

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

CÍNTIA FERNANDA DA COSTA

**ATIVIDADE E DIVERSIDADE DE MORCEGOS INSETÍVOROS AÉREOS NO
PANTANAL: INFLUÊNCIA DO CLIMA E DA FITOFISIONOMIA**

Porto Alegre

2018

CÍNTIA FERNANDA DA COSTA

**ATIVIDADE E DIVERSIDADE DE MORCEGOS INSETÍVOROS AÉREOS NO
PANTANAL: INFLUÊNCIA DO CLIMA E DA FITOFISIONOMIA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria João Ramos Pereira
Coorientadora: Me. Adriana Patricia Arias-Aguilar

Porto Alegre
2018

AGRADECIMENTOS

Dedico esse TCC aos meus pais: Fatima e Lair. Obrigada pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Obrigada por me permitirem sonhar e por estarem sempre ao meu lado, ajudando a transformar meus sonhos em realidade. Amo muito vocês.

Agradeço também meu irmão Bruno, por ser sempre meu parceiro e amigo e por ter colocado em nossas vidas meu sobrinho e afilhado Bernardo, que indiscutivelmente me ensinou outro significado do que é amar.

Agradeço aos demais familiares pela compreensão e paciência em entender minhas repetidas ausências. Em especial tia Tânia, tia Dica e dinda, pelo apoio, preocupação (com minhas excursões perigosas) e pelo carinho. Não posso deixar de lembrar da Vó Bitá, que embora não esteja mais conosco, sempre permitiu o contato com as coisas simples da vida, com seu jeito de ser, de agir, respeitar e amar.

Aos meus colegas, que aos poucos tornaram-se amigos inseparáveis: Dines, Gi e Ludy. Obrigada por sempre estarem ao meu lado ao longo desses seis anos. As palavras já não expressam o carinho e amizade que temos uns pelos outros, por vezes nos entendemos só no olhar. A presença de vocês (no curso e na vida) tornou tudo mais suportável e feliz.

Agradeço também aos demais amigos e colegas do curso que fizeram parte dessa caminhada. Em especial: Bia, Carlão, Carol Ruggeri, Carol (itis), Filipe, Guardiola, Ingridi e Vanessa. Não esquecendo da Cecília, que teve papel fundamental na minha formação e no apoio emocional e profissional. Também tenho que agradecer à Mirela que esgotou todas minhas dúvidas da COMGRAD (e não foram poucas vezes que estive lá). Obrigada por estarem por perto durante toda a graduação.

A todo o pessoal do BiMa-Lab, agradeço pelo acolhimento, boas risadas e companheirismo. Em especial: Dani, pelas passarinhadas, conversas, indiadas e pela parceria de sempre. Aninha, sempre disponível e tentando ajudar; Paula e Lana, foram fundamentais no auxílio com as análises desse TCC, obrigada pelo tempo dedicado e paciência comigo.

Thais, obrigada por ter me acolhido durante o teu trabalho de mestrado e me apresentado ao mundo dos morcegos. Transformar planilhas em dados foi cansativo, mas imensamente divertido ao seu lado.

Adri, obrigada pela paciência de me ensinar a enxergar a magia dos palitos! Das barraquinhas de morcegos até as barracas de acampamento: obrigada pela parceria, carinho, conversas aleatórias, e por todos ensinamentos. Tua Coorientação foi essencial, tanto para o meu desenvolvimento quanto o deste trabalho.

À minha orientadora Maria João, obrigada pelo incentivo, orientação e confiança. Lembro que uma vez disseste que teu amor pela Biologia te fez cruzar um oceano e chegar até aqui. Saiba que esse amor transborda em ti, em tudo o que fazes. Ao transbordar enche também nossos corações de entusiasmo e inspiração. Obrigada por tudo que tens me ensinado (com imensa paciência), por todo suporte e por acreditar em mim. Finalmente, obrigada pela construção desse trabalho tão bonito de conclusão de curso.

RESUMO

O monitoramento acústico é particularmente adequado para a detecção de morcegos insetívoros aéreos, que constituem a maioria das espécies de oito das nove famílias de morcegos neotropicais com ocorrência no Brasil. Os padrões de atividade destes quirópteros têm sido associados à disponibilidade de alimento, à estrutura da vegetação e ao clima. Neste estudo, utilizando exclusivamente monitoramento acústico, testamos a influência de variáveis microclimáticas e do hábitat no padrão de atividade de insetívoros aéreos de morcegos das guildas de utilização de espaço aberto e de borda no norte do Pantanal. Colocamos as hipóteses de que os morcegos estariam mais ativos durante as noites mais quentes e que a composição das espécies iria diferir entre os hábitats. Em 35 noites de amostragem encontramos 6.078 registros acústicos com passes de morcegos. Foram identificadas 20 espécies e dois complexos, distribuídas em cinco famílias: Emballonuridae, Molossidae, Mormoopidae, Noctilionidae e Vespertilionidae. A atividade de navegação e forrageio dos morcegos foi positivamente relacionada com a temperatura, provavelmente devido a um aumento da disponibilidade de artrópodes nos diversos ambientes. Os morcegos estiveram muito mais ativos no hábitat Rio, possivelmente também devido a uma maior disponibilidade de alimento e da própria disponibilidade de água para beber. A composição das espécies foi parcialmente explicada pelo hábitat, sendo Cambarazal a área com maior diversidade de espécies (20 espécies e dois complexos), seguido da área de Campo com Murundum e Rio (ambas com 19 espécies e dois complexos). Concluímos que a temperatura teve influência positiva tanto na atividade de navegação quanto na atividade de forrageio. Aparentemente grandes manchas de hábitat contínuo podem estar favorecendo a atividade dos morcegos, mas não confirmamos a predição de que hábitats mais estratificados seriam mais diversos. Apesar das limitações encontradas, nossa amostragem acústica demonstrou que muitas das espécies de morcegos insetívoros aéreos acabam por ficar subamostradas em estudos feitos exclusivamente com redes de neblina. O nosso trabalho levou assim à inclusão de novas espécies na lista já existente para a área de estudo e inclusive de uma nova família.

Palavras-chave: Chiroptera, Ecolocalização, Fitofisionomia,
Meteorológicas, Microclima, Monitoramento acústico.

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Objetivos, Hipóteses e Predições	11
Objetivo geral	11
Objetivos específicos	11
Hipóteses e Predições	12
3. Metodologia	12
Área de estudo	12
Monitoramento acústico	14
Identificação acústica	15
Abordagem analítica	16
4. Resultados	17
Identificação acústica	17
Padrão de atividade	19
Riqueza de espécies	21
5. Discussão	24
Atividade de morcegos: relação com a temperatura e o hábitat	24
Riqueza de espécies: área mais importante que heterogeneidade?	26
Monitoramento acústico: fundamental também em ambientes tropicais!	27
6. Conclusão	28
REFERÊNCIAS	29
ANEXO 1	39

1. Introdução

Os morcegos, Chiroptera, são considerados o grupo de mamíferos ecologicamente mais diverso e amplamente distribuído do planeta (KUNZ e PIERSON, 1994). Desempenham diversas funções ecológicas e econômicas nos ecossistemas, sendo polinizadores e dispersores de sementes (ALLEN-WARDELL et al., 1998; AGUIAR e MARINHO-FILHO, 2007), importantes no controle de insetos-praga de cultivos agrícolas (CLEVELAND et al., 2006; AGUIAR e ANTONINI, 2008; REISKIND e WUND, 2009), assim como vetores de doenças (SCHNEIDER et al., 2009). Possuem diversos hábitos alimentares e dependendo do principal recurso explorado podem ser classificados como: insetívoros, carnívoros, piscívoros, frugívoros, nectarívoros e hematófagos (NOGUEIRA e PERACCHI, 2003; PATTERSON et al., 2003; KUNZ et al., 2011; GHANEM e VOIGT, 2012).

No Brasil são conhecidas atualmente mais de 180 espécies de quirópteros, pertencentes a nove famílias: Emballonuridae, Furipteridae, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Thyropteridae e Vespertilionidae (REIS et al., 2017). Os morcegos representam aproximadamente 25% da diversidade total de mamíferos do país (BERNARD et al., 2011; PAGLIA et al., 2012) e estão presentes em todos os biomas. Particularmente no Bioma Pantanal foi relatada a ocorrência de 64 espécies de morcegos até o momento (ALHO et al., 2011; LONGO et al., 2007; FISCHER et al., 2018).

A maioria dos morcegos brasileiros tem hábito predominantemente insetívoro (PERACCHI e NOGUEIRA, 2010) Essas espécies desenvolveram mecanismos de maior precisão e eficácia na captura de artrópodes, tanto em voo (morcegos caçadores aéreos) quanto pousados (morcegos coletores) (KALKO et al., 2008). Sendo assim, dependem essencialmente da ecolocalização para a comunicação, navegação e obtenção de alimentos (AGUILAR, 2017). Das nove famílias, Phyllostomidae e Noctilionidae incluem espécies não-insetívoras e, no caso de Phyllostomidae, quando insetívoras as espécies apresentam hábito catador; as restantes sete famílias incluem fundamentalmente morcegos insetívoros aéreos (KALKO et al., 2008; ERKERT, 2000; ESTRADA-VILLEGAS et al., 2012).

A ecolocalização em morcegos é caracterizada pela emissão de sons, geralmente de alta frequência, e a posterior análise dos ecos retornados para detectar os objetos refletidos (THOMAS et al., 2004; MILITÃO, 2017). Podemos definir o som como uma forma (onda) mecânica tridimensional e longitudinal de transmissão de energia. Essa onda é uma perturbação que se propaga no espaço – por compressão e descompressão da matéria - transportando energia e carregando consigo uma mensagem, que sai do emissor e chega ao receptor. Como propriedades do som, podemos destacar: a amplitude, que corresponde à altura da onda, marcada pela distância entre o ponto de repouso até a crista ou vale; o comprimento de onda, que é a distância que a perturbação percorre durante um período; o período, que corresponde ao tempo necessário para formar uma onda completa e a frequência, que é o número de ondas que se formam num período de tempo, onde a unidade de medida é o hertz (Hz) – 1 Hz é igual a uma onda por segundo. Quanto mais o som se propaga, mais partículas ele excita, logo, um som de baixa frequência percorre mais espaço e agita menos partículas, enquanto sons de alta frequência viajam pouco porque agitam mais partículas. Em um mesmo meio de propagação, as ondas de maior comprimento terão a menor frequência, e as de ondas de maior frequência terão o menor comprimento. A Figura 1 inclui uma representação esquemática de ondas sonoras e das referidas características.

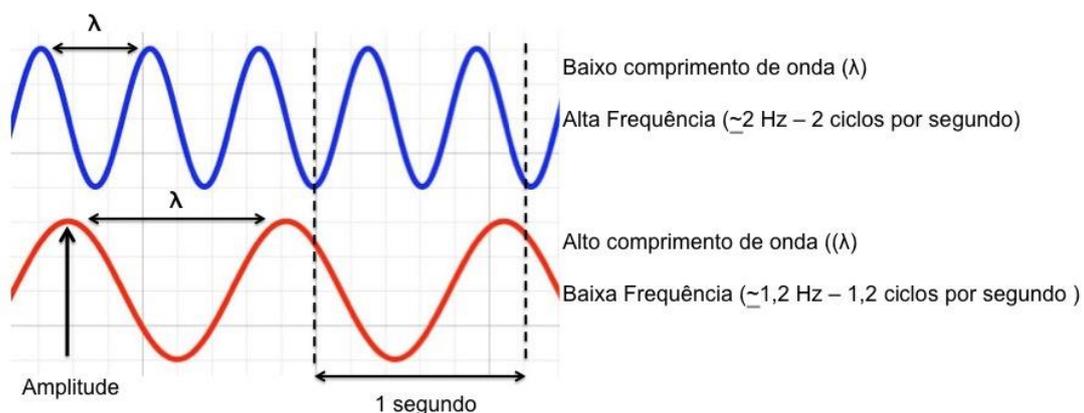


Figura 1. Representação esquemática de ondas sonoras. Em azul uma onda de baixo comprimento de onda (λ), alta frequência e um período de dois ciclos por segundo. Em vermelho uma onda de alto comprimento de onda (λ), baixa frequência e período de aproximadamente um ciclo por segundo. A amplitude corresponde à altura da onda.

Então, se os morcegos insetívoros aéreos utilizam o som para explorar o ambiente, forragear e se comunicar com indivíduos da mesma espécie, nós também podemos estudar diversos aspectos de sua ecologia através do estudo de seus sons.

Existem poucos estudos sistemáticos referentes à ecolocalização de espécies insetívoras no Brasil (MARQUES et al., 2015; HINTZE et al., 2016; SILVA e BERNARD, 2017; LOPEZ-BAUCELLS et al., 2016; ARIAS-AGUILAR et al., 2018) e na região Neotropical (BARATAUD et al., 2013; JUNG e KALKO, 2011; ESTRADA-VILLEGAS et al., 2012; BADER et al., 2015). Contudo, é sabido que a gravação dos chamados de ecolocalização de morcegos possibilita a detecção, a identificação e o monitoramento destas espécies, as quais normalmente são subamostradas em estudos que usam apenas técnicas tradicionais como as redes de neblina, permitindo uma mais completa avaliação da riqueza e atividade de morcegos de uma determinada região (KALKO et al., 2008). O monitoramento acústico é uma técnica não-invasiva que possibilita a exploração de diversos aspectos da ecologia dos quirópteros. Como alguns dos parâmetros acústicos dos chamados dos morcegos são espécie-específicos, a sua análise permite a identificação das espécies emissoras e, portanto, pode ser usada como suporte para estudos sobre diversidade e composição (O'FARREL e MILLER, 1999; OCHOA et al., 2000), distribuição, uso de hábitat (VAUGHAN et al., 1997; CLARKE et al., 2008), padrões de atividade e comportamento de forrageio (COLEMAN e BARCLAY, 2013; ARLETAZZ et al., 2001; MENDES et al., 2017; MILITÃO, 2017).

Quando diferentes espécies de morcegos compartilham os mesmos recursos e possuem adaptações em sistemas sensoriais e motores semelhantes, podemos estruturá-los em guildas ou em grupos funcionais (KALKO e SCHNITZLER, 1998; SCHNITZLER e KALKO, 2001; SEGURA-TRUJILLO et al., 2016). Essa classificação pode ajudar a identificar padrões na organização e estrutura das assembléias de morcegos (DENZINGER e SCHNITZLER, 2013). De maneira geral, os morcegos insetívoros podem ser classificados em três grupos principais (FENTON, 1990; KALKO, 1995; DENZINGER e SCHNITZLER, 2013):

i) Forrageadores de espaço aberto: capturam suas presas no ar, possuem pulsos de ecolocalização de baixa frequência e com pequena largura

de banda. São pulsos de frequência constante – tipo CF– ou frequência quase-constante – tipo qCF – (Figura 2).

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 – tipo FM – seguido de um componente qCF (Figura 2).

iii) Forrageadores de espaço fechado – caçam presas próximas ou pousadas sobre superfícies. Os pulsos de ecolocalização destes morcegos são de alta frequência e grande largura de banda, geralmente do tipo FM (Figura 2).

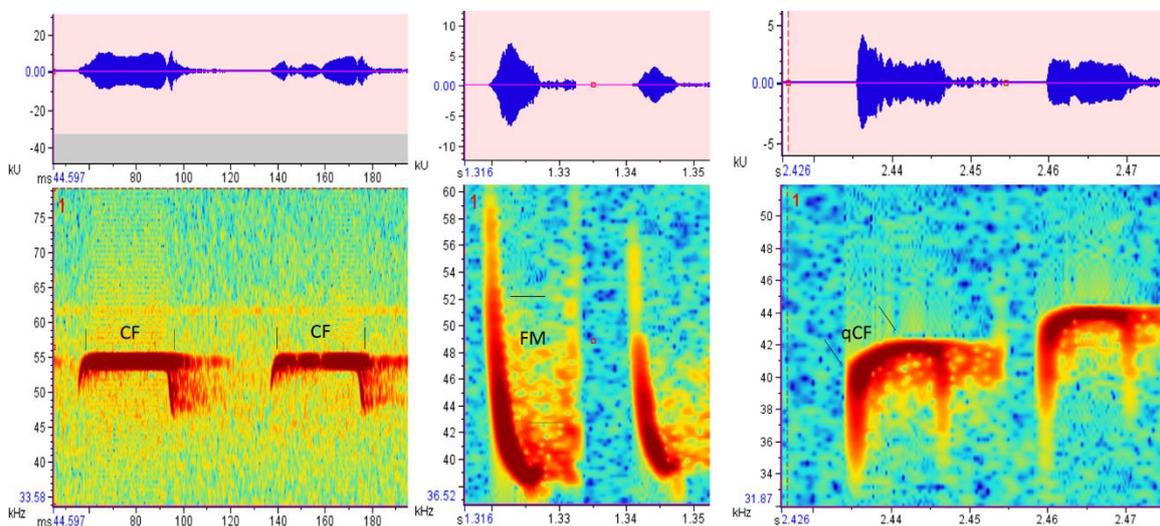


FIGURA 2: Representação das formas e tipos de pulsos emitidos por morcegos. Pulsos CF, frequência constante ao longo do tempo; Pulsos FM, frequência modulada, varia ao longo do tempo; e Pulsos qCF, frequência quase-constante que são pulsos de duração mais curta e de pouca variação temporal.

Estudos sobre os padrões de atividade de morcegos insetívoros aéreos sugerem que a estruturação das assembleias tem sido frequentemente associada à estruturação vertical da vegetação, à facilidade de deslocamento, à disponibilidade de alimento e abrigo, e ao clima (SLEEP e BRIGHAM, 2003; KUSCH et al., 2004; FUKUI et al., 2006; BROOKS, 2009; RAINHO et al., 2010; HAGEN e SABO, 2011).

Geralmente, quanto mais heterogêneo e complexo o ambiente, maior será a diversidade e riqueza de espécies animais detectados (TEWS et al., 2004). No caso dos insetívoros, apenas morcegos melhores adaptados a

espaços fechados são, em geral, capazes de explorar o sub-coberto, ao passo que a maioria das espécies explora os espaços livres imediatamente abaixo do dossel; morcegos de espaço aberto tendem a explorar principalmente o espaço acima do dossel (MARQUES et al., 2015).

As condições climáticas são responsáveis por determinar a disponibilidade temporal e espacial dos recursos, portanto relacionadas com a atividade de navegação e forrageamento desses morcegos (GRIFFIN, 1971; O'DONNELL, 2000; TORQUETTI et al., 2017; DIAS-SILVA et al., 2018). A temperatura exerce importante influência em morcegos sobre a seleção de abrigos (TORQUETTI et al., 2017) e de habitats para forragear (O'DONNELL, 2000). A umidade influi na atenuação da propagação dos sons emitidos e na detecção pelos aparelhos de ultrassom (SNELL-ROOD, 2012; MUTUMI et al., 2016; CHAVERRI E QUIRÓS, 2017). Assim, espera-se que o número de registros de morcegos seja maior em noites com temperaturas mais elevadas e com maior umidade relativa do ar.

Neste estudo, com base em monitoramentos acústicos, procurou-se obter informação adicional de como morcegos respondem a variáveis ambientais – incluindo aspectos do habitat e do microclima – em termos de ocorrência, atividade e diversidade. O bioma foco foi o Pantanal, para o qual trabalhos que se baseiam neste tipo de amostragem são praticamente nulos, já que a maioria dos estudos tem sido realizada exclusivamente com redes de neblina (FISCHER et al., 2018). Assim, espera-se adquirir uma melhor compreensão sobre a estrutura das assembleias e a atividade de morcegos no Pantanal. Os objetivos, hipóteses e predições são apresentados em detalhe na próxima seção.

2. Objetivos, Hipóteses e Predições

Objetivo geral

Avaliar a influência de variáveis meteorológicas e do habitat sobre os padrões de ocorrência, atividade e diversidade de morcegos da região norte do Pantanal.

Objetivos específicos

- i) Avaliar os padrões de atividade em diferentes habitats e pelas diferentes guildas de utilização de espaço;
- ii) Avaliar quais variáveis ambientais possuem relação com a atividade total e com a atividade de forrageamento;
- iii) Avaliar se existem diferenças na composição das assembleias de morcegos entre os diferentes habitats.

Hipóteses e Predições

- i) Existe um efeito da temperatura sobre a atividade dos insetos e, assim, também sobre a disponibilidade de presas potenciais para os morcegos insetívoros aéreos. Mudanças na temperatura influenciarão secundariamente a atividade dos morcegos; em noites mais quentes a atividade dos insetos – presas preferenciais dos morcegos insetívoros aéreos – será maior e, portanto, haverá um incremento na atividade dos morcegos;
- ii) A heterogeneidade da paisagem, a facilidade de deslocamento e os recursos alimentares, determinam a riqueza de espécies, abundância de alimento e abrigo para os morcegos. Habitats com distinta estruturação vegetal apresentarão diferenças na composição das assembleias de morcegos insetívoros aéreos; espera-se que habitats mais heterogêneos apresentem maior atividade e diversidade de morcegos insetívoros aéreos.

3. Metodologia

Área de estudo

O Pantanal é uma planície de inundação periódica reconhecida como uma das áreas úmidas de maior importância do planeta. O Pantanal é considerado a maior planície de aluvião da Terra, ocupando uma área de 151.313 km², o que corresponde a aproximadamente 2% do território do Brasil (IBGE, 2004). O bioma distribui-se por dois estados brasileiros: Mato Grosso (com 40,3% da área do Pantanal) e Mato Grosso do Sul (com 59,7% da área do Pantanal). Assim, o Pantanal é uma depressão que varia de 80 a 190 m de

elevação. Sua origem tectônica remonta ao Terciário, associada à orogenia andina e à abertura do Atlântico Sul.

O Pantanal se conecta com vários outros biomas sul-americanos: a Mata Atlântica, o Cerrado, o Chaco e a Floresta Amazônica, que influenciam o conjunto regional de espécies de morcegos que ocorrem no bioma (FISCHER et al. 2018).

A sazonalidade da temperatura, mas principalmente a sazonalidade das chuvas, são bastante marcadas. A precipitação, cuja média anual é de aproximadamente 1100 mm, concentra-se entre novembro e março ou abril (ADÁMOLI, 1995). A inundação se inicia no meio da estação chuvosa e atinge o pico em març o ou abril, dependendo da precipitação local e da drenagem de diferentes regiões nos planaltos circundantes   planície. As inundações cobrem até 85% da área anualmente e podem chegar a 5 m de profundidade (PENATTI et al., 2015; FISCHER et al., 2018).

A vegeta o é um mosaico de espécies resultantes da influência dos grandes biomas que circundam o Pantanal, dos fatores edáficos e regime hidrológico. Nosso estudo foi realizado na região norte do Pantanal (Fazenda Santa Lúcia; 16 53'38,25" S; 55 54'24,98" W), Barão de Melgaço, Estado do Mato Grosso (Figura 3). A paisagem apresenta forte heterogeneidade espacial, característica das planícies pantaneiras.

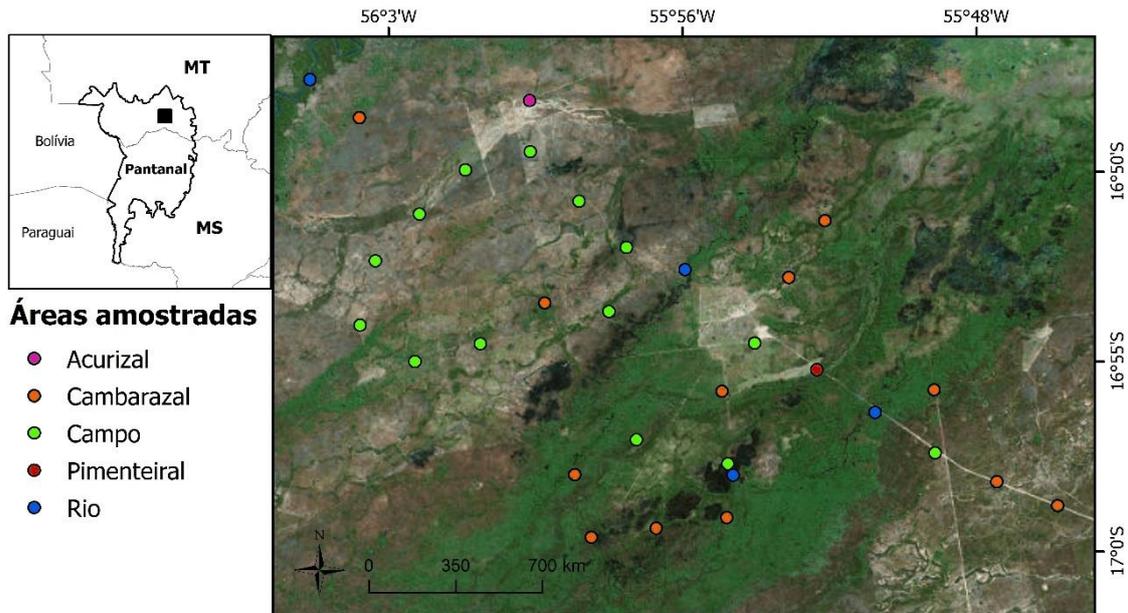


FIGURA 3: Localização da área de estudo na Fazenda Santa Lúcia, MT/Pantanal. Destaque dos pontos de amostragem de acordo com cada fitofisionomia amostrada: Acurizal, Cambarazal, Campo com murumдум, Pimenteiral e Rio.

Monitoramento acústico

Os dados acústicos foram coletados com o detector Pettersson D500X entre as 18h e as 00h, no período entre setembro e outubro de 2015, em cinco distintos habitats classificados categoricamente: i) Acurizal (uma noite de amostragem), caracterizada como uma fisionomia florestal semidecídua com sub-bosque dominado pela palmeira acuri (*Scheelea phalerata*); ii) Cambarazal (12 noites de amostragem, sem replicadas), uma das áreas mais representativas da região, formada majoritariamente por cambará (*Vochysia divergens*), que pode ultrapassar os 20 metros de altura no dossel; iii) Campo com murumдум (14 noites de amostragem, com três noites replicadas), são elevações no terreno, com provável origem nos cupinzais que na época de alagamentos permanece seca, servindo de abrigo para várias espécies da fauna e flora. A área plana e os Murundus menores são cobertos por vegetação campestre enquanto que os maiores, a cobertura é dada por vegetação lenhosa do cerrado (OLIVEIRA-FILHO e FURLEY, 1990; OLIVEIRA-FILHO, 1992); iv) Pimenteiral (uma noite de amostragem), fitofisionomia composta por uma espécie de pimenteira (*Licania parvifolia*) e a pimenteirinha

(*Erythroxylum anguifugum*), que apresentam dossel baixo; e v) área ripícola (quatro noites de amostragem, sem replicadas), composta por mata densa intercala com áreas de acuri e brejo, associada ao rio São Lourenço (HOFFMAN, 2013).

Para relacionar a atividade dos morcegos com as condições meteorológicas locais, sensores de temperatura e umidade conectados a *data loggers* foram instalados em conjunto com cada detector de ultrassom.

Identificação acústica

A identificação das espécies foi realizada através da análise manual das gravações no Software Raven Pro 1.5. O espectrograma para cada registro foi criado sob os seguintes parâmetros: comprimento da transformada rápida de Fourier (FFT; 1024), sobreposição (93%) e janela tipo Hamming para minimizar o efeito da dispersão espectral.

Para identificar os chamados dos quirópteros, utilizamos a chave de identificação acústica de morcegos brasileiros (ARIAS-AGUILAR et al., 2018). Medimos os seguintes parâmetros dos pulsos: modulação de frequência (FM), número de harmônicas (nH), harmônica com maior energia (HME), duração (D ou t), intervalo interpulsos (IPI), frequência de máxima energia (FME), frequência máxima (Fmax), frequência mínima (Fmin) e largura de banda ($BW = Fmax - Fmin$) (Figura 4). Tais parâmetros acústicos podem ser mensurados através de qualquer software de análise acústica, usando espectrogramas, oscilogramas e espectros de potência (ARIAS-AGUILAR et al., 2018; MENON et al., 2018). Nos casos de dificuldade para distinguir entre as espécies ou entre os gêneros devido a semelhanças na estrutura das vocalizações, as identificações foram feitas até o nível de gênero ou organizadas em complexos potenciais de espécies.

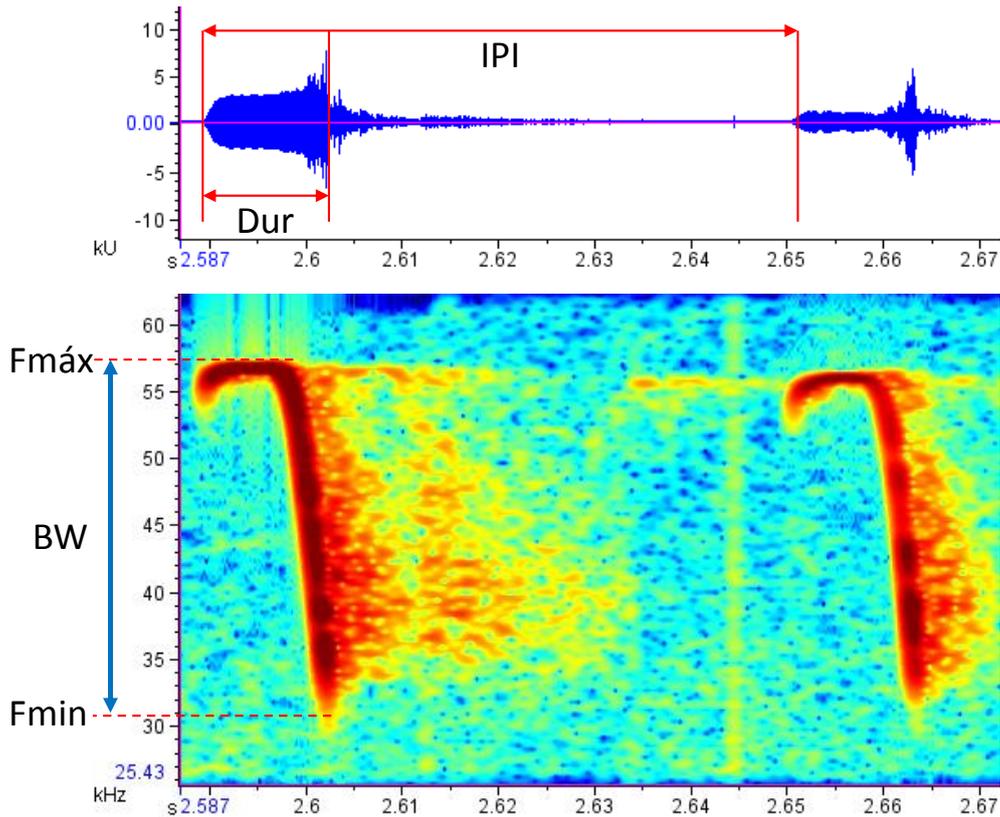


FIGURA 4: Representação dos parâmetros de medidas dos pulsos. Abaixo, um espectrograma (eixo x = tempo, eixo y = frequência), indicando as medidas de largura de banda (BW), frequência máxima (Fmax) e frequência mínima (Fmin). Acima (eixo x= tempo, eixo y= amplitude), indicando o intervalo inter-pulso (IPI), Dur (duração), Frequência inicial, Frequência final e duração do pulso.

A atividade relativa dos morcegos foi avaliada através do número de passagens por noite, sendo que uma passagem foi definida como um mínimo de três pulsos de ecolocalização consecutivos. O número de passagens de morcegos e o número de chamados de alimentação – fase terminal dos chamados de ecolocalização, onde ocorre redução da duração e do intervalo entre os pulsos antes da captura da presa (SCHNITZLER e KALKO, 2001) – foram comparados entre guildas de uso do espaço.

Abordagem analítica

Os padrões de atividade nos diferentes habitats e entre guildas foram avaliados por meio de análises circulares, sendo as passagens divididas em

intervalos de 30 minutos em cada hábitat e relacionados com a temperatura média de cada intervalo. Para verificar a distribuição dos dados de atividade por ambiente foram construídos *box-plots*.

Para avaliar a influência das variáveis ambientais sobre a atividade total e a atividade de forrageamento utilizamos modelos lineares generalizados (GLM; HASTIE e TIBSHIRANI, 1990). Para ranquear e selecionar os melhores modelos usamos o Critério de Informação de Akaike de segunda ordem (AICc) e o coeficiente de determinação (R^2). Selecionamos os modelos de acordo com as orientações de BURNHAM e ANDERSON (2003), que consideram os modelos como equivalentemente ajustados quando a diferença de AIC (ΔAIC) é menor que 2. Como variáveis preditoras utilizamos a temperatura, a umidade e as classes de hábitat acima indicadas.

Para verificar a existência de diferenças na composição das assembleias de morcegos realizamos uma Análise Permutacional Multivariada da Variância usando matrizes de distâncias com 999 permutações (PERMANOVA) (ANDERSON e WALSH, 2013). Para identificar essas diferenças na composição entre os hábitats foi construído um gráfico de barras com a proporção das espécies encontradas em cada hábitat. Todas as análises foram efetuadas no software R versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2018).

4. Resultados

Identificação acústica

Foram efetuados 10.358 registros acústicos em 35 noites de amostragem. Desse total, 6.078 registros continham passagens de morcegos, sendo 2.101 passagem incluídas no grupo de forrageadores de espaço aberto e 3.977 passagens no grupo de forrageadores de borda.

Foram identificadas 22 espécies e dois complexos pertencentes a cinco famílias: Emballonuridae (três espécies); Molossidae (sete espécies e dois complexos); Mormoopidae (uma espécie); Noctilionidae (duas espécies) e Vespertilionidae (nove espécies). Foram contabilizados 386 chamados de alimentação. As espécies mais comumente registradas foram *Noctilio*

albiventris (1.454 registros), de Noctilionidae, o complexo *Eumops/Nyctinomops* (831 registros), *Molossops temminckii* (549 registros) e *Molossus molossus* (515 registros), de Molossidae. Estes registros representaram 55,10% das identificações acústicas (Tabela 1).

TABELA 1: Lista de espécies identificadas na área de estudo, com indicação da guilda de utilização de espaço, número de passagens total e de chamados de alimentação. Foram utilizados nas análises de atividade e guilda. Atividade absoluta por espécie (número total de passagens e chamados de alimentação).

TÁXON (Espécie, gênero ou complexo)	Guilda		Atividade	
	Espaço Aberto	Espaço de Borda	Número de Passagens	Número de chamados de alimentação
Emballonuridae				
<i>Peropteryx macrotis</i>		X	9	
<i>Rhynchonycteris naso</i>		X	128	
<i>Saccopteryx bilineata</i>		X	30	
Molossidae				
<i>Cynomops/Eumops/Nyctinomops</i>	X		101	3
<i>Eumops/Nyctinomops</i>	X		831	20
<i>Molossops temminckii</i>		X	549	68
<i>Molossus currentium</i>	X		338	26
<i>Molossus molossus</i>	X		515	46
<i>Molossus rufus</i>	X		274	17
<i>Promops centralis</i>	X		2	
<i>Promops nasutus</i>	X		16	2
<i>Tadarida brasiliensis</i>	X		22	1
Mormoopidae				
<i>Pteronotus gymnonotus</i>		X	73	1
Noctilionidae				
<i>Noctilio albiventris</i>		X	1454	147
<i>Noctilio leporinus</i>		X	203	5
Vespertilionidae				
<i>Eptesicus chiriquinus</i>		X	180	2
<i>Eptesicus furinalis</i>		X	439	14
<i>Lasiurus blossevillii</i>		X	80	2
<i>Lasiurus ega</i>		X	7	
<i>Myotis cf. simus</i>		X	19	2
<i>Myotis lavalii</i>		X	119	12
<i>Myotis nigricans</i>		X	482	15
<i>Myotis riparius</i>		X	112	2
<i>Myotis ruber</i>		X	95	1
TOTAL			6078	386

Padrão de atividade

Os morcegos estiveram ativos durante todo período amostral nos cinco habitats amostrados (Figura 5). Tanto a atividade de navegação quanto de forrageio variaram positivamente com a temperatura ($\beta_{temp}= 1,38$, $p<0,01$ e $\beta_{temp}= 0,20$, $p<0,01$, respectivamente; Anexo I).

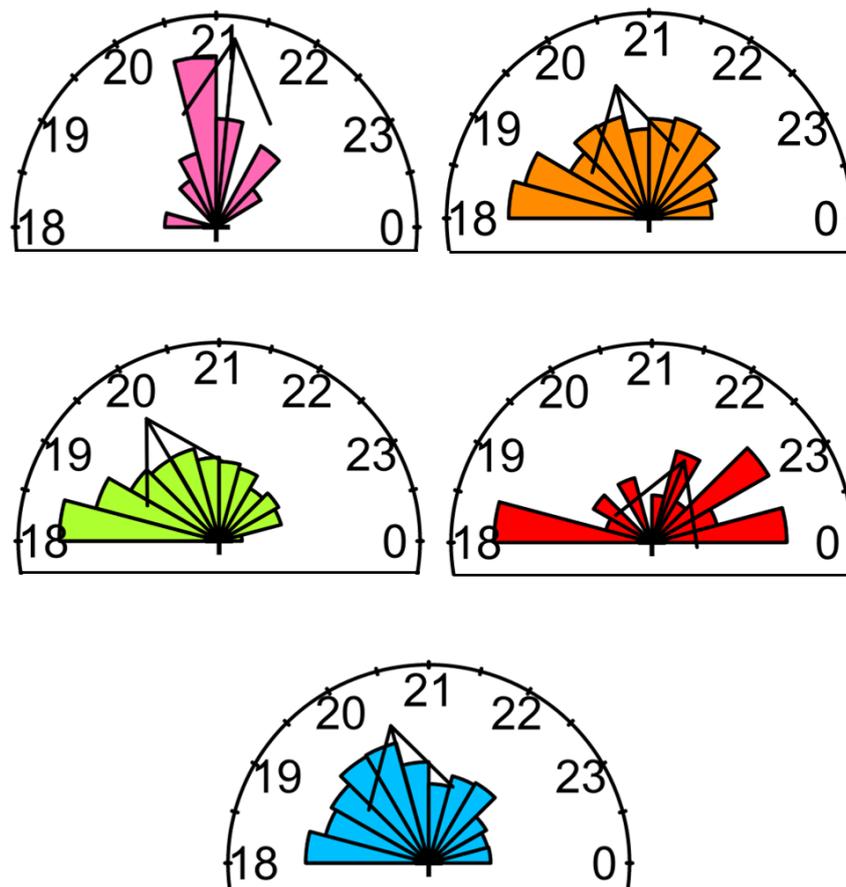


Figura 5. Gráficos de análise semicircular do padrão de atividade por habitats. Em rosa a área de Acurizal; em laranja, Cambarazal; em verde claro Campo com Murundum; em vermelho, Pimenteiral e em azul Rio. O semicírculo representa o período de amostragem (18h – 00h). As barras representam a densidade de número de passagens de morcegos por intervalo de 30 min e a seta representa o pico de atividade.

Os picos da atividade de navegação foram semelhantes entre Cambarazal e Campo com Murundum, destacados no início da noite e no intervalo entre as 20h e as 21h. A temperatura variou dos 15,75°C aos 32,80°C em ambos os habitats, sendo que a concentração de atividade ocorreu por volta dos 24°C.

Em Acurizal e Pimenteiral a temperatura se manteve relativamente constante durante toda a noite amostrada, por volta de 25°C. Os morcegos estiveram ativos na primeira hora da noite, com outro pico de atividade entre as 21h e as 22h e alguns picos de atividade próximos das 0h.

A atividade de navegação foi muito superior no hábitat Rio ($\beta_{\text{rio}} = 36,03$, $p < 0,01$). Neste ambiente a temperatura variou entre 22°C e 27°C e os morcegos estiveram ativos durante toda noite, com picos nas primeiras horas até às 20h30 (Figura 6).

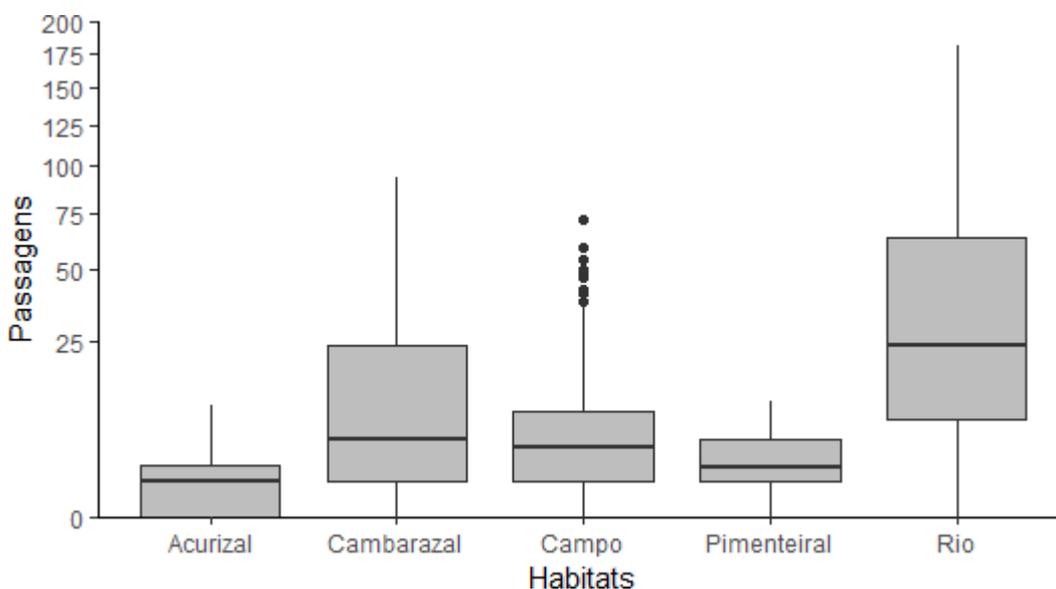


FIGURA 6: Passagens de morcegos nos cinco hábitats amostrados: Acurizal, Cambarazal, Campo com Murundum, Pimenteiral e Rio. O eixo dos y corresponde ao número de passagens no intervalo de 30 minutos (a caixa representa o primeiro quartil, o segundo quartil – mediana, e o terceiro quartil, as hastes indicam o mínimo e o máximo desconsiderando *outliers* e os círculos representam *outliers*).

Os morcegos forrageadores de espaço aberto e de borda estiveram ativos ao longo de todo período amostral; entretanto os morcegos de espaço aberto apresentaram um pico de atividade no início da noite (Figura 7).

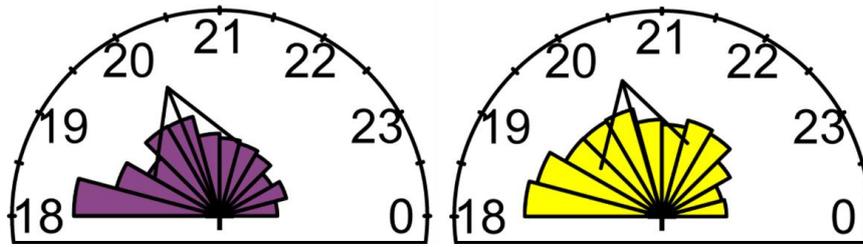


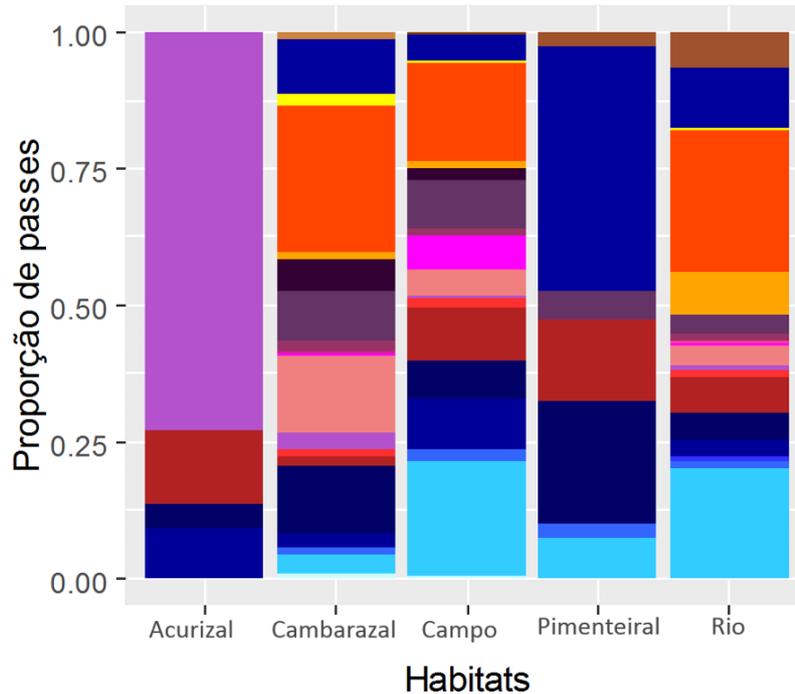
Figura 7. Gráficos de análise semicircular do padrão de atividade por guildas. Em roxo, forrageadores de espaço aberto e em amarelo, forrageadores de borda. O semicírculo representa o período de amostragem (18h – 00h). As barras representam a densidade de número de passagens de morcegos por intervalo de 30 min e a seta representa o pico de atividade

Os forrageadores de espaço aberto representaram 34,52% do total de passagens e 30,16% dos chamados de alimentação. O complexo *Eumops/Nyctinomops* e as espécies *Molossus molossus*, *Molossus currentium* e *Molossus rufus* apresentaram maior número de passagens (831, 515, 338 e 274, respectivamente) e de chamados de alimentação (20, 46, 26 e 17, respectivamente). Essas espécies representaram 93,28% das passagens e 95,61% dos chamados de alimentação para a guilda de forrageadores de espaço aberto.

A maior parte da atividade registrada foi de forrageadores de espaço de borda, que representaram 65,44% do total de passagens e 69,84% dos chamados de alimentação. As espécies *Noctilio leporinus*, *Molossops temminckii*, *Myotis nigricans* e *Eptesicus furinalis* efetuaram maior número de passagens (1.454, 549, 482 e 439, respectivamente) e também maior número de chamados de alimentação (146, 69, 15 e 14, respectivamente). Estas espécies somaram 73,49% da atividade de forrageadores de espaço de borda e 92,42% dos chamados de alimentação desta guilda.

Riqueza de espécies

A riqueza das assembleias foi parcialmente explicada pelo hábitat (Permanova: $R^2=0,23$; $Pr(>F)=0,03$). A Figura 8 representa a proporção das espécies encontradas em cada hábitat organizada por guilda de utilização de espaço.



Forrageadores de espaço de borda

- Emballonuridae**
- Peropteryx macrotis*
- Rhynchonycteris naso*
- Saccopteryx bilineata*
- Molossidae**
- Molossops temminckii*
- Mormoopidae**
- Pteronotus gymnonotus*
- Noctilionidae**
- Noctilio albiventris*
- Noctilio leporinus*

Forrageadores de espaço aberto

- Vespertilionidae**
- Eptesicus chiroquinus*
- Eptesicus furinalis*
- Lasiurus blossevillii*
- Lasiurus ega*
- Myotis cf simus*
- Myotis lavalii*
- Myotis nigricans*
- Myotis riparius*
- Myotis ruber*
- Molossidae**
- Molossus currentium*
- Molossus molossus*
- Molossus rufus*
- Tadarida brasiliensis*
- Cynomops/Eumops/Nyctinomops
- Eumops/Nyctinomops
- Promops centralis*
- Promops nasutus*

FIGURA 8: Proporção da composição das 22 espécies e dois complexos nos cinco habitats: Acurizal, Cambarazal, Campo com Murundum, Pimenteiral e Rio. Cada cor representa uma espécie e o tamanho das barras representa a proporção de cada espécie no habitat amostrado. As espécies foram agrupadas em famílias e estas em guildas de forrageadores de espaço de borda e forrageadores de espaço aberto.

O Acurizal apresentou a menor riqueza, com apenas quatro espécies detectadas (sendo um dos habitats sem replicados amostrais). Aqui, a maior parte dos registros – 73% – foi de *Myotis riparius* (Vespertilionidae), que se

inclui na guilda de forrageadores de espaço aberto. Neste hábitat os forrageadores de borda representaram 27% dos demais registros, distribuídos em três espécies de Molossidae.

O Cambarazal apresentou a maior riqueza, com 20 espécies e dois complexos distribuídos pelas cinco famílias detectadas. Molossidae corresponderam a 23% dos registros encontrados para morcegos forrageadores de espaço aberto, sendo *Molossus molossus* (12%) a espécie mais registrada. Os forrageadores de borda corresponderam a 77% das espécies encontradas, destacando-se *Noctilio albiventris* (Noctilionidae; 27%), *Myotis nigricans* (Vespertilionidae; 14%), *Molossops temminckii* (Molossidae; 10%), e *Lasiurus ega* (Vespertilionidae; 0,3%) que, apesar do reduzido número de registros ocorreu unicamente nessa área.

No Campo com Murundum foram detectadas 19 espécies e dois complexos, configurando-se como o segundo hábitat com maior riqueza. Aqui também as duas guildas estão presentes, sendo que os forrageadores de espaço aberto representaram 49,4% e os forrageadores de borda 50,6% dos registros. *Promops centralis* (Molossidae; 0,1) foi unicamente amostrada nesse ambiente.

O Pimenteiral apresentou a segunda menor riqueza, com cinco espécies e dois complexos (sendo um dos hábitats sem replicados amostrais). Os forrageadores de espaço aberto corresponderam a 47,50% dos registros, sendo que 38% destes pertencem a morcegos da família Molossidae; 52,50% dos registros corresponderam a forrageadores de espaço de borda, sendo que *Molossops temminckii* (Molossidae) foi a espécie mais registrada (45%).

No Rio foram detectadas 19 espécies e dois complexos. Dos registros, 36,52% corresponderam a forrageadores de espaço aberto e 63,38% a forrageadores de espaço de borda, sendo o morcego pescador *Noctilio albiventris* (Noctilionidae), a espécie mais registrada nesse ambiente.

Os Molossidae *Molossus molossus* e *Molossus currentium* foram as únicas espécies detectadas em todos os hábitats. Assim como *Molossops temminckii*, os complexos *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* e *Eumops/Nyctinomops*, ocorreram em todos hábitats, com exceção do Acurizal.

Vespertilionidae foi a segunda família mais representada nos registros, com destaque para *Eptesicus furinalis*. com registros em todos hábitats com

exceção de Acurizal. Emballonuridae foi a terceira família mais representada com 12,5% dos registros. Nesta família *Rhynchonycteris naso* foi a espécie mais detectada e ocorreu apenas nos habitats Pimenteiral e Rio.

5. Discussão

Atividade de morcegos: relação com a temperatura e o hábitat

Nossos resultados indicam que tanto a atividade de navegação quanto a atividade de forrageio variam positivamente com a temperatura. Tal resultado corrobora nossa predição de que morcegos insetívoros aéreos estariam mais ativos durante as noites mais quentes, supondo-se que quanto mais elevada a temperatura (dentro de certos limites), maior será a atividade de artrópodes (RACEY e SWIFT, 1985; ALDRIDGE e RAUTENBACH, 1987; SCHOWALTER, 2016).

No hábitat Rio a atividade foi muito superior em relação aos demais ambientes, provavelmente devido ao fato de que as zonas ripárias e os próprios cursos d'água disponibilizam mais recursos alimentares aos morcegos, além de servirem como grandes corredores de deslocamento em meio da vegetação densa (FUKUI et al., 2006; BROOKS, 2009; HAGEN e SABO, 2011; MARQUES et al. 2015). O Cambarazal apresentou a segunda maior concentração de atividade. Os Cambarazais formam extensas faixas de floresta monodominante, que apresenta características ambientais com formação de dossel e maior densidade vegetal (NUNES DA CUNHA e JUNK, 2004). Morcegos geralmente selecionam habitats com presença de vegetação arbórea e corpos d'água (BARROS, 2012) para navegar e forragear. Áreas úmidas são selecionadas por apresentarem maior concentração de insetos e facilidade de deslocamento (HAYES, 1997). Bordas de vegetação fornecem abrigo e proteção para a fauna, em geral, contra o vento, formando microclimas protegidos. Esses microclimas podem atenuar a temperatura e favorecer o forrageio para morcegos (RUSS et al., 2003). A combinação desses fatores pode ser responsável pelo elevado número de passagens de morcegos, especialmente aqueles pertencentes a guilda de borda.

Campo com Murundum, assim como Cambarazal, também correspondeu a área com a segunda maior atividade de morcegos. Esse

hábitat é caracterizado como uma extensa área aberta de campos com elevações no terreno que funcionam como ilhas de vegetação em paisagens fragmentadas para inúmeras espécies de invertebrados e vertebrados (DE MOURA, 2015). Aqui houve predominância de morcegos da guilda de forrageadores de espaço aberto. Pimenteiral e Acurizal possuem dossel baixo e pouco estratificado, e ambos apresentaram menor atividade em relação aos demais ambientes; contudo, importa considerar que, em cada hábitat, apenas foi amostrada uma área (uma noite), o que certamente foi insuficiente para representar a atividade média de morcegos.

Campo com Murundum, Pimenteiral e Acurizal, apresentaram maior atividade da guilda de forrageadores de espaço aberto. Isso pode ocorrer devido ao fato de que insetívoros aéreos voam frequentemente na altura do dossel (MULLER e REIS, 1992; BIANCONI et al., 2004; FALCÃO, 2005; BARROS et al., 2006) e estariam, portanto, utilizando preferencialmente os espaços mais abertos e com bordas de vegetação. Enquanto espaços mais fechados, com dossel baixo e presença de sub-bosque, típicos de Acurizal e Pimenteiral, estariam sendo mais utilizados por morcegos Phyllostomidae, que voam mais baixo, como já documentado em trabalhos anteriores (OLIVEIRA, 2016). Outro fator importante que pode contribuir especialmente para a atividade de forrageadores de espaço aberto é o fato que, durante o anoitecer, as células de ar quente formadas ao longo do dia se deslocam na atmosfera por convecção ascendente. Esse deslocamento das massas de ar carrega os insetos para altitudes mais elevadas (SCHOWALTER, 2016) e assim, os disponibiliza para seus predadores, que voam acima do dossel.

Não encontramos morcegos forrageadores de espaço fechado, visto que, na região neotropical, essa guilda é composta principalmente por morcegos de Phyllostomidae, muito deficientemente amostrados pela técnica de monitoramento acústico (THIES et al., 2004; CLARKE et al., 2008; MARQUES et al., 2015) e pela espécie *Pteronotus parnellii*, família Mormoopidae (DENZINGER e SCHNITZLER 2013), que não possui registro para as planícies inundáveis (FISCHER et al., 2018).

Riqueza de espécies: área mais importante que heterogeneidade?

Nossos dados demonstraram que a composição variou entre os habitats, suportando a nossa hipótese inicial de que existiriam diferenças na composição das assembleias de morcegos entre habitats com distinta estruturação vegetal. Porém, os nossos resultados contrariaram a predição de que habitats mais heterogêneos apresentariam maior diversidade. Com efeito foi o Cambarazal que apresentou a maior riqueza, com 20 espécies e dois complexos representados nas cinco famílias identificadas. Esse tipo de formação vegetal é monodominante, com sub-bosque bastante aberto e relativamente simplificado estruturalmente. Aparentemente outros recursos fornecidos pela formação dessa extensa faixa florestal, como: maior disponibilidade de insetos, maior temperatura e umidade, maior proteção contra os ventos, em comparação a áreas abertas (RUSS et al., 2003), está favorecendo a atividade dos morcegos nesse ambiente.

O Campo com Murundum caracteriza-se como uma grande área aberta com pequenas ilhas de vegetação, que configuram conectividade entre os diferentes ambientes, enquanto que os trechos ao longo do Rio São Lourenço garantem facilidade de deslocamento aos morcegos podendo ainda fornecer importantes recursos alimentares próximos à vegetação ripária, além da própria água para beber (VAUGHAN et al., 1997; RUSSO e JONES, 2003; BROOKS, 2009). Ambos foram os ambientes mais ricos em espécies após o Cambarazal, sendo que no habitat Rio ocorreu ainda também maior atividade de passagens de morcegos e de forrageio. Isso pode ter ocorrido em função da preferência por determinados tipos de habitats, influenciada pela vegetação arbórea e corpos d'água (RACEY, 1998; RUSS et al., 2003; BROOKS, 2009; MORRIS et al., 2010).

Pimenteiral e Acurizal foram os habitats menos ricos o que pode apenas refletir o baixo esforço amostral. Contudo, sendo habitats caracterizados por dossel baixo e sem vegetação de sub-bosque, podem estar sendo principalmente utilizados por espécies de Phyllostomidae tal como referido por OLIVEIRA (2016).

Monitoramento acústico: fundamental também em ambientes tropicais!

Em regiões temperadas o monitoramento acústico de morcegos é amplamente difundido (AHLÉN e BAAGØE 1999; KUNZ et al., 2009). A fauna de morcegos dessas regiões apresenta menor número de espécies, em comparação às regiões tropicais, sendo composta basicamente por espécies de insetívoros aéreos (BARROS, 2012). A região Neotropical apresenta grande diversidade de quirópteros, porém os estudos com monitoramento acústico ainda são escassos (BARATAUD et al., 2013; JUNG e KALKO, 2011; ESTRADA-VILLEGAS et al., 2012; BADER et al., 2015) e particularmente negligenciados no Brasil (MARQUES et al., 2015; HINTZE et al., 2016; SILVA e BERNARD, 2017; LOPEZ-BAUCELLS et al., 2016; ARIAS-AGUILAR et al., 2018). Grande parte dos estudos com morcegos no Brasil são feitos através de métodos tradicionais com redes de neblina ou armadilhas de harpa, que acabam por subestimar os morcegos insetívoros aéreos (MORAS et al., 2013; STEVENS., 2013; MARQUES et al., 2015). Neste contexto, a inclusão do monitoramento acústico é uma alternativa importante para ampliar o conhecimento sobre a história de vida, ecologia, distribuição e uso do hábitat de morcegos insetívoros aéreos no país (MARQUES et al., 2015; ARIAS-AGUILAR, 2017; CHAVES, 2017; MILITÃO, 2017; RAMOS PEREIRA et al., 2017).

No nosso estudo, a amostragem com base monitoramento acústico seguido de identificação manual dos chamados possibilitou a inclusão de 12 novas espécies confirmada na lista de espécies da área de estudo previamente apresentada por Oliveira (2016): *Peropteryx macrotis* e *Saccopteryx bilineata* (Emballonuridae), *Molossus currentium*, *Promops centralis*, *Promops nasutus* e *Tadarida brasiliensis* (Molossidae), *Eptesicus chiriquinus*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus ega*, *Myotis lavalii* e *Myotis ruber* (Vespertilionidae), *Pteronotus gymnotus* (Mormoopidae); além disso pelo menos duas espécie adicionais dos complexos *Cynomops/Eumops/Nyctinomops* e *Eumops/Nyctinomops* devem ocorrer na área. A família Mormoopidae também foi uma estreia pois nunca havia sido detectada na região. O estudo de Oliveira (2016) realizado com base em amostragem com redes de neblina identificou 27 espécies e

cinco famílias, sendo que 59,25% das espécies encontradas pertenceram a Phyllostomidae.

Nossos dados demonstram o quanto a inclusão do monitoramento acústico contribui significativamente para o conhecimento da diversidade de Chiroptera de uma região, permitindo uma mais completa avaliação da área estudada, à semelhança do já referido por (MARQUES et al., 2015; ARIAS-AGUILAR, 2017; CHAVES, 2017; MILITÃO, 2017).

6. Conclusão

Concluimos que a temperatura teve influência positiva tanto na atividade de navegação quanto na atividade de forrageio, provavelmente devido a um aumento da disponibilidade de artrópodes nos ambientes. A atividade de morcegos foi ainda muito superior no hábitat Rio, possivelmente também devido a uma maior disponibilidade de alimento e da própria disponibilidade de água para beber.

A paisagem da área de estudo apresenta diversas fitofisionomias e a riqueza e composição das assembleias de morcegos foram parcialmente explicadas pelo hábitat, sendo o Cambarazal o ambiente com maior diversidade de espécies, seguido da área de Campo com Murundum e Rio. Nossos resultados preliminares apontam para uma necessidade de preservação desta heterogeneidade espacial típica do Pantanal pois riqueza e composição diferiram entre os hábitats amostrados, o que mostra a importância das diferentes diversidades locais para a diversidade regional, sendo ainda de destacar que algumas espécies foram exclusivamente detectadas em apenas um ambiente.

A nossa amostragem com base em monitoramentos acústicos de morcegos insetívoros aéreos da região norte do Pantanal revelou que muitas dessas espécies acabam por ficar subamostradas em estudos feitos exclusivamente com redes de neblina. O nosso trabalho levou assim à inclusão de novas espécies na lista já existente para a área de estudo e inclusive de uma nova família. Porém, o nosso trabalho apresentou também limitações em termos de amostragem, sendo certamente necessário ampliar o número de

replicados espaciais e temporais para ser possível compreender os padrões compositionais e de atividade de morcegos nas diferentes fitofisionomias do Pantanal ao longo do espaço e ao longo das grandes modificações ambientais que este bioma sofre ao longo do ano.

Será que as espécies abandonam determinados ambientes em épocas mais cheias ou mais secas? Como a mudança na estrutura e composição da vegetação por influência antropogênica influenciam a estrutura das comunidades de morcegos? Estas são importantes perguntas que perspectivamos vir a responder no futuro.

REFERÊNCIAS

ADÂMOLI, JORGE. Zoneamento ecológico do Pantanal baseado no regime de inundações. **Encontro sobre sensoriamento remoto aplicado a estudos no pantanal**, v. 1, p. 15-17, 1995.

AGUIAR, Ludmilla; ANTONINI, Yasmine. Diet of two sympatric insectivores bats (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Cerrado of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 1, p. 28-31, 2008.

AGUIAR, Ludmilla; MARINHO-FILHO, Jader. Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic forest. **Acta Chiropterologica**, v. 9, n. 1, p. 251-260, 2007.

AGUILAR, Adriana Patricia Arias et al. Morcegos insetívoros aéreos neotropicais: identificação acústica e padrões de estruturação de assembleias. 2017.

AHLEN, Ingemar; BAAGØE, Hans J. Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. **Acta Chiropterologica**, v. 1, n. 2, p. 137-150, 1999.

ALDRIDGE, H. D. J. N.; RAUTENBACH, I. L. Morphology, echolocation and resource partitioning in insectivorous bats. **The Journal of Animal Ecology**, p. 763-778, 1987.

ALHO, Cleber José Rodrigues et al. Bat-species richness in the Pantanal floodplain and its surrounding uplands. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1, p. 311-320, 2011.

ALLEN-WARDELL, Gordon et al. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation biology**, p. 8-17, 1998.

ANDERSON, Marti J.; WALSH, Daniel Cl. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing? **Ecological monographs**, v. 83, n. 4, p. 557-574, 2013.

ARIAS-AGUILAR, Adriana et al. Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. **Mammal Research**, v. 63, p. 231-253, 2018.

ARLETTAZ, Raphaël; JONES, Gareth; RACEY, Paul A. Effect of acoustic clutter on prey detection by bats. **Nature**, v. 414, n. 6865, p. 742, 2001.

BADER, Elias et al. Mobility explains the response of aerial insectivorous bats to anthropogenic habitat change in the Neotropics. **Biological Conservation**, v. 186, p. 97-106, 2015.

BARATAUD, Michel et al. Identification et écologie acoustique des chiroptères de Guyane française. **Le Rhinolophe**, v. 19, n. 1, p. 103-145, 2013.

BARROS, Ronald Souza Monteiro de; BISAGGIO, Eduardo Lage; BORGES, Roberto Cabral. Bats (Mammalia, Chiroptera) in urban forest fragments in Juiz de Fora City, Minas Gerais State, southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 1, p. 0-0, 2006.

BARROS, Marília Abero Sá de. **Atividade de morcegos insetívoros (mammalia, chiroptera) no pampa brasileiro: uso de habitat e sazonalidade**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

BERNARD, Enrico; AGUIAR, Ludmilla MS; MACHADO, Ricardo B. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries?. **Mammal Review**, v. 41, n. 1, p. 23-39, 2011.

BIANCONI, Gledson Vigiano; MIKICH, Sandra Bos; PEDRO, Wagner André. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, p. 943-954, 2004.

BROOKS, Robert T. Habitat-associated and temporal patterns of bat activity in a diverse forest landscape of southern New England, USA. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 3, p. 529-545, 2009.

BURNHAM, Kenneth P.; ANDERSON, David R. **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach**. Springer Science & Business Media, 2003.

CHAVERRI, Gloriana; QUIRÓS, Oscar E. Variation in echolocation call frequencies in two species of free-tailed bats according to temperature and humidity. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 142, n. 1, p. 146-150, 2017.

CHAVES, Thais Stefanski et al. **Padrões de atividade de morcegos insetívoros aéreos no limite sul da Mata Atlântica: influência de variáveis meteorológicas e do hábitat**. 2017.

CLARKE, Frank M. et al. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. **Journal of applied Ecology**, v. 45, n. 5, p. 1364-1371, 2008.

CLEVELAND, Cutler J. et al. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 4, n. 5, p. 238-243, 2006.

COLEMAN, Joanna L.; BARCLAY, Robert MR. Prey availability and foraging activity of grassland bats in relation to urbanization. **Journal of mammalogy**, v. 94, n. 5, p. 1111-1122, 2013.

DE MOURA, Nelson Antunes. Influência da área de murundus e abundância de artrópodes na distribuição e diversidade de anfíbios no Pantanal de Poconé, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**. ISSN 1983-7682, v. 8, n. 3, p. 330-348, 2015.

DENZINGER, Annette; SCHNITZLER, Hans-Ulrich. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. **Frontiers in physiology**, v. 4, p. 164, 2013.

DIAS-SILVA, Leonardo et al. Feeding and social activity of insectivorous bats in a complex landscape: The importance of gallery forests and karst areas. **Mammalian Biology**, v. 88, p. 52-63, 2018.

ERKERT, Hans G. Bats—flying nocturnal mammals. In: **Activity patterns in small mammals**. Springer, Berlin, Heidelberg, p.253-272. 2000.

ESTRADA-VILLEGAS, Sergio; MCGILL, Brian J.; KALKO, Elisabeth KV. Climate, habitat, and species interactions at different scales determine the structure of a Neotropical bat community. **Ecology**, v. 93, n. 5, p. 1183-1193, 2012.

FALCÃO, F. **Morcegos do planalto da Conquista: Efeitos da Estrutura da vegetação e da paisagem**. 2005. Dissertação, Mestrado em Ecologia, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

FENTON, M. Brock. The foraging behaviour and ecology of animal-eating bats. **Canadian Journal of Zoology**, v. 68, n. 3, p. 411-422, 1990.

FISCHER, Erich et al. Bats in the dry and wet Pantanal. **Hystrix**, v. 29, n. 1, 2018.

FUKUI, D. A. I. et al. Effect of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, n. 6, p. 1252-1258, 2006.

GHANEM, Simon J.; VOIGT, Christian C. Increasing awareness of ecosystem services provided by bats. In: **Advances in the Study of Behavior**. Academic Press, p. 279-302, 2012.

GRIFFIN, Donald R. The importance of atmospheric attenuation for the echolocation of bats (Chiroptera). **Animal Behaviour**, v. 19, n. 1, p. 55-61, 1971.

HAGEN, Elizabeth M.; SABO, John L. A landscape perspective on bat foraging ecology along rivers: does channel confinement and insect availability influence

the response of bats to aquatic resources in riverine landscapes?. **Oecologia**, v. 166, n. 3, p. 751-760, 2011.

HASTIE, T. J.; TIBSHIRANI, R. J. **Generalized Additive Models**. Chapman & Hall/CRC. 1990.

HAYES, John P. Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. **Journal of Mammalogy**, v. 78, n. 2, p. 514-524, 1997.

HINTZE, Frederico; BARBIER, Eder; BERNARD, Enrico. Emballonuridae Gervais, 1855 (Chiroptera) of Reserva Biológica de Saltinho (Atlantic Forest), in Brazil, revealed by echolocation. **Check List**, v. 12, n. 4, p. 1925, 2016.

HOFMANN, Gabriel Selbach. **Taiassuídeos simpátricos no norte do pantanal brasileiro: implicações da estacionalidade climática, do uso da terra e da presença de uma espécie invasora nas interações competitivas entre caaititus (Pecari tacaju) e queixadas (tayassu pecari)**. 2013.

IBGE. Mapa de Biomas e Vegetação. 2004. Disponível em: <
<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> >
Acesso em: 14 ago. 2018.

JUNG, Kirsten; KALKO, Elisabeth KV. Adaptability and vulnerability of high flying Neotropical aerial insectivorous bats to urbanization. **Diversity and Distributions**, v. 17, n. 2, p. 262-274, 2011.

KALKO, Elisabeth KV. Echolocation signal design, foraging habitats and guild structure in six Neotropical sheath-tailed bats (Emballonuridae). In: **Symposia of the Zoological Society of London**. London: The Society, 1960-1999. p. 259-276, 1995.

KALKO, El KV. Schnitzler H. U. How ecolocating bats approach and acquire food. Pages 197–204 in Kunz TH, Racey PA, eds. **Bat biology and conservation**, p. 197-204, 1998.

KALKO, Elisabeth KV et al. Flying high—assessing the use of the aerosphere by bats. **Integrative and Comparative Biology**, v. 48, n. 1, p. 60-73, 2008.

KUNZ, T. H. & PIERSON, E. D. Bats of the World: An Introduction. In: NOWAK, Ronald M. et al. **Walker's bats of the world**. JHU Press, 1994.

KUNZ, Thomas H. et al. **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. 2009.

KUNZ, Thomas H. et al. Ecosystem services provided by bats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1223, n. 1, p. 1-38, 2011.

KUSCH, Jürgen et al. Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. **FOLIA ZOOLOGICA-PRAHA**-, v. 53, n. 2, p. 113-128, 2004.

LONGO, J. M. et al. Ocorrência de *Vampyressa pusilla* (Chiroptera, Phyllostomidae) no Pantanal sul. **Biota Neotrop**. 7: 369-372, 2007.

LÓPEZ-BAUCELLS, A. et al. **Field guide to Amazonian bats**. 2016.

MARQUES, J. Tiago; RAMOS PEREIRA, M. J.; PALMEIRIM, J. M. Patterns in the use of rainforest vertical space by Neotropical aerial insectivorous bats: all the action is up in the canopy. **Ecography**, v. 39, n. 5, p. 476-486, 2015.

MENDES, Eduardo S. et al. Bat richness and activity in heterogeneous landscapes: guild-specific and scale-dependent?. **Landscape ecology**, v. 32, n. 2, p. 295-311, 2017.

MENON, Amrita Madhukumar; PEREIRA, Maria João Ramos; DE SOUZA AGUIAR, Ludmilla Moura. Are automated acoustic identification software reliable for bat surveys in the Neotropical region?. **PeerJ PrePrints**, 2018.

MILITÃO, Garcez; SANCHO, Elba. **Padrão de atividade temporal de morcegos insetívoros no Cerrado**. 2017.

MORAS, Ligiane M.; BERNARD, Enrico; GREGORIN, Renato. Bat assemblages at a high-altitude area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Mastozoología neotropical**, v. 20, n. 2, p. 269-278, 2013.

MORRIS, Adam D.; MILLER, Darren A.; KALCOUNIS-RUEPPELL, MATINA C. Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. **The Journal of Wildlife Management**, v. 74, n. 1, p. 26-34, 2010.

MULLER, Marília Feleciano; DOS REIS, Nelio Roberto. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). **Revista brasileira de Zoologia**, v. 9, n. 3-4, p. 345-355, 1992.

MUTUMI, Gregory L.; JACOBS, David S.; WINKER, Henning. Sensory drive mediated by climatic gradients partially explains divergence in acoustic signals in two horseshoe bat species, *Rhinolophus swinnyi* and *Rhinolophus simulator*. **PloS one**, v. 11, n. 1, p. e0148053, 2016.

NOGUEIRA, Marcelo R.; PERACCHI, Adriano L. Fig-seed predation by 2 species of Chiroderma: discovery of a new feeding strategy in bats. **Journal of Mammalogy**, v. 84, n. 1, p. 225-233, 2003.

NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W. J. Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grasslands. **Applied Vegetation Science**, v. 7, n. 1, p. 103-110, 2004.

OCHOA, José; O'FARRELL, Michael J.; MILLER, Bruce W. Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela. **Acta Chiropterologica**, v. 2, n. 2, p. 171-183, 2000.

O'DONNELL, Colin FJ. Influence of season, habitat, temperature, and invertebrate availability on nocturnal activity of the New Zealand long-tailed bat (*Chalinolobus tuberculatus*). **New Zealand Journal of Zoology**, v. 27, n. 3, p. 207-221, 2000.

O'FARRELL, Michael J.; MILLER, Bruce W. Use of Vocal Signatures for the Inventory of Free-flying Neotropical Bats 1. **Biotropica**, v. 31, n. 3, p. 507-516, 1999.

OLIVEIRA-FILHO, AT de; FURLEY, Peter A. Monchão, cocuruto, murundu. **Ciência Hoje**, v. 11, n. 61, p. 30-37, 1990.

OLIVEIRA-FILHO, de Ary Teixeira. Floodplain 'murundus' of Central Brazil: evidence for the termite-origin hypothesis. **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, n. 1, p. 1-19, 1992.

OLIVEIRA, Marcione Brito de. **Implicações do mosaico da paisagem na estrutura e composição de espécies de quirópteros no norte do Pantanal**. 2016.

PAGLIA, Adriano P. et al. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. **Occasional papers in conservation biology**, v. 6, p. 76, 2012.

PATTERSON, Bruce D.; WILLIG, Michael R.; STEVENS, Richard D. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. **Bat ecology**, v. 9, p. 536-57, 2003.

PENATTI, Natasha Costa et al. Satellite-based hydrological dynamics of the world's largest continuous wetland. **Remote Sensing of Environment**, v. 170, p. 1-13, 2015.

PERACCHI, Adriano L.; NOGUEIRA, Marcelo R. Lista anotada dos morcegos do Estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. **Chiroptera Neotropical**, v. 16, n. 1, p. 508-519, 2010.

RACEY, P. A.; SWIFT, S. M. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. **The Journal of Animal Ecology**, p. 205-215, 1985.

RACEY, P. A. Ecology of European bats in relation to their conservation. **Bat biology and conservation**, p. 249-260, 1998.

RAINHO, Ana; AUGUSTO, Ana M.; PALMEIRIM, Jorge M. Influence of vegetation clutter on the capacity of ground foraging bats to capture prey. **Journal of Applied Ecology**, v. 47, n. 4, p. 850-858, 2010.

RAMOS PEREIRA, et al. Vertical stratification of bat assemblages in flooded and unflooded Amazonian forests. **Current Zoology**, v. 56, n. 4, p. 469-478, 2010.

REIS, Nelio Roberto et al. (Ed.). **História natural dos morcegos brasileiros: chave de identificação de espécies**. Technical Books Editora, 2017.

REISKIND, Michael H.; WUND, Matthew A. Experimental assessment of the impacts of northern long-eared bats on ovipositing *Culex* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. **Journal of medical entomology**, v. 46, n. 5, p. 1037-1044, 2009.

RUSS, J. M.; BRIFFA, M.; MONTGOMERY, W. I. Seasonal patterns in activity and habitat use by bats (*Pipistrellus* spp. and *Nyctalus leisleri*) in Northern Ireland, determined using a driven transect. **Journal of Zoology**, v. 259, n. 3, p. 289-299, 2003.

RUSSO, Danilo; JONES, Gareth. Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. **Ecography**, v. 26, n. 2, p. 197-209, 2003.

SCHNEIDER, Maria Cristina et al. Rabies transmitted by vampire bats to humans: an emerging zoonotic disease in Latin America?. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 25, p. 260-269, 2009.

SCHNITZLER, Hans-Ulrich; KALKO, Elisabeth KV. Echolocation by Insect-Eating Bats: We define four distinct functional groups of bats and find differences in signal structure that correlate with the typical echolocation tasks faced by each group. **AIBS Bulletin**, v. 51, n. 7, p. 557-569, 2001.

SCHOWALTER, Timothy D. **Insect ecology: an ecosystem approach**. Academic Press, 2016.

SEGURA-TRUJILLO, Cintya A.; LIDICKER JR, William Z.; ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, Sergio Ticul. New perspectives on trophic guilds of arthropodivorous bats in North and Central America. **Journal of Mammalogy**, v. 97, n. 2, p. 644-654, 2016.

SILVA, Carina Rodrigues; BERNARD, Enrico. Bioacoustics as an important complementary tool in bat inventories in the Caatinga drylands of Brazil. **Acta Chiropterologica**, v. 19, n. 2, p. 409-418, 2017.

SLEEP, Darren JH; BRIGHAM, R. Mark. An experimental test of clutter tolerance in bats. **Journal of Mammalogy**, v. 84, n. 1, p. 216-224, 2003.

SNELL-ROOD, Emilie C. The effect of climate on acoustic signals: does atmospheric sound absorption matter for bird song and bat echolocation?. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 131, n. 2, p. 1650-1658, 2012.

STEVENS, Richard D. Gradients of bat diversity in Atlantic Forest of South America: environmental seasonality, sampling effort and spatial autocorrelation. **Biotropica**, v. 45, n. 6, p. 764-770, 2013.

TEAM, R. Core. R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2018.

TEWS, Jörg et al. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of biogeography**, v. 31, n. 1, p. 79-92, 2004.

THIES, W.; KALKO, EKV; SCHNITZLER, H. U. The past and future history of bat detectors. **Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis**, p. 6, 2004.

THOMAS, Jeanette A.; MOSS, Cynthia F.; VATER, Marianne (Ed.). **Echolocation in bats and dolphins**. University of Chicago Press, 2004.

TORQUETTI, Camila G.; SILVA, Marcos Xavier; TALAMONI, Sônia A. Differences between caves with and without bats in a Brazilian karst habitat. **Zoologia (Curitiba)**, v. 34, 2017.

VAUGHAN, Nancy; JONES, Gareth; HARRIS, Stephen. Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method. **Journal of Applied Ecology**, p. 716-730, 1997.

ANEXO 1

ANEXO. Tabela: Coeficientes e estimativas dos melhores modelos selecionados ($\Delta AIC = 0$) para explicar a atividade de navegação e de forrageamento dos morcegos. Variáveis preditoras: Tmed=temperatura média dos intervalos de 30 minutos e habitats: Cambarazal, Campo, Pimenteiral Rio.

$\Delta AIC = 0$						
	Independent variables	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
Atividade de navegação	(Intercept)	-22.042	9.6886	-2.275	0.023409	*
	Tmed	0.3831	0.3918	3.797	0.000168	***
Atividade de navegação	(Intercept)	-1.833	6.339	0.289	0.7726	
	Cambarazal	14.729	6.598	2.232	0.0261	*
	Campo	6.284	6.523	0.963	0.3359	
	Pimenteiral	1.5	8.965	0.167	0.8672	
	Rio	39.354	7.088	5.553	5.03E-08	***
Atividade de navegação	(Intercept)	-28.888	10.1174	-2.855	0.004516	**
	Tmed	1.3785	0.3575	3.856	0.000134	***
	Cambarazal	11.4926	6.5447	1.756 3	0.079824	.
	Campo	3.1338	6.4686	0.484	0.628318	
	Pimenteiral	-1.9722	8.8649	-0.222	0.824051	
Atividade Forrageamento	(Intercept)	-4.09036	1.31647	-3.107	0.002018	**
	Tmed	0.20329	0.05324	3.818	0.000155	***
Atividade Forrageamento	(Intercept)	9.19E-15	9.53E-01	0.000	1.0000	
	Cambarazal	1.00E+00	9.91E-01	1.009	0.314	
	Campo	8.04E-01	9.80E-01	0.82	0.413	
	Pimenteiral	5.90E-15	1.35E+00	0.000	1.0000	
	Rio	1.46E+00	1.07E+00	1.369	0.172	
Atividade Forrageamento	(Intercept)	-4.4492	1.52209	-2.923	0.003656	**
	Tmed	0.19964	0.05378	3.712	0.000234	***
	Cambarazal	0.53126	0.9846	0.54	0.589781	
	Campo	0.34764	0.97315	0.357	0.721098	
	Pimenteiral	-0.50287	1.33365	-0.377	0.706323	
	Rio	0.97716	1.05687	0.925	0.355724	