



Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação

Instituto de Biociências

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**Fenologia reprodutiva e condição corpórea de três espécies de
morcegos insetívoros no sudeste do Pantanal**

Raphaela Icassatti Queiroz



Campo Grande

maio 2025

Fenologia reprodutiva e condição corpórea de três espécies de morcegos insetívoros no sudeste do Pantanal

Raphaela Icassatti Queiroz

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia, pelo Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Dr. Erich Fischer

Banca avaliadora

Dra. Carolina Ferreira Santos

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 79070-900 Campo Grande, MS

Dr. Fernando Gonçalves

Department of Evolutionary Biology and Environmental Studies, University of Zurich, Switzerland.

Dr. Marcelo Oscar Bordignon

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 79070-900 Campo Grande, MS.

Dr. Rafael Soares de Arruda

Universidade Federal de Mato Grosso, 78550-728 Sinop, MT.

“Sou uma filha da natureza...”

Clarice Lispector

Agradecimentos

Aos meus queridos pais, Elza Icassatti e Gilmagno Roney de Queiroz, pelo incentivo e auxílio durante essa trajetória. Sem vocês nada disso seria possível. Obrigada por serem a minha força.

Ao meu orientador Dr. Erich Fischer, que me proporcionou tantos ensinamentos durante todos esses anos. Sua orientação foi fundamental para o meu aprendizado. Agradeço pela sua paciência, palavras de incentivo, positividade, sabedoria e ajuda.

Ao laboratório BatGirls, pelo apoio da Carol, Hellen e Aléxia.

Às grandes amigas feitas durante o mestrado Aléxia Murgi, Jeane e em especial à Hellen Dias Lacerda. Agradeço imensamente pelo apoio, ensino e conselhos, assim como pelos momentos de alegria e risadas.

À minha amiga da vida Vívian Yuka, obrigada pelos conselhos e especialmente pela sua presença.

Aos meus queridos amigos de longa data, Vinícius Oliveira, Érica Sanches, Gabriel Bonessoni e Bárbara Bazhuni pelo cuidado e pelos momentos descontraídos.

Ao meu professor da graduação Dr. Ramon Mello que tornou possível meu sonho de trabalhar com morcegos.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), por disponibilizar a bolsa de mestrado.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC), pelas disciplinas cruciais para a minha formação acadêmica.

Agradeço a todos os colegas de laboratório, amigos, professores e familiares que torceram e contribuíram de alguma forma.

Índice

	Página
Resumo	1
Abstract	3
Introdução	5
Métodos	10
<i>Região de estudo</i>	10
<i>Espécies focais</i>	11
<i>Coleta de dados</i>	13
<i>Análise de dados</i>	14
Resultados	17
<i>Quantidade e classes de indivíduos registrados</i>	17
<i>Proporção de jovens e classes reprodutivas ao longo do ano</i>	17
<i>Correlações da frequência das fenofases com o clima</i>	18
<i>Condição corpórea</i>	22
Discussão	28
<i>Padrões reprodutivos</i>	28
<i>Temperatura e umidade</i>	30
<i>Condição corpórea</i>	32
Conclusões	35
Referências	38

Resumo

A variação das condições climáticas e da disponibilidade de recursos influencia fortemente o desenvolvimento e as fases reprodutivas das espécies, denominado de fenologia. Morcegos insetívoros tendem a apresentar diferentes padrões reprodutivos com a mudança de latitude e altitude, devido as diferentes zonas climáticas. A condição corpórea é influenciada pelos recursos disponíveis no ambiente e sucesso de forrageio. Valores elevados do Índice de Condição Corpórea (ICC) indica o acúmulo de reserva energética do indivíduo, sendo capaz de interferir nas fenofases e gerar gatilho reprodutivo. Neste estudo descrevemos a fenologia reprodutiva e condição corpórea de três espécies de morcegos insetívoros (*Myotis nigricans*, *Molossus molossus* e *Noctilio albiventris*) na região sul do Pantanal (sub-regiões Nhecolândia, Aquidauana e Miranda), utilizando banco de dados entre 1998 e 2009. O Pantanal apresenta duas estações longas e bem definidas, período úmido e período de seca. Insetos estão presentes em maior quantidade durante a estação chuvosa no Pantanal. *Molossus molossus* apresentou padrão reprodutivo monoéstrico sazonal, com um ciclo reprodutivo alinhado ao período de maior disponibilidade de recursos alimentares no Pantanal, durante a estação chuvosa. O registro de valores mais altos de condição corpórea para os machos adultos, fêmeas grávidas e fêmeas lactantes ocorreu durante o período chuvoso, o esperado devido a maior quantidade de insetos no ambiente. *Myotis nigricans* apresentou padrão reprodutivo poliéstrico, entretanto, nossos resultados não permitem identificar se houve um padrão sazonal ou uma reprodução longa não sazonal. Os valores mais altos do ICC das fêmeas reprodutivas, machos adultos e fêmeas adultas não reprodutivas foram encontrados durante a estação seca, enquanto para os machos e fêmeas jovens foram durante a estação chuvosa. No geral, não houve grandes diferenças de ICC entre os sexos e idades. *Noctilio albiventris* apresentou padrão poliéstrico

bimodal não sazonal, com ciclos reprodutivos durante a estação chuvosa e seca. O ICC oscilou em ambos os sexos durante as duas estações, devido ao padrão reprodutivo e forrageamento.

Palavras-chave: Chiroptera, condição corpórea, fenologia, Pantanal, sazonalidade

Abstract

Variations in climatic conditions and resource availability strongly influence the development and reproductive phases of species, known as phenology. Insectivorous bats tend to exhibit different reproductive patterns with changes in latitude and altitude, due to different climate zones. Body condition is influenced by available resources in the environment and foraging success. High values of the Body Condition Index (BCI) indicate the accumulation of energy stored in the individual, which interferes in the phenophases and trigger reproduction. In this study, we describe the reproductive phenology and body condition of three insectivorous bats (*Myotis nigricans*, *Molossus molossus* and *Noctilio albiventris*) in the Southern Pantanal (subregions of Nhecolândia, Aquidauana and Miranda), using a database from 1998 to 2009. The Pantanal has long and marked wet and dry seasons. Insects are available in greater numbers during the rainy season in the Pantanal. *Molossus molossus* presented a seasonal monoestrous reproductive pattern, alongside a reproductive cycle that is aligned with the period of pronounced food availability in the Pantanal, during the rainy season. Higher body condition values for adult males, and pregnant and lactating females were registered during the rainy season, as expected due to the greater number of insects in the environment. *Myotis nigricans* presented a polyestrous reproductive pattern, however, our results do not allow us to identify whether there was a seasonal pattern or a long aseasonal reproduction. The highest BCI values of reproductive females, adult males and non-reproductive adult females were found during the dry season, while young males and females were during the rainy season. Overall, there were no major differences in BCI between gender and ages. *Noctilio albiventris* presented a bimodal polyestrous pattern, with reproductive cycles during the rainy and dry seasons. The BCI

fluctuated in both genders during the two seasons, due to reproductive and foraging patterns.

Keywords: Body condition, Chiroptera, Pantanal, phenology, seasonality

Introdução

O crescimento, desenvolvimento e as fases reprodutivas dos seres vivos são geralmente moldados por fatores ambientais sazonais ou supra anuais. A fenologia é o estudo dos fenômenos periódicos do ciclo de vida das plantas e animais em relação a variação das condições climáticas e disponibilidade de recursos no ambiente. Em geral, a ocorrência de fenofases reprodutivas apresenta um padrão sazonal bem marcado entre espécies e/ou populações em regiões de maior sazonalidade climática e mais frias, em latitudes e altitudes mais altas, enquanto espécies/populações em regiões pouco sazonais e mais quentes podem apresentar fenofases mais bem distribuídas ao longo do ano (Scranton & Amarasekare 2017; Roslin et al. 2021). Entretanto, apesar dessa tendência geral, há diferenças significativas quanto a magnitude e direção das respostas fenológicas entre diferentes espécies e grupos tróficos, associadas às características particulares de história de vida (Voigt et al. 2003; Thackeray et al. 2016). Entre as espécies de morcegos há grande variação de padrões reprodutivos, desde padrão amodal (ausência de picos reprodutivos sazonais), unimodal (um único pico reprodutivo durante o ano), até bimodal ou polimodal (respectivamente, com dois ou mais de dois picos reprodutivos durante o ano). Ciclos reprodutivos foram identificados com três padrões principais: sazonalmente monoéstrico, sazonalmente poliéstrico e poliestria não sazonal (Jerrett 1979). Essa classificação foi estendida para 10 padrões reprodutivos diferentes observados em espécies de morcegos africanos (Happold & Happold 1990; Racey & Entwistle 2000). Uma vez que a demanda por recursos tende a ser mais alta durante a reprodução, os padrões reprodutivos podem ser parcialmente moldados pela variação sazonal da disponibilidade de recursos chaves ou centrais, levando a diferenças fenológicas entre espécies de morcegos com hábitos alimentares divergentes (e.g.,

frugívoros, nectarívoros, e insetívoros) conforme a oferta de seus recursos centrais ao longo do ano (Durant et al. 2013).

A condição corpórea é uma medida de reserva energética do indivíduo, sendo um indicador da sua capacidade física, que por sua vez está relacionada ao sucesso de forrageio e às condições ambientais, que podem ser mais ou menos favoráveis em diferentes períodos ou locais (Schulte-Hostedde et al. 2001; Cattet et al. 2002). Assim, índices de condição corpórea (ICC) têm sido usados para inferências de bem estar de um determinado indivíduo com base no acúmulo de nutrientes, gordura e massa muscular, entre outros (Atkinson & Ramsay 1995). Com base na condição corpórea é possível inferir se um animal apresenta algum nível estresse, geralmente associado a falta de recursos alimentares e/ou condições climáticas desfavoráveis, devido a mudanças sazonais ou distúrbios ambientais, ou ainda associado a competição ou doenças (Jakob et al. 1996; Cabrera 2013; Galbiati 2013). Por outro lado, uma condição corpórea elevada indica um indivíduo mais propenso ao sucesso reprodutivo, com mais capacidade de defesa, de ajuste fisiológico às condições ambientais, e maiores chances de sobrevivência (Cabrera 2013; Magalhães et al. 2014; Amorim et al. 2015). Devido a flutuações da disponibilidade de alimentos, a condição corpórea tende a variar ao longo das estações do ano (Speakman 1986, 1997) e, portanto, as fenofases reprodutivas das espécies também podem estar associadas à variação da condição corpórea dos indivíduos, com períodos de maior acúmulo de reserva energética funcionando como um gatilho reprodutivo, e períodos de baixa reserva e maior consumo energético durante a reprodução (Moya-Laraño et al. 2008).

Há diferentes métodos para medir a condição corpórea dos indivíduos, sendo necessária a eutanásia para medidas com grande precisão. Entretanto, esse procedimento pode causar impacto negativo sobre as populações devido à coleta de exemplares, e

também não permite medições repetidas no caso de estudos prolongados sobre um conjunto de indivíduos (Pearce et al. 2008). Para espécies de morcegos, grande parte dos estudos utiliza o índice proposto por Pearce et al. (2008), que encontraram que a massa corporal do indivíduo relativa ao comprimento do seu antebraço (i.e., a divisão da massa pelo comprimento) representa um indicador (*proxy*) da condição corpórea, e uma forma alternativa eficiente para avaliar diferenças de condição corpórea entre indivíduos coespecíficos.

Os morcegos (Chiroptera) contrastam com pequenos mamíferos de outras ordens por apresentarem grande longevidade (4 a 30 anos), reprodução prolongada, gestação longa (2 a 11 meses dependendo da espécie) e prole pequena a cada evento reprodutivo, geralmente um filhote por gestação (Tuttle & Stevenson 1982; Racey & Entwistle 2000; Barclay et al. 2004). Durante a gravidez, o feto pode alcançar de 20 a 30% da massa total da fêmea e o filhote pode atingir aproximadamente 75% da massa da mãe até o desmame (Barclay & Harder 2003; Nurul-Ain 2017). Considerando o tamanho corpóreo pequeno e o deslocamento em voo, o armazenamento de gordura corporal é relativamente baixo, com estoque de energia para poucos dias, tornando a reprodução energeticamente muito custosa entre os morcegos (Kurta et al. 1989).

Consequentemente, as fases reprodutivas mais dispendiosas, como a lactação, devem coincidir com períodos de maior disponibilidade de recursos alimentares. Entre os machos, há um aumento de gasto energético durante a espermatogênese, um processo que pode ocorrer durante a segunda estação favorável ou no primeiro período de seis meses de alimento abundante (Speakman & Racey 1986), porém o custo energético dos machos para a produção de gametas é inferior ao custo reprodutivo das fêmeas (Racey & Entwistle 2000; Cryan & Wolf 2003). Assim, em geral, o sucesso reprodutivo das espécies de morcegos pode depender do ajuste das fases reprodutivas com períodos de

maior disponibilidade de recursos, principalmente do ponto de vista das fêmeas, que tenderiam a apresentar variações sazonais da condição corpórea mais bem marcadas do que os machos (Bronson 1985; Nurul-Ain 2017).

Morcegos insetívoros predam grande quantidade de insetos por noite, fornecendo importante serviço ecossistêmico para o controle de pragas agrícolas. Contribuem para uma economia em agrotóxicos da ordem de 2 a 29% do custo da safra de algodão no Texas e uma economia de US\$ 23 bilhões por ano na indústria agrícola dos EUA (Cleveland et al. 2006; Boyles et al. 2011; Moiseienko & Vlaschenko 2021). No Brasil, morcegos insetívoros podem proporcionar uma economia de US\$ 390 milhões por colheita de milho (Aguiar et al. 2021). Em razão da alta demanda de insetos presas, espécies de morcegos insetívoros podem ajustar suas atividades reprodutivas em função da variação sazonal da disponibilidade de insetos no ambiente, principalmente com respeito às fases reprodutivas das fêmeas, que apresentam maior gasto energético e consequentemente maior demanda por recursos. Por exemplo, a taxa média de alimentação noturna das fêmeas de *Tadarida brasiliensis* (Molossidae) tende a dobrar durante a gravidez e a triplicar na primeira metade da lactação (Kunz et al. 1995). A riqueza e a abundância de insetos herbívoros são diretamente dependentes da disponibilidade e diversidade de plantas hospedeiras (Araújo et al. 2003). A área de distribuição, a qualidade e a quantidade de recursos oferecidos pelas plantas hospedeiras influenciam os padrões de distribuição temporal e espacial dos insetos herbívoros (Lewinsohn et al. 2005). Em regiões que apresentam sazonalidade bem marcada em períodos secos e úmidos, como no Pantanal (Algarve et al. 2020), a produção de biomassa vegetal (ramos, folhas, frutos) é significativamente maior na estação úmida (Franco 2002), levando ao aumento de insetos de vida livre (Janzen 1973; Bettiol et al. 2017); fenômeno também observado no Pantanal (Araújo 2013; Algarve et al. 2020).

Assim, é esperado que espécies de morcegos insetívoros apresentem as fases reprodutivas mais custosas (gravidez e lactação) ajustadas ao período úmido.

Embora uma gama de estudos trate da condição corpórea ou fenologia reprodutiva de espécies de morcegos, os dados disponíveis são ainda insuficientes para o amplo conhecimento do grupo, principalmente entre espécies insetívoras tropicais (de Oliveira et al. 2017). Em zonas temperadas, Speakman & Racey (1986) reportaram a influência da arborização sobre a condição corpórea e o desenvolvimento sexual de machos de *Plecotus auritus* (Vespertilionidae). Eles encontraram que áreas densamente arborizadas continham machos com melhor condição corpórea e mais desenvolvidos sexualmente do que os machos em áreas escassamente arborizadas, apoiando a hipótese de que morcegos insetívoros em zonas temperadas não atingem a maturidade no verão do seu nascimento pela incapacidade de alcançar condição corporal suficiente para a espermatogênese antes que a disponibilidade de insetos aéreos diminua. Para outras duas espécies de vespertilionídeos, *Myotis daubentonii* e *Hypsugo savii*, a condição corpórea dos indivíduos apresentou variação sazonal e diferenças entre os sexos, resultados relacionados aos efeitos combinados da flutuação sazonal da disponibilidade de alimento e pressão evolutiva divergente sobre as estratégias reprodutivas de fêmeas e machos (Rughetti & Toffoli 2014). A condição corpórea também pode ser afetada pela degradação de habitats, como encontrado para morcegos frugívoros *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae) em áreas com diferentes níveis de conservação em Minas Gerais, sugerindo condição corpórea mais baixa em regiões metropolitanas (Melo et al. 2012).

Alterações climáticas podem afetar o sucesso reprodutivo dos indivíduos e a manutenção de populações em função de desajustes entre a disponibilidade da oferta de recursos-chaves e as condições que desencadeiam as fases reprodutivas dos indivíduos (Renner & Zohner 2018; Roslin et al. 2021). Portanto, o conhecimento dos padrões

fenológicos é importante para antever possíveis efeitos de mudanças climáticas sobre a biologia reprodutiva das espécies (Scranton & Amarasekare 2017). Em planícies sazonalmente inundáveis, como a do Pantanal, as condições físicas e a disponibilidade de recursos são contrastantes entre as estações, e suscetíveis a variações supra anuais determinadas pelo regime hídrico em regiões adjacentes. A fauna de morcegos do Pantanal compreende 67 espécies conhecidas, representando 37% da riqueza de quirópteros do Brasil (Garbino et al. 2020; Fischer et al. 2022). Embora abrigue grande riqueza de morcegos, não há estudos sobre a fenologia e a condição corpórea das espécies no Pantanal. Neste estudo, descrevo a fenologia reprodutiva e a variação sazonal da condição corpórea das três espécies de morcegos insetívoros mais frequentemente capturadas na região sul do Pantanal – *Molossus molossus* (Molossidae), *Myotis nigricans* (Vespertilionidae) e *Noctilio albiventris* (Noctilionidae). Adicionalmente, avalio diferenças sazonais da condição corpórea entre os sexos e idades (jovens ou adultos) para cada espécie, assim como a variação da frequência das fenofases e mudanças da condição corpórea com respeito a pluviosidade e temperatura mensais.

Material e métodos

Região de estudo

O Pantanal compreende vasta planície inundável (150,355 km²) localizada na região central da América do Sul, abrangendo parte da Bolívia e Paraguai, mas principalmente os estados brasileiros de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (ca. 140,000 km²) (Alho et al. 2019). O clima da região é do tipo Aw, de Köppen, que corresponde à zona climática tropical megatérmico, com chuvas no verão e inverno seco (Hasenack et al. 2003; Salis & de Mattos 2010). A temperatura anual média é de 25,5 °C, com variação sazonal entre

-1 e 41 °C. As temperaturas máximas ocorrem entre outubro e janeiro, e as mínimas em junho e julho (Alho et al. 1988; Hasenack et al. 2003; Salis & de Mattos 2010; Pereira et al. 2012). O período chuvoso ocorre de novembro a março, com estação seca pronunciada de abril a outubro. A precipitação anual varia entre 1200 e 1350 mm na porção norte, entre 710 e 1200 mm na porção sul, e pluviosidade abaixo de 700 mm na porção central do Pantanal (Assine et al. 2015). A vegetação, composta por espécies provenientes de diferentes domínios fitogeográficas (Cerrado, Chaco, Mata Atlântica e Amazônia), forma um mosaico de ambientes que inclui manchas (capões) e galerias de florestas decíduas ou semidecíduas entremeadas a formações savânicas lenhosas e campestres, e vegetação aquática (Felfili et al. 2005; Silva et al. 2007). O Pantanal está dividido em sub-regiões com base em diferenças da paisagem por influência de diferentes sub-bacias (Hamilton et al. 1996). O ciclo sazonal de inundação é mais regular nas sub-regiões ao norte, com padrão de inundação unimodal e mudanças graduais do nível d'água. As sub-regiões ao sul, podem apresentar variações de curto prazo sem picos de inundação bem marcados em todos os anos.

Espécies focais

O presente estudo foca três espécies de morcegos insetívoros comuns no Pantanal (Fischer et al. 2018) – *Molossus molossus* (Pallas 1766) (Molossidae), *Myotis nigricans* (Schinz 1821) (Vespertilionidae), e *Noctilio albiventris* Desmarest, 1818 (Noctilionidae) – para as quais foram obtidas maior quantidade de capturas em diferentes meses do ano. As três espécies são amplamente distribuídas nos neotrópicos, do México ao norte da Argentina; *M. molossus* também ocorre na Flórida e Caribe (Wilson 1971; Reis et al. 2017).

Molossus molossus (massa = 15 g, antebraço = 39,5 mm) ocupa regiões úmidas ou secas, em áreas urbanas, periurbanas, florestas densas, e campos abertos (Pacheco et al. 2010; Reis et al. 2017). Consome insetos duros e macios, como hemípteras, coleópteras, odonatas e dípteras (Aguirre 2003). *Myotis nigricans* (massa = 4,25 g, antebraço = 33 mm) ocupa áreas naturais e periurbanas (Wilson & LaVal 1974; Pacheco 2010), e consome insetos de diferentes ordens, como Ephemeroptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera e Orthoptera (Santos 1995; Siemers et al. 2001). *Noctilio albiventris* (massa = 31,5 g, antebraço = 70 mm) é encontrada em áreas com a presença de rios ou lagos, e consome principalmente insetos associados a corpos d'água, incluindo Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Diptera e Odonata (Aguirre 2003; Reis et al. 2017). Em contraste com as duas espécies anteriores, essencialmente insetívoras, *N. albiventris* eventualmente consome frutos e pequenos peixes (Kalko et al. 1998; Gonçalves et al. 2007).

Na Caatinga, nordeste do Brasil, foi registrada poliestria em *Molossus molossus*, com picos de fêmeas grávidas no início e final da estação úmida. Por outro lado, na Ilha de Itacuruçá, Mata Atlântica, as fêmeas apresentaram padrão monoéstrico e reprodução na estação úmida (Fabián & Marques 1989; Freitas 2012). Os machos de *M. molossus* sexualmente ativos (com espermatozoides no epidídimo) são encontrados ao longo de quase todo o ano, uma vez que após o amadurecimento sexual conseguem armazenar espermatozoides (Fabián & Marques 1989). Entretanto, nos meses de mais precipitação há um investimento maior no armazenamento de espermatozoides (Arandas 2018). *Myotis nigricans* também pode apresentar mudanças de padrões reprodutivos conforme o ambiente onde estão inseridos (Racey & Entwistle 2000). Para essa espécie, foi encontrada monoestria no Equador (Tamsitt & Valdivieso 1963; Tamsitt et al. 1964; Mottin et al. 2018), e poliestria em Barro Colorado, Panamá, e região de floresta

ombrófila densa no Brasil (Wilson & Findley 1970; Wilson 1971; Mottin et al. 2018). Para *N. albiventris*, Nogueira e Pol (1998) encontraram padrão poliétrico bimodal em região da Caatinga, norte de Minas Gerais, com picos de nascimentos no início e no final da estação chuvosa.

Coleta de dados

Para este estudo foram reunidos dados tomados entre 1998 e 2009 em 15 sítios no sudeste do Pantanal, abrangendo três sub-regiões adjacentes (Aquidauana, Miranda e Nhecolândia) e semelhantes quanto à pluviosidade e à temperatura média mensal (Figura 1). O conjunto de dados inclui 105 noites de capturas, sendo em média ($\pm$ DP) $10 \pm 4,8$ noites por ano ($n = 12$ anos), e $9 \pm 2,7$ noites em cada mês do ano ($n = 12$ meses). A cada noite foram abertas entre uma e 12 redes de neblina de 12 x 2,6 m durante seis horas (1800 a 2400 h), compreendendo esforço global de pelo menos 36.024 h.m² (Tabela 1). O cálculo do esforço de capturas foi ligeiramente subestimado pois o número de redes não foi anotado em seis datas, casos em que foi considerada abertura de apenas uma rede.

Para cada indivíduo capturado, foram registrados o sexo, a idade (jovem ou adulto), a massa, o comprimento do antebraço, e o estágio reprodutivo das fêmeas adultas (não-reprodutivas, grávidas, lactantes e pós-lactantes). A idade foi determinada com base no exame da extensão da ossificação das epífises das falanges (Kunz & Anthony 1982). As fêmeas grávidas foram identificadas por palpação do abdome para verificação da presença de feto, a lactação foi determinada quando houve exsudação de leite após suave pressão sobre as mamas, e a pós-lactação quando não houve exsudação de leite após pressionamento e ausência de pelos ao redor dos mamilos (Zortéa 2003). Fêmeas adultas que não apresentaram alguma dessas características anteriores foram

classificadas como não-reprodutivas. Os indivíduos foram identificados no campo e soltos na mesma noite e local da captura, exceto alguns exemplares de cada espécie coletados para confirmação da identificação, com base na literatura taxonômica corrente, e depositados como material testemunho na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (ZUFMS).

Análise de dados

Inicialmente, todas as capturas, em diferentes sítios ou anos para cada espécie individualmente, foram agrupadas segundo o mês da captura. Devido à variação de esforço e tamanho amostral entre meses, as classes de idade, sexo e estágio reprodutivo foram tratadas como proporção (%). No caso de fêmeas simultaneamente lactantes e grávidas, o indivíduo foi computado duas vezes, uma em cada classe. A condição corpórea foi estimada com base na divisão da massa corporal (g) pelo comprimento de antebraço (mm) dos indivíduos, cujos valores representam Índice de Condição Corpórea (ICC) em termos de g mm^{-1} . A pluviosidade mensal e as médias mensais de temperatura máxima e temperatura mínima, para todos os meses entre janeiro de 1998 e dezembro de 2009 em cada sub-região (Aquidauana, Miranda, e Nhecolândia), foram extraídas da base CRU-TS 4.06 - WorldClim 2.1 (Fick & Hijmans 2017; Harris et al. 2020). Para avaliar se as fenofases e a condição corpórea estão correlacionadas com as variáveis climáticas, foi utilizada correlação de Spearman considerando os valores para cada mês do ano, i.e., a proporção de indivíduos em cada fenofase por mês, as médias de ICC por mês, e a pluviosidade e temperaturas máxima e mínima médias a cada mês entre todos os anos de amostragem; de forma consistente com o agrupamento dos dados de capturas. Para avaliar diferenças da condição corpórea entre classes de idade, sexo, e fases fenológicas de fêmeas, foi utilizada análise de variância.

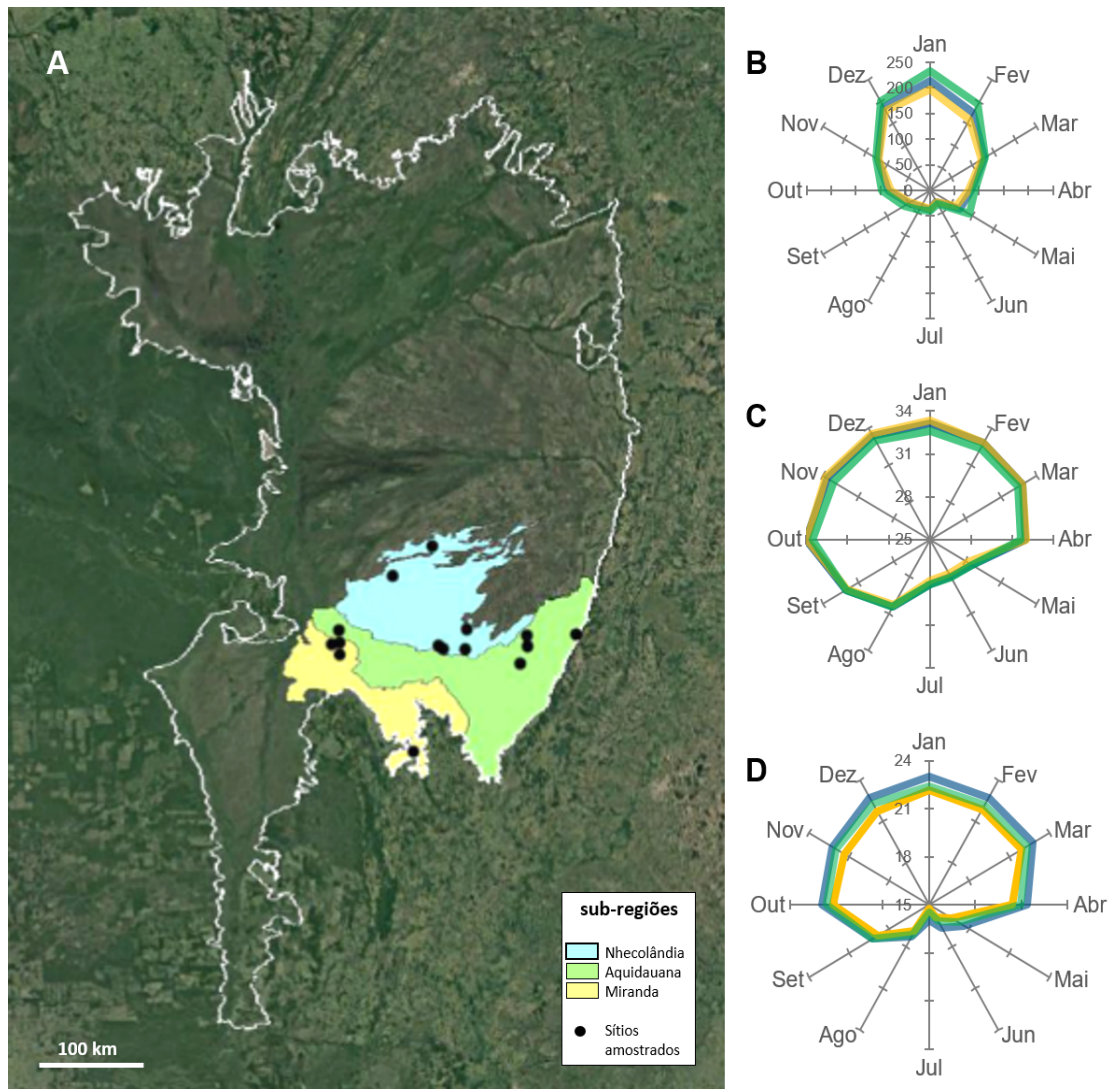


Figura 1. Limites da planície inundável do Pantanal (linha branca) e localização dos 15 sítios amostrados (pontos) em três sub-regiões – Nhecolândia, Aquidauana e Miranda (A); e médias mensais entre 1998 e 2009 da pluviosidade (B), temperatura máxima (C), e temperatura mínima (D) nas três sub-regiões (Nhecolândia = azul, Aquidauana = verde, Miranda = amarelo).

Tabela 1. Esforço de captura de morcegos por meio de redes de neblina por mês e ano na região sudeste do Pantanal, Mato Grosso do Sul. Valores correspondem a área das redes multiplicada pelo tempo em que permaneceram abertas (m² h). No ano 2001 não houve amostragem.

Ano	Mês												Total
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1998					2275,2	1327,2		189,6	1137,6	1137,6			6067,2
1999	1516,8	1137,6	948,0	1137,6	1516,8	758,4	758,4	189,6		189,6			8152,8
2000	568,8	1137,6	189,6		379,2	189,6			379,2		1327,2		4171,2
2002							948,0						948,0
2003	568,8		758,4			379,2		379,2	189,6		189,6		2464,8
2004	189,6	189,6	189,6	379,2					379,2			189,6	1516,8
2005	189,6	0,0	568,8	189,6		568,8		1516,8	189,6	758,4		758,4	4740,0
2006	189,6	189,6			379,2	189,6	189,6						1137,6
2007				2844,0	189,6				568,8				3602,4
2008							379,2	379,2	1137,6		948,0		2844,0
2009							189,6	189,6					379,2
Total	3223,2	2654,4	2654,4	4550,4	4740,0	3412,8	2464,8	2844,0	3981,6	2085,6	2464,8	948,0	36024,0

Resultados

Quantidade e classes de indivíduos registrados

Em todos os sítios e anos de amostragens foram capturados 337 indivíduos pertencentes às espécies focais, *Molossus molossus* (n = 80), *Myotis nigricans* (n = 128), e *Noctilio albiventris* (n = 129). Entre as classes de idade, adultos e jovens, foram registrados, respectivamente, 55 e 25 indivíduos de *M. molossus*, 72 e 57 de *M. nigricans*, e 59 e 70 de *N. albiventris*. Entre os sexos, foram registrados 42 fêmeas e 38 machos de *M. molossus*, 75 fêmeas e 53 machos de *M. nigricans*, e 71 fêmeas e 58 machos de *N. albiventris*. Entre as categorias reprodutivas de fêmeas adultas – grávidas (FAG), lactantes (FAL), pós-lactantes (FAPL), e não-reprodutivas (FANR) – foram registradas: 7 FAG, 3 FAL, 0 FAPL, e 15 FANR para *M. molossus*, 3 FAG, 18 FAL, 1 FAPL, e 22 FANR para *M. nigricans*, e 20 FAG, 0 FAL, 2 FAPL, e 22 FANR para *N. albiventris*.

Proporção de jovens e classes reprodutivas ao longo do ano

Fêmeas grávidas de *Molossus molossus* foram registradas em fevereiro, março, maio e novembro (Figura 2). Lactantes foram registradas em janeiro e fevereiro, e nenhuma pós-lactante foi registrada. Fêmeas adultas não reprodutivas foram encontradas de janeiro a outubro, com exceção de fevereiro, julho e setembro. Para *Myotis nigricans*, fêmeas grávidas ocorreram nos meses de fevereiro, julho e setembro, com dois picos, em fevereiro e setembro, ao passo que fêmeas lactantes foram capturadas nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, julho e outubro, com a maior frequência em outubro (Figura 2). Fêmeas pós-lactantes de *Myotis nigricans* foram registradas apenas no mês de julho, e adultas não reprodutivas de março a novembro, com exceção de setembro. Para *Noctilio albiventris*, fêmeas grávidas ocorreram em janeiro, abril, maio, junho e dezembro, com dois picos, sendo o maior em dezembro e o menor de abril a junho.

Fêmeas pós-lactantes foram registradas apenas em abril, e adultas não reprodutivas ocorreram em todos os meses com exceção de maio e dezembro (Figura 2).

Correlações da frequência das fenofases com o clima

A frequência mensal de fêmeas adultas lactantes (FAL) de *Myotis nigricans* foi positivamente correlacionada com a pluviosidade mensal ($r_{\text{Spearman}} = 0,64$; $p = 0,04$), e mostrou tendência positiva com a variação da temperatura média mensal (Figura 3), mas a correlação com a temperatura foi marginalmente não-significativa ($r_{\text{Spearman}} = 0,53$; $p = 0,09$). A frequência de fêmeas adultas não-reprodutivas (FANR) de *Molossus molossus* mostrou tendência negativa em relação a pluviosidade mensal ($r_{\text{Spearman}} = -0,65$; $p = 0,07$), e a de fêmeas lactantes dessa espécie mostrou tendência de variação positiva com a pluviosidade mensal ($r_{\text{Spearman}} = 0,71$; $p = 0,08$), embora marginalmente não-significativas (Figura 3). Para as demais fenofases de fêmeas dessas duas espécies não houve correlações significativas ou tendências de variação com a temperatura média mensal ou com a pluviosidade mensal, assim como para as fenofases de fêmeas de *N. albiventris* (Tabela 2).

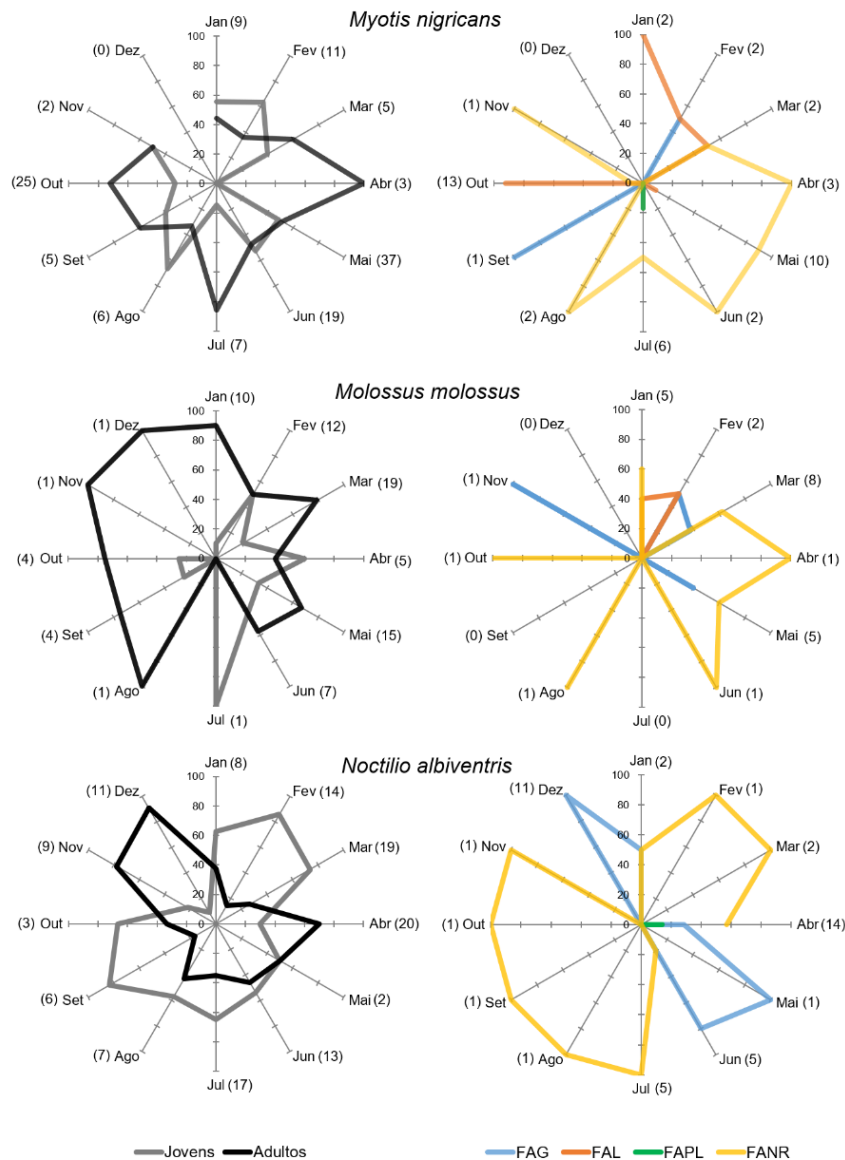


Figura 2. Proporção (%) de indivíduos jovens e adultos (à esquerda), e de fêmeas adultas grávidas (FAG), lactantes (FAL), pós-lactantes (FAPL), e não-reprodutivas (FANR) (à direita) por mês para os morcegos insetívoros *Myotis nigricans*, *Molossus molossus*, e *Noctilio albiventris* no sudeste do Pantanal, Brasil. As proporções de fêmeas por estágio reprodutivo consideram apenas o total de fêmeas adultas (excluem fêmeas jovens e machos).

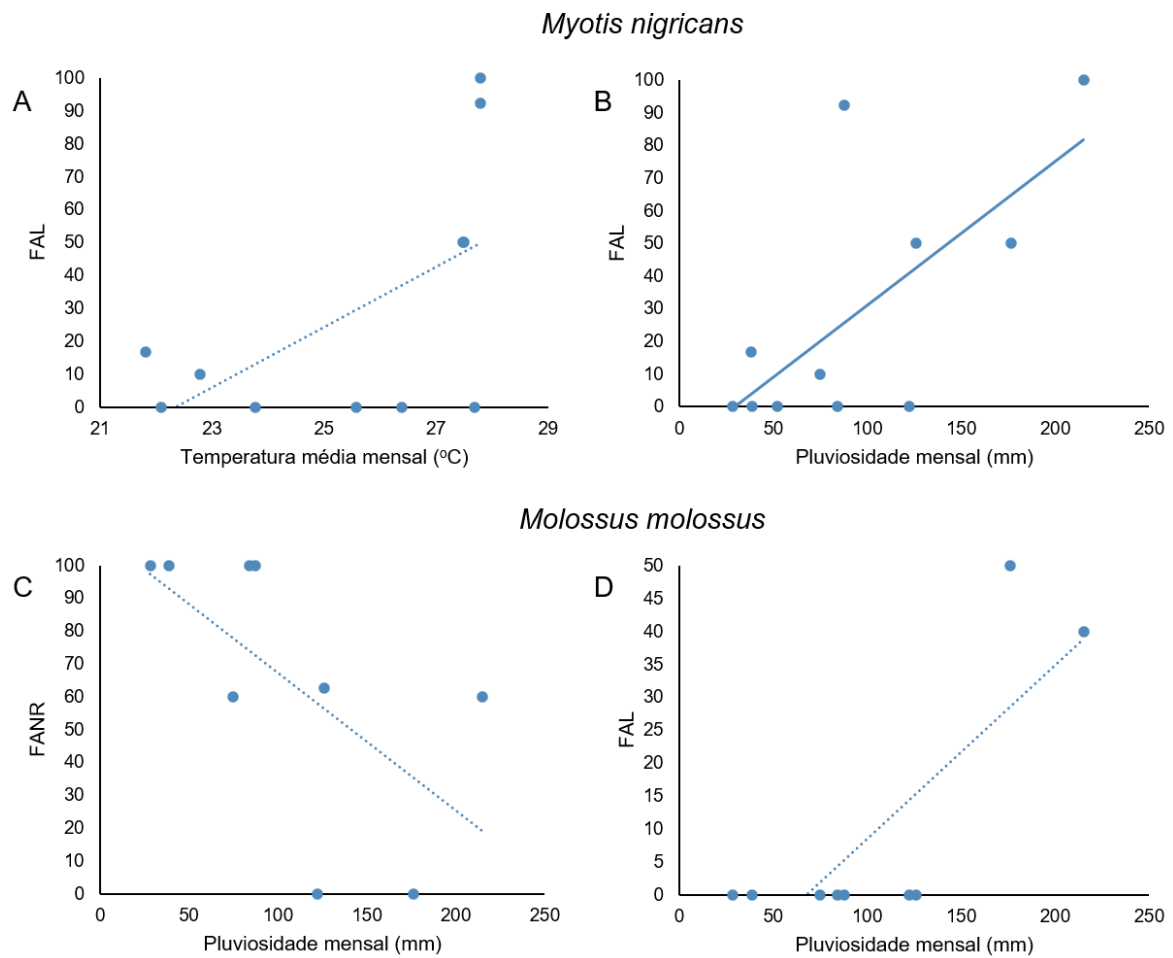


Figura 3. Variação da frequência mensal de fêmeas adultas lactantes (FAL) e não-reprodutivas (FANR) com respeito à variação da temperatura média mensal e pluviosidade mensal, para duas espécies de morcegos no Pantanal. Linhas pontilhadas indicam correlações (Spearman) marginalmente não significativas, e a linha contínua indica correlação significativa (ver Tabela 2).

Tabela 2. Resultados dos testes de correlação de Spearman entre a frequência de fêmeas adultas de três espécies de morcegos em diferentes fenofases e as variáveis climáticas temperatura e pluviosidade, no Pantanal. Em negrito, valores de $p < 0,10$.

Fenofases	Temperatura média mensal r (p)	Pluviosidade mensal r (p)
<i>Molossus molossus</i>		
Fêmeas adultas não-reprodutivas	-0,33 (0,39)	-0,65 (0,07)
Fêmeas grávidas	0,05 (0,90)	0,35 (0,37)
Fêmeas lactantes	0,37 (0,41)	0,71 (0,08)
Fêmeas pós-lactantes	-	-
<i>Myotis nigricans</i>		
Fêmeas adultas não-reprodutivas	-0,38 (0,25)	-0,49 (0,13)
Fêmeas grávidas	-0,27 (0,42)	-0,10 (0,76)
Fêmeas lactantes	0,53 (0,09)	0,64 (0,04)
Fêmeas pós-lactantes	-0,50 (0,12)	-0,40 (0,22)
<i>Noctilio albiventris</i>		
Fêmeas adultas não-reprodutivas	-0,07 (0,84)	-0,12 (0,72)
Fêmeas grávidas	0,07 (0,84)	0,12 (0,72)
Fêmeas lactantes	-	-
Fêmeas pós-lactantes	-0,04 (0,89)	-0,04 (0,89)

Condição corpórea

Os machos jovens de *Myotis nigricans* apresentaram maior valor de condição corpórea ($0,30 \text{ g.mm}^{-1}$) no mês de fevereiro (Figura 4). Em janeiro e março o ICC foi de $0,13$ - $0,15 \text{ g.mm}^{-1}$, respectivamente. Durante maio e junho houve um pequeno aumento ($0,18 \text{ g.mm}^{-1}$). Em agosto, setembro e outubro estes valores diminuíram para um valor aproximado ao de janeiro e março. Os machos adultos apresentaram valores mais baixos de ICC nos meses de janeiro, fevereiro e março ($0,14$ - $0,17 \text{ g.mm}^{-1}$). O ICC dos machos adultos aumentou nos meses de maio e junho ($0,19$ - $0,20 \text{ g.mm}^{-1}$), apresentou pico em setembro ($0,29 \text{ g.mm}^{-1}$), e a seguir uma forte redução em outubro ($0,18 \text{ g.mm}^{-1}$). As fêmeas jovens apresentaram o valor mais alto de ICC em fevereiro ($0,22 \text{ g.mm}^{-1}$), ao passo que o ICC nos meses de janeiro, maio, junho, julho, setembro e novembro se manteve entre $0,15$ - $0,17 \text{ g.mm}^{-1}$ (Figura 4). O menor valor de ICC registrado para fêmeas jovens foi em outubro ($0,13 \text{ g.mm}^{-1}$). Entre os meses de março, abril e maio a condição corpórea das fêmeas adultas não reprodutivas apresentou um aumento continuado, respectivamente $0,16$; $0,26$; $0,33 \text{ g.mm}^{-1}$. Em seguida, houve uma queda de maio a julho, de $0,21$ para $0,13 \text{ g.mm}^{-1}$; e o ICC em agosto foi semelhante ao de julho ($0,14 \text{ g.mm}^{-1}$). Nos meses de outubro e novembro a condição corpórea teve um pequeno aumento ($0,19$ e $0,16 \text{ g.mm}^{-1}$, respectivamente).

Os machos jovens de *Molossus molossus* apresentaram ICC igual a $0,35$ e $0,37 \text{ g.mm}^{-1}$ em março e abril, respectivamente; em maio houve um grande aumento, para $0,48 \text{ g.mm}^{-1}$, e no mês seguinte (junho) um declínio para $0,40 \text{ g.mm}^{-1}$ (Figura 4). Para os machos adultos, o valor da condição corpórea em janeiro foi de $0,40 \text{ g.mm}^{-1}$, e a seguir mostrou forte aumento e pico em fevereiro ($0,54 \text{ g.mm}^{-1}$). De março a junho houve uma redução continuada, de $0,50$ a $0,40 \text{ g.mm}^{-1}$; o ICC em setembro foi $0,30 \text{ g.mm}^{-1}$, em outubro $0,42 \text{ g.mm}^{-1}$ e em dezembro $0,50 \text{ g.mm}^{-1}$. O ICC das fêmeas jovens

de *M. molossus* oscilou entre meses subsequentes, com os maiores valores em fevereiro (0,42 g.mm⁻¹), junho (0,44 g.mm⁻¹), e outubro (0,40 g.mm⁻¹) (Figura 4). As fêmeas adultas não reprodutivas obtiveram um ICC de 0,39 g.mm⁻¹ em janeiro, enquanto nos meses seguintes houve um decréscimo gradual, com um valor de 0,34 g.mm⁻¹ em março e 0,32 g.mm⁻¹ em abril. No mês de maio a condição corpórea teve um aumento repentino para 0,43 g.mm⁻¹ e um decréscimo novamente em junho para 0,31 g.mm⁻¹. O ICC em agosto foi o mesmo de junho, enquanto em outubro subiu para 0,37 g.mm⁻¹.

Para *Noctilio albiventris*, o ICC dos machos jovens apresentou valores próximos em janeiro e fevereiro (0,44- 0,43 g.mm⁻¹), aumentou para 0,50 g.mm⁻¹ em março e decaiu novamente em abril (0,42 g.mm⁻¹), maio (0,43 g.mm⁻¹), e junho (0,43 g.mm⁻¹); atingindo valor mínimo em julho (0,35 g.mm⁻¹) (Figura 4). A partir de agosto houve aumento do ICC, de 0,38 g.mm⁻¹ para valores entre 0,43 e 0,47 g.mm⁻¹ em setembro, outubro e novembro. Dezembro foi marcado pela condição corpórea mais alta (0,56 g.mm⁻¹). Para os machos adultos, o ICC foi mais alto em fevereiro (0,56 g.mm⁻¹) e junho (0,55 g.mm⁻¹) do que nos demais meses em que houve capturas (janeiro, março, julho, agosto e novembro), quando os valores de ICC foram próximos, entre 0,50 e 0,48 g.mm⁻¹. Em fevereiro, as fêmeas jovens apresentaram ICC de 0,35 g.mm⁻¹, valor que subiu para 0,44 g.mm⁻¹ em março (maior valor registrado) e declinou para 0,41 g.mm⁻¹ em abril. A condição corpórea entre julho, agosto e setembro variou entre 0,34 e 0,36 g.mm⁻¹. Em novembro o ICC aumentou para 0,41 g.mm⁻¹. A condição corpórea das fêmeas adultas não reprodutivas foi 0,42 g.mm⁻¹ em janeiro e 0,39 g.mm⁻¹ em fevereiro (Figura 4). Em março houve um aumento marcante para 0,48 g.mm⁻¹ e uma queda novamente em abril, para 0,41 g.mm⁻¹. Em junho foi registrada a condição corpórea mais alta (0,57 g.mm⁻¹), e nos meses seguintes o ICC oscilou entre meses: 0,36 g.mm⁻¹

em julho, $0,45 \text{ g.mm}^{-1}$ em agosto, $0,33 \text{ g.mm}^{-1}$ em setembro, $0,43 \text{ g.mm}^{-1}$ em outubro, e $0,50 \text{ g.mm}^{-1}$ em novembro.

Dentre as classes de fêmeas reprodutivas de *Myotis nigricans* (Figura 5), as fêmeas grávidas apresentaram maior valor de condição corpórea ($0,30 \text{ g.mm}^{-1}$) em julho, enquanto que o ICC foi $0,19 \text{ g.mm}^{-1}$ em fevereiro e $0,17 \text{ g.mm}^{-1}$ em setembro. Para as fêmeas lactantes, o maior valor de ICC ocorreu em julho ($0,31 \text{ g.mm}^{-1}$) e o menor, em maio ($0,08 \text{ g.mm}^{-1}$). Em janeiro, fevereiro, março e outubro os valores de ICC ficaram entre $0,17$ e $0,21 \text{ g.mm}^{-1}$. Dentre as classes de fêmeas reprodutivas de *Molossus molossus*, as grávidas apresentaram maior valor de condição corpórea em fevereiro ($0,48 \text{ g.mm}^{-1}$) do que em março e maio, quando o ICC foi de $0,39 \text{ g.mm}^{-1}$, e o valor mais baixo ocorreu em novembro ($0,21 \text{ g.mm}^{-1}$) (Figura 5). Fêmeas lactantes tiveram ICC de $0,31 \text{ g.mm}^{-1}$ em janeiro e de $0,41 \text{ g.mm}^{-1}$ em fevereiro. Não houve registros de fêmeas pós-lactantes. Dentre as classes de fêmeas reprodutivas de *N. albiventris*, as grávidas tiveram condição corpórea de $0,45$ e $0,46 \text{ g.mm}^{-1}$ em janeiro e abril, respectivamente (Figura 5). Em maio, o ICC subiu para $0,53 \text{ g.mm}^{-1}$, porém caiu novamente em junho para $0,47 \text{ g.mm}^{-1}$. Dezembro foi o mês com maior valor de ICC ($0,57 \text{ g.mm}^{-1}$). Não houve registros de fêmeas lactantes de *N. albiventris*. Fêmeas pós-lactantes foram registradas apenas no mês de abril (ICC = $0,46 \text{ g.mm}^{-1}$). Não houve diferença significativa da condição corpórea entre classes de idade, sexo e fenofases das fêmeas para *M. molossus* e *M. nigricans*, entretanto machos adultos de *N. albiventris* apresentaram maior ICC do que os jovens e as fêmeas (Figura 6).

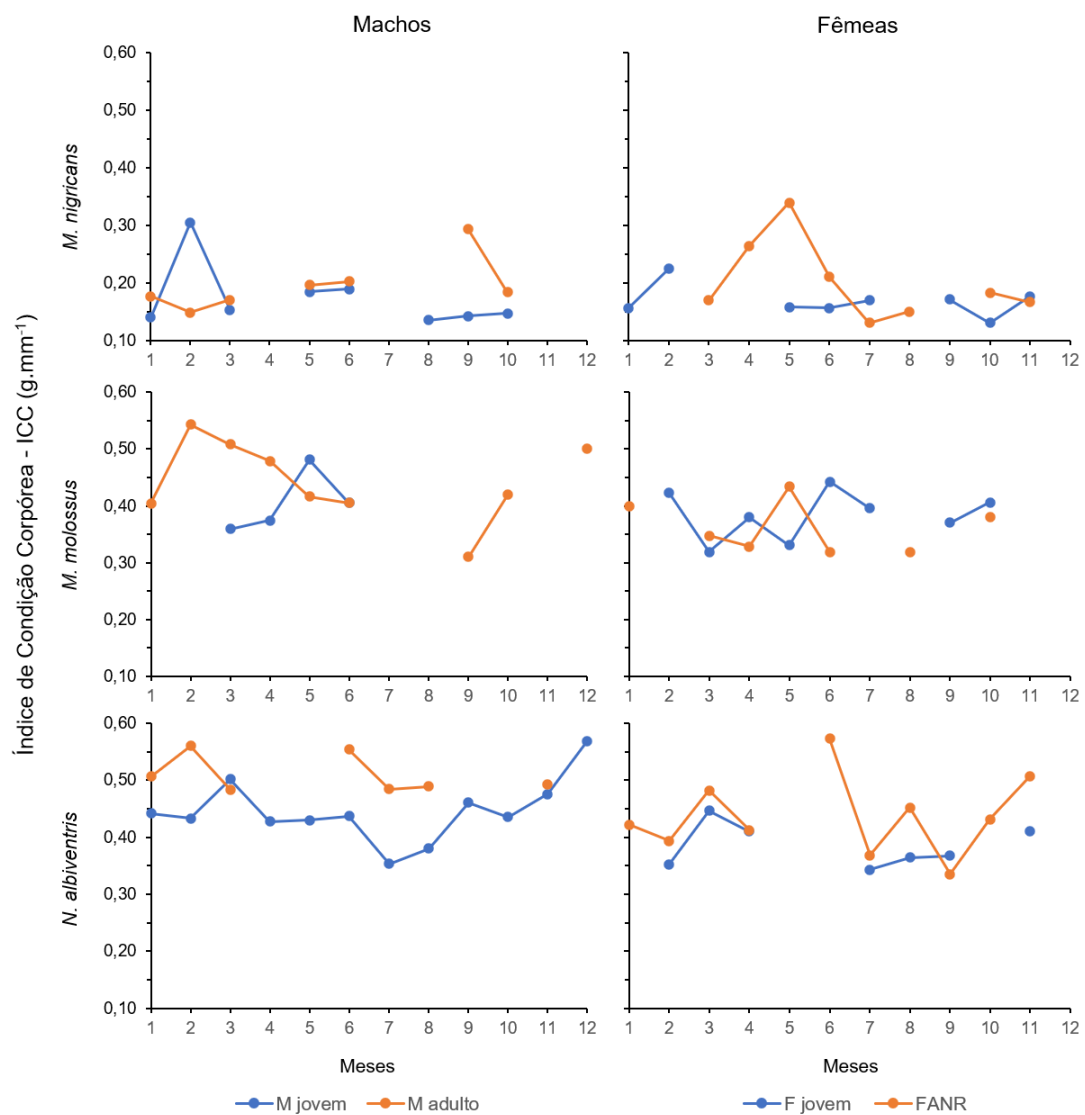


Figura 4. Variação anual da condição corpórea de machos jovens e adultos, e de fêmeas jovens e adultas não reprodutivas (FANR) para três espécies de morcegos insetívoros no sudeste do Pantanal.

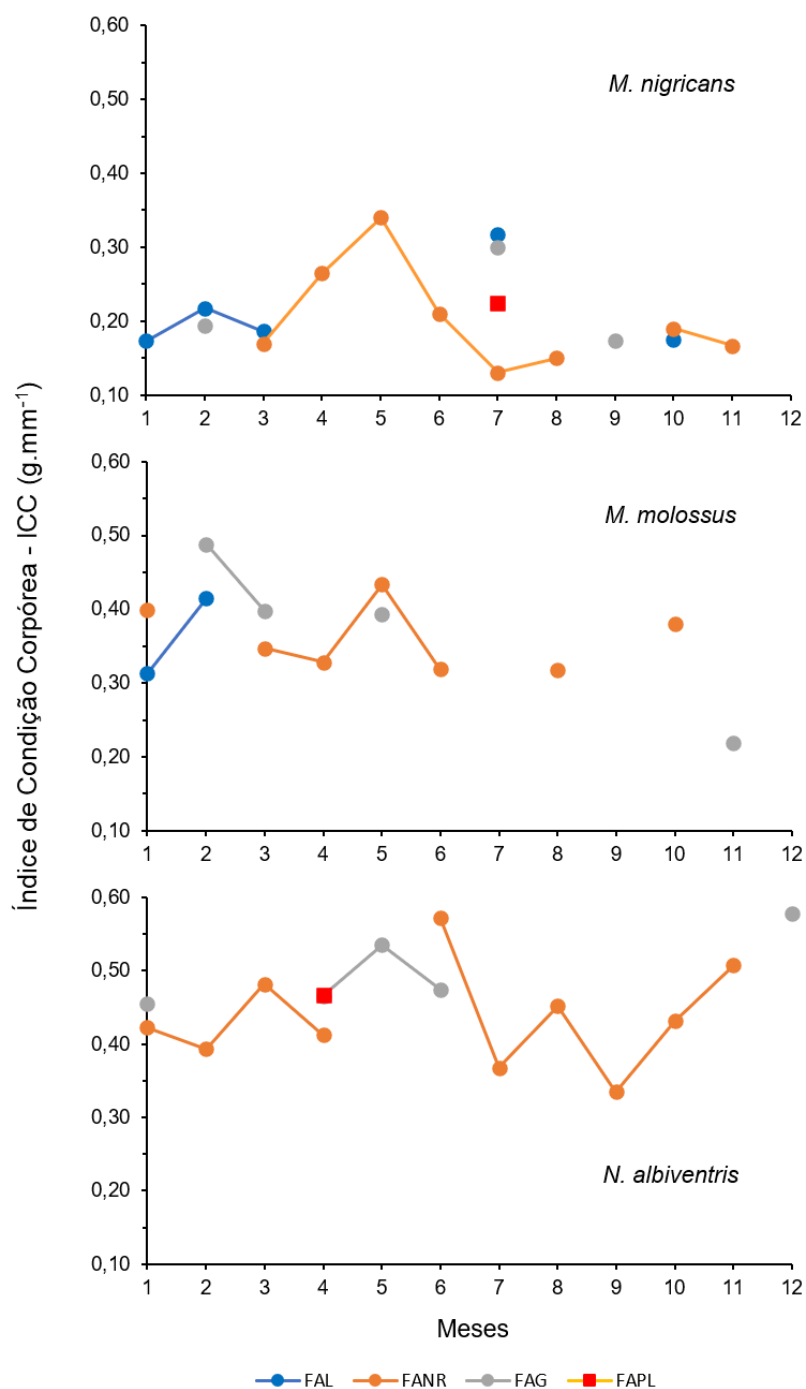


Figura 5. Variação anual da condição corpórea de fêmeas adultas não reprodutivas (FANR), grávidas (FAG), lactantes (FAL) e pós-lactantes (FAPL) para três espécies de morcegos insetívoros no sudeste do Pantanal.

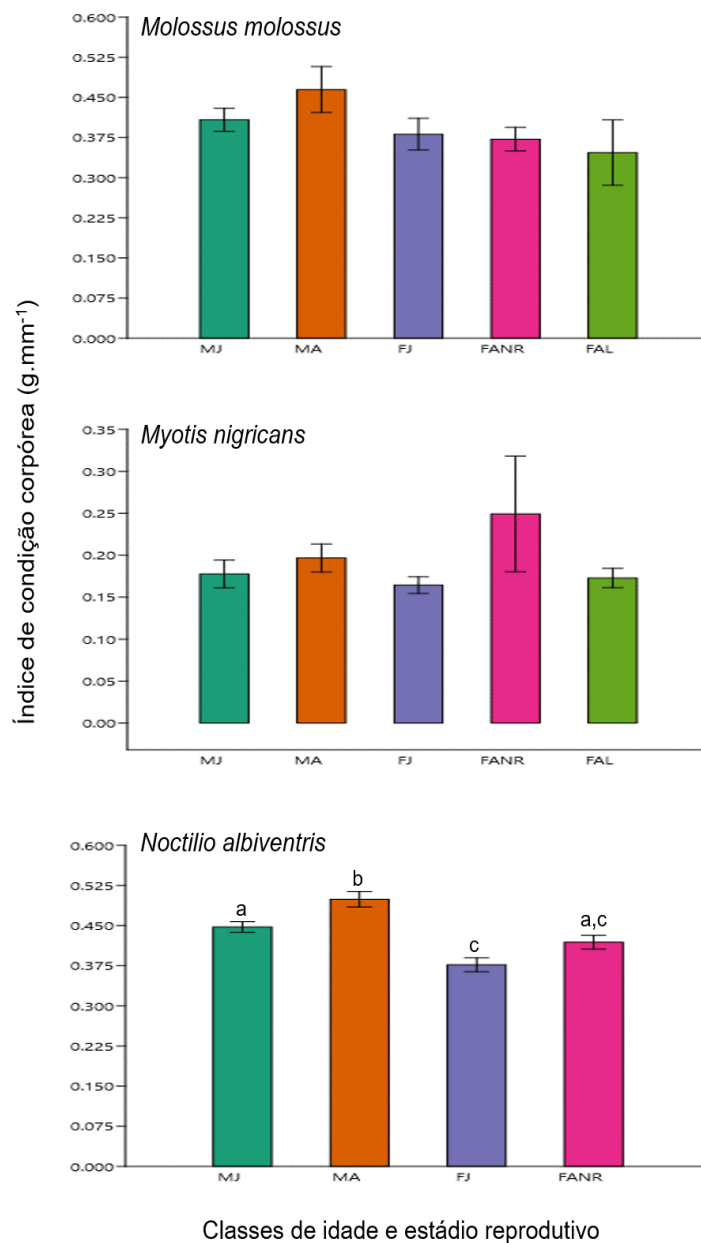


Figura 6. Variação da condição corpórea média entre classes de idade, sexo, e fases fenológicas de fêmeas para três espécies de morcegos insetívoros no sudeste do Pantanal. Macho jovem = MJ, macho adulto = MA, fêmea jovem = FJ, fêmea adulta não-reprodutiva = FANR. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas (ANOVA e *post hoc* testes par-a-par).

Discussão

Os resultados indicam que a reprodução de *Noctilio albiventris* no Pantanal segue o padrão poliétrico bimodal (Flemming et al. 1972; Jerret 1979), com picos na estação úmida e na estação seca. Por outro lado, a reprodução de *Molossus molossus* cobriu um período prolongado, de aproximadamente seis meses, indicando padrão monoétrico sazonal; entretanto, não é possível descartar a possibilidade de parte das fêmeas apresentar mais de uma gravidez durante o período reprodutivo registrado. A frequência de indivíduos jovens ao longo do ano foi coerente com o padrão reprodutivo bimodal em *N. albiventris* e com um padrão sazonal prolongado para *M. molossus*, ao passo que a frequência de jovens de *M. nigricans* ao longo do ano sugere um padrão não sazonal, i.e., um extenso período reprodutivo com um curto período de inatividade reprodutiva (Jerret 1979). Portanto, os resultados de indivíduos reprodutivos e indivíduos jovens de *M. nigricans* não ajudam a indicar claramente se a espécie apresenta padrão sazonal ou uma reprodução prolongada não sazonal (Flemming et al. 1972; Jerret 1979).

As fêmeas grávidas de *M. molossus* ocorreram entre os meses de novembro à maio, e houve poucos registros de fêmeas lactantes em janeiro e fevereiro. Entretanto, a ocorrência de fêmeas grávidas em maio sugere a ocorrência de fêmeas lactantes nos meses subsequentes. Apenas fêmeas não reprodutivas foram registradas entre junho e outubro, durante o período seco até o início da estação chuvosa, corroborando um padrão reprodutivo sazonal de *M. molossus* durante a estação úmida. Na Caatinga, entretanto, Fabian & Marques (1989) encontraram um padrão reprodutivo poliétrico para *M. molossus*, com a ocorrência de fêmeas grávidas em março-abril e novembro, coincidente com os dois períodos de chuvas na região, um de fevereiro à junho e outro em novembro. Em região da Mata Atlântica, Ilha de Itacuruçá, a reprodução de *M. molossus* foi caracterizada como monoétrica (Freitas 2012), onde as fêmeas grávidas

foram observadas de novembro à janeiro, período que também coincide com a estação chuvosa da região. Portanto, a reprodução da espécie parece fortemente associada à pluviosidade em diferentes regiões, apresentando padrões unimodais ou bimodais em função da variação do regime de chuvas regional.

Além da influência das chuvas na reprodução dos morcegos neotropicais, a latitude também é vista como um fator que influencia os padrões reprodutivos, principalmente entre os molossídeos e espécies do gênero *Myotis* (Bernard 1982; Racey & Entwistle 2000). Nas zonas temperadas essas espécies demonstram um padrão típico de monoestria, enquanto nas zonas tropicais o padrão reprodutivo registrado é geralmente poliétrico (Wilson & Findley 1970; Racey & Entwistle 2000). *Myotis nigricans* é a única espécie do gênero conhecida por apresentar um extenso período reprodutivo com um curto período de inatividade (Flemming et al. 1972). Entretanto, em floresta ombrófila densa, Santa Catarina, Mottin (2018) encontrou padrão reprodutivo poliétrico sazonal e bimodal para *M. nigricans*. No Pantanal (presente estudo), fêmeas grávidas de *M. nigricans* foram registradas em fevereiro, julho e setembro, e fêmeas lactantes em julho, outubro e de janeiro a maio. Como houve registros de fêmeas lactantes em janeiro, podemos concluir que fêmeas grávidas também estavam presentes em novembro-dezembro. O registro de uma fêmea grávida e lactante confirma a poliestria na espécie (Wilson & Findley 1970). A presença de fêmeas grávidas ou lactantes ao longo de grande parte do ano (setembro a maio), indica que *M. nigricans* apresenta um extenso período reprodutivo e um curto período de inatividade entre junho e agosto, caracterizando um padrão poliétrico no Pantanal.

No Pantanal, as fêmeas grávidas de *Noctilio albiventris* foram registradas em dois períodos, um de dezembro a janeiro e outro de abril a junho, nas estações úmida e seca respectivamente. Fêmeas lactantes não foram registradas, mas seriam esperadas

nos meses subsequentes a ocorrência de grávidas, i.e., de janeiro a março e de junho a agosto. As fêmeas adultas não reprodutivas de *Noctilio albiventris* predominaram de fevereiro a abril e de julho a novembro. Esses resultados indicam um padrão poliétrico bimodal, com um período na estação úmida e outro na estação seca. Estudos que definem o padrão reprodutivo de *N. albiventris* são escassos. Na Caatinga, em floresta estacional decidual, Nogueira & Pol (1998) também encontraram padrão poliétrico bimodal para *N. albiventris*, com os nascimentos ocorrendo no início e no final da estação chuvosa. Por outro lado, no Panamá, o padrão reprodutivo da espécie foi definido como monoétrico (Anderson & Wimsatt 1963; Hooper & Brown 1969), reforçando a ocorrência de diferenças fenológicas entre regiões geográficas (Nogueira & Pol 1998).

O regime de chuvas de uma região pode determinar os padrões reprodutivos de morcegos insetívoros devido a maior disponibilidade de presas (insetos) em períodos mais úmidos (Kunz et al. 1995; Lewinsohn et al. 2005). Diferentes estudos mostram que nascimentos bimodais ocorrem em regiões onde as chuvas apresentam regime bimodal (Thomas & Marshall 1984), e que a reprodução monoétrica ocorre em regiões com períodos de chuvas bem marcados, curtos ou prolongados (Happold & Happold 1990; Racey & Entwistle 2000). No Pantanal, há uma estação seca relativamente longa (abril a setembro) e uma estação chuvosa também prolongada (outubro a março), porém a precipitação mensal é variável e mais alta entre dezembro e fevereiro. A tendência de aumento da proporção de fêmeas lactantes de *M. molossus* e *M. nigricans* com o aumento da pluviosidade mensal indica que a fase reprodutiva mais custosa (lactação) está ajustada à maior disponibilidade de recursos alimentares no Pantanal (Kunz et al. 1995; Araújo 2013; Algarve et al. 2020). O possível ajuste da lactação de *M. molossus* aos meses mais úmidos é reforçado pela tendência de aumento da frequência de fêmeas

não reprodutivas com a diminuição da pluviosidade mensal. Esse resultado indica que há um aumento da frequência das fêmeas lactantes em períodos mais chuvosos. Como as fêmeas lactantes de *M. nigricans* foram mais frequentes em períodos de alta pluviosidade, espera-se também uma frequência maior em períodos de temperaturas mais altas, uma vez que a temperatura e a pluviosidade são positivamente correlacionadas no Pantanal.

Por outro lado, embora não tenham sido capturadas fêmeas lactantes de *N. albiventris*, não seria esperado efeito da pluviosidade mensal sobre a proporção de fêmeas lactantes pois a espécie apresentou períodos reprodutivos em ambas as estações no Pantanal. Diferente das outras duas espécies estudadas, *N. albiventris* captura insetos associados à corpos d'água, ambiente onde a disponibilidade de presas pode ser mais alta durante a estação seca (Kohles et al. 2024). Além disso, *N. albiventris* consome uma variedade maior de ordens de insetos (Hood & Pitocchelli 1983; Aguirre et al. 2003) e inclui o consumo ocasional de frutos e pólen de flores durante a estação seca no Pantanal (Gonçalves et al. 2007; veja também Howell & Burch 1973). Portanto, *N. albiventris* pode utilizar outros itens alimentares para suplementar sua dieta em períodos de menor disponibilidade de insetos. Assim, a maior versatilidade da dieta e o hábito de forrageamento associado a corpos d'água podem ser características determinantes para a reprodução de *N. albiventris* durante a estação seca, levando ao padrão bimodal observado para a espécie no Pantanal.

Em geral, a condição corpórea média não diferiu entre as classes de sexo e idade para as espécies *M. molossus* e *M. nigricans* no Pantanal. Entretanto, os machos adultos de *M. molossus* apresentaram tendência a um maior valor médio de ICC e as fêmeas adultas lactantes mostraram maior variação de ICC entre elas, assim como as fêmeas não reprodutivas de *M. nigricans*. Para *N. albiventris*, por outro lado, os machos adultos

apresentaram valor médio de ICC significativamente maior que as demais classes, e os machos jovens apresentaram ICC médio maior que as fêmeas jovens, e semelhante ao ICC médio de fêmeas adultas não reprodutivas. Esses resultados indicam leve tendência geral dos machos apresentarem maior condição corpórea do que as fêmeas, assim como indivíduos adultos em relação aos jovens. Indivíduos machos enfrentam diferentes restrições de energia em comparação às fêmeas, com evidências que indicam a maior demanda energética dos machos durante o período da espermatogênese, que provavelmente representa um custo reprodutivo mais baixo que o custo reprodutivo das fêmeas (Gittleman & Thompson 1988; Racey & Entwistle 2000; Cryan & Wolf 2003). Uma vez que o custo de reprodução e a variação de fenofases são maiores entre as fêmeas, elas podem apresentar maior oscilação da condição corpórea ao longo do ano, e períodos de ICC muito baixos em determinados meses, levando a valores médios mais baixos que os machos, assim como apresenta nossos resultados (Cryan & Wolf 2003; Warburton et al. 2016; Silva 2023). O desenvolvimento corpóreo de indivíduos jovens é inicialmente direcionado principalmente ao aumento em comprimento do corpo e pouco ao incremento proporcional de massa e maturação química, de modo que os indivíduos apresentam valores de ICC mais baixos até atingirem a fase adulta, quando adquirem maior condição corpórea (Reynolds & Kunz 2000). Nossos resultados, portanto, corroboram a expectativa de maior investimento em aumento de comprimento do corpo durante a fase juvenil e maior ganho de massa corpórea durante a fase adulta em indivíduos de *M. molossus* e *M. nigricans*.

Machos adultos de *M. molossus* apresentaram maior ICC durante a estação úmida do que na seca, variação coerente com a expectativa de maior disponibilidade de insetos presas durante o período úmido no Pantanal (Algarve et al. 2020). Por outro lado, maiores valores de ICC entre indivíduos jovens de *M. molossus*, machos ou

fêmeas, ocorreram no período seco, provavelmente refletindo o maior estágio de desenvolvimento, com idades mais avançadas, quando o crescimento em comprimento é reduzido e a massa acumulada aumenta (Reynolds & Kunz 2000). As fêmeas adultas não reprodutivas apresentaram menor variação de ICC ao longo do ano, com valores mais altos registrados em meses alternados janeiro, maio e outubro; possivelmente devido a influência conjunta de diferentes fatores, como a inclusão de fêmeas recém-adultas que ainda não se reproduziram e fêmeas que estão em período pós-reprodutivo (e ainda pela presença de fêmeas em início de gravidez, quando os fetos não são detectáveis por palpação, e por isso classificadas como “não reprodutivas”). Fêmeas grávidas de *M. molossus* registradas no meio ou final do período úmido apresentaram maior ICC do que uma fêmea grávida registrada em novembro, o que poderia ser reflexo do período anterior de seca, mas o pequeno número de amostras torna esses resultados inconclusivos.

Os machos adultos e jovens de *M. nigricans* tiveram uma condição corpórea semelhante nos meses de maio e junho (estação seca), sendo que os adultos apresentaram maior ICC em setembro ao passo que os jovens apresentaram maior ICC em fevereiro; assim como as fêmeas jovens de *M. nigricans*. Esses resultados indicam menor diferença de condição corpórea entre machos adultos e machos jovens de *M. nigricans* do que nas outras duas espécies estudadas, resultado que pode ser relacionado ao tamanho muito pequeno de *M. nigricans* ou pela rápida maturação sexual dos jovens para adultos (2 a 4 meses pós-parto) comparativamente às outras duas espécies; isto é, *M. nigricans* apresentaria menor diferença de massa entre jovens e adultos, além de maturação sexual mais rápida do que as outras duas espécies (Wilson & Findley 1970; Wilson & Findley 1971; Kruttsch 2000). A ausência de diferenças significativas do ICC entre as estações do ano é uma característica comum às espécies com ciclo poliétrico,

que devem garantir uma preparação adequada ao alto custo energético da reprodução (Ferreira et al. 2018). Maiores valores de ICC registrados entre os indivíduos jovens em fevereiro indicam que o período úmido é mais favorável ao ganho de massa corpórea. A condição corpórea das fêmeas adultas de *M. nigricans* aumentou do final da estação úmida e apresentou pico em maio, início da seca, coincidindo com o período pós-reprodutivo. Porém, assim como em *M. molossus*, a condição corpórea das fêmeas adultas de *M. nigricans* decaiu durante a estação seca. Uma fêmea lactante apresentou alto valor de ICC em julho; entretanto, essa fêmea também estava grávida, de modo que a massa do feto enviesou o ICC calculado.

Entre os indivíduos de *N. albiventris*, os machos adultos apresentaram condição corpórea mais alta que os machos jovens na maior parte do ano, destacadamente na estação seca (Reynolds & Kunz 2000; Kohles et al 2024). Os machos jovens apresentaram aumento da condição corpórea no início da estação seca, com um aumento gradativo para a estação chuvosa, de forma mais pronunciada que as fêmeas jovens, indicando um aumento de massa mais rápido entre os machos do que entre as fêmeas jovens. Por sua vez, as fêmeas adultas apresentaram dois picos de condição corpórea, em diferentes estações (junho e novembro), indicando flutuação da condição corpórea pouco relacionada às condições climáticas e possivelmente associada às duas estações reprodutivas ao longo do ano (Nogueira & Pol 1998). Estudos que comparam a condição corpórea entre adultos e jovens de *N. albiventris* são escassos.

Adicionalmente, o ICC de fêmeas grávidas não foi claramente superior ao de fêmeas não reprodutivas, como seria esperado devido à massa adicional do feto. Uma possível hipótese seria que fêmeas grávidas de *N. albiventris* investem parte da sua condição corpórea para o desenvolvimento do feto, entretanto mais dados são necessários antes de considerar ausência de diferença de ICC entre fêmeas adultas não reprodutivas e

grávidas de *N. albiventris*; assim como para comparar com o ICC de fêmeas lactantes, que não foram capturadas no presente estudo.

Conclusões

Myotis nigricans apresentou um padrão reprodutivo poliétrico, porém não foi possível identificar se a espécie apresenta padrão sazonal ou reprodução prolongada não sazonal, i.e., um extenso período reprodutivo com um curto período de inatividade reprodutiva. A fase reprodutiva mais custosa para as fêmeas (lactação) está ajustado ao período chuvoso no pantanal. O aumento da pluviosidade e temperatura gerou um número maior de lactantes durante esse período, embora a presença de grávidas, lactantes e jovens no decorrer do ano não permita definir se o padrão é sazonal ou não sazonal. Como previsto, a condição corpórea foi maior em períodos com maior disponibilidade de insetos (estação chuvosa), porém, só ocorreu para machos e fêmeas jovens. Indivíduos jovens parecem obter vantagem das melhores condições e maior disponibilidade de alimentos no período chuvoso para aumentarem a massa corpórea. Machos adultos e fêmeas adultas não reprodutivas apresentaram maior condição corpórea durante a estação seca, mas em momentos diferentes; os machos adultos foram ao final, e as fêmeas foram no início da estação seca. Entretanto, o ICC das fêmeas decaiu nos meses seguintes, e há grande variação de ICC ao longo do ano. Não houve grande diferença da condição corpórea média entre idades ou entre sexos, possivelmente devido ao pequeno tamanho corpóreo, rápida maturação e poliestria da espécie.

O padrão reprodutivo encontrado para o *Molossus molossus* foi monoétrico sazonal e prolongado, com duração de cerca de seis meses. Esse padrão está associado ao aumento da frequência de fêmeas lactantes durante a estação chuvosa, portanto, com a fase de maior custo energético para as fêmeas ajustada ao período de maior

disponibilidade de recursos alimentares no Pantanal, como esperado. Adicionalmente, a frequência de fêmeas adultas não-reprodutivas diminui nos meses de maior pluviosidade. Fêmeas e machos jovens tiveram maior valor de ICC durante a estação seca, ao final do estágio de crescimento, quando o aumento da massa pode ser intensificado. Valores mais altos do ICC para os machos adultos, fêmeas grávidas e fêmeas lactantes ocorreram no período de alta pluviosidade e maior disponibilidade de insetos.

Fêmeas grávidas de *Noctilio albiventris* foram registradas em dois períodos distintos, em estações diferentes (chuvosa e seca), indicando um padrão poliétrico bimodal não sazonal. A pluviosidade, embora possa influenciar positivamente a disponibilidade de insetos no Pantanal, não mostrou efeito sobre as fases reprodutivas de *N. albiventris*, contrastando com os padrões encontrados para *M. nigricans* e *M. molossus*. Essa diferença pode estar relacionada ao consumo alternativo de frutos e pólen, e à captura de insetos sobre corpos d'água, fatores que propiciam maior disponibilidade de recursos alimentares para *N. albiventris* durante a estação seca, comparativamente às outras espécies estritamente insetívoras. Machos adultos e fêmeas adultas não reprodutivas tiveram picos de condição corpórea em ambas as estações, fortalecendo a ideia de que a espécie não sofre redução significativa de recursos durante a estação seca no Pantanal. A flutuação da condição corpórea em ambos os sexos deve estar relacionada principalmente com a variação das fases reprodutivas ao longo do ano. Por outro lado, a condição corpórea de indivíduos jovens, machos ou fêmeas, de *N. albiventris* foi mais alta durante a estação úmida.

Machos adultos de *N. albiventris* apresentaram valor médio de ICC mais alto do que as fêmeas adultas não reprodutivas, podendo ocorrer devido ao maior gasto energético das fêmeas para a reprodução, que acontece duas vezes ao ano. Machos

jovens também apresentaram valores mais altos de condição corpórea, além do aumento ser notoriamente mais rápido do que as fêmeas jovens, indicando um crescimento mais acelerado entre os machos jovens. Os machos adultos de *M. molossus* também apresentaram um valor médio de condição corpórea maior que as fêmeas. Em ambas as espécies, o ICC mais alto entre os machos deve ser devido ao menor gasto energético para reprodução, comparativamente às fêmeas.

Referências

- Aguiar, L. M., Bueno-Rocha, I. D., Oliveira, G., Pires, E. S., Vasconcelos, S., Nunes, G. L., ... & Togni, P. H. (2021). Going out for dinner—The consumption of agriculture pests by bats in urban areas. *PLoS One* 16, e0258066.
- Aguirre, L. F., Herrel, A., Van Damme, R., & Matthysen, E. (2003). The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology* 17, 201-212.
- Algarve, B. B., Dos Santos, F. D. A., Freire, L. G., de Melo, S. T. P., & do Nascimento Lima, T. (2020). Efeito da sazonalidade em área de ecótono Cerrado e Pantanal na abundância de insetos. *Revista Pantaneira* 17, 71-79.
- Alho, C. J. R., Lacher, T. E., Gonçalves, H. C. (1988). Environmental degradation in the Pantanal ecosystem. *Bioscience* 38, 164-171.
- Alho, C. J., Mamede, S. B., Benites, M., Andrade, B. S., & Sepúlveda, J. J. (2019). Ameaças à biodiversidade do Pantanal Brasileiro pelo uso e ocupação da terra. *Ambiente & Sociedade* 22, e01891.
- Amorim, F., Mata, V. A., Beja, P., & Rebelo, H. (2015). Effects of a drought episode on the reproductive success of European free-tailed bats (*Tadarida teniotis*). *Mammalian Biology* 80, 228-236.

- Anderson, J. W., & Wimsatt, W. A. (1963). Placentation and fetal membranes of the Central American noctilionid bat, *Noctilio labialis* minor. *American Journal of Anatomy* 112, 181-201.
- Arandas, M. J. G. (2018). Ciclo reprodutivo dos machos de *Myotis lavalii* e *Molossus molossus* (Mammalia: Chiroptera) em um fragmento de Mata Atlântica, Nordeste do Brasil
- Araújo, W. S. (2013). A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. *Revista da Biologia* 10, 1-7.
- Araújo, A. P. A., Carneiro, M. A. A., & Fernandes, G. W. (2003). Efeitos do sexo, do vigor e do tamanho da planta hospedeira sobre a distribuição de insetos indutores de galhas em *Baccharis pseudomyriocephala* Teodoro (Asteraceae). *Revista Brasileira de Entomologia* 47, 483-490.
- Assine, M. L., Macedo, H. A., Stevaux, J. C., Bergier, I., Padovani, C. R., & Silva, A. (2015). Rios Avulsivos na Hidrologia do Pantanal. *Dinâmica do Pantanal na América do Sul*, 83–110. doi:10.1007/698_2015_351
- Atkinson, S. N., & Ramsay, M. A. (1995). The Effects of Prolonged Fasting of the Body Composition and Reproductive Success of Female Polar Bears (*Ursus maritimus*). *Functional Ecology* 09. 559-567.
- Barclay, R. M. R., and Harder, L. D. (2003). Life histories of bats: Life in the slow lane. In T. H. Kunz, and M. B. Fenton (Eds.). *Bat ecology*, pp. 209–253. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Barclay, R. M., Ulmer, J., MacKenzie, C. J., Thompson, M. S., Olson, L., McCool, J., ... & Poll, G. (2004). Variation in the reproductive rate of bats. *Canadian Journal of Zoology* 82, 688-693.

- Bernard, R. T. F. (1982). Monthly changes in the female reproductive organs and the reproductive cycle of *Myotis tricolor* (Vespertilionidae: Chiroptera). South African Journal of Zoology 17, 79-84.
- Bettiol, W., Hamada, E., Angelotti, F., Auad, A. M., & Ghini, R. (2017). Aquecimento global e problemas fitossanitários. Brasília, DF: Embrapa, 488.
- Boyles, J. G., Cryan, P. M., McCracken, G. F., & Kunz, T. H. (2011). Economic importance of bats in agriculture. Science 332, 41-42.
- Bronson, F. H. (1985). Mammalian reproduction: an ecological perspective. Biology of Reproduction. 32, 1-26.
- Cabrera, L. V. (2013). Condição corpórea e flutuação assimétrica com biomarcadores morfológicos dos efeitos da fragmentação em três espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae). Trabalho de conclusão de curso (Ecologia). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro 34p.
- Cattet, M. R., Caulkett, N. A., Obbard, M. E., & Stenhouse, G. B. (2002). A body-condition index for ursids. Canadian Journal of Zoology 80, 1156-1161.
- Cleveland, C. J., Betke, M., Federico, P., Frank, J. D., Hallam, T. G., Horn, J., ... & Kunz, T. H. (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. Frontiers in Ecology and the Environment 4, 238-243.
- Cryan, P. M., & Wolf, B. O. (2003). Sex differences in the thermoregulation and evaporative water loss of a heterothermic bat, *Lasiurus cinereus*, during its spring migration. Journal of Experimental Biology 206, 3381-3390.
- de Oliveira, H. F., de Camargo, N. F., Gager, Y., & Aguiar, L. M. (2017). The response of bats (Mammalia: Chiroptera) to habitat modification in a neotropical savannah. Tropical Conservation Science 10, 1940082917697263.

- Durant, K. A., Hall, R. W., Cisneros, L. M., Hyland, R. M., Willig, M. R. (2013). Reproductive phenologies of phyllostomid bats in Costa Rica. *Journal of Mammalogy* 94, 1438-1448.
- Fabián, M. E., & Marques, R. V. (1989). Contribuição ao conhecimento da biologia reprodutiva de *Molossus molossus* Pallas, (1766) (Chiroptera, Molossidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 6, 603-610.
- Felfili, J. M., Carvalho, F. A., & Haidar, R. F. (2005). Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília DF, Editora da UnB
- Ferreira, M., Soldati, A., Rodrigues, S. S., & dos Anjos Benjamin, L. (2018). Implications of body condition and seasonality on morphological and functional parameters of testes of *Myotis nigricans* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Reproduction, Fertility and Development* 30, 1029-1037.
- Fick, S. E., and Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37, 4302-4315.
- Fischer, E., Eriksson, A., Francisco, A. L., Pulchério-Leite, A., Santos, C. F., Gonçalves, F., ... & Munin, R. L. (2022). Morcegos da Bacia do Alto Paraguai: revisão da fauna e distribuição de registros. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais* 17, 585-687.
- Fischer, E., Silveira, M., Munin, R. L., Camargo, G., Santos, C. F., Pereira, M. J. R., ... & Eriksson, A. (2018). Bats in the dry and wet Pantanal. *Hystrix* 29, 11-17.
- Fleming, T. H., Hooper, E. T., & Wilson, D. E. (1972). Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology* 53, 555-569.
- Franco, A. C. (2002). Ecophysiology of woody plants. In *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna* (pp. 178-198). Columbia University Press.

- Freitas, G. P. (2012). Estudo de uma população de *Molossus molossus* (Pallas, 1766) (Mammalia, Chiroptera, Molossidae) na Praia do Gato, Ilha de Itacuruçá, Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal Seropédica.
- Galbiati, L. A. (2013). Condição corpórea e hormônios de estresse como indicadores do status fisiológicos de três espécies de morcegos em resposta à fragmentação. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro.
- Garbino, G. S. T., Gregorin, R., Lima, I. P., Loureiro, L., Moras, L., Moratelli, R., Nogueira, M. R., Pavan, A. C., Tavares, V. C., Nascimento, M. C., Novaes, R. L. M., Peracchi, A. L. (2022). Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil—CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). <https://www.sbeq.net/lista-de-especies>. Acessado em:05 de maio de 2024
- Gittleman, J. L., & Thompson, S. D. (1988). Energy allocation in mammalian reproduction. *American Zoologist* 28, 863-875.
- Gonçalves, F., Munin, R., Costa, P., & Fischer, E. (2007). Feeding habits of *Noctilio albiventris* (Noctilionidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Acta Chiropterologica* 9, 535-538.
- Hamilton, S. K., Sippel, S. J., Melack, J. M. (1996). Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. *Archiv für Hydrobiologie* 137, 1-23.
- Happold, D. C., & Happold, M. (1990). Reproductive strategies of bats in Africa. *Journal of Zoology* 222, 557-583.

- Harris, I., Osborn, T. J., Jones, P. D., Lister, D. H. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data* 7, 109.
- Hasenack, H., Cordeiro, J. L. P., & Hofmann, G. S. (2003). O clima da RPPN SESC Pantanal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Biociências Centro de Ecologia, Porto Alegre.
- Hooper, E. T., & Brown, J. H. (1968). Foraging and breeding in two sympatric species of Neotropical bats, genus *Noctilio*. *Journal of Mammalogy* 49, 310-312.
- Hood, C. S., & Pitocchelli, J. (1983). *Noctilio albiventris*. *Mammalian Species* 197, 1-5.
- Howell, D. J., & Burch, D. (1973). Food habits of some Costa Rican bats. *Revista de Biología Tropical* 21, 281-294.
- Jakob, E. M., Marshall, S. D., & Uetz, G. W. (1996). Estimating fitness: a comparison of body condition indices. *Oikos* 77, 61-67.
- Janzen, D. H. (1973). Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. *Ecology* 54, 687-708.
- Jerrett, D. P. (1979). Female reproductive patterns in nonhibernating bats. *Reproduction* 56, 369-378.
- Kalko, E. K., Schnitzler, H. U., Kaipf, I., & Grinnell, A. D. (1998). Echolocation and foraging behavior of the lesser bulldog bat, *Noctilio albiventris*: preadaptations for piscivory? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 42, 305-319.
- Kohles, J. E., Page, R. A., Wikelski, M., & Dechmann, D. K. (2024). Seasonal shifts in insect ephemerality drive bat foraging effort. *Current Biology* 34, 3241-3248.
- Krutzsch P. H. (2000). Anatomy, Physiology and Cyclicity of the Male Reproductive Tract. In *Reproductive biology of bats* (pp. 91-155). Academic Press.

- Kunz, T. H., & Anthony, E. L. (1982). Age estimation and post-natal growth in the bat *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy* 63, 23-32.
- Kunz, T. H., Whitaker, J. O., & Wadanoli, M. D. (1995). Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) during pregnancy and lactation. *Oecologia* 101, 407-415.
- Kurta, A., Bell, G. P., Nagy, K. A., & Kunz, T. H. (1989). Energetics of pregnancy and lactation in freeranging little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Physiological Zoology* 62, 804-818.
- Lewinsohn, T. M., Novotny, V., & Basset, Y. (2005). Insects on plants: diversity of herbivore assemblages revisited. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 36, 597-620.
- Magalhães, R. B., Diniz, P., & Macedo, R. H. (2014). Plumage coverage is related to body condition and ectoparasitism in blue-black grassquits. *The Wilson Journal of Ornithology* 126, 581-584.
- Melo, B. E. S., Barros, M. S., Carvalho, T. F., Amaral, T. S., & Freitas, M. B. (2012). Energy reserves of *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in two areas with different degrees of conservation in Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 72, 181-187.
- Moiseienko, M., & Vlaschenko, A. (2021). Quantitative evaluation of individual food intake by insectivorous vespertilionid bats (Chiroptera, Vespertilionidae). *Biology Open* 10, bio058511.
- Mottin, V., Carvalho, F., Bélla, D. A. S., Miranda, J., Machado, T. S., & Passos, F. C. (2018). Reproductive activity and population structure of *Myotis nigricans* (Schinz, 1821) (Chiroptera: Vespertilionidae) in the southern Brazil. *Mastozoologia Neotropical* 25, 399-406.

- Moya-Laraño, J., Macías-Ordóñez, R., Blanckenhorn, W. U., & Fernández-Montraveta, C. (2008). Analysing body condition: mass, volume or density? *Journal of Animal Ecology* 77, 1099-1108.
- Nogueira, M. R., & Pol, A. (1998). Observações sobre os hábitos de *Rhynchonycteris naso* (wied-neuwied, 1820) e *Noctilio albiventris* desmarest, 1818 (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Biologia* 58, 473-480.
- Nurul-Ain, E., Rosli, H., & Kingston, T. (2017). Resource availability and roosting ecology shape reproductive phenology of rain forest insectivorous bats. *Biotropica* 49, 382-394.
- Pacheco, S. M., Sodré, M., Gama, A. R., Bredt, A., Cavallini-Sanches, E. M., Marques, R. V., ... & Bianconi, G. (2010). Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. *Chiroptera Neotropical* 16, 629-647.
- Pearce, R. D., O'Shea, T. J., Wunder, B. A. (2008). Evaluation of morphological indices and total body electrical conductivity to assess body composition in big brown bats. *Acta Chiropterologica* 10, 153-159.
- Pereira, G., Chávez, E. S., & Silva, M. E. S. (2012). O estudo das unidades de paisagem do bioma Pantanal. *Revista Ambiente & Água* 7, 89-103.
- Racey, P. A., & Entwistle, A. C. (2000). Life-history and reproductive strategies of bats. In *Reproductive biology of bats* (pp. 363-414). Academic Press.
- Reis, N. R., Peracchi, A. L., Batista, C. B., Lima, I. P., Pereira, A. D. (2017). História natural dos morcegos brasileiros: chave de identificação de espécies. 1. Ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora
- Renner, S. S., & Zohner, C. M. (2018) Climate change and phenological mismatch in trophic interactions among plants, insects, and vertebrates. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 49, 165-182

- Reynolds, S., & Kunz, T. H. (2000). Changes in body composition during reproduction and postnatal growth in the little brown bat, *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Ecoscience* 7, 10-17.
- Roslin, T., Antao, L., Hällfors, M., Meyke, E., Lo, C., Tikhonov, G., ... & Selyunina, Z. (2021). Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent. *Nature Climate Change* 11, 241-248.
- Rughetti, M., & Toffoli, R. (2014). Sex-specific seasonal change in body mass in two species of vespertilionid bats. *Acta Chiropterologica* 16, 149-155.
- Salis, S. M., & de Mattos, P. P. (2010). Compreendendo a dinâmica das árvores no pantanal. *Embrapa Florestas Pantanal* 21.
- Santos, R. S. D. (1995). Ecologia alimentar de morcegos insetívoros de área urbana do município do Rio de Janeiro, RJ (Mammalia: Chiroptera). Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Schulte-Hostedde, A. I., Millar, J. S., & Hickling, G. J. (2001). Evaluating body condition in small mammals. *Canadian Journal of Zoology* 79, 1021-1029.
- Scranton, K., & Amarasekare, P. (2017). Predicting phenological shifts in a changing climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, 13212-13217.
- Silva, M. T. H. D. (2023). Efeito da infestação parasitária por moscas hematófagas Streblidae sobre a condição corpórea de morcegos *Artibeus planirostris* no Pantanal. Monografia (Curso de Ciências Biológicas). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- Silva, J. D. S. V., de Abdon, M. M., & Pott, A. (2007). Cobertura vegetal do bioma Pantanal em 2002. In XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro.

- Siemers, B. M., Kalko, E. K., & Schnitzler, H. U. (2001). Echolocation behavior and signal plasticity in the Neotropical bat *Myotis nigricans* (Schinz, 1821)(Vespertilionidae): a convergent case with European species of *Pipistrellus*? Behavioral Ecology and Sociobiology 50, 317-328.
- Speakman, J. (1997). Factors influencing the daily energy expenditure of small mammals. Proceedings of the Nutrition Society 56, 1119–1136.
- Speakman, J. R., & Racey, P. A. (1986). The influence of body condition on sexual development of male brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in the wild. Journal of Zoology 210, 515-525.
- Tamsitt, J. R., & Valdivieso, D. (1963) Condición reproductora de una colonia ecuatoriana del murciélago myotis negro, *Myotis nigricans nigricans* (Familia Vespertilionidae). Caribbean Journal of Science 3, 49-51.
- Tamsitt, J. R., Valdivieso, D., & Hernández-Camacho, J. (1964). Bats of the Bogota savanna, Colombia, with notes on altitudinal distribution of Neotropical bats. Revista de Biología Tropical 12, 107-115.
- Thackeray, S. J., Henrys, P. A., Hemming, D., Bell, J. R., Botham, M. S., Burthe, S., ... & Wanless, S. (2016). Phenological sensitivity to climate across taxa and trophic levels. Nature 535, 241-245.
- Thomas, D. W., & Marshall, A. G. (1984). Reproduction and growth in three species of West African fruit bats. Journal of Zoology 202, 265-281.
- Tuttle, M. D., & Stevenson, D. (1982). Growth and survival of bats. In Kunz, T. H. (Ed.), Ecology of bats (pp. 105-150). Springer, Boston MA.
- Voigt, W., Perner, J., Davis, AJ, Eggers, T., Schumacher, J., Bährmann, R., ... & Sander, FW (2003). Trophic levels are differentially sensitive to climate. Ecology 84, 2444-2453.
- Warburton, E. M., Pearl, C. A., & Vonhof, M. J. (2016). Relationships between host body condition and immunocompetence, not host sex, best predict parasite burden in a bat-helminth system. Parasitology Research 115, 2155-2164.

- Wilson, D. E. (1971). Ecology of *Myotis nigricans* (Mammalia: Chiroptera) on Barro Colorado Island, Panama Canal Zone. *Journal of Zoology* 163, 1-13.
- Wilson, D. E., & LaVal, R. K. (1974). *Myotis nigricans*. *Mammalian Species* 39, 1-3.
- Wilson, D. E., & Findley, J. S. (1970). Reproductive cycle of a Neotropical insectivorous bat, *Myotis nigricans*. *Nature* 225, 1155-1155.
- Wilson, D. E., & Findley, J. S. (1971). Spermatogenesis in some Neotropical species of *Myotis*. *Journal of Mammalogy* 52, 420-426.
- Zortéa, M. (2003). Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology* 63, 159-168.