Humi					-0.157	0.185	-0.848				0.396483

<i>Eptesicus brasiliensis</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	0.629	0.325	1.93	0.0532	-0.326	0.161	-2.02	360.48	0.99	9.85	0.0436
p(temp)psi(.)	(Intercept)	0.944	0.414	2.28	0.0225	-0.545	0.179	-3.04	353.58	0.76	2.95	0.00236
	Temp					-0.601	0.216	-2.78				0.00538
p(hum)psi(.)	(Intercept)	0.669	0.337	1.99	0.0468	-0.357	0.164	-2.17	359.99	0.99	9.36	0.0297
	Humi					-0.236	0.158	-1.5				0.1341
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	0.937	0.414	2.26	0.0236	-0.5398	0.181	-2.982	355.55	0.86	4.92	0.00286
	Temp					-0.58	0.245	-2.369				0.01786
	Humi					-0.0279	0.158	-0.176				0.86014
p(.)psi(enn)	(Intercept)	0.61	0.34	1.79	0.0728	-0.313	0.159	-1.97	353.85	0.95	6.22	0.0489
	Enn	-0.794	0.398	-2	0.0459							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	0.89	0.412	2.16	0.0309	-0.51	0.174	-2.92	350.63	0.47	0	0.00347
	Enn	-0.804	0.413	-1.94	0.0519							
	Temp					-0.576	0.216	-2.67				0.00763
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	0.654	0.352	1.86	0.0631	-0.345	0.162	-2.13	356.3	0.93	5.67	0.0329
	Enn	-0.805	0.402	-2	0.0454							
	Humi					-0.239	0.158	-1.51				0.1301
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	0.881	0.411	2.14	0.0322	-0.5031	0.176	-2.862	352.52	0.66	1.93	0.0042
	Enn	-0.805	0.413	-1.95	0.0514							
	Temp					-0.5446	0.244	-2.234				0.0255
	Humi					-0.0428	0.159	-0.269				0.7877
p(.)psi(shei)	(Intercept)	0.63	0.328	1.917	0.0552	-0.325	0.162	-2.01	361.78	1	11.15	0.0448
	Shei	0.245	0.292	0.839	0.4014							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	0.944	0.419	2.254	0.0242	-0.541	0.179	-3.01	354.93	0.82	4.3	0.00257
	Shei	0.273	0.338	0.808	0.4194							
	Temp					-0.596	0.215	-2.77				0.00559
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	0.674	0.341	1.975	0.0483	-0.357	0.165	-2.17	361.22	1	10.59	0.0302
	Shei	0.262	0.299	0.876	0.3811							
	Humi					-0.239	0.158	-1.52				0.1291
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	0.936	0.419	2.236	0.0253	-0.535	0.181	-2.954	356.89	0.97	6.26	0.00314
	Shei	0.274	0.336	0.814	0.4157							
	Temp					-0.572	0.244	-2.345				0.01901
	Humi					-0.032	0.158	-0.202				0.83979
p(.)psi(pland)	(Intercept)	0.6287	0.325	1.9332	0.0532	-0.326	0.161	-2.02	362.47	1	11.84	0.0437
p(temp)psi(pland)	Pland	-0.0287	0.301	-0.0954	0.924							
	(Intercept)	0.9444	0.414	2.282	0.0225	-0.545	0.179	-3.04	355.57	0.9	4.95	0.00236
p(humi)psi(pland)	Pland	-0.0219	0.359	-0.0609	0.9514							
	Temp					-0.601	0.216	-2.78				0.0054
	(Intercept)	0.6693	0.337	1.9886	0.0467	-0.357	0.164	-2.17	361.98	1	11.35	0.0297
p(temp + humi)psi(pland)	Pland	-0.0267	0.308	-0.0867	0.9309							
	Humi					-0.236	0.158	-1.5				0.1343
	(Intercept)	0.937	0.414	2.2639	0.0236	-0.5398	0.181	-2.982	357.54	0.99	6.92	0.00286
	Pland	-0.0214	0.357	-0.0599	0.9522							
Temp						-0.5802	0.245	-2.368				0.01789
	Humi					-0.0278	0.158	-0.176				0.86044

<i>Histiopus</i> 26-28 kHz												
p(.)psi(.)	(Intercept)	0.397	0.401	0.992	0.321	-1.04	0.228	-4.54	260.91	0.92	4.93	5.70E-06
p(temp)psi(.)	(Intercept)	0.466	0.405	1.15	0.25	-1.129	0.234	-4.83	255.98	0.27	0.00	1.36E-06
	Temp					-0.574	0.247	-2.32				2.04E-02
p(hum)psi(.)	(Intercept)	0.382	0.393	0.972	0.331	-1.044	0.229	-4.57	259.72	0.85	3.74	4.92E-06
	Humi					-0.338	0.197	-1.71				8.68E-02
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	0.459	0.404	1.13	0.257	-1.1229	0.235	-4.787	257.88	0.62	1.90	1.69E-06
	Temp					-0.5226	0.293	-1.781				7.49E-02
	Humi					-0.0689	0.224	-0.307				7.58E-01
p(.)psi(enn)	(Intercept)	0.397	0.403	0.986	0.324	-1.03	0.228	-4.54	262.32	0.98	6.34	5.72E-06
	Enn	-0.251	0.322	-0.781	0.435							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	0.458	0.405	1.113	0.257	-1.123	0.233	-4.82	257.54	0.4	1.56	1.46E-06
	Enn	-0.228	0.333	-0.685	0.493							
	Temp					-0.566	0.247	-2.29				2.19E-02
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	0.382	0.395	0.969	0.333	-1.041	0.228	-4.57	261.09	0.94	5.11	4.77E-06
	Enn	-0.255	0.318	-0.801	0.423							
	Humi					-0.339	0.197	-1.72				8.53E-02
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	0.451	0.404	1.116	0.264	-1.1154	0.234	-4.772	259.42	0.77	3.44	1.83E-06
	Enn	-0.231	0.331	-0.699	0.485							
	Temp					-0.5098	0.293	-1.741				8.17E-02
	Humi					-0.0754	0.224	-0.336				7.37E-01
p(.)psi(shei)	(Intercept)	0.4055	0.408	0.995	0.32	-1.04	0.23	-4.52	262.88	1	6.9	6.22E-06
	Shei	0.0525	0.311	0.169	0.866							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	0.4722	0.411	1.149	0.25	-1.132	0.235	-4.81	257.96	0.72	1.98	1.49E-06
	Shei	0.0433	0.316	0.137	0.891							
	Temp					-0.573	0.247	-2.32				2.06E-02
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	0.3895	0.4	0.975	0.33	-1.048	0.23	-4.55	261.69	0.97	5.71	5.42E-06
	Shei	0.0514	0.308	0.167	0.868							
	Humi					-0.337	0.197	-1.71				8.68E-02
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	0.4652	0.41	1.133	0.257	-1.1258	0.236	-4.769	259.87	0.89	3.88	1.86E-06
	Shei	0.0436	0.315	0.138	0.89							
	Temp					-0.5216	0.293	-1.778				7.53E-02
	Humi					-0.0691	0.224	-0.308				7.58E-01
p(.)psi(plan d)	(Intercept)	0.384	0.396	0.97	0.332	-1.03	0.227	-4.52	262.62	0.99	6.64	6.08E-06
	Plan d	-0.194	0.347	-0.559	0.576							
p(temp)psi(plan d)	(Intercept)	0.452	0.399	1.131	0.258	-1.12	0.232	-4.82	257.71	0.51	1.73	1.42E-06
	Plan d	-0.195	0.359	-0.543	0.587							
	Temp					-0.574	0.248	-2.32				2.06E-02
p(humi)psi(plan d)	(Intercept)	0.369	0.388	0.949	0.342	-1.036	0.227	-4.56	261.42	0.95	5.44	5.18E-06
	Plan d	-0.193	0.343	-0.564	0.573							
	Humi					-0.338	0.197	-1.72				8.63E-02
p(temp + humi)psi(plan d)	(Intercept)	0.445	0.399	1.114	0.265	-1.1141	0.233	-4.777	259.61	0.81	3.63	1.78E-06
	Plan d	-0.194	0.358	-0.541	0.588							
	Temp					-0.5226	0.294	-1.775				7.58E-02
	Humi					-0.0686	0.225	-0.305				7.61E-01

<i>Eumops 16-18 kHz</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	1.53	0.646	2.37	0.018	-1.09	0.196	-5.58	314.44	0.20	0.00	2.47E-08
p(temp)psi(.)	(Intercept)	1.53	0.649	2.36	0.0183	-1.09474	0.197	-5.5705	316.44	0.62	2.00	2.54E-08
	Temp					-0.00783	0.149	-0.0527				9.58E-01
p(hum)psi(.)	(Intercept)	1.53	0.638	2.39	0.0169	-1.0932	0.195	-5.604	316.18	0.55	1.74	2.09E-08
	Humi					-0.0813	0.161	-0.506				6.13E-01
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	1.5	0.635	2.37	0.0177	-1.089	0.196	-5.554	318.12	0.86	3.67	2.79E-08
	Temp					0.044	0.173	0.254				8.00E-01
	Humi					-0.107	0.192	-0.556				5.78E-01
p(.)psi(enn)	(Intercept)	23.9	37.9	0.631	0.528	-1.36	0.141	-9.61	318.13	0.89	3.69	7.15E-22
	Enn	-5.58	9.1	-0.613	0.54							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	1.5277	0.679	2.2511	0.0244	-1.09417	0.2	-5.4576	318.44	0.95	4	4.83E-08
	Enn	-0.0112	0.787	-0.0142	0.9887							
	Temp					-0.00758	0.15	-0.0506				9.60E-01
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	1.5153	0.647	2.3414	0.0192	-1.091	0.197	-5.532	318.18	0.92	3.18	3.17E-08
	Enn	-0.0434	0.674	-0.0644	0.9487							
	Humi					-0.082	0.161	-0.509				6.11E-01
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	1.4891	0.634	2.348	0.0189	-1.085	0.198	-5.493	320.1	1	5.66	3.96E-08
	Enn	-0.0692	0.597	-0.116	0.9077							
	Temp					0.047	0.175	0.268				7.89E-01
	Humi					-0.11	0.194	-0.566				5.72E-01
p(.)psi(shei)	(Intercept)	1.972	0.966	1.856	0.0635	-1.13	0.202	-5.59	315.47	0.46	1.03	2.31E-08
	Shei	0.547	0.651	0.841	0.4004							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	1.792	0.968	1.85	0.064	-1.1263	0.202	-5.5794	317.47	0.83	3.03	2.41E-08
	Shei	0.547	0.651	0.84	0.401							
	Temp					-0.0026	0.148	-0.0176				9.86E-01
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	1.789	0.966	1.852	0.064	-1.1264	0.202	-5.583	317.25	0.78	2.81	2.37E-08
	Shei	0.538	0.655	0.822	0.411							
	Humi					-0.0744	0.159	-0.468				6.39E-01
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	1.765	0.955	1.847	0.0647	-1.1222	0.203	-5.526	319.18	0.99	4.74	3.28E-08
	Shei	0.533	0.646	0.826	0.4088							
	Temp					0.0465	0.172	0.27				7.87E-01
	Humi					-0.101	0.19	-0.532				5.95E-01
p(.)psi(pland)	(Intercept)	1.657	0.818	2.026	0.0428	-1.09	0.193	-5.67	315.05	0.34	0.61	1.46E-08
	Pland	0.685	0.856	0.801	0.4231							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	1.661	0.826	2.011	0.0444	-1.09229	0.193	-5.6505	317.05	0.73	2.6	1.60E-08
	Pland	0.689	0.862	0.799	0.4246							
	Temp					-0.00405	0.148	-0.0273				9.78E-01
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	1.668	0.832	2.005	0.0449	-1.0924	0.192	-5.684	316.76	0.68	2.32	1.32E-08
	Pland	0.701	0.883	0.795	0.4269							
	Humi					-1.0839	0.159	-0.529				5.97E-01
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	1.642	0.819	2.005	0.0449	-1.0872	0.193	-5.626	318.67	0.97	4.23	1.85E-08
	Pland	0.697	0.863	0.808	0.4192							
	Temp					0.0515	0.173	0.297				7.66E-01
	Humi					-0.1134	0.19	-0.596				5.51E-01

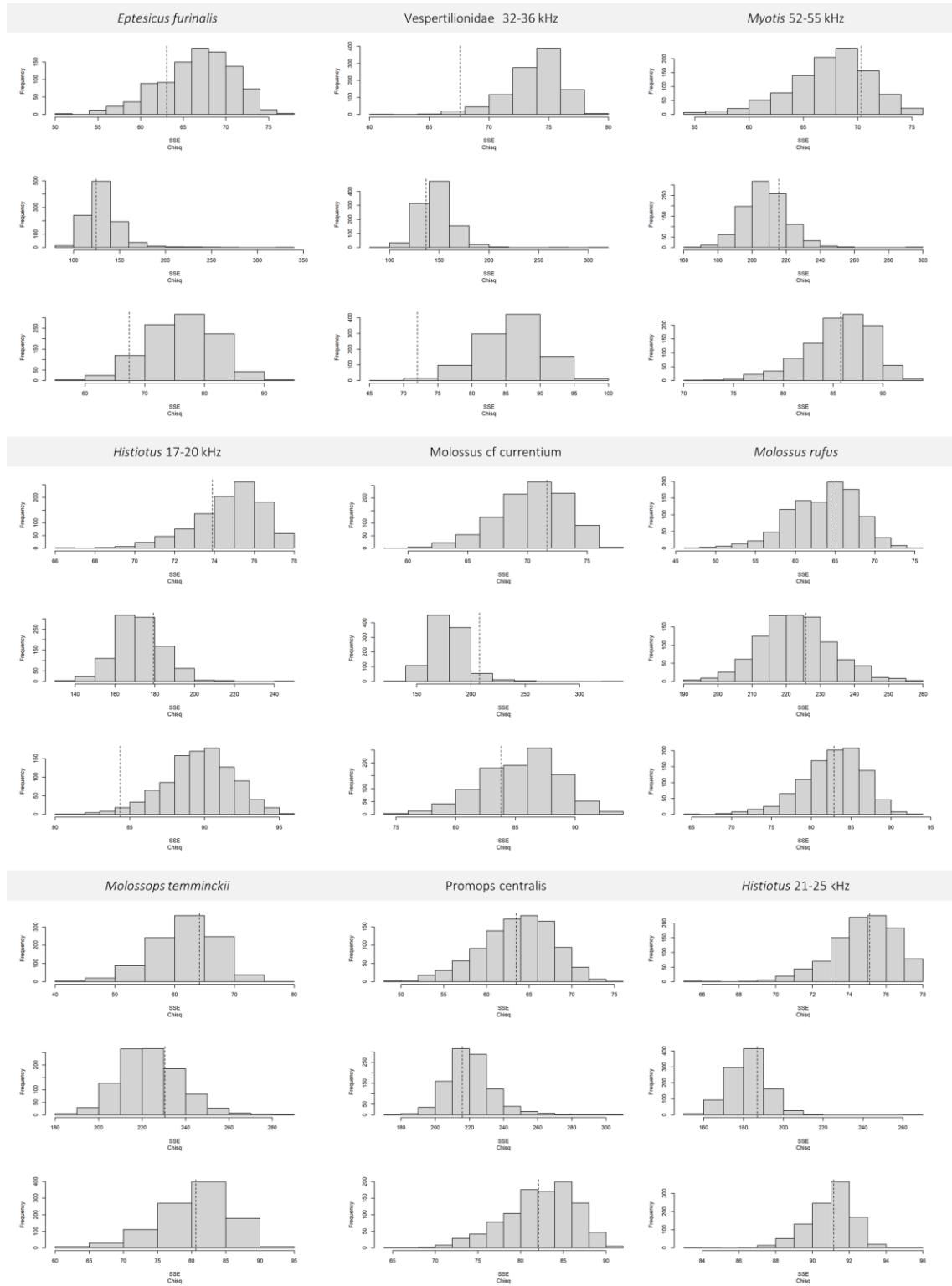
<i>Molossus molossus</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	-0.519	0.341	-1.52	0.128	-0.866	0.245	-3.54	216.84	0.99	2.71	0.000406
p(temp)psi(.)	(Intercept)	-0.39	0.36	-1.08	0.28	-1.083	0.272	-3.98	213.74	0.92	3.61	6.81E-05
	Temp					-0.675	0.344	-1.96				4.96E-02
p(hum)psi(.)	(Intercept)	-0.537	0.332	-1.62	0.105	-0.943	0.25	-3.78	210.13	0.39	0.01	0.000159
	Humi					-0.792	0.288	-2.75				0.005927
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	-0.493	0.344	-1.43	0.152	-1.002	0.266	-3.76	211.65	0.69	1.52	0.00017
	Temp					-0.243	0.366	-0.666				0.5055
	Humi					-0.655	0.343	-1.91				0.05613
p(.)psi(enn)	(Intercept)	-0.577	0.353	-1.63	0.102	-0.857	0.243	-3.53	216.81	0.99	6.6892	0.000417
	Enn	-0.545	0.441	-1.23	0.217							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	-0.459	0.369	-1.24	0.214	-1.06	0.269	-3.94	214.11	0.94	3.9885	8.32E-05
	Enn	-0.502	0.44	-1.14	0.254							
	Temp					-0.652	0.345	-1.89				5.88E-02
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	-0.597	0.344	-1.73	0.0831	-0.933	0.248	-3.77	210.13	0.19	0	0.000163
	Enn	-0.542	0.442	-1.23	0.2196							
	Humi					-0.791	0.288	-2.75				0.006035
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	-0.561	0.354	-1.59	0.113	-0.981	0.262	-3.741	211.76	0.78	1.6304	0.000184
	Enn	-0.531	0.441	-1.2	0.229							
	Temp					-0.211	0.362	-0.584				0.559124
p(.)psi(shei)	(Intercept)	-0.526	0.343	-1.535	0.125	-0.862	0.244	-3.54	218.1	1	7.9782	0.000398
	Shei	-0.26	0.307	-0.847	0.397							
	Temp					-0.694	0.345	-2.01				4.42E-02
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	-0.382	0.366	-1.043	0.297	-1.09	0.271	-4.02	214.75	0.96	4.6286	5.91E-05
	Shei	-0.314	0.325	-0.969	0.333							
	Temp					-0.694	0.345	-2.01				4.42E-02
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	-0.535	0.336	-1.593	0.111	-0.947	0.249	-3.8	211.2	0.5	1.0773	0.000144
	Shei	-0.291	0.306	-0.951	0.342							
	Humi					-0.801	0.288	-2.78				0.005401
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	-0.484	0.35	-1.381	0.167	-1.011	0.266	-3.797	212.64	0.83	2.5141	0.000147
	Shei	-0.307	0.312	-0.985	0.324							
	Temp					-0.263	0.367	-0.716				0.473697
p(.)psi(pland)	(Intercept)	-0.533	0.343	-1.56	0.12	-0.861	0.243	-3.54	218.05	1	7.9256	0.000404
	Pland	-0.281	0.327	-0.86	0.39							
	Temp					-0.679	0.346	-1.96				4.94E-02
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	-0.403	0.363	-1.108	0.268	-1.08	0.271	-3.99	214.93	0.98	4.808	6.66E-05
	Pland	-0.293	0.336	-0.874	0.382							
	Temp					-0.679	0.346	-1.96				4.94E-02
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	-0.551	0.334	-1.649	0.991	-0.94	0.249	-3.78	211.34	0.6	1.2099	0.000157
	Pland	-0.283	0.327	-0.866	0.3865							
	Humi					-0.794	0.288	-2.76				0.005845
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	-0.506	0.347	-1.46	0.144	-0.999	0.266	-3.76	212.84	0.88	2.7188	0.000169
	Pland	-0.287	0.33	-0.871	0.384							
	Temp					-0.246	0.367	-0.67				0.503123
	Humi					-0.656	0.343	-1.91				0.056102

<i>Myotis albescens</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	0.288	0.391	0.737	0.461	-1.04	0.24	-4.35	250.10	0.78	2.77	1.38E-05
p(temp)psi(.)	(Intercept)	0.266	0.386	0.691	0.49	-1.067	0.244	-4.38	247.58	0.38	0.26	1.18E-05
	Temp					0.372	0.188	1.98				4.77E-02
p(hum)psi(.)	(Intercept)	0.312	0.4	0.78	0.435	-1.066	0.244	-4.37	251.71	0.94	4.38	1.25E-05
	Humi					0.114	0.184	0.62				5.35E-01
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	0.218	0.377	0.579	0.563	-1.03	0.247	-4.169	249.11	0.66	1.79	3.07E-05
	Temp					0.466	0.244	1.912				5.58E-02
	Humi					-0.161	0.244	-0.661				5.09E-01
p(.)psi(enn)	(Intercept)	0.246	0.389	0.633	0.527	-1.02	0.237	-4.31	250.33	0.82	3	1.62E-05
	Enn	-0.481	0.384	-1.254	0.21							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	0.243	0.39	0.624	0.533	-1.059	0.242	-4.37	247.32	0.2	0	1.21E-05
	Enn	-0.538	0.393	-1.368	0.171							
	Temp					0.397	0.19	2.08				3.71E-02
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	0.268	0.398	0.674	0.5	-1.05	0.242	-4.328	251.96	0.96	4.63	0.000015
	Enn	-0.484	0.387	-1.25	0.211							
	Humi					0.11	0.183	0.603				0.546634
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	0.195	0.38	0.513	0.608	-1.02	0.244	-4.178	248.72	0.48	1.4	2.95E-05
	Enn	-0.542	0.389	-1.394	0.163							
	Temp					0.504	0.247	2.041				4.12E-02
	Humi					-0.183	0.245	-0.745				4.56E-01
p(.)psi(shei)	(Intercept)	0.334	0.426	0.784	0.433	-1.06	0.248	-4.29	251.51	0.92	4.29	1.77E-05
	Shei	0.228	0.353	0.675	0.5							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	0.344	0.434	0.769	0.442	-1.099	0.254	-4.33	248.89	0.58	1.57	0.000015
	Shei	0.291	0.366	0.794	0.427							
	Temp					0.382	0.189	2.02				0.043141
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	0.371	0.447	0.831	0.406	-1.095	0.254	-4.301	253.15	0.99	5.82	0.000017
	Shei	0.263	0.368	0.715	0.475							
	Humi					0.125	0.185	0.673				0.500865
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	0.277	0.419	0.661	0.509	-1.061	0.257	-4.122	250.47	0.86	3.15	3.76E-05
	Shei	0.27	0.352	0.768	0.442							
	Temp					0.471	0.244	1.928				5.38E-02
	Humi					-0.152	0.244	-0.625				5.32E-01
p(.)psi(pland)	(Intercept)	0.3	0.4	0.749	0.454	-1.05	0.242	-4.33	252.01	0.98	4.69	1.48E-05
	Pland	0.108	0.376	0.286	0.775							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	0.2723	0.391	0.697	0.486	-1.07	0.245	-4.37	249.54	0.73	2.22	1.23E-05
	Pland	0.0725	0.356	0.204	0.839							
	Temp					0.37	0.188	1.97				4.89E-02
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	0.323	0.409	0.789	0.43	-1.071	0.246	-4.356	253.63	1	6.3	1.32E-05
	Pland	0.104	0.381	0.273	0.785							
	Humi					0.112	0.183	0.613				5.40E-01
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	0.2233	0.382	0.585	0.558	-1.033	0.248	-4.16	251.07	0.89	3.75	3.19E-05
	Pland	0.0664	0.341	0.195	0.846							
	Temp					0.464	0.244	1.901				5.73E-02
	Humi					-0.16	0.244	-0.658				5.11E-01

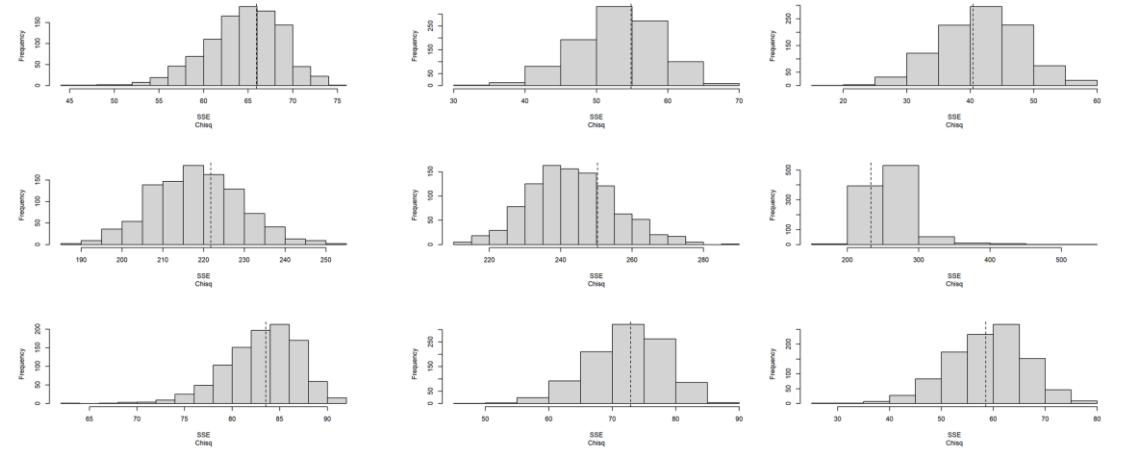
<i>Myotis sp. nov.</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	-0.576	0.467	-1.23	0.218	-1.46	0.343	-4.27	158.81	0.62	1.13	1.98E-05
p(temp)psi(.)	(Intercept)	-0.445	0.493	-0.903	0.366	-1.638	0.366	-4.48	158.58	0.54	0.89	7.56E-06
	Temp					-0.519	0.387	-1.34				1.80E-01
p(hum)psi(.)	(Intercept)	-0.576	0.464	-1.24	0.215	-1.474	0.343	-4.296	160.00	0.87	2.32	1.74E-05
	Humi					-0.231	0.278	-0.832				4.05E-01
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	-0.459	0.493	-0.931	0.352	-1.623	0.371	-4.375	160.53	0.97	2.84	1.22E-05
	Temp					-0.476	0.431	-1.105				2.69E-01
	Humi					-0.055	0.267	-0.206				8.37E-01
p(.)psi(enn)	(Intercept)	-0.597	0.468	-1.278	0.201	-1.46	0.342	-4.26	160.48	0.94	2.8	2.08E-05
	Enn	-0.233	0.417	-0.558	0.577							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	-0.472	0.492	-0.96	0.337	-1.624	0.365	-4.45	160.39	0.9	2.7	8.79E-06
	Enn	-0.188	0.435	-0.432	0.666							
	Temp					-0.503	0.387	-1.3				1.94E-01
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	-0.598	0.464	-1.29	0.198	-1.47	0.342	-4.286	161.67	0.99	3.98	1.82E-05
	Enn	-0.233	0.416	-0.56	0.576							
	Humi					-0.23	0.277	-0.833				4.05E-01
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	-0.488	0.492	-0.993	0.321	-1.6067	0.37	-4.341	162.33	1	4.64	1.42E-05
	Enn	-0.192	0.432	-0.445	0.656							
	Temp					-0.4548	0.431	-1.055				2.91E-01
	Humi					-0.0621	0.269	-0.231				8.18E-01
p(.)psi(shei)	(Intercept)	-0.67	0.474	-1.42	0.157	-1.43	0.339	-4.22	158.22	0.46	0.54	2.39E-05
	Shei	-0.584	0.387	-1.51	0.131							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	-0.517	0.508	-1.02	0.309	-1.62	0.365	-4.45	157.69	0.13	0	8.50E-06
	Shei	-0.648	0.422	-1.54	0.125							
	Temp					-0.56	0.393	-1.43				1.54E-01
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	-0.669	0.469	-1.43	0.154	-1.442	0.338	-4.269	159.34	0.73	1.65	1.96E-05
	Shei	-0.588	0.383	-1.53	0.125							
	Humi					-0.245	0.283	-0.864				3.87E-01
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	-0.532	0.508	-1.05	0.295	-1.6083	0.37	-4.349	159.64	0.78	1.95	1.37E-05
	Shei	-0.643	0.417	-1.54	0.123							
	Temp					-0.5171	0.436	-1.187				2.35E-01
	Humi					-0.0565	0.268	-0.211				8.33E-01
p(.)psi(pland)	(Intercept)	-0.607	0.49	-1.24	0.216	-1.46	0.336	-4.34	158.19	0.36	0.51	1.41E-05
	Pland	0.603	0.429	1.4	0.16							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	-0.474	0.516	-0.919	0.358	-1.628	0.355	-4.58	157.84	0.25	0.15	4.56E-06
	Pland	0.643	0.453	1.419	0.156							
	Temp					-0.523	0.381	-1.37				1.70E-01
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	-0.601	0.489	-1.23	0.22	-1.474	0.337	-4.376	159.3	0.68	1.61	1.21E-05
	Pland	0.616	0.435	1.42	0.156							
	Humi					-0.243	0.278	-0.876				3.81E-01
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	-0.489	0.515	-0.949	0.343	-1.6128	0.36	-4.485	159.78	0.83	2.09	7.28E-06
	Pland	0.641	0.45	1.423	0.155							
	Temp					-0.4756	0.425	-1.119				2.63E-01
	Humi					-0.0616	0.269	-0.229				8.19E-01

<i>Myotis ruber</i>												
p(.)psi(.)	(Intercept)	-1.91	0.613	3.12	0.0018	-1.5	0.589	-2.55	69.80	0.15	0.32	0.0109
p(temp)psi(.)	(Intercept)	-1.87	0.602	-3.11	0.00189	-1.81	0.64	-2.83	69.48	0.15	0.00	0.00466
	Temp					-1.14	0.871	-1.3				0.19233
p(hum)psi(.)	(Intercept)	-1.96	0.595	-3.29	0.000989	-1.536	0.587	-2.62	70.34	0.36	0.86	0.00889
	Humi					-0.667	0.591	-1.13				0.25845
p(temp + humi)psi(.)	(Intercept)	-1.93	0.596	-3.23	0.00122	-1.73	0.632	-2.743	71.18	0.63	1.70	0.0061
	Temp					-0.898	0.933	-0.963				0.3356
	Humi					-0.342	0.653	-0.524				0.6
p(.)psi(enn)	(Intercept)	-1.915	0.629	-3.043	0.00234	-1.52	0.601	-2.53	71.5	0.74	2.02	0.0114
	Enn	0.257	0.467	0.551	0.58197							
p(temp)psi(enn)	(Intercept)	-1.83	0.658	-2.78	0.00541	-1.89	0.697	-2.72	70.92	0.51	1.44	0.00657
	Enn	0.421	0.691	0.61	0.5419							
	Temp					-1.19	0.865	-1.37				0.16915
p(humi)psi(enn)	(Intercept)	-1.961	0.609	-3.217	0.0013	-1.56	0.599	-2.6	72.03	0.88	2.55	0.0093
	Enn	0.252	0.454	0.556	0.5785							
	Humi					-0.67	0.592	-1.13				0.2578
p(temp + humi)psi(enn)	(Intercept)	-1.9	0.637	-2.975	0.0293	-1.809	0.679	-2.663	72.69	0.98	3.21	0.00775
	Enn	0.37	0.594	0.623	0.53361							
	Temp					-0.973	0.94	-1.035				0.30066
p(.)psi(shei)	(Intercept)	-1.9255	0.614	-3.136	0.00171	-1.49	0.588	-2.54	71.76	0.84	2.29	0.0111
	Shei	-0.0924	0.472	-0.196	0.84497							
p(temp)psi(shei)	(Intercept)	-1.882	0.601	-3.13	0.00175	-1.81	0.638	-2.83	71.4	0.69	1.92	0.00467
	Shei	-0.129	0.465	-0.278	0.78127							
p(humi)psi(shei)	(Intercept)	-1.97	0.594	-3.315	0.000917	-1.15	0.874	-1.31				0.18871
	Shei	-0.122	0.465	-0.263	0.254							
	Humi					-0.677	0.594	-1.14				0.254
p(temp + humi)psi(shei)	(Intercept)	-1.938	0.594	-3.26	0.00111	-1.73	0.63	-2.749	73.09	1	3.61	0.00598
	Shei	-0.143	0.462	-0.309	0.7577							
	Temp					-0.906	0.932	-0.972				0.3309
p(.)psi(pland)	(Intercept)	-2.018	0.647	-3.118	0.00182	-1.48	0.585	-2.53	71.14	0.57	1.66	0.0114
	Pland	-0.508	0.705	-0.721	0.47104							
p(temp)psi(pland)	(Intercept)	-1.974	0.635	-3.11	0.00189	-1.79	0.636	-2.82	70.83	0.44	1.36	0.00484
	Pland	-0.503	0.698	-0.72	0.47164							
p(humi)psi(pland)	(Intercept)	-2.062	0.63	-3.275	0.00106	-1.14	0.876	-1.3				0.19234
	Pland	-0.505	0.7	-0.721	0.47081							
	Humi					-1.519	0.583	-2.6	71.68	0.79	2.2	0.0092
p(temp + humi)psi(pland)	(Intercept)	-2.03	0.628	-3.224	0.00126	-0.673	0.594	-1.13				0.2572
	Pland	-0.505	0.697	-0.725	0.4684							
	Temp					-1.717	0.628	-2.736	72.52	0.95	3.05	0.00622
	Humi					-0.902	0.935	-0.964				0.33492
						-0.352	0.653	-0.538				0.59025

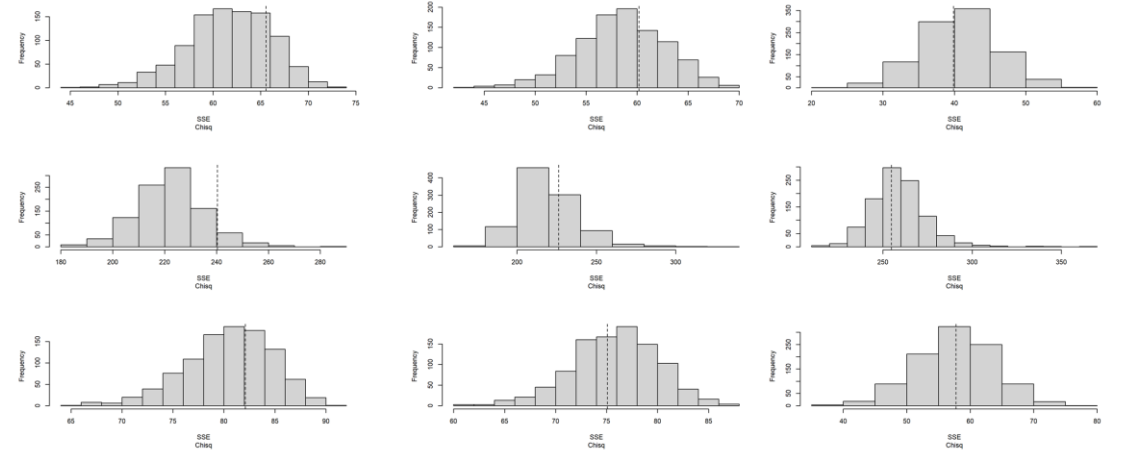
Supplementary Figure 2. Summary of the three discrepancy measures to assess the fit of the models of each bat species/complex: top-down, sum of squared errors, Pearson chi-square and Freeman-Tukey chi-square, with 1000 bootstraps.



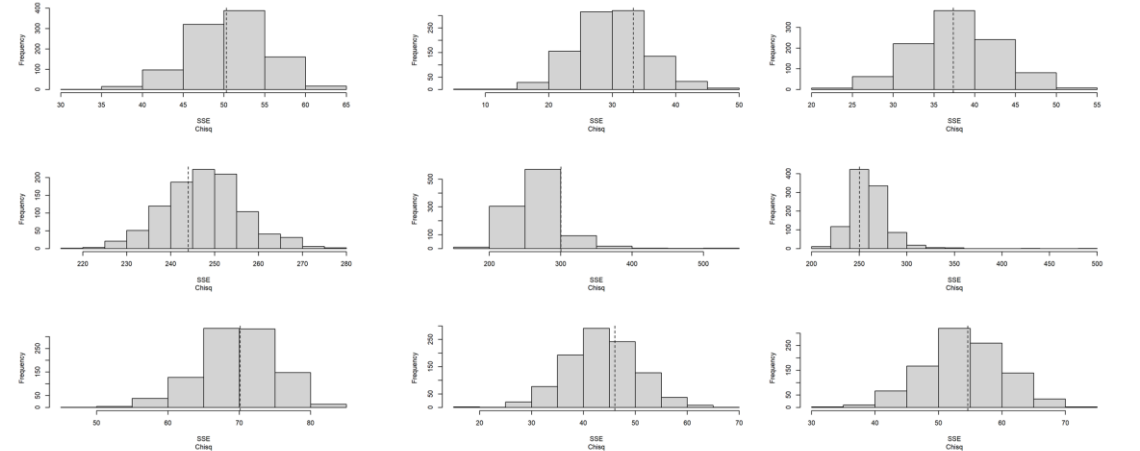
Eptesicus chiroquinus *Myotis 50-52 kHz* *Cynomops/Eumops/Nyctinomops 23-26 kHz*



Eumops/Nyctinomops 18-20 kHz *Eptesicus brasiliensis* *Histiotus 26-28 kHz*

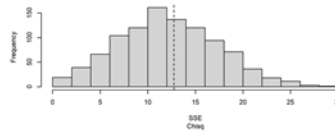
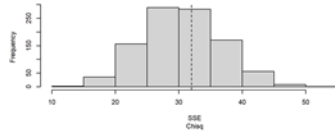
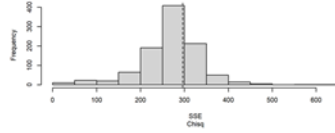
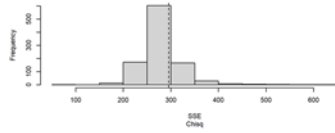
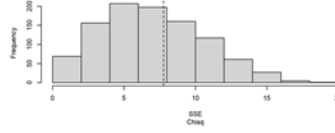
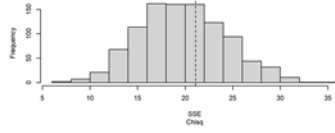


Eumops 16-18 kHz *Molossus molossus* *Myotis albescens*

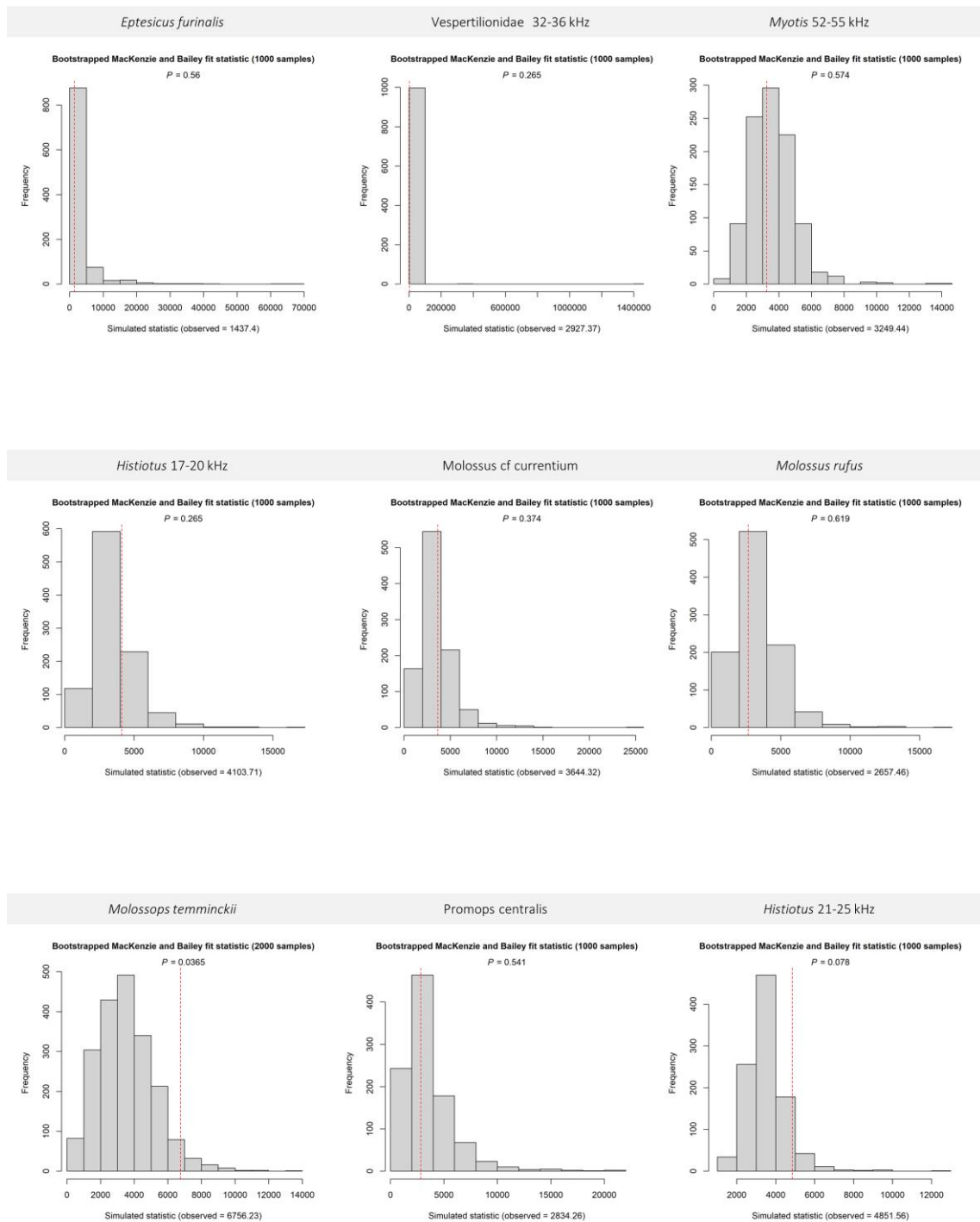


Myotis sp. nov.

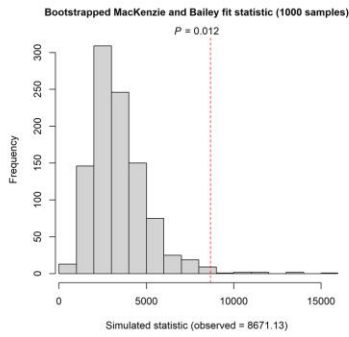
Myotis ruber



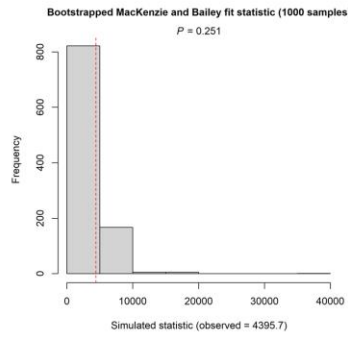
Supplementary Figure 3. Summary of the goodness-of-fit (GoF) test recommended by MacKenzie and Bailey (2004) by bat species/complexes.



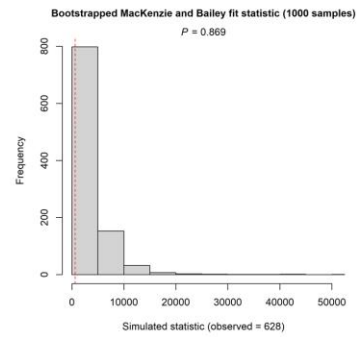
Eptesicus chiroquinus



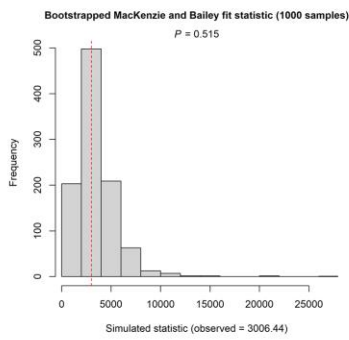
Myotis 50-52 kHz



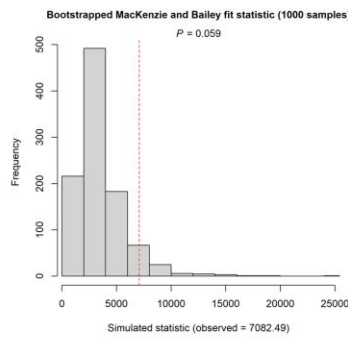
Cynomops/Eumops/Nyctinomops 23-26 kHz



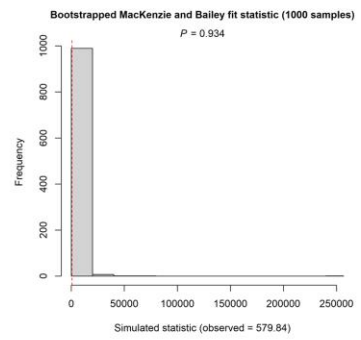
Eumops/Nyctinomops 18-20 kHz



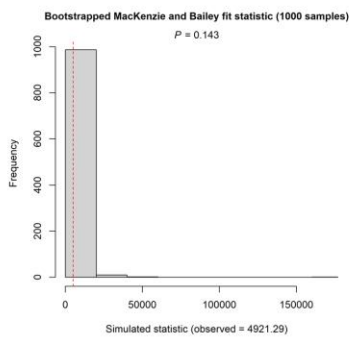
Eptesicus brasiliensis



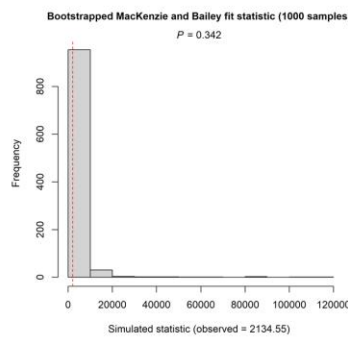
Histiotus 26-28 kHz



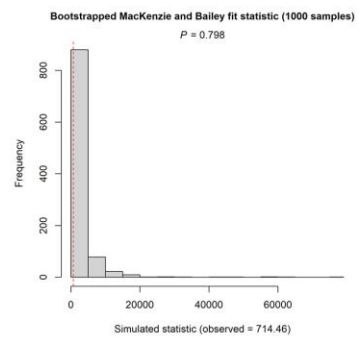
Eumops 16-18 kHz



Molossus molossus

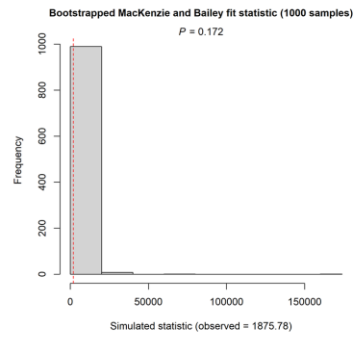
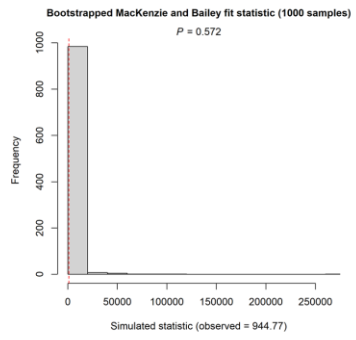


Myotis albescens

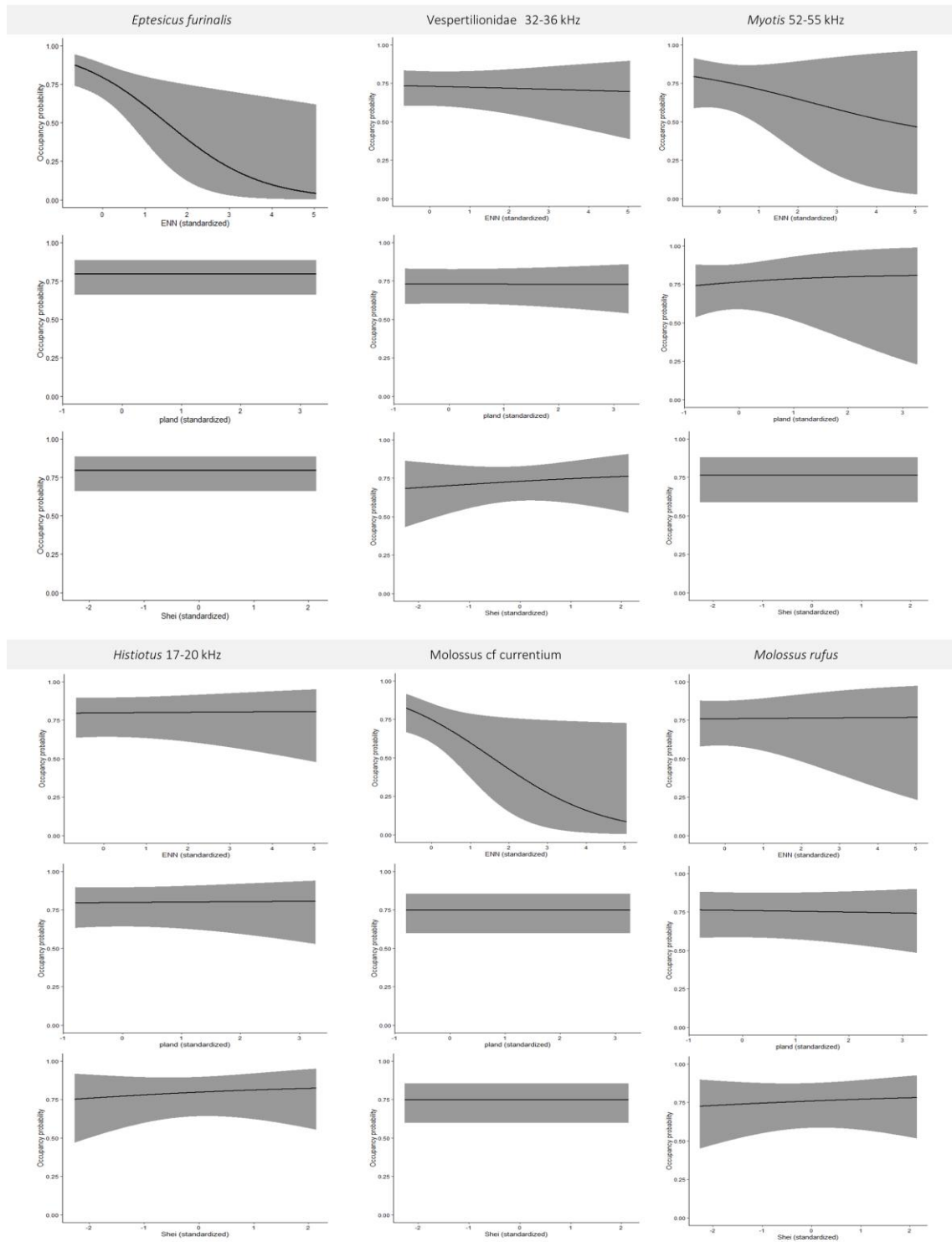


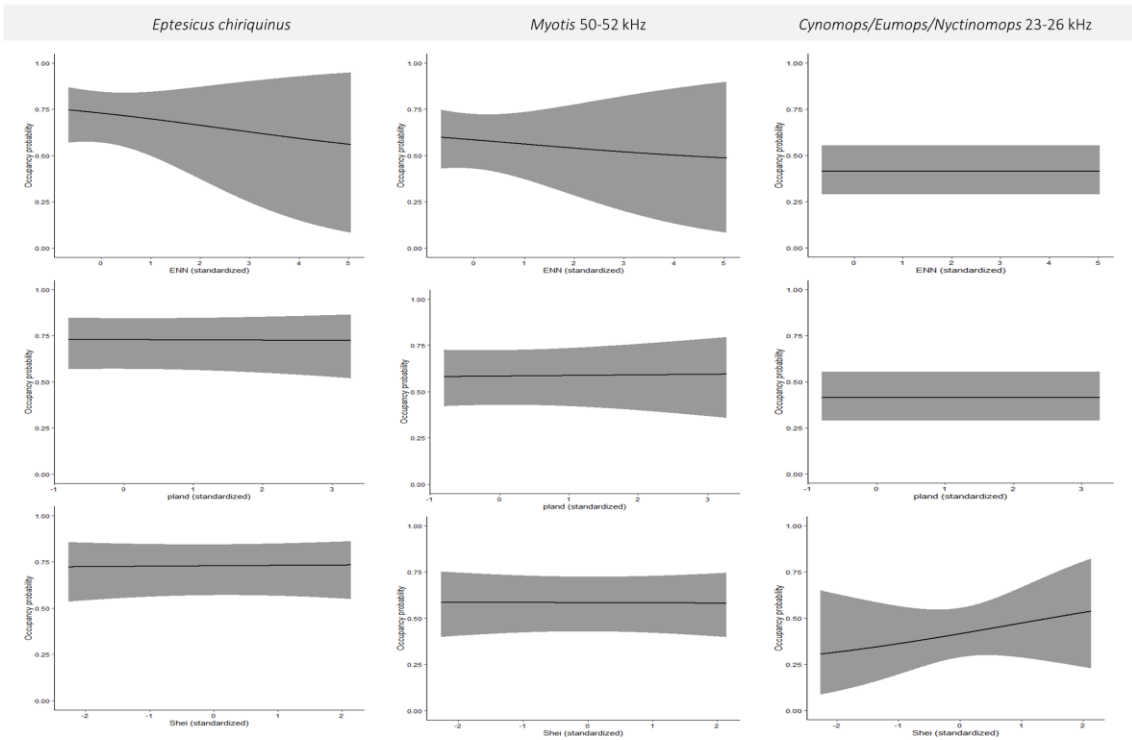
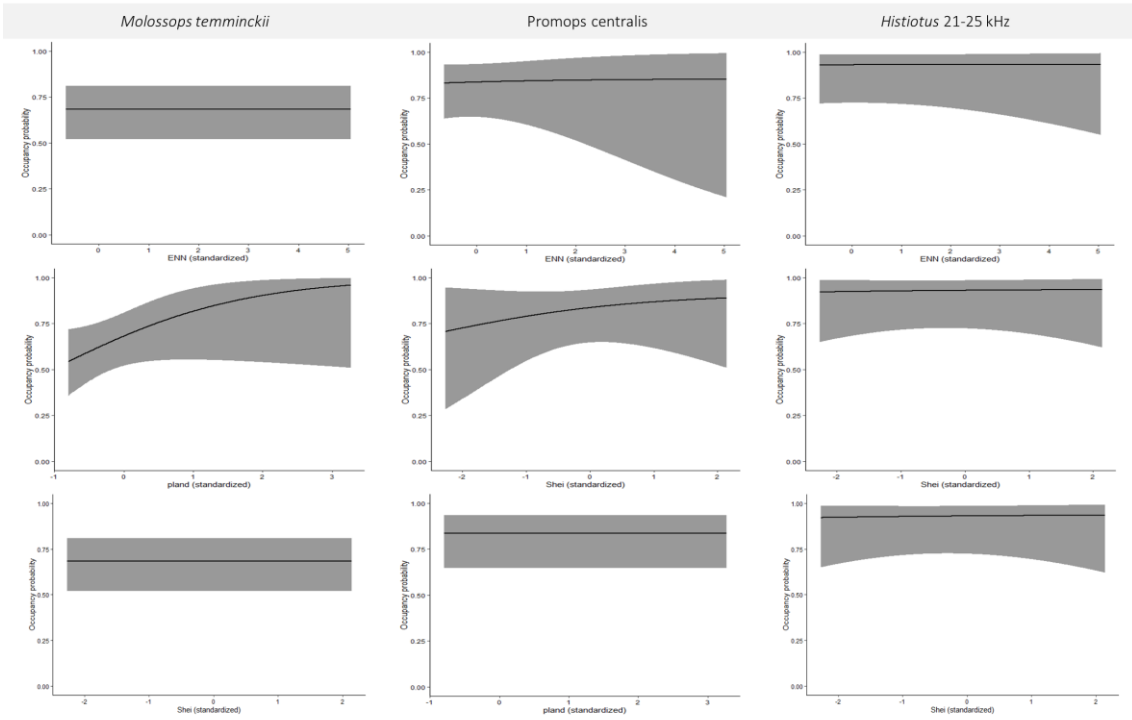
Myotis sp. nov.

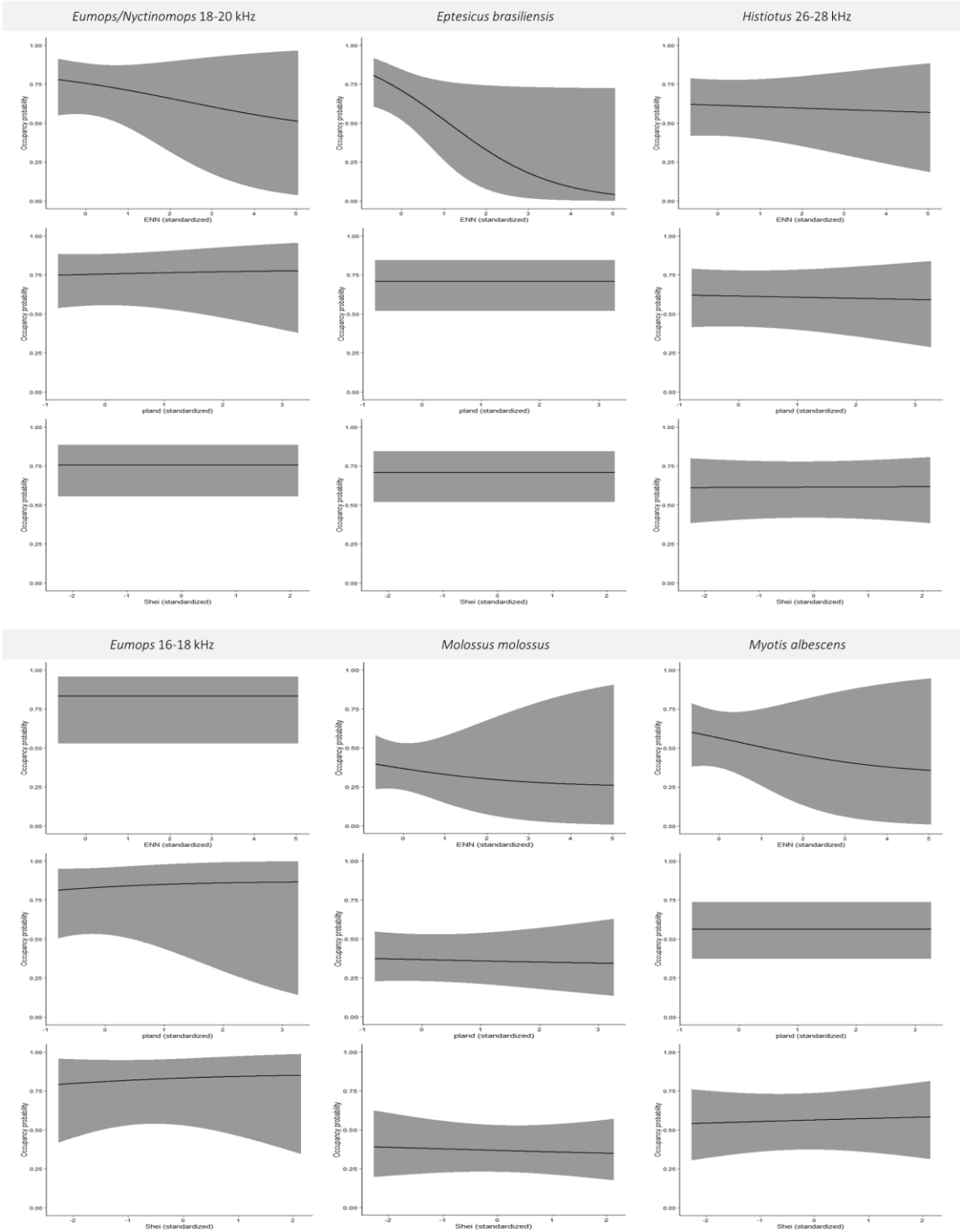
Myotis ruber



Supplementary Figure 4. Behavior of landscape metrics in relation to the probability of occupancy of each bat species/complex. In each plot, from top to bottom, the mean nearest-neighbor euclidean distance (ENN_MN), the percentage of favorable landscape (PLAND) and the Shannon's evenness index (SHEI).

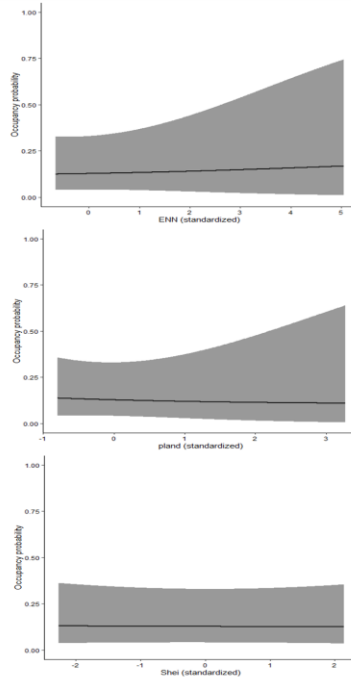
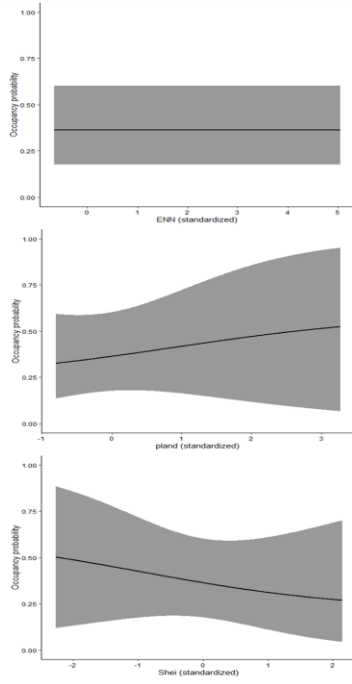






Myotis sp. nov.

Myotis ruber



CAPÍTULO 2

Projeto de Extensão Morcegos do Pampa

887 **Cíntia Fernanda da Costa^{1*}, Maria João Ramos Pereira¹²**

888 ¹Laboratório de Evolução, Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos, Departamento
889 de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
890 Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

891 ²CESAM, Centre for Environmental and Marine Studies, Universidade de Aveiro,
892 Portugal

893 *** Correspondência:**

894 Autor para correspondência
895 cintia.fc04@gmail.com

896 **Palavras-Chave:** divulgação, educação, morcegos, Pampa, popularização da ciência.

897 **Resumo**

898 Historicamente os morcegos têm sido sujeitos a vários preconceitos, associados a lendas
899 e mitos negativos e injustamente associados à transmissão de várias doenças zoonóticas.
900 Com o aumento do uso de mídias digitais durante a pandemia de Covid-19, tornou-se
901 fundamental o uso destes espaços por pesquisadores, para transmitir informações
902 acessíveis e de qualidade ao grande público. Diante disso, foi criado o Projeto de
903 Extensão Morcegos do Pampa, que surgiu como um capítulo de divulgação da
904 dissertação de mestrado da primeira autora. Visando a sensibilização e conscientização
905 da população em geral, construímos páginas nas redes sociais (Facebook, Instagram,
906 Twitter e Youtube), que contêm informações abrangentes e acessíveis sobre o Pampa e
907 os seus morcegos. Desenvolvemos materiais ilustrados e vídeos, em português e inglês,
908 com informações sobre a ocorrência e ecologia dos morcegos, além de participar de
909 palestras online especialmente dedicadas a estudantes da região. Com o Morcegos do
910 Pampa integramos ensino, pesquisa e extensão, promovendo a reflexão sobre a
911 importância de aproximar as informações científicas da população, por meio de ações
912 de popularização da ciência para a conservação do bioma e dos morcegos que aí
913 ocorrem.

914 **1. Motivação**

915 Um dos grandes desafios para a conservação de morcegos no Brasil e no mundo é
916 desmitificar sua imagem negativa perante a sociedade através de iniciativas em

917 Educação Ambiental (Bernard, 2012). Historicamente, no mundo ocidental, os
918 morcegos têm sido sujeitos a vários preconceitos, associados a lendas, mitos e crenças
919 infundadas (Laurindo & Novaes, 2015). Os morcegos, essencialmente por serem
920 voadores e noturnos, pouco observados pelas pessoas, são interpretados como criaturas
921 perigosas, que apenas se alimentam de sangue e transmitem o vírus da raiva (Bernard,
922 2015); as suas funções ecossistêmicas são muito pouco conhecidas pela população em
923 geral. Atualmente, perante a pandemia da Covid-19, e pela enorme quantidade de
924 notícias ligando morcegos a coronavírus, estes animais têm vindo a ser ainda mais
925 associados a zoonoses e a surtos epidêmicos (Ramos Pereira et al., 2020). A verdade é
926 que os morcegos são criaturas extraordinárias e extremamente diversas: somam mais de
927 1440 espécies no mundo (<https://mammaldiversity.org>), das quais apenas três se
928 alimentam de sangue; de fato, quase dois terços das espécies se alimentam
929 majoritariamente de insetos e as restantes espécies comem frutas, folhas, néctar e pólen
930 (Simmons & Conway, 2003). Há ainda morcegos que comem pequenos roedores, aves,
931 peixes e até mesmo morcegos menores (Freeman, 2000; Simmons & Conway, 2003).
932 Essa grande variedade de hábitos alimentares gera serviços ecológicos fundamentais
933 para a manutenção dos ecossistemas, como a polinização, dispersão de sementes,
934 controle de pragas agrícolas e vetores de doenças (Kunz et al., 2011).

935 Com o aumento do uso de mídias digitais, a informação circula de forma cada vez mais
936 rápida e grande parte da má fama dos morcegos é atribuída à falta de informação ou
937 resulta da disseminação de informações incorretas, as chamadas *fake news*. Por esse
938 motivo, é fundamental a criação de espaços acessíveis para transmitir informações de
939 qualidade, baseadas em dados científicos, e desmistificar esses preconceitos a que os
940 morcegos estão sujeitos. Diante disso, decidimos criar o Projeto de Extensão Morcegos
941 do Pampa, que surgiu como um capítulo de divulgação desta dissertação, visando a
942 sensibilização e conscientização da população em geral.

943 **2. Veículos de informação selecionados**

944 Durante o longo período de isolamento social entre 2020 e 2021, voluntário ou
945 demandado pelos governos estaduais, as demandas por investimento em atividades de
946 comunicação científica e educacional em redes sociais aumentaram. Neste período,
947 todas as atividades que poderiam ser executadas presencialmente nos espaços escolares
948 foram vedadas. Por isso, ocupar os espaços fornecidos pelas redes sociais tornou-se

949 essencial, uma vez que é vital para o ser humano comunicar e manter o contato com o
950 mundo. Por esses motivos, decidimos iniciar o projeto através das redes sociais –
951 Facebook, Instagram, Twitter e YouTube: <https://linktr.ee/morcegosdopampa>

952 Através do uso das redes sociais, é possível alcançar um público mais amplo e diverso,
953 incluindo pessoas de diferentes localidades ou mesmo nacionalidades (Gharis et al.,
954 2014). Este espaço virtual possibilita maior interação entre os envolvidos, através de
955 debates, trocas de ideias, opiniões e esclarecimento de dúvidas. Sendo assim, esta foi a
956 forma que encontramos para contribuir com informações de qualidade na mudança da
957 percepção da população em geral sobre a importância dos morcegos e a necessidade de
958 protegê-los.

959 **3. Materiais produzidos**

960 Desenvolvemos materiais ilustrados que foram divulgados através de postagens
961 semanais, mostrando a diversidade de morcegos que ocorrem no Brasil, como as
962 espécies estão distribuídas nas diferentes regiões e alguns dos principais serviços
963 ecossistêmicos que os morcegos prestam nos diferentes ecossistemas. Elaboramos
964 materiais com o perfil de cada uma das 36 espécies de ocorrência bioma Pampa, com
965 informações sobre seu status de conservação, guilda alimentar, tamanho, peso e tipos de
966 abrigos ocupados pela espécie (Anexo I). Estes materiais ilustrados foram sempre
967 postados com algum texto de acompanhamento no corpo da postagem. Todo o material
968 está disponível em nossas mídias sociais, em português e inglês. Desenvolvemos ainda
969 uma animação em formato de vídeo para ilustrar aspectos ecológicos do bioma Pampa,
970 sua biodiversidade e principais ameaças. Adicionalmente, produzimos vídeos para
971 visualizar e ouvir os chamados de ecolocalização e os chamados sociais emitidos pelos
972 morcegos e gravados por nós ao longo do trabalho desenvolvido no Pampa (Costa &
973 Ramos Pereira, capítulo 1 desta dissertação). Todos os vídeos estão disponíveis no
974 nosso canal do YouTube. A título de exemplo, disponibilizamos o link direto para o
975 vídeo ‘Já ouviu um morcego hoje?’: <https://youtu.be/9dDbCtDOvDM>

976 **4. Principais resultados**

977 Essas atividades resultaram em um público de mais de 1000 seguidores e 4.055
978 interações positivas, em pouco menos de um ano após a criação dos perfis. Nesse
979 período publicamos 62 postagens e ministramos uma palestra on-line, para os alunos do
980 Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário da Região da Campanha
981 (URCAMP, Bagé) em setembro de 2020. Participamos também de dois eventos
982 científicos no Twitter: (i) a primeira conferência sobre morcegos brasileiros no Twitter
983 (#CMBT1), organizada pela Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (SBEQ)
984 em outubro de 2020 e (ii) a segunda conferência mundial de morcegos no Twitter
985 (World Bat Twitter Conference #WBTC2), organizado pelo Laboratório de Pesquisa em
986 Conservação de Morcegos da Universidade do Oeste da Inglaterra em Bristol, em maio
987 de 2021. Além disso, interagimos frequentemente com os seguidores que nos abordam
988 para esclarecer dúvidas sobre a ecologia de morcegos e outras perguntas mais
989 frequentes sobre as possíveis interações entre humanos e estes animais. Através da
990 ferramenta de análise Insights, presente no Facebook e Instagram, acompanhamos o
991 desempenho dos nossos perfis e observamos que 79% dos perfis que alcançamos são
992 particulares e abrangem pessoas desde os 13 anos a maiores de 65 anos, onde o maior
993 público é representado por mulheres (59%) e por jovens entre 25-34 anos (45%; Figura
994 1).

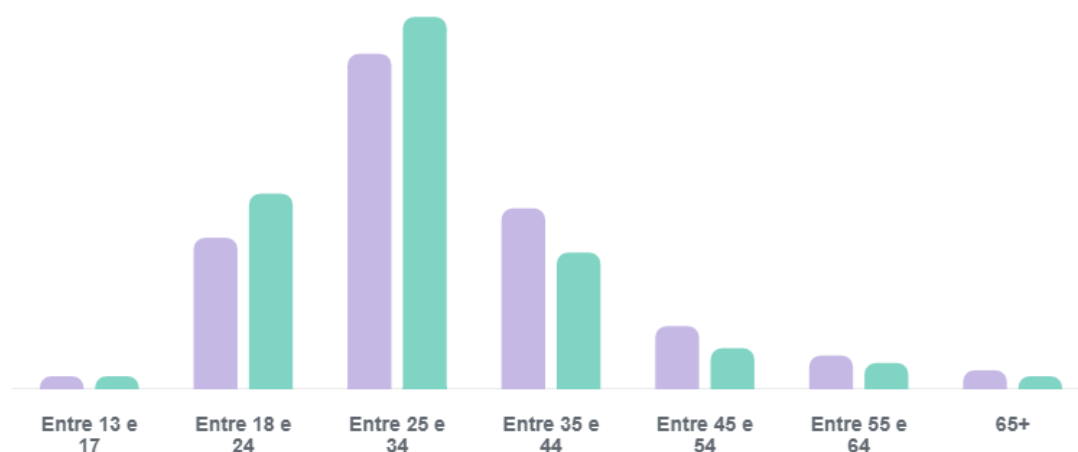


Figura 1. Perfil de idade e gênero dos seguidores das páginas do Facebook e Instagram do Projeto Morcegos do Pampa. A cor lilás representa o gênero masculino e a cor verde o gênero feminino.

995 Para além do público brasileiro, também temos seguidores dos Estados Unidos,
996 Colômbia, Peru e Reino Unido e as cidades brasileiras que mais nos acompanham são
997 Porto Alegre, Viamão, Pelotas, Caxias do Sul, Rio de Janeiro, São Paulo e Belo
998 Horizonte.

999 **5. Conclusões**

1000 É a partir da acumulação de conhecimento que surgem as grandes transformações
1001 sociais. Embora o conhecimento científico tenha uma percentagem relativamente
1002 pequena de seguidores quando comparado com outros tipos de conhecimento, nosso
1003 projeto demonstrou que é possível integrar ensino, pesquisa e extensão, por meio de
1004 ações de popularização da ciência para a conservação do bioma Pampa e dos morcegos
1005 que aí ocorrem.

1006 **6. Financiamentos**

1007 Este projeto de extensão recebeu suporte financeiro da Fundação Rufford (Rufford
1008 Small Grant, ID 28810-1) e do Programa de Pós Graduação em Ecologia da
1009 Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS).

1010 **7. Agradecimentos**

1011 Agradecemos aos colegas do Laboratório de Evolução, Sistemática e Ecologia de Aves
1012 e Mamíferos, aos Programas de Pós-Graduação em Biologia Animal e Ecologia e ao
1013 Instituto de Bociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por todo apoio
1014 e colaboração na divulgação do projeto. Agradecemos especialmente a: Adriana Arias-
1015 Aguilar, pelo desenho do morcego *Molossops temminckii*, que integra o logotipo do
1016 projeto; Paula Elisa Horn que elaborou o logotipo e colaborou na elaboração do design
1017 dos materiais ilustrados e Roberto L.M. Novaes, por nos disponibilizar todas as fotos de
1018 morcegos que utilizamos na elaboração dos materiais.

1019 **8. Referências**

1020 Bernard, E., et al . (2012). Uma Análise De Horizontes Sobre a Conservação De
1021 Morcegos No Brasil. *Mamíferos do Bras. genética, Sist. Ecol. e Conserv.* 2, 19–35.
1022 Bernard, E. (2015). Morcegos vampiros: sangue, raiva e preconceito. *Ciência Hoje*, 7.

- 1023 Freeman, P. W. (2000). Macroevolution in Microchiroptera: Recoupling morphology
1024 and ecology with phylogeny. *Evol. Ecol. Res.* 2, 317–335.
- 1025 Gharis, L.W., Bardon, R.E., Evans, J.L., Hubbard, W.G. & Taylor, E. 2014. Expanding
1026 the reach of extension through social media. *Journal of Extension*, 52(3):1-11.
- 1027 Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011).
1028 Ecosystem services provided by bats. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1223, 1–38.
1029 doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x.
- 1030 Laurindo, R., & Novaes, R. (2015). Desmistificando os Morcegos. *Série Cart. Educ.*
1031 *Ambient.*, 27. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- 1032 Mammal Diversity Database. (2021). Mammal Diversity Database (Version 1.6)
1033 [accessed 2020 Apr 26]. Available from: <https://www.mammaldiversity.org/>.
1034 Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4139818>
- 1035 Ramos Pereira, M. J., Bernard, E., & Aguiar, L. M. S. (2020). Bats and COVID-19:
1036 villains or victims? *Biota Neotrop.* 20, 20–23. doi:10.1590/1676-0611-bn-2020-
1037 1055.
- 1038 Simmons NB, Conway TM (2003). Evolution of ecological diversity in bats. Em: Kunz
1039 TH, Fenton MB (Eds.). *Bat Ecology*. University of Chicago Press, pp 493–535.

9. Anexos

Anexo I. Materiais desenvolvidos para mostrar a diversidade de morcegos que ocorrem no Brasil e no Pampa.



Dieta

Pólen, néctar e flores

Mais de **700 flores** são polinizadas por morcegos ao redor mundo

Eles usam sua **Língua**, extremamente comprida para consumir néctar

Polinizam **frutas** do dia-a-dia

São os principais polinizadores da agave-azul, o principal ingrediente na produção da **Tequila**

Os **grãos de pólen** acabam grudando em sua pelagem, podendo ser dispersados por grandes distâncias

MORCEGOS do PAMPA

BBDO

CNPq

PPGBAN

Rufforo

Dieta

Frutas, folhas e sementes

Podem comer **2.5 vezes** seu próprio peso em frutas por noite

Voam grandes distâncias todas as noites e têm um processo digestivo muito acelerado

Dispersam **milhares** de sementes a cada noite

São os maiores **reflorestadores naturais** do planeta

MORCEGOS do PAMPA

BBDO

CNPq

PPGBAN

Rufforo

Dieta

Insetívoros

Ecocalizam

2/3 de todas as espécies de morcegos são **insetívoras**

Principais controladores naturais de insetos

Fornecem o serviço de **controle de pragas** para os agricultores, possibilitando a diminuição no uso de agrotóxicos, economizando **bilhões**

No **Chile**, os produtores de vinho economizam até **7%** do valor da produção anual devido a ajuda dos morcegos

MORCEGOS do PAMPA

BBDO

CNPq

PPGBAN

Rufforo

Dieta

Sangue

No Brasil, das 182 espécies, **apenas 3** se alimentam de **sangue** de aves e mamíferos

Eu heim!

Desmodus rotundus

Diphylla ecaudata

Diaemus yongii

A **saliva** destes animais possui uma enzima, a **draculina**, que inibe a coagulação do sangue

Devido às **propriedades anticoagulantes e anestésicas** de sua saliva, são modelos no desenvolvimento de medicamentos para tratar doenças vasculares

MORCEGOS do PAMPA

BBDO

CNPq

PPGBAN

Rufforo

Dieta

Outros vertebrados

Algumas espécies se alimentam de **vertebrados**, como anfíbios, répteis, roedores e até mesmo outros morcegos (espécies **raras**)

No Brasil há uma espécie que se alimenta de **peixes e insetos aquáticos**, e por isso é chamada de **morcego-pescador**

Também existem espécies que **comem de tudo**, incluindo insetos, frutos, néctar e até pequenos vertebrados, sendo por isso chamadas de **onívoras**

Chrotopterus auritus

MORCEGOS do PAMPA

BBDO

CNPq

PPGBAN

Rufforo

Bioma Pampa

Segundo bioma mais devastado, com apenas **3,3%** de sua área protegida por unidades de conservação

19 Mha

2,3% Do território Nacional

47% Vegetação original

14% Floresta

42% Agropecuária

9% Corpos d'água

33% Vegetação campestre

2% Área urbana

MORCEGOS do PAMPA

BBDO

CNPq

PPGBAN

Rufforo

Biodiversidade do Bioma Pampa

151 Mamíferos	566 Aves	97 Répteis
272 Peixes	63 Anfíbios	500 Borboletas
3530 Plantas		

MORCEGOS do PAMPA

SBEO CNPq PPGBAN Rufforo

Morcegos do Pampa

MOLOSSIDAE	6 GÊNEROS, 12 ESPÉCIES
NOCTILIONIDAE	1 GÊNERO, 1 ESPÉCIE
PHYLLOSTOMIDAE	8 GÊNEROS, 10 ESPÉCIES
VESPERTILIONIDAE	4 GÊNEROS, 13 ESPÉCIES

36 espécies

24% dos mamíferos do Pampa são morcegos

MORCEGOS do PAMPA

SBEO CNPq PPGBAN Rufforo

LC

Status Pouco preocupante

Peso 23 - 35g

Tamanho 8 - 9cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Eumops auripendulus

MOLOSSIDAE

Pode abrigar-se tanto em fendas de rochas e árvores quanto em edificações. Formam pequenas colônias, de até 15 indivíduos

MORCEGOS do PAMPA

SBEO CNPq PPGBAN Rufforo

LC

Status Pouco preocupante

Peso 11 - 20g

Tamanho 8.9 - 12.9cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Eumops bonariensis

MOLOSSIDAE

Podem usar como abrigos folhagens, pontes ou forros de construções. Formam pequenas colônias e há relatos de fidelidade aos abrigos

MORCEGOS do PAMPA

SBEO CNPq PPGBAN Rufforo

LC

Status Pouco preocupante

Peso 7 - 16g

Tamanho 6.4 - 7.2cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Eumops patagonicus

MOLOSSIDAE

Endêmica da América Latina, é encontrada tanto em florestas quanto áreas urbanas, pode vir a ocupar forros de casas

MORCEGOS do PAMPA

SBEO CNPq PPGBAN Rufforo

LC

Status Pouco preocupante

Peso 5 - 10g

Tamanho 5 - 5.4cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Molossops temminckii

MOLOSSIDAE

Endêmica da América do Sul, abriga-se em ocos de árvores, postes e forros de construções. Indivíduos formam grupos raramente maiores que três indivíduos

MORCEGOS do PAMPA

SBEO CNPq PPGBAN Rufforo



LC

Status Pouco preocupante

Peso 12 - 18g

Tamanho 5.8 - 7cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Abriga-se em ocos de árvores, cavernas, sob folhas de palmeiras, forros, túneis e embaixo de pontes. Indivíduos formam grandes colônias

Molossus molossus
MOLOSSIDAE

MORCEGOS do PAMPA SBCO CNPq PPGBAN Rufforo



LC

Status Pouco preocupante

Peso 21 - 43g

Tamanho 7.1 - 9.8cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Comumente encontrada em centros urbanos, abriga-se em ocos de árvores, edificações e fendas. Indivíduos podem formar grandes colônias

Molossus rufus
MOLOSSIDAE

MORCEGOS do PAMPA SBCO CNPq PPGBAN Rufforo



LC

Status Pouco preocupante

Peso 9 - 16g

Tamanho 10 - 11cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Abriga-se debaixo de folhas, ocos de árvores, fendas em rochas, cavernas e edificações. Pode formar grupos de 150 a mil indivíduos

Nyctinomops laticaudatus
MOLOSSIDAE

MORCEGOS do PAMPA SBCO CNPq PPGBAN Rufforo



LC

Status Pouco preocupante

Peso 22 - 30g

Tamanho 7.5 - 8.4cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Abriga-se em ocos de árvores, cavernas, fendas em rochas e edificações. Formam colônias que podem chegar até 150 indivíduos

Nyctinomops macrotis
MOLOSSIDAE

MORCEGOS do PAMPA SBCO CNPq PPGBAN Rufforo



LC

Status Pouco preocupante

Peso 18 - 25g

Tamanho 5.6 - 8.8cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Costuma ser solitário e abriga-se em folhas de palmeira, ocos de árvores e sob telhados de casas

Promops centralis
MOLOSSIDAE

MORCEGOS do PAMPA SBCO CNPq PPGBAN Rufforo



LC

Status Pouco preocupante

Peso 12 - 22g

Tamanho 7 - 7.4cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Abriga-se em ocos de árvores, fendas em rochas e edificações, telhados e sótão. Apresenta fidelidade ao abrigo

Promops nasutus
MOLOSSIDAE

MORCEGOS do PAMPA SBCO CNPq PPGBAN Rufforo



LC

Status Pouco preocupante

Peso 8 - 15g

Tamanho 5.2 - 6.2cm

Dieta Insetívoro

Habitat Áreas abertas

Indivíduos usam como abrigo grandes fendas, forros de edificações, pontes, bueiros e cavernas, onde podem agrupar-se aos milhares

Tadarida brasiliensis
MOLOSSIDAE




LC

Status Pouco preocupante

Peso 50 - 65g

Tamanho 9.5cm

Dieta Carnívoro

Habitat Bordas de mata

Vive em grandes colônias com até centenas de indivíduos. Encontra-se em habitats florestados, próximos a fontes de água

Noctilio leporinus
NOCTILIONIDAE




LC

Status Pouco preocupante

Peso 8 - 13.5g

Tamanho 4.7 - 7cm

Dieta Nectarívoro

Habitat Sub-bosque

Endêmica da América do Sul, primariamente cavernícola, mas abriga-se também em túneis, ocos de árvores, fendas em rochas, bueiros e construções humanas

Anoura caudifer
PHYLLOSTOMIDAE




LC

Status Pouco preocupante

Peso 13 - 18g

Tamanho 5.3 - 7.3cm

Dieta Nectarívoro

Habitat Sub-bosque

Morcego de ambiente interno, abriga-se em cavernas e bueiros sob rodovias. Pode formar colônias de até mil indivíduos

Anoura geoffroyi
PHYLLOSTOMIDAE




LC

Status Pouco preocupante

Peso 48 - 60g

Tamanho 8.7 - 10cm

Dieta Frugívoro

Habitat Sub-bosque

Abriga-se em copas de árvores ou em abrigos artificiais como garagens e porões

Artibeus fimbriatus
PHYLLOSTOMIDAE




LC

Status Pouco preocupante

Peso 65 - 82g

Tamanho 9.3 - 11.3cm

Dieta Frugívoro

Habitat Sub-bosque

Abriga-se em copas de árvores ou em abrigos artificiais como garagens e porões

Artibeus lituratus
PHYLLOSTOMIDAE





LC
Status Pouco preocupante

Peso
59 - 94g

Tamanho
9.3 - 11.4cm

Dieta
Carnívoro

Habitat
Sub-bosque

Chrotopterus auritus
PHYLLOSTOMIDAE

Entre os três maiores morcegos dos Neotrópicos. Forma colônias pequenas em entrada de cavernas e ocos de árvores. Está associado a áreas bem preservadas

MORCEGOS do PAMPA | SBEO | CNPq | PPGBAN | Rufforo



LC
Status Pouco preocupante

Peso
25 - 40g

Tamanho
6.9 - 9cm

Dieta
Hematófago

Habitat
Sub-bosque

Desmodus rotundus
PHYLLOSTOMIDAE

Possui hábito social, formando grandes colônias. Abriga-se em cavernas, poços antigos, minas, ocos de árvores e edifícios abandonados

MORCEGOS do PAMPA | SBEO | CNPq | PPGBAN | Rufforo



LC
Status Pouco preocupante

Peso
7 - 17g

Tamanho
4.5 - 6.1cm

Dieta
Nectarívoro

Habitat
Sub-bosque

Glossophaga soricina
PHYLLOSTOMIDAE

Abriga-se em cavernas, túneis, beuiros, minas abandonadas, ocos de árvores, troncos, telhados e forros. Forma colônias que variam de cinco a centenas de indivíduos

MORCEGOS do PAMPA | SBEO | CNPq | PPGBAN | Rufforo



LC
Status Pouco preocupante

Peso
18 - 28g

Tamanho
6 - 7.8cm

Dieta
Frugívoro

Habitat
Sub-bosque

Platyrrhinus lineatus
PHYLLOSTOMIDAE

Endêmica da América do Sul. Abriga-se sob folhagens e ramos

MORCEGOS do PAMPA | SBEO | CNPq | PPGBAN | Rufforo



LC
Status Pouco preocupante

Peso
19 - 26g

Tamanho
5.2 - 6.5cm

Dieta
Frugívoro

Habitat
Sub-bosque

Pygoderma bilabiatum
PHYLLOSTOMIDAE

Utiliza folhagens como abrigo, palmeiras e até mesmo abrigos artificiais

MORCEGOS do PAMPA | SBEO | CNPq | PPGBAN | Rufforo



LC
Status Pouco preocupante

Peso
15 - 25g

Tamanho
5.1 - 7.1cm

Dieta
Frugívoro

Habitat
Sub-bosque

Sturnira lilium
PHYLLOSTOMIDAE

Abriga-se em ocos de árvores, folhagens e edificações humanas

MORCEGOS do PAMPA | SBEO | CNPq | PPGBAN | Rufforo



LC

Status Pouco preocupante

Peso 13 - 19g

Tamanho 10.2 - 11.7cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Usam como abrigo ocos e cascas de árvores, grutas, cavernas, telhados de residências, entre outros refúgios naturais ou artificiais

Eptesicus brasiliensis
VESPERTILIONIDAE

MORCEGOS do PAMPA SREO CNPq PPGBAN Ruffor



LC

Status Pouco preocupante

Peso 4.9 - 6.5g

Tamanho 8.1 - 9.1cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Abriga-se em casca e ocos de árvores e construções humanas

Eptesicus diminutus
VESPERTILIONIDAE

MORCEGOS do PAMPA SREO CNPq PPGBAN Ruffor



LC

Status Pouco preocupante

Peso 7 - 14g

Tamanho 8 - 14cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Utiliza cavernas, casca e ocos de árvores, edificações humanas como abrigo. Pode formar grandes colônias

Eptesicus furinalis
VESPERTILIONIDAE

MORCEGOS do PAMPA SREO CNPq PPGBAN Ruffor



LC

Status Pouco preocupante

Peso 9 - 18g

Tamanho 10 - 12cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Pode formar pequenas colônias em frestas de rochas, ocos de árvores, grutas, cavernas, telhados de residências e abrigos artificiais

Histiotus montanus
VESPERTILIONIDAE

MORCEGOS do PAMPA SREO CNPq PPGBAN Ruffor



DD

Status Dados Insuficientes

Peso 11 - 12g

Tamanho 12 - 12.5cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Habita telhados, caixas de persianas, nichos de ar-condicionado e vãos entre edifícios. Formam colônias de tamanhos variados, entre 10 a 70 indivíduos

Histiotus velatus
VESPERTILIONIDAE

MORCEGOS do PAMPA SREO CNPq PPGBAN Ruffor



LC

Status Pouco preocupante

Peso 13 - 20g

Tamanho 9 - 15cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Costuma ser solitário e abriga-se em troncos, forquilhas e folhagens de palmeiras e bananeiras. Pode utilizar capim denso e edificações humanas

Lasiurus blossevillii
VESPERTILIONIDAE

MORCEGOS do PAMPA SREO CNPq PPGBAN Ruffor



LC

Status Pouco preocupante

Peso 13 - 23g

Tamanho 11.9 - 13.5cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Lasiurus cinereus
VESPERTILIONIDAE

Solitário, abriga-se em copas de palmeiras e bananeiras, ocos de árvores, troncos com líquens e musgo, ramagens e folhagens secas de árvores frutíferas e também áreas urbanas





LC

Status Pouco preocupante

Peso 10.6g

Tamanho 10.8cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Lasiurus ega
VESPERTILIONIDAE

Solitários, abrigam-se em copas de palmeiras e bananeiras, ocos de árvores, troncos com líquens e musgo, ramagens e folhagens secas de árvores frutíferas e também áreas urbanas





DD

Status Dados Insuficientes

Peso 17g

Tamanho 12.7cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Lasiurus egregius
VESPERTILIONIDAE

Espécie aparentemente rara. Pouco se sabe sobre sua ecologia.





NE

Status Não Avaliado

Peso 13 - 20g

Tamanho 09 - 15cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Lasiurus salinae
VESPERTILIONIDAE

Espécie pode ser considerada subespécie de *L. blossevillii*. Abriga-se em galhos e entre folhas de árvores.





LC

Status Pouco preocupante

Peso 7 - 11g

Tamanho 6.8 - 9.4cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Myotis albescens
VESPERTILIONIDAE

Ocupa todo tipo de abrigo: grutas, cavernas, fendas em rochas, árvores (copas, ocos e cascas), barrancos de rios e construções humanas





LC

Status Pouco preocupante

Peso 4 - 9g

Tamanho 7.7 - 9.9cm

Dieta Insetívoro

Habitat Bordas de mata

Myotis levis
VESPERTILIONIDAE

Forma de pequenos grupos a grandes colônias e abriga-se em cavernas, oco de árvores e até mesmo em casca de árvores






LC

Status
Pouco preocupante

Peso
5 - 6g

Tamanho
4.2 - 4.7cm

Dieta
Insetívoro

Habitat
Bordas de mata

Myotis riparius
VESPERTILIONIDAE

Abriga-se em construções humanas, casca de árvores, e telhados. Forma colônias com até 50 indivíduos. Captura suas presas sobre a água





LC

Status
Pouco preocupante

Peso
6 - 8g

Tamanho
8.5 - 8.9cm

Dieta
Insetívoro

Habitat
Bordas de mata

Myotis ruber
VESPERTILIONIDAE

Habita ocos de árvores, frestas em rochas ou construções humanas. Preferencialmente solitário, pode formar pequenas colônias




1040 **CONCLUSÃO GERAL**

1041 Nossa amostragem baseada em monitoramento acústico revelou que várias
1042 espécies de morcegos não são detectadas em estudos baseados exclusivamente em
1043 capturas com redes de neblina ou buscas em abrigos. Com o nosso trabalho, contribuímos
1044 para o avanço dos estudos baseados em monitoramento acústico de morcegos no Brasil,
1045 detectando pelo menos 23 taxa, permitindo futuras análises sobre variações regionais na
1046 ecolocalização de morcegos brasileiros. Também fornecemos informações de suporte,
1047 que podem ajudar no futuro a desenvolver diretrizes de protocolo de amostragem acústica
1048 adequados para ambientes abertos, considerando o esforço mínimo de amostragem
1049 necessário para detectar mudanças ecológicas em assembleias de morcegos.

1050 Demonstramos que quanto maior a conectividade da paisagem, maiores são as
1051 chances de ocupação pelos morcegos de borda *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis*,
1052 e pela espécie forrageadora de espaço aberto *Molossus cf currentium*, que parecem
1053 preferir manchas favoráveis de habitat bem conectadas. *Molossops temminckii* foi a única
1054 espécie cuja probabilidade de ocupação respondeu positivamente à quantidade de habitat
1055 favorável na paisagem. Os restantes taxa detectados não responderam de forma
1056 significativa às métricas de paisagem utilizadas. Os nossos resultados sugerem que as
1057 respostas à estrutura da paisagem medida na escala de 500 m são espécie-específicas, e
1058 não específicas da guilda de uso do espaço.

1059 A detecção de *Eptesicus brasiliensis*, *Eptesicus furinalis*, *Molossus cf currentium*
1060 e os complexos *Histiotus* 17-20 kHz, 26-28 kHz e *Vespertilionidae* 32-36 kHz respondeu
1061 negativamente ao aumento na variação da temperatura. Estas espécies mostraram ótimos
1062 de detecção entre 20°C e 24°C, o que pode indicar que não só a atividade destas espécies
1063 é limitada por baixas temperaturas, mas também por temperaturas acima de determinado
1064 limiar, onde o ganho energético por ingestão de presas pode não compensar os custos
1065 metabólicos e fisiológicos associados ao sobreaquecimento. *Myotis albescens* respondeu
1066 positivamente à variação na temperatura, mostrando-se ativo a temperaturas mais baixas
1067 do que a maioria das espécies; a explicação para este comportamento não é evidente, mas
1068 pode estar associado com a exploração de diferentes presas que usem distintos nichos
1069 térmicos ao longo da noite. *Eptesicus chiriquinus* and *Molossus molossus* apresentaram
1070 detecção máxima entre 70% e 80% de umidade relativa, eventualmente representando o
1071 intervalo ótimo para a máxima propagação do som, mas evitando comportamentos dos
1072 ecos imprevisíveis.

1073 Nossas estimativas de ocupação projetadas para as regiões ao redor dos locais
1074 amostrados sugeriram que a paisagem é razoavelmente favorável para a assembleia geral
1075 de morcegos insetívoros aéreos. A ocupação de morcegos forrageadores de espaço aberto
1076 como *Promops centralis* e as espécies do complexo *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* 23-
1077 26 kHz, assim como o versátil *Molossops temminckii* e o forrageador de borda *Histiotus*
1078 17-20 kHz é projetada como máxima em áreas de formações florestais nativas, galerias
1079 ripícolas e grandes corpos d'água. Já a ocupação dos forrageadores de borda *Eptesicus*
1080 *furinalis*, *Molossus cf currentium*, *Eptesicus brasiliensis*, *Myotis* sp. nov. é projetada
1081 como máxima em áreas de campos nativos pontuados por elementos como florestas
1082 nativas e corpos d'água de pequena a média dimensão. Dependendo dos objetivos, se
1083 focados na assembleia ou em alguma espécie ou complexo de espécies, monitoramentos
1084 acústicos e até mesmo amostragens por captura com redes de neblina, deverão considerar
1085 estas projeções para a definição de pontos de amostragem. De fato, a validação no terreno
1086 dessa ocupação é fundamental, especialmente para espécies consideradas raras, ou
1087 mesmo não confirmadas, principalmente no território do vizinho Uruguai.

1088 Finalmente, através do projeto de extensão Morcegos do Pampa, contribuímos
1089 significativamente com informações de qualidade visando a mudança da percepção da
1090 população em geral sobre a importância dos morcegos e a necessidade de protegê-los. A
1091 utilização das redes sociais em período de isolamento resultante da pandemia COVID-19
1092 parece ter sido uma aposta ganha, dado o número de seguidores e interações positivas que
1093 obtivemos em pouco mais de um ano de trabalho.