



Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Biociências
Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Isadora Brauner Lobato

Estrutura populacional e ocupação diferencial de abrigos antrópicos por
***Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) durante a época reprodutiva no sul**
do Brasil

Porto Alegre

2019

Isadora Brauner Lobato

**Estrutura populacional e ocupação diferencial de abrigos antrópicos por
Tadarida brasiliensis durante a época reprodutiva no sul do Brasil**

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

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

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Maria Rui

Porto Alegre

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Lobato, Isadora Brauner

Estrutura populacional e ocupação diferencial de abrigos antrópicos por *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) durante a época reprodutiva no sul do Brasil / Isadora Brauner Lobato. -- 2019. 70 f.

Orientadora: Maria João Ramos Pereira.

Coorientadora: Ana Maria Rui.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Ecologia . 2. Estrutura populacional. 3. Morcegos. 4. Fauna sinantrópica. 5. Abrigos para morcegos. I. Ramos Pereira, Maria João, orient. II. Rui, Ana Maria, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AGRADECIMENTOS

Sem vocês eu nunca chegaria até aqui, por isso, agradeço imensamente a minha família – no sentido amplo da palavra.

Preciso agradecer primeiramente a minha família consanguínea, que me incentivou e me acompanhou em cada momento desde sempre. Obrigada mãe e pai, por sempre me darem bons conselhos, serem minha inspiração, meus exemplos, meus grandes amigos. Obrigada Mari, minha irmã favorita (e única irmã), e Rafinha, meu sobrinho e afilhado. Vocês sabem me estressar, mas não houve um dia no qual pensar e estar com vocês não me deixasse feliz e me desse forças para prosseguir. Obrigada vó e vô, mesmo vocês não sabendo bem como funciona meu trabalho sempre me apoiaram e se preocuparam comigo. Obrigada dinda pelas longas conversas construtivas nas viagens entre Porto Alegre e Pelotas. Não tem alegria maior que estar com a casa cheia das pessoas que mais confio e amo, obrigada!

Agradeço imensamente a todos os meus amigos, minha família de coração. Em especial à Kaká e à Helena, que enlouqueceram comigo desde os estudos para a prova de seleção no mestrado até os momentos finais escrevendo a dissertação. A amizade, o amor e a maluquice de vocês não tem comparação, eu não teria nem entrado no mestrado se não fosse o apoio de vocês e certamente não conseguiria finalizar. Agradeço à Gi, minha amiga de longa data, que me acompanha e incentiva de longe, mas não perde um drama. Agradeço muito a todos os amigos que fiz durante o mestrado, que são muitos, mas em especial, obrigada Maico, Murilo, Dé e Vini, a companhia e a alegria de vocês não tem preço. E é claro, muito obrigada Rafa! Tu que esteve presente desde as primeiras semanas do mestrado, que foi se tornando meu parceiro, meu grande amigo, e que em algum momento desses dois anos se tornou minha paixão, e hoje é meu namorado. Obrigada, especialmente a ti, pelo aconselhamento teórico, auxílio técnico e prático e principalmente pelo apoio emocional indispensável. Te amo muito. Amo muito todos vocês amigos, não tenho palavras para descrever quanto.

Agradeço também a minha família acadêmica – que não deixam de pertencer também a família do coração. Obrigada Adeline e Jonas por toda parceria em campo, alegraram as noites frias e cheias de mosquitos, a dedicação de vocês fez esse trabalho possível. Obrigada a todos os professores e educadores que contribuíram para minha

formação. Obrigada a todos meus colegas de laboratório, vocês sempre foram companheiros, acolhedores e bem humorados. Muito obrigada a minha orientadora Maria João, que me acolheu de braços abertos e sempre me guiou da melhor forma possível. E obrigada à minha coorientadora Ana, que se desdobrou para organizar e participar de todo trabalho de campo com dedicação.

E por fim, agradeço aos morcegos, a minha família filogenética – uso de licença poética, sei que não pertencemos à mesma família. Obrigada, vocês foram realmente o centro de tudo nesses últimos anos. E peço desculpas se importanei vocês, mas farei todo o possível para que não tenha sido em vão.

Agradeço muito à CNPq pela bolsa de mestrado!

Esse trabalho pertence a todos nós, obrigada a todos!

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO GERAL	9
MORCEGOS E SEUS ABRIGOS	9
<i>Diversidade de Chiroptera</i>	9
<i>Abrigos para morcegos</i>	10
URBANIZAÇÃO E ABRIGOS ANTRÓPICOS	12
<i>Fauna sinantrópica</i>	12
<i>Tadarida brasiliensis</i>	19
<i>Importância ecológica e econômica e os conflitos</i>	22
OBJETIVOS	24
<i>Objetivos específicos</i>	25
REFERÊNCIAS	26
Estrutura populacional e ocupação diferencial de abrigos antrópicos por <i>Tadarida brasiliensis</i> (Chiroptera: Molossidae) na época reprodutiva no sul do Brasil	33
Resumo:	33
Abstract:	34
Introdução	36
Material e Métodos	40
<i>Área de Estudo</i>	40
<i>Procura dos Abrigos e Coleta de Dados</i>	41
<i>Variáveis de Microclima, Características de Abrigo e Paisagem em Redor do Abrigo</i>	43
<i>Análise de Dados</i>	44
Resultados	46
<i>Estrutura da População</i>	46
<i>Microclima</i>	50
<i>Características dos Abrigos</i>	50
<i>Paisagem em redor do abrigo</i>	53
Discussão	54
Referências	59
Apêndices	66
CONCLUSÃO GERAL	69

RESUMO

Tadarida brasiliensis (morcego-brasileiro-de-cauda-livre) é uma espécie amplamente distribuída no Hemisfério Ocidental, muito abundante e exclusivamente insetívora. Desempenha importante serviço ecossistêmico relacionado ao controle de pragas. Entretanto, por ter se adaptado com grande êxito ao ambiente antrópico, frequentemente a sua presença está associada a conflitos com populações humanas. Pouco se sabe sobre suas demandas quanto à utilização de abrigos no hemisfério sul, o que impossibilita o manejo adequado da espécie quando necessário. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocupação diferencial de abrigos antrópicos de *T. brasiliensis* durante a estação reprodutiva, em relação ao microclima, características dos abrigos e da paisagem em redor do abrigo, no extremo sul do Brasil. O trabalho foi realizado durante a primavera e o verão entre os anos de 2015 e 2018 no município de Capão do Leão (RS, Brasil), no Bioma Pampa. Foram realizadas contagens do número de indivíduos em 26 abrigos durante a emergência dos morcegos ao anoitecer através de filmagens com câmeras de infravermelho e de contagens visuais diretas. As capturas dos indivíduos foram realizadas em 11 abrigos com redes de neblina e uma armadilha de harpa. Foram analisadas cinco variáveis de microclima, sete de características dos abrigos e três de paisagem em torno do abrigo (raio de 100 metros). Em cada escala foram construídos modelos lineares combinando-se todas as variáveis coletadas, sendo os modelos comparados através do AICc; quando mais de um modelo apresentou valor de $AICc < 2$ foi construído um modelo médio. Nossos resultados demonstraram que existe ocupação diferencial dos abrigos, e que o número de indivíduos e a razão sexual são influenciados pelas características estruturais dos abrigos e pela paisagem no entorno. Entretanto, não parece haver ocupação diferencial dos abrigos em relação ao microclima. O tipo de abrigo e o material do forro pareceram ser as variáveis mais importantes para a formação de colônias maiores. Abrigos localizados no forro, e com revestimento de laje e madeira parecem comportar colônias maiores. Fêmeas demonstraram ser mais seletivas, ocupando preferencialmente abrigos sem perturbação humana e com menor quantidade de vegetação obstruindo a saída do abrigo, o que está potencialmente relacionado com a acessibilidade desses locais. Abrigos com maior número de indivíduos foram associados a maior proporção de áreas abertas. A mesma relação foi demonstrada para a proporção de fêmeas. Esses resultados indicam que há ocupação diferencial de abrigos de *T. brasiliensis*. Isto pode indicar que há seletividade com intensidades diferentes entre

machos e fêmeas da espécie. Sugerimos que, a partir do entendimento da dinâmica das colônias da espécie, seja planejada a criação de abrigos alternativos, visando a conservação e a diminuição de potenciais conflitos com as populações humanas.

Palavras-chave: abrigos em construções, abrigos urbanos, ecologia de abrigo, microclima, paisagem, seleção de abrigo.

ABSTRACT

The Brazilian free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) is widely distributed in the Western Hemisphere, very abundant and exclusively insectivorous. This species performs an important ecosystem service related to pest control. However, because it has adapted with great success to anthropogenic environments, conflicts with human populations are common. Little is known about their roost preferences in the southern hemisphere, making it difficult to properly manage the species when necessary. Here, our objectives were to evaluate the differential occupation of roosts by *T. brasiliensis* during the reproductive season, in relation to microclimate, roost characteristics and landscape bordering the roost, in the extreme south of Brazil. The field study was done during the spring and summer between 2015 and 2018 in Capão do Leão (RS, Brazil), Pampa Biome. Bats were counted in 26 roosts during their emergence at dusk through infrared camera footage and direct visual counts. Bats were captured in 11 roosts with mist nets and a harp trap. Five microclimate variables, seven roost characteristics and three attributes of the landscape around the roost (100 meter radius) were analyzed. In each scale, linear models were constructed combining all the variables collected, and models were compared through the AICc; when more than one model had $AICc < 2$ an average model was built. Our results showed that there is differential occupation of the roosts, and that the number of individuals and the sex ratio are influenced by the characteristics of the roost and of the contiguous landscape. However, there seems to be no differential occupation of roosts in relation to temperature or humidity. Roost type and lining material seem to be the most important variables for the formation of larger colonies. Roosts located in the liner, and with slab and wood cover appear to harbour larger colonies. Females seem to be more selective, preferentially occupying roosts without human disturbance and with less vegetation obstructing the exit of the roost, which is probably related to the accessibility

of these sites. Roosts harboring larger number of individuals were associated to greater proportion of open areas. The same relation was demonstrated for the proportion of females. These results indicate that there is differential occupation of roosts by *T. brasiliensis*, and distinct between males and females. We suggest that, based on the understanding of the dynamics of the colonies, alternative roosts should be made available, aiming the conservation of the species and the reduction of potential conflicts.

Keywords: landscape, microclimate, roost ecology, roosts in buildings, roost selection, urban roosts.

INTRODUÇÃO GERAL

MORCEGOS E SEUS ABRIGOS

Diversidade de Chiroptera

Os morcegos incluem cerca de 1300 espécies conhecidas (distribuídas em 18 famílias) e representam a segunda maior ordem de mamíferos, depois dos roedores, correspondendo a aproximadamente 22% da mastofauna mundial (SIMMONS, 2005; WILSON e REEDER, 2005). Apesar de algumas outras espécies de mamíferos se deslocarem por voo do tipo planeio, como *Glaucomys sabrinus* (Shaw, 1801) (esquilos-voadores-do-norte) e *Petaurus breviceps breviceps* (Waterhouse, 1839) (planadores-de-açúcar) (JACKSON, 2012), os morcegos são os únicos mamíferos que desenvolveram a capacidade de realizar o verdadeiro voo autônomo (FENTON, 1992; MACDONALD, 2006). São também, os únicos mamíferos que apresentam ecolocalização laríngea sofisticada (MACDONALD, 2006). Essa capacidade propiciou uma percepção mais apurada do entorno, auxiliando na ocupação de novos ambientes e possibilitando que esses animais utilizassem um número maior de locais fechados como abrigos (KUNZ, 1982). O sucesso global do grupo é amplamente atribuído a essas duas novas adaptações

(vôo verdadeiro e ecolocalização), parecendo estar na origem da sua ampla distribuição geográfica, dado que a ordem está presente em todos os locais do globo, com exceção dos polos (KUNZ, 1982; JONES e TEELING, 2006).

Atualmente são reconhecidas 182 espécies de morcegos para o Brasil, distribuídas em nove famílias (NOGUEIRA *et al.*, 2018): Emballonuridae, Phyllostomidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Furipteridae, Thyropteridae, Natalidae, Molossidae e Vespertilionidae. O Brasil é segundo país com a maior riqueza de espécies de morcegos do mundo (BERNARD *et al.*, 2011), ficando atrás da Colômbia, e albergando 15% da diversidade mundial de espécies de morcegos (ALBERICO *et al.*, 2000). Estes animais habitam todo o território nacional, ocorrendo na Amazônia, no Cerrado, na Mata Atlântica, no Pantanal, na Caatinga, no Pampa e em áreas urbanas (PAGLIA *et al.*, 2012). No Rio Grande do Sul ocorrem 40 espécies de morcegos, distribuídas entre o Bioma Mata Atlântica e Pampa, com espécies ocorrendo inclusive nas zonas urbanizadas (PACHECO *et al.*, 2007; PASSOS *et al.*, 2010).

Abrigos para morcegos

Os abrigos fornecem locais para interação social, hibernação, criação de filhotes, acasalamento, digestão de alimentos, refúgio contra intempéries e predadores (KUNZ, 1982; HERMANSON e WILKINS, 1986; KALCOUNIS-RÜPPELL *et al.*, 2005; KUNZ e FENTON, 2003; NEUBAUM *et al.*, 2007). Os morcegos podem ser encontrados em seus abrigos tanto durante o dia, quanto também durante a noite (O'SHEA e BOGAN, 2003), com espécies em regiões temperadas podendo permanecer por até 20 horas por dia nesses locais (JENKINS *et al.*, 1998). Devido a essa forte associação, os morcegos ficam sujeitos às pressões seletivas desses ambientes e, conseqüentemente, as condições e os

eventos associados ao seu local de abrigo desempenham importante papel na sua ecologia e evolução (KUNZ, 1982).

Ao longo de sua distribuição, os morcegos se adaptaram a usar grande variedade de locais como abrigo. Algumas espécies utilizam estruturas naturais, tais como cavernas e fendas em rochas (LAUSEN e BARCLAY, 2006; HRISTOV, 2010). Aproximadamente metade das espécies existentes utiliza, obrigatoriamente ou oportunisticamente, plantas como abrigos (KUNZ e FENTON, 2003). Outras, por sua vez, se adaptaram ao ambiente antrópico e passaram a usar estruturas artificiais como edifícios, forros e telhados de casas, pontes, entre outros (DAVIS e COCKRUM 1963; SGRO e WILKINS, 2003). Entretanto, essas demandas dos morcegos por certos tipos de abrigos podem ser influenciadas pela disponibilidade de locais que podem ser utilizados como tais (KUNZ, 1982).

Para maximizar seu fitness, os morcegos precisam selecionar abrigos que satisfaçam suas necessidades, entretanto, a importância relativa de cada característica do abrigo pode variar entre espécies, populações, gêneros e condições reprodutivas (BARCLAY e KURTA, 2007). Apesar dos requisitos específicos variarem entre as espécies, de forma geral, os abrigos devem atender a condições microclimáticas específicas, restringir o acesso a competidores e predadores e estar próximo de fontes de alimentos e água (BOGAN *et al.*, 2003). Dessa forma, os abrigos se tornam um dos principais recursos para a sobrevivência dos morcegos, sendo essenciais para a permanência das espécies em determinados ambientes (KUNZ, 1982).

A ecologia das preferências de abrigos dos morcegos, em inglês roosting ecology of bats, pode ser vista como um complexo de interações fisiológicas, comportamentais, adaptações morfológicas e respostas demográficas desses animais (KUNZ, 1982).

Embora o assunto seja de relevante importância para a conservação e manejo de morcegos, atualmente ainda há carência de estudos que investiguem como se dão os processos de seleção e de utilização de abrigos pelas diversas espécies de morcegos.

URBANIZAÇÃO E ABRIGOS ANTRÓPICOS

Fauna sinantrópica

A urbanização muitas vezes pode ser mais danosa do que outros tipos de perda de habitat (MCKINNEY, 2002), representando grande ameaça biodiversidade global (JUNG e THRELFALL, 2016). Contudo, estudos em todo o mundo sugerem que os impactos da urbanização não são sempre negativos e podem diferir entre regiões geográficas e taxa (JUNG e THRELFALL, 2016). O processo de urbanização cria novos ambientes que suportam novos nichos ecológicos em áreas que estão sob rápida expansão (LUNIAK, 2004). O crescente “vácuo ecológico” atrai cada vez mais populações animais, algumas das quais conseguem transpor as barreiras ecológicas impostas pela urbanização e se adaptam com sucesso às condições específicas oferecidas por esses novos nichos (LUNIAK, 2004). Essas espécies de animais capazes de colonizar e sobreviver em ambientes urbanos são comumente denominadas sinantrópicas e estão intimamente ligadas aos novos tipos de recursos que são gerados por esses locais (MCKINNEY, 2002).

Nas últimas décadas vem sendo observada uma tendência para populações de aves e mamíferos colonizarem cidades, fenômeno recente denominado sinurbanização, que denota a ocorrência de adaptação destas populações as condições específicas dos ambientes urbanizados (LUNIAK, 2004). Adicionalmente, a amplificação desse fenômeno demonstra a possibilidade de algum tipo de coexistência entre a natureza, a biodiversidade e a expansão urbana (LUNIAK, 2004).

Historicamente, várias espécies de morcegos desenvolveram forte associação com edifícios, especialmente durante os períodos de maternidade (KUNZ, 1982), espécies como *Eptesicus fuscus* (Palisot de Beauvois, 1796), *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758) e *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) frequentemente utilizam construções para de abrigar durante esses períodos (MARQUES e FABIÁN, 1996; ROMANO *et al.*, 1999; LAUSEN e BARCLAY, 2006; UHRIN *et al.*, 2016).

No Brasil já foram relatadas 84 espécies de morcegos utilizando áreas urbanas (NUNES *et al.*, 2016); destas, 42 utilizam regularmente construções humanas como abrigo (PACHECO *et al.*, 2010), sendo que, 21 já foram observadas ocupando abrigos em construções humanas no Rio Grande do Sul (NUNES *et al.*, 2016). Dentre elas, *Tadarida brasiliensis* é uma das mais comumente encontradas, adaptou-se com grande êxito ao ambiente urbano, apresentando elevada densidade populacional em determinadas regiões do Estado (MARQUES e FABIÁN, 1994; FRANCO, 2011).

Para algumas espécies, como por exemplo, *Eptesicus fuscus* a sua ocorrência em ambientes urbanos foi benéfica visto que neste tipo de ambiente, o período de cuidado parental é reduzido (LAUSEN e BARCLAY, 2006). Para outras, como no exemplo de *Hypsugo savii* (Bonaparte, 1837), favorece a expansão dos limites de distribuição (UHRIN, *et al.*, 2016) Entretanto, mesmo para espécies com alto potencial de adaptação a estes novos ambientes, como em *Myotis lucifugus* (Le Conte, 1831), não foram observados atributos que favorecessem a sua presença em ambientes urbanos, sendo proposto que de forma geral, o processo de urbanização seria prejudicial a fauna de morcegos (COLEMAN e BARCLAY 2011).

Seleção de abrigos antrópicos

A questão da seleção de abrigos em áreas urbanas foi abordada principalmente em trabalhos realizados em regiões temperadas na Europa e na América do Norte (JUNG e THRELFALL, 2016). A maior parte dos estudos sobre o tema avaliaram os padrões de seleção de abrigos em construções comparando abrigos utilizados regularmente com potenciais abrigos não utilizados, selecionados aleatoriamente no ambiente (ENTWISTLE *et al.*, 1997; WILLIAMS e BRITTINGHAM, 1997; JENKINS *et al.*, 1998; BIHARI, 2004; NEUBAUM *et al.*, 2007; LI e WILKINS, 2015).

Essa seleção de abrigos dá-se de maneira diferente dependendo da espécie e de suas necessidades particulares (BOGAN *et al.*, 2003; BARCLAY e KURTA, 2007; KUNZ, 1982). Além disso, em estudos sobre seleção de abrigos começou-se também a abordar a hipótese de que a interação entre reprodução e termorregulação promove diferenças inclusive na seleção de abrigos entre machos e fêmeas (BRACK *et al.*, 2002; BRODERS e FORBES, 2004; ENCARNAÇÃO *et al.*, 2005).

Grande parte dos estudos de seleção de abrigos foram realizados com espécies de Vespertilionidae. Bihari (2004) investigou as preferências de abrigo de *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), demonstrando que a espécie ocupa somente abrigos antrópicos que sejam semelhantes em vários atributos aos seus abrigos naturais, e que proporcionem condições climáticas parecidas ou melhores que esses. *Nyctalus noctula* ocupa predominantemente abrigos com altura e com a largura da entrada semelhantes às encontradas nos abrigos em árvores (de 6 a 8 metros de altura e com a abertura entre 19 e 28 milímetros). Os indivíduos desta espécie também tendem a selecionar abrigos orientados para oeste. Nesses locais as flutuações de temperatura são adequadas ao ritmo circadiano destes animais: de manhã, quando morcegos estão em torpor, o abrigo permanece mais frio; possibilitando a manutenção da temperatura corporal baixa com reduzido gasto energético por diminuição das trocas de calor com o ambiente. A

temperatura no abrigo vai aumentando ao longo do dia, associado com o deslocamento da Terra em relação ao Sol, e atinge o seu máximo no final tarde, quando os morcegos precisam sair do torpor e se tornar mais ativos antes de sair para caçar. Dessa maneira os abrigos contribuem, ou estão intimamente associados ao processo de termorregulação destes morcegos, que economizam energia ao selecionar microhabitats (abrigos) que diminuem o gasto energético.

Para outra espécie de vespertilionídeo, *Plecotus auritus*, observa-se seleção tanto nas características das edificações utilizadas, quanto na matriz paisagística do entorno dos abrigos (ENTWISTLE *et al.*, 1997; MOUSSY 2011). Entwistle *et al.* (1997) demonstrou que as construções situavam-se mais perto da floresta e da água em relação a potenciais abrigos selecionados aleatoriamente, e também tinham uma área maior de floresta em um raio de 0,5 km. De encontro a esses resultados, Moussy (2011) relatou que os morcegos selecionaram seus abrigos principalmente pela sua proximidade e conexão com as áreas de forrageamento, sugerindo que a presença de habitats adequado para alimentação no entorno do abrigo influencia a sua seleção. Sobre as características das construções Entwistle *et al.* (1997) evidenciaram que os prédios ocupados eram mais antigos. Em ambos os trabalhos sugere-se que *P. auritus* seleciona construções nas quais o espaço do telhado é subdividido em mais compartimentos, o que oferece grande variedade de regimes térmicos para os morcegos (SAINT-GIRONS *et al.*, 1969; STUDIER e O'FARREL, 1972). Dessa forma, os animais podem abrigar-se em diversos compartimentos, selecionando as condições térmicas adequadas ao seu estado energético (ENTWISTLE *et al.*, 1997; LICHT e LEITNER, 1967). Além disso, Entwistle *et al.* (1997) demonstraram que as temperaturas no interior dos abrigos são significativamente mais quentes do que em telhados de prédios selecionados aleatoriamente.

Foram desenvolvidos dois trabalhos sobre a seleção de abrigos maternidade por *Eptesicus fuscus* (Vespertilionidae) nos EUA. Primeiramente, em 1997 Williams e Brittingham avaliaram 10 locais na Pennsylvania durante a primavera e o verão. Os edifícios ocupados pelos morcegos eram representados por construções antigas, com telhados de aço galvanizado, com menor obstrução de acesso e em locais altos. Os sótãos ocupados também eram mais acessíveis aos morcegos, apresentavam temperaturas mais altas e gradientes de temperatura mais amplos do que os sótãos não utilizados. Os níveis de perturbação, níveis de luz e umidade não diferiram entre os locais ocupados e desocupados. Posteriormente, Neubaum *et al.* (2007) localizaram 142 abrigos de *E. fuscus* e compararam variáveis de micro-habitat e de paisagem entre esses abrigos maternidade e edifícios selecionados aleatoriamente. A análise de micro-habitat apontou que os abrigos maternidade possuem pontos de saída com áreas maiores e mais altas em relação solo do que as construções aleatoriamente selecionadas, além de apresentarem temperaturas médias maiores. Quanto as características da paisagem, a distância para outros abrigos similares ocupados pela mesma espécie foi menor, e as variáveis de urbanização (maior densidade de edifícios, maior densidade de ruas e de tráfego) foram negativamente associadas a presença das maternidades (NEUBAUM *et al.*, 2007). Os autores ressaltaram que as variáveis apontadas como importantes para a seleção de abrigos urbanos são frequentemente análogas às encontradas em estudos semelhantes, realizados em abrigos maternidade em troncos de árvores e em fendas de rochas. Ainda com *E. fuscus*, O'Shea *et al.* (2011) relatam que em Fort Collins (Colorado, EUA) as colônias maternidade abrigam-se exclusivamente em edifícios, mas apresentam semelhanças com colônias encontradas em abrigos 'naturais', incluindo o tamanho da colônia, o comportamento de troca de abrigos, e a fidelidade aos abrigos em pequena escala.

Diferentemente do padrão encontrado para as três espécies acima referidas, Jenkins *et al.* (1998) demonstrou que *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) na Escócia não parece selecionar seus abrigos de acordo com atributos estruturais dos prédios, mas sim com elementos da paisagem no entorno. As construções utilizadas como abrigo encontravam-se próximas de árvores com mais de 10 metros de altura, e no raio de 50 metros em redor do abrigo a cobertura percentual de árvores altas era superior à de potenciais abrigos desocupados. Além disso, os abrigos apresentaram área maior de floresta no entorno, e eram mais propensos a serem encontrados próximos a um rio importante, dentro de um raio de 0,5 km. Os autores ressaltam que esses recursos florestais selecionados podem ser importantes para navegação, para evitar a predação e, principalmente, para o forrageamento, estando potencialmente associados a maior disponibilidade de alimento.

Soper e Fenton (2007) estudaram as duas espécies mais abundantes da região de Ontário, no Canadá: *Myotis lucifugus* e *Eptesicus fuscus*. Estes autores encontraram relação entre do tipo da casa selecionada, idade da construção e altura do abrigo. Os morcegos de ambas as espécies tenderam a selecionar casas do tipo vitoriano, provavelmente devido ao fato desse tipo de construção possuir grande complexidade estrutural, sendo geralmente mais antigo e mais alto. Os autores concluíram ainda que ambas as espécies são propensas a explorar edifícios como abrigos, podendo se beneficiar da expansão urbana quando há habitats adjacentes adequados para forrageamento.

Berkova *et al.* (2014), na República Checa, não encontrou evidências que indiquem seleção das características físicas das construções por *Myotis myotis*, mas detectaram quantidades relativamente mais baixas de sebes no entorno de abrigos desocupados; os autores sugerem que essas sebes funcionam como estruturas conectivas

lineares entre os abrigos e regiões florestais, auxiliando a orientação de ampla escala pelos morcegos.

Dentro desta temática de abrigos, trabalhos com morcegos da família Molossidae são desenvolvidos com menor frequência. Davis *et al.* (1962) realizaram um extenso trabalho sobre *Tadarida brasiliensis* abordando vários atributos de sua biologia. Sobre as suas exigências de abrigo, demonstraram que a única característica crítica para esses morcegos é a presença de aberturas que conduzam ao interior. Entretanto, relataram que a espécie utiliza vários tipos de construções e que características como: idade do prédio, tipo de construção, altura, uso relativo por humanos, localização relativa na construção e a orientação do prédio podem influenciar os indivíduos na escolha do local de abrigo. Entretanto, o único estudo sobre seleção de abrigos por *Tadarida brasiliensis* em ambientes urbanos foi desenvolvido por Li e Wilkins (2015) no Texas, EUA. Os autores monitoraram 54 abrigos diurnos e investigaram as preferências da espécie em duas escalas, de macrohabitat e de microhabitat, este último por sua vez subdividido em características da construção e características da abertura do abrigo. À escala do macrohabitat, os morcegos foram mais propensos a selecionar áreas em que a renda familiar média da vizinhança era mais baixa, geralmente próximas de prédios altos e de fontes de água. À escala do micro-habitat demonstraram que *T. brasiliensis* utiliza com maior frequência prédios altos e abandonados. As saídas dos abrigos eram geralmente resultantes de danos estruturais dos edifícios, e menos propensas a ter algum tipo de vegetação bloqueando o espaço aéreo adjacente. Dessa maneira, evidenciaram que a acessibilidade do abrigo parece ser mais importante do que as condições térmicas na seleção de abrigos por *T. brasiliensis*.

Tadarida brasiliensis

O gênero *Tadarida* é cosmopolita e contém sete espécies, das quais apenas *Tadarida brasiliensis* é encontrada na América do Sul, incluindo o Brasil (FABIÁN e GREGORIN, 2007). Esse morcego, por sua vez, é conhecido como morcego-brasileiro-de-cauda-livre ou morcego-mexicano-de-cauda-livre. São adaptados para voar em alta velocidade e se alimentar em habitats não muito densos em termos de vegetação, sendo que, em ambiente natural, ocupam quase exclusivamente cavernas (FABIÁN e GREGORIN, 2007); entretanto, em decorrência da crescente antropização e por terem se adaptado facilmente a áreas urbanas há hipótese que a espécie possa estar ampliando sua distribuição geográfica juntamente com o aumento de áreas urbanizadas (COLEMAN e BARCLAY, 2012). A associação de *T. brasiliensis* a ambientes urbanos vem ocorrendo há décadas; em 1962 Davis *et al.* já haviam sugerido que a população da espécie nos EUA poderia ter aumentado em cerca de 15% devido à facilidade de ocupar construções humanas e aí formar abrigos com milhares de indivíduos, à semelhança do que ocorre em cavidades naturais. Nesses ambientes antropizados *T. brasiliensis* abriga-se frequentemente em forros de telhados, caixilhos de persianas, condicionadores de ar, vãos entre prédios e pontes (PACHECO, 2013).

Amplamente distribuído no Hemisfério Ocidental, *T. brasiliensis* ocorre desde a metade sul dos Estados Unidos até ao oeste da América do Sul, sudeste e sul do Brasil e sul da Argentina e Chile, mas não ocorrendo aparentemente em regiões tipicamente tropicais (SIMMONS, 2005); é, portanto, uma espécie característica de climas temperados e subtropicais. No sudoeste dos EUA e no norte do México esta espécie forma as maiores concentrações já registradas para qualquer mamífero, com a colônia em Bracken Cave, Texas, sendo estimada em 20 milhões de indivíduos (DAVIS *et al.*, 1962).

Nos EUA, onde a espécie vindo sendo estudada há mais tempo, observou-se que os indivíduos apresentam habito migratório em determinados locais (DAVIS *et al.*, 1962; SCALES e WILKINS, 2007; HRISTOV *et al.*, 2010). As colônias do centro e norte dos Estados Unidos migram para sul para passar o verão, onde formam grandes colônias de maternidade (DAVIS *et al.*, 1962). O outono é a estação onde ocorre a migração para sul, período no qual os jovens se tornam independentes e dá-se início a migração (SCALES e WILKINS, 2007). Na região central do Estado do Texas os abrigos apresentam flutuação evidente na ocupação durante o ano, sendo considerados de passagem ou de parada dos morcegos que estão em migração (FRAZE e WILKINS, 1990; SGRO e WILKINS, 2003). No México, a ocupação se dá geralmente na primavera e outono (HRISTOV *et al.*, 2010), podendo haver também algumas colônias ocupadas durante todo o ano (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2010). Outras populações, no entanto, não apresentam comportamento migratório, sendo residentes nos mesmos abrigos ao longo de todo o ano. Isso foi observado em regiões mais meridionais dos Estados Unidos, como em New Orleans, Louisiana (PAGELS, 1972). Dessa forma, pode-se observar que a espécie demonstra variação no comportamento de deslocamento ao longo de sua distribuição (MCCRACKEN, 2003).

Na América do Norte, as colônias são geralmente formadas por indivíduos adultos durante a maior parte do ano (LEE e MCCRACKEN, 2001; LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2010). A reprodução se dá entre a primavera e o verão, sendo que os últimos estágios da gravidez ocorrem em maio, o parto geralmente ocorre em junho, e a amamentação e o desmame ocorrem em julho (SCALES e WILKINS, 2007). Nos Estados Unidos 80% das fêmeas já se encontram grávidas na primavera, e a gestação dura em média 80 dias (REICHARD *et al.*, 2009). Os jovens são encontrados forrageando durante o verão,

indicando que iniciam o voo autônomo e caçam poucas semanas após o nascimento (LEE e MCCRACKEN, 2001).

Alguns estudos têm sido realizados com a espécie na América do Sul. Na Argentina, a espécie tende a formar grandes colônias na primavera e no verão (ROMANO *et al.*, 1999). No outono as populações abandonam os abrigos, sendo que se desconhece a localização dos indivíduos destas grandes colônias durante o outono e o inverno (ROMANO *et al.*, 1999). No Brasil, foram realizados trabalhos abordando temas como a ampliação da distribuição geográfica (SANTOS e BORDIGNON, 2011), reprodução (MARQUES e FABIÁN, 1994) e alimentação (FABIÁN *et al.*, 1990). Sabe-se que a distribuição da espécie não é uniforme, havendo registros nos biomas Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado, Caatinga e Pampa (PAGLIA, 2012). No Sul do Brasil, mais especificamente no estado do Rio Grande do Sul, *T. brasiliensis* é amplamente distribuída e apresenta densidades elevadas, ocupando construções humanas em áreas rurais e urbanas, onde forma grandes colônias durante os meses de verão (MARQUES e FABIÁN, 1994). Na cidade de Porto Alegre é considerada de ocorrência comum, onde forma colônias maternidade durante a primavera e o verão, algumas podendo chegar a mais de 3.000 indivíduos (MARQUES e FABIÁN, 1994). Essas colônias se dispersam a partir do outono; entretanto, em algumas situações alguns indivíduos permanecem nos abrigos (MARQUES e FABIÁN, 1994). Em outras regiões do Sul do Estado, estudos realizados constataram que os indivíduos permanecem no abrigo durante todo o ano (FRANCO, 2011). Esta espécie apresenta fidelidade aos abrigos (MARQUE e FABIÁN, 1996; PACHECO, 2013), sendo o número de integrantes das colônias de *T. brasiliensis* pode ser mantido sem grandes alterações durante anos (PACHECO, 2013). Também foi observada ocorrência de separação de indivíduos por sexo – machos repousam separados

das fêmeas – e por idade – filhotes repousam em locais separados dos adultos (MARQUES e FABIÁN, 1996; PACHECO, 2013).

Importância ecológica e econômica e os conflitos

Os morcegos desempenham muitos papéis vitais nos ecossistemas em todo o mundo como polinizadores, grandes predadores de artrópodes e dispersores de sementes (KUNZ *et al.*, 2011). Esses serviços ecossistêmicos são benéficos para os seres humanos, e os morcegos são provavelmente um dos grupos economicamente mais importantes de mamíferos não domesticados (BOYLES *et al.*, 2011; KUNZ *et al.*, 2011).

Nesse contexto, *T. brasiliensis* fornece um serviço de controle de pragas em escala continental na América do Norte (CLEVELAND *et al.*, 2006). Devido a suas altas demandas energéticas as enormes populações desta espécie consomem quantidades enormes de insetos, principalmente ao decorrer dos meses mais quentes, quando fêmeas estão lactantes; morcegos insetívoros, e *T. brasiliensis* não é exceção, chegam a ingerir mais de dois terços da sua massa corporal em cada noite (KUNZ *et al.*, 1995). Ao se alimentarem da lagarta-de-espiga *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), praga principalmente em lavouras de algodão, os benefícios econômicos para a indústria agrícola garantidos por *T. brasiliensis* estão estimados em até 1 bilhão de dólares anuais (CLEVELAND *et al.*, 2006). Dessa forma, a presença dessa espécie aumenta o valor econômico dos sistemas agrícolas, reduzindo a frequência da pulverização por agrotóxicos e retardando a necessidade de novos pesticidas (CLEVELAND *et al.*, 2006; FREDERICO *et al.*, 2008).

Frederico *et al.* (2008) em um estudo realizado no Texas demonstraram que além da pressão direta de predação, a presença de grande número de morcegos insetívoros nas regiões de lavoura produz uma dispersão em escala regional dos insetos-praga. Este decréscimo regional do número dos insetos reduz a herbivoria em escala transcontinental, este processo é consideravelmente reduzido quando os morcegos estão ausentes. Isto demonstra que em geral a produção de algodão convencional e mesmo transgênico é mais lucrativa quando os morcegos insetívoros estão presentes no ambiente.

Entretanto, pelo fato de formarem grandes colônias em construções humanas, o que promove o contato direto com pessoas, *T. brasiliensis* é uma espécie com alto potencial de conflito. Entre os principais problemas gerados por eles estão: acúmulo de fezes, (que em caso de colônias muito grandes pode acarretar em grande prejuízo ao patrimônio), indivíduos voando no interior das residências (que em geral não apresenta qualquer risco, mas aumenta o receio infundado das pessoas de ataques por morcegos), perturbação por barulho e odor da urina, e temor em relação à transmissão de doenças (MITCHELL-JONES, 2004). Esses conflitos podem levar à exclusão das colônias, que geralmente ocorrem sem o acompanhamento profissional para garantia da sobrevivência desses animais (O'SHEA *et al.*, 2011). Assim, além das mortes geradas durante o processo de exclusão, os morcegos sobreviventes tornam-se mais vulneráveis à predação ao procurar novos abrigos (AGULAR *et al.*, 2012), aumentando a taxa de mortalidade (O'SHEA *et al.*, 2011). Na Europa, a exclusão de morcegos de qualquer espécie é ilegal e só pode ser realizada em casos muito específicos supervisionados por autoridades competentes (EUROBATS, 2015).

Tadarida brasiliensis não apresenta status de ameaça de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014), e seu status de conservação segundo a “International Union for Conservation of Nature and Natural Resources” (IUCN) é estável, de menor

preocupação (LC; IUCN, 2019). Entretanto, embora esses morcegos ainda sejam abundantes, sua longa expectativa de vida, baixa taxa de reprodução e hábito de se agregar em um número limitado de grandes colônias para reprodução pode levantar preocupações sobre suas populações (COCKRUM, 1970). Relatou-se que nos últimos nove anos vem ocorrendo diminuição do número de colônias na cidade de Porto Alegre (PACHECO, 2013). Os morcegos mortos apresentam fraturas ósseas externas e internas, que implica em morte com sofrimento, bem como, o emprego de produtos químicos tóxicos na forma líquida, de gel (onde o morcego fica em carne viva), extintores de pó químico “pós brancos” utilizados indiscriminadamente pelas desinsetizadoras e empresas terceirizadas, além de pomada de varfina, comprada em agropecuárias, e queimaduras (WEBER, 2013). Além disso, sabe-se que *Tadarida brasiliensis* é a espécie com mais alta taxa de mortalidade em Parques Eólicos no Rio Grande do Sul e na América do Norte (WEBER, 2013; AMARAL, 2019).

Devido à sua importância ecológica, seu grande impacto na economia e aos conflitos recorrentes, em algumas situações torna-se necessário que *T. brasiliensis* seja manejado, principalmente em ambientes urbanos. Entretanto, sua biologia, estrutura populacional e suas preferências de abrigos ainda não são bem conhecidas, impossibilitando o desenvolvimento e a implementação de planos de manejo adequados.

OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar a ocorrência de ocupação diferencial de abrigos antrópicos, em relação ao microclima, características dos abrigos e paisagem em redor do abrigo, por *Tadarida brasiliensis* no extremo sul do Brasil.

Objetivos específicos

- A) Caracterizar a composição das colônias de *Tadarida brasiliensis* durante a estação reprodutiva quando ao: i) Número de indivíduos, ii) Razão sexual, iii) Estado reprodutivo e iv) Composição etária.
- B) Avaliar a ocorrência de ocupação diferencial de abrigos por *Tadarida brasiliensis* condicionado ao microclima, características dos abrigos e composição da paisagem ao redor do abrigo em relação ao número de indivíduos e ao sexo.

REFERÊNCIAS

- AGULAR, L. M. S.; MOTTA, A.; ESBERÁRD, C. *Falco sparverius* (Aves: Falconiformes) preying upon *Nyctinomops laticaudatus* (Chiroptera: Molossidae). **Sociedade Brasileira de Zoologia**, Brasil, v. 29, n. 2, p. 180-182, 2012.
- ALBERICO, M., CADENA A, HERNÁNDEZ-CAMACHO J, MUÑOZ-SABA Y Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. **Biota Colombiana**, n. 1, p. 43–75, 2000.
- AMARAL, Izidoro Sarmiento do. **Padrão temporal e a influência das condições climáticas e ambientais nas fatalidades de quirópteros em um complexo eólico no sul do Brasil**. 2019 Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia.
- BARCLAY R. M. R.; KURTA, A. Ecology and behavior of bats roosting in tree cavities and under bark. In: TUTTLE, M. D. **Bats in forests: conservation and management**. JHU Press, 2007.
- BERKOVÁ, H.; POKORNÝ, M.; ZUKAL, J. Selection of buildings as maternity roosts by greater mouse-eared bats (*Myotis myotis*). *Journal of Mammalogy*, v. 95, n. 5, p. 1011-1017, 2014.
- BERNARD, E.; AGUIAR, L. MS; MACHADO, R. B. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries?. **Mammal Review**, v. 41, n. 1, p. 23-39, 2011.
- BIHARI, Z. The roost preference of *Nyctalus noctula* (Chiroptera, Vespertilionidae) in summer and the ecological background of their urbanization. **Mammalia**, v. 68, n. 4, p. 329-336, 2004.
- BOYLES, J. G. *et al.* Economic importance of bats in agriculture. **Science**, v. 332, n. 6025, p. 41-42, 2011.
- BRACK Jr, V.; STIHLER, C. W.; REYNOLDS, R. J.; BUTCHKOSKI, C. M.; HOBSON, C. S. Effect of climate and elevation on distribution and abundance in the mideastern United States. The Indiana bat: biology and management of an endangered species. **Bat Conservation International**, Austin, TX, 21-28, 2002.
- BRODERS, H. G.; FORBES, G. J. Interspecific and intersexual variation in roost-site selection of northern long-eared and little brown bats in the Greater Fundy National Park ecosystem. **The Journal of Wildlife Management**, v. 68, n. 3, p. 602-610, 2004.
- CLEVELAND, C. 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.
- COCKRUM, E. L. Insecticides and guano bats. **Ecology**, v. 51, n. 5, p. 761-762, 1970.
- COLEMAN, J.L.; BARCLAY, R.M.R. Urbanization and the abundance and diversity of Prairie bats. **Urban Ecosyst.** v.15, n.1, p. 2012.

- DAVIS, R. B.; HERREID, C. F.; SHORT, H. L. Mexican free-tailed bats in Texas. **Ecological Society of America**, v.32, n.4, p.311-346, 1962.
- DAVIS, R.; COCKRUM, E. L. Bridges utilized as day-roosts by bats. **Journal of Mammalogy**, v. 44, n. 3, p. 428-430, 1963.
- DIXON, M.D. Relationship between land cover and insectivorous bat activity in an urban landscape. **Urban Ecosyst**, v.15, n.3, p.683–695, 2012.
- ENCARNAÇÃO, J. A. *et al.* Sex-related differences in roost-site selection by Daubenton's bats *Myotis daubentonii* during the nursery period. **Mammal Review**, v. 35, n. 3-4, p. 285-294, 2005.
- ENTWISTLE, A. C.; RACEY, P. A.; SPEAKMAN, J. R. Roost selection by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*. **Journal of Applied Ecology**, p. 399-408, 1997.
- EUROBATS. HUTSON, A.M.; MARNELL, F.; TÖRV, T. **A guide to the implementation of the Agreement of the Conservation of Populations of European Bats**. 2015.
- FABIÁN, M. E.; GREGORIN, R. Família Molossidae (Cap. 13), p.149-165. In: REIS, N. R. et al. (Ed.). **Morcegos do Brasil**. Univesidade Estadual de Londrina, 2007.
- FABIÁN, M. E.; HARTZ, S. M.; ARIGONY, T. H. A. Alimentação de *Tadarida brasiliensis* (Geoffroy, 1824) na região urbana de Porto Alegre, RS, Brasil (Chiroptera, Molossidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 2, p. 387-392, 1990.
- FENTON, M. B. **Bats**. New York: Facts On File, Inc., p.207, 1992.
- FRANCO, Adeline Dias. **Uso de Abrigo e Composição de Colônia de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (Chiroptera, Molossidae) no Sul do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado). Universidade Federal de Pelotas.
- FRAZE, R. K.; WILKINS, K.T. Patterns of use of man-made roosts by *Tadarida brasiliensis mexicana* in Texas. **The Southwestern Naturalist**, p. 261-267, 1990.
- HERMANSON, J. W.; WILKINS, K. T. Pre-weaning mortality in a Florida maternity roost of *Myotis austroriparius* and *Tadarida brasiliensis*. **Journal of Mammalogy**, v. 67, n. 4, p. 751-754, 1986.
- HRISTOV, I. N.; BETKE, M.; THERIAULT, H. E. D.; BAGCHI, A.; KUNZ, H. T. Seasonal variation in colony size of Brazilian free-tailed bats at Carlsbad cavern based on thermal imaging. **Journal of Mammalogy**, v.91, n.1, p.183-192, 2010.
- IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2013) **IUCN red list of threatened species**. Versão 2015.4. Disponível online em: www.iucnredlist.org Acesso em: 26 de fevereiro de 2019.
- JACKSON, S. M. Gliding mammals of the world. **Csiro Publishing**, 2012.

JENKINS, E. V. *et al.* Roost selection in the pipistrelle bat, *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae), in northeast Scotland. **Animal behaviour**, v. 56, n. 4, p. 909-917, 1998.

JONES, G.; TEELING, E. C. The evolution of echolocation in bats. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 21, n. 3, p. 149-156, 2006.

JUNG, K.; THRELFALL, C. G. Urbanization and Its Effects on Bats - A Global Meta - Analysis. In: VOIGT, C. C.; KINGSTON, T. **Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World**, p.427-462. 2016.

KALCOUNIS-RÜPPELL, M. C.; PSYLLAKIS, J. M.; BRIGHAM, R. M. Tree roost selection by bats: an empirical synthesis using meta-analysis. **Wildlife Society Bulletin**, v. 33, n. 3, p. 1123-1132, 2005.

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

KUNZ, T. H.; FENTON, M. B. (Ed.). **Bat ecology**. University of Chicago Press. 2003

KUNZ, T. H.; WHITAKER, J. O.; WADANOLI, M. D. Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) during pregnancy and lactation. **Oecologia**, v. 101, n. 4, p. 407-415, 1995.

KUNZ, T. Roosting ecology of bats. In: KUNZ, T. **Ecology of bats**. 1.ed. London: Plenum Publishing Corporation, p. 1-56, 1982.

LAUSEN, C. L.; BARCLAY, R. M. R. Thermoregulation and roost selection by reproductive female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices. **Journal of Zoology**, v. 260, n. 3, p. 235-244, 2006.

LEE, Y.F; MCCRACKEN, G. F. Timing and variation in the emergence and return of Mexican free-tailed bats, *Tadarida brasiliensis mexicana*. **Zoological Studies-Taipei**, v. 40, n. 4, p. 309-316, 2001.

LI, H.; WILKINS, K. T. Selection of building roosts by Mexican free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis*) in an urban area. **Acta Chiropterologica**, v. 17, n. 2, p. 321-330, 2015.

LICHT, P.; LEITNER, P. Behavioral responses to high temperatures in three species of California bats. **Journal of Mammalogy**, n.48, p.52-61, 1967.

LOPÉZ-GONZÁLEZ, C.; RASCÓN, J.; HERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ, F. D. Population structure of migratory Mexican free-tailed bats *Tadarida brasiliensis mexicana* (Chiroptera) in a Chihuahuan Desert roost. **Chiroptera Neotropical**, v. 16, n. 1, p. 557-566, 2010.

LUNIAK, M. Synurbization—adaptation of animal wildlife to urban development. In: **Proc. 4th Int. Symposium Urban Wildl. Conserv.** Tucson. p. 50-55. 2004.

MACDONALD, D.W. **The Encyclopedia of Mammals**. Oxford: Oxford University Press, 2006.

- MARQUES, R. V.; FABIÁN, M. E. Aspectos do comportamento de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (Chiroptera; Molossidae) em ambiente urbano. **Biociências**. Porto Alegre, v. 4, n.1, p.65-68, 1996.
- MARQUES, R. V.; FABIÁN, M. E. Ciclo reprodutivo de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824)(Chiroptera, Molossidae) em Porto Alegre, Brasil. **Iheringia**, v. 77, p. 45-56, 1994.
- MCCRACKEN, G. F. Estimates of population sizes in summer colonies of Brazilian free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis*). 2003. p. 21–30 In: T. J. O'SHEA; M. A. BOGAN, editors. **Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: problems and prospects**. Information and Technology Report USGS/BRD/ITR-2003-003. U.S. Geological Service, Springfield, Virginia, USA.
- MCKINNEY, M.L. Urbanization, biodiversity, and conservation. **BioScience**, v. 52, n.10, p. 883–890, 2002.
- MITCHELL-JONES, A. J. Public relations. In: MITCHELL-JONES, A. J.; MCLEISH, A. P. (Ed.) **Bat workers' manual**. 3.ed. 2004. p. 79-94, 2004.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente (Brasil). Portaria nº 444 de 17 de dezembro de 2014. Institui a lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. Diário Oficial da União nº 245, Brasília, Seção 1, p. 121.
- MOUSSY, C. Selection of old stone buildings as summer day roost by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*. **Acta Chiropterologica**, n.13, p.101-111, 2011.
- NEUBAUM, D. J.; WILSON, K. R.; O'SHEA, T. J. Urban maternity-roost selection by big brown bats in Colorado. **The Journal of wildlife management**, v. 71, n. 3, p. 728-736, 2007.
- NOGUEIRA M.R.; LIMA, I.P.; GARBINO, G.S.T.; MORATELLI, R.; TAVARES, V.C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A.L. 2018. Updated checklist of Brazilian bats: version 2018. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil—CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq).<<http://www.sbeq.net/updatelist>>accessed in: setembro, 2019.
- NORBERG, Ulla M.; RAYNER, Jeremy MV. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences**, v. 316, n. 1179, p. 335-427, 1987.
- NOWAK, R. M.; WALKER, E. P. **Walker's Mammals of the World**. JHU Press, 1999.
- NUNES, H.; ROCHA, F. L.; CORDEIRO-ESTRELA, P. Bats in urban areas of Brazil: roost, food resources and parasites in disturbed environments. **Urban Ecosystems**, v. 19, n. 1, p. 1-17, 2016.
- O'SHEA, T. J. *et al.* Bat ecology and public health surveillance for rabies in an urbanizing region of Colorado. **Urban Ecosystems**, v. 14, n. 4, p. 665-697, 2011.

- O'SHEA, T. J.; BOGAN, M. A. Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: problems and prospects. **Publications of the US Geological Survey**, p. 16, 2003.
- PACHECO S. M. Chiroptera, p. 175-176, 244, 254. In: WEBER, M. M.; ROMAN, C.; CÁCERES N. C. (Org.). **Mamíferos do Rio Grande do Sul**. Santa Maria, Editora da UFSM, p. 554, 2013.
- PACHECO, S. M. *et al.* Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. **Chiroptera neotropical**, v. 16, n. 1, p. 629-647, 2010.
- PACHECO, S.M. *et al.* **Biogeografia de quirópteros da Região Sul**. *Ciência e Ambiente*, v. 35, p. 181-202. 2007.
- PAGELS, J. F. The effects of short and prolonged cold exposure on arousal in the free-tailed bat, *Tadarida brasiliensis cynocephala* (Le Conte). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 42, n. 2, p. 559-567, 1972.
- PAGLIA, A. P. *et al.* Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. *Occasional papers in conservation biology*, v. 6, p. 1-82, 2012.
- PASSOS, F. C. *et al.* Morcegos da região sul do Brasil: análise comparativa da riqueza de espécies, novos registros e atualizações nomenclaturais (Mammalia, Chiroptera). **Iheringia**, Porto Alegre, v. 100, n. 1, p. 25-34, 2010.
- PIERSON, E. D. Tall trees, deep holes, and scarred landscapes: conservation biology of North American bats. *Bat biology and conservation*. **Smithsonian Institution Press, Washington, DC**, p. 309-325, 1998.
- REICHARD, D. J.; GONZALEZ, E. L.; CASEY, M. C.; ALLEN, C. L.; HRISTOV, I. N.; Evening emergence behavior and seasonal dynamics in large colonies of Brazilian free-tailed bats. **Journal of Mammalogy**, v.90, n.6, p.1478-1486, 2009.
- REIS, N. R. *et al.* Sobre os morcegos Brasileiros (Cap. 1), p In: DOS REIS, N. R. *et al.* (Ed.). **Morcegos do Brasil**. Universidade Estadual de Londrina, 2007.
- ROMANO, M. C.; MAIDAGAN, J. I.; PIRE, E. F. Behavior and demography in an urban colony of *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) in Rosario, Argentina. **Revista de Biología Tropical**, p. 1121-1127, 1999.
- SAINT-GIRONS, H. A.; BROSSET, A.; SAINT-GIRONS, M. C. Contribution a la connaissance du cycle annuel de la chauve-souris *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774). **Mammalia**, n. 33, p.357-470, 1969.
- SANTOS, T, M, R, dos.; BORDIGNON, M. O. Primeiro registro de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) para o Pantanal Brasileiro. **Chiroptera Neotropical**, v.17, n.1, 2011.
- SCALES, J. A.; WILKINS, K. T. Seasonality and fidelity in roost use of the Mexican free-tailed bat, *Tadarida brasiliensis*, in an urban setting. **Western North American Naturalist**, v. 67, n. 3, p. 402-409, 2007.

SGRO, M. P.; WILKINS, K. T. Roosting behavior of the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) in a highway overpass. **Western North American Naturalist**, v. 63, n. 3, p. 11, 2003.

SIMMONS N. B. Order Chiroptera: **Mammal species of the World**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, p. 312-529, 2005.

SOPER, K. D.; FENTON, M. Brock. Availability of building roosts for bats in four towns in southwestern Ontario, Canada. **Acta Chiropterologica**, v. 9, n. 2, p. 542-547, 2007.

STUDIER, E.H.; O'FARRELL, M.J. Biology of *Myotis thysanodes* and *M. lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). I. Thermoregulation. **Comparative Biochemistry and Physiology A**, n.41, p.567-595, 1972.

UHRIN, M. *et al.* Status of Savi's pipistrelle *Hypsugo savii* (Chiroptera) and range expansion in Central and south-eastern Europe: a review. **Mammal Review**, v. 46, p. 1–16, 2016.

WILKINS, T. K. Mammalian Species *Tadarida brasiliensis*. **The American Society of Mammalogists**, n. 331, p. 1-10, 1989.

WILLIAMS, L. M.; BRITTINGHAM, M. C. Selection of maternity roosts by big brown bats. *The Journal of wildlife management*, 359-368, 1997

WILSON D.E.; REEDER, D.M (Eds.). **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. The John Hopkins University Press, Baltimore, MD. 2142p. 2005.

Nota: Neste manuscrito a introdução geral e a conclusão geral foram redigidas conforme à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e o artigo foi redigido conforme as normas da revista científica *Acta Chiropterologica*. A fim de facilitar a leitura, as tabelas, figuras e legendas foram incluídas ao longo do texto.

Capítulo 1.

Estrutura populacional e ocupação diferencial de abrigos antrópicos por *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) na época reprodutiva no sul do Brasil

Ocupação diferencial de abrigos antrópicos

^{1,4}Isadora Brauner Lobato, ²Ana Maria Rui, ²Adeline Dias Franco e ^{1,3}Maria João Ramos Pereira

(1) Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Laboratório de Evolução, Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

(2) Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Laboratório de Ecologia de Mamíferos e Aves, Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

(3) Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

(4) Autor correspondente: E-mail: isadora.b.lobato@gmail.com

Resumo:

Tadarida brasiliensis é muito abundante e apresenta ampla distribuição no Hemisfério Ocidental. Possui grande interesse econômico ligado ao seu serviço no controle de pragas. Está adaptado a ambientes antropizados, utilizando construções como abrigo e gerando conflitos com populações humanas. Pouco se sabe sobre suas preferências de abrigo no hemisfério sul, o que dificulta o manejo adequado da espécie. O objetivo deste trabalho foi descrever a estrutura populacional e avaliar a ocupação diferencial de abrigos antrópicos de *T. brasiliensis* durante a estação reprodutiva, em relação ao microclima, características de abrigos e paisagem em redor dos abrigos, no sul do

Brasil. O trabalho foi realizado na primavera e no verão entre 2015 e 2018 no município de Capão do Leão (RS), Bioma Pampa. Foram realizadas contagens do número de indivíduos em 26 abrigos através de filmagens e contagens visuais. Capturas foram realizadas em 11 abrigos com redes de neblina e armadilha de harpa. Foram analisadas cinco variáveis de microclima, sete de características dos abrigos e três de paisagem em torno do abrigo (raio de 100 metros). Em cada escala foram construídos modelos lineares combinando-se as variáveis, e os modelos foram comparados através do AICc; quando mais de um modelo foi selecionado construiu-se um modelo médio. Os abrigos foram ocupados predominantemente por fêmeas. As fêmeas estavam grávidas em outubro, a lactação iniciou-se em novembro e, em dezembro, todas estavam lactantes. Machos reprodutivamente ativos foram registrados em toda a estação reprodutiva. Demonstrou-se que o número de indivíduos e a razão sexual variam entre abrigos, sendo influenciados por características dos prédios e pela paisagem circundante. Entretanto, não parece haver ocupação diferencial dos abrigos condicionada ao microclima. Abrigos localizados no forro, e com revestimento de laje e madeira parecem comportar colônias maiores. Fêmeas foram associadas a abrigos não perturbados por humanos e sem vegetação obstruindo o ponto de saída, o que está potencialmente relacionado com a acessibilidade desses locais. Abrigos com maior número de indivíduos foram associados a maior proporção de áreas abertas. Esses resultados indicam diferenças na seletividade de abrigos entre machos e fêmeas de *T. brasiliensis*, o que gera o padrão observado de ocupação diferencial dos abrigos. Sugerimos que, a partir do entendimento da dinâmica de abrigos da espécie seja planejada a criação de abrigos artificiais, visando à conservação e a diminuição de conflitos.

Palavras-chave: abrigos em construções, ecologia de abrigo, microclima, paisagem, seleção de abrigo.

Abstract:

Tadarida brasiliensis is very abundant and widely distributed in the Western Hemisphere. It has great economic interest linked to its pest control service. It is

adapted to anthropized environments, using buildings as roosts and often generating conflicts with human populations. Little is known about their roost preferences in the southern hemisphere, which makes it difficult to properly manage the species. The objective of this work was to describe the population structure and to evaluate the differential occupation of *T. brasiliensis* in anthropic roosts during the reproductive season, in relation to the microclimate, and characteristics of the roost and of the landscape bordering the roost, in southern Brazil. The study was conducted during the spring and summer between 2015 and 2018 in Capão do Leão (RS), Pampa Biome. The individuals were counted in 26 roosts through filming and visual counting. Bats were captured in 11 roosts using mist nets and a harp trap. Five microclimate variables, seven characteristics of the roosts and three of the landscape around the roost (100 meter radius) were analyzed. In each scale linear models were built with all possible variable combinations, and models were compared through AICc. When more than one model was selected an average model was built. The roosts were predominantly occupied by females. Females were pregnant in October, lactation started in November and, by December, all were lactating. Reproductively active males were recorded throughout the breeding season. The number of individuals and the sex ratio vary between roosts, and are influenced by characteristics of the buildings and of the contiguous landscape. However, there seems to be no differential occupation of roosts conditioned to the microclimate. Roosts located in the liner, and with slab and wood cover appear to roost larger colonies. Females were associated with roosts undisturbed by humans and without vegetation obstructing the exit point, which is potentially related to the accessibility of these sites. Roosts harboring larger number of individuals were associated to greater proportion of open areas. These results indicate differences in roost selectivity by males and females of *T. brasiliensis*, which generates the observed pattern of differential occupation of human-made roosts. We suggest that, based on the understanding of the dynamics of the roosts of the species, the creation of alternative roosts is planned, aiming the conservation and the reduction of potential conflicts with humans.

Palavras-chave: abrigos em construções, ecologia de abrigo, microclima, paisagem, preferências de abrigo.

Introdução

Os abrigos são fatores primordiais na permanência de morcegos em determinando ambiente (Kunz, 1982), visto que propiciam locais para descanso, interação social, hibernação, criação de filhotes, acasalamento, digestão de alimentos, refúgio contra intempéries e predadores (Kunz, 1982; Hermanson e Wilkins, 1986; Kunz e Fenton, 2003; Kalcounis-Rüppell *et al.*, 2005; Neubaum *et al.*, 2007). Os morcegos utilizam estes abrigos tanto durante o período diurno, quanto no noturno (O’Shea e Bogan, 2003), inclusive, a permanência nestes locais pode ser superior a 20 horas por dia para algumas espécies (Jenkins *et al.* 1998). Esses animais apresentam grande plasticidade quando ao uso de abrigos, os quais podem utilizar desde estruturas naturais, tais como cavernas, fendas em rochas, folhagens, fendas em trocos, cupinzeiros e tocas de outros animais (Kunz *et al.*, 2003; Lausen e Barclay, 2006; Hristov *et al.*, 2010). Algumas espécies, por sua vez, se adaptaram ao ambiente antropizado e passaram a usar estruturas construídas pelos humanos como edifícios, forros, porões e telhados de casas, pontes, entre outros (Davis *et al.*, 1962; Davis e Cockrum, 1963; Sgro e Wilkins, 2003; Pacheco, 2013).

A seleção de abrigos por morcegos em áreas urbanas foi principalmente abordada em trabalhos realizados em regiões temperadas na Europa e na América do Norte (Jung e Threlfall, 2016). Os estudos geralmente avaliam a seleção de abrigos em construções comparando abrigos utilizados regularmente com potenciais abrigos não utilizados, selecionados aleatoriamente no ambiente (Williams e Brittingham 1997; Entwistle *et al.*, 1997; Jenkins *et al.*, 1998; Bihari, 2004; Neubaum *et al.*, 2007; Li e Wilkins, 2015). O morcego *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758) seleciona seus abrigos principalmente pela proximidade e conexão com áreas de forrageamento (Moussy, 2011), sendo seletivo tanto nas características dos prédios nos quais se abriga quanto na paisagem do entorno (Entwistle *et al.*, 1997; Moussy, 2011). As construções utilizadas pela espécie se situam mais próximas de floresta e de corpos d’água em relação a potenciais abrigos não ocupados, e também estão inclusas em locais com maior área florestal em um raio de 0,5 km (Entwistle *et al.*, 1997). Quanto às características das construções, os prédios ocupados são em média mais antigos (Entwistle *et al.*, 1997), e apresentam o telhado subdividido em maior número de compartimentos, o que tende a oferecer maior

amplitude de regimes térmicos (Entwistle *et al.*, 1997; Moussy, 2011). Dessa forma, os animais podem abrigar-se em diversos compartimentos em diferentes momentos, selecionando as condições térmicas adequadas ao seu estado energético (Entwistle *et al.*, 1997). Esta preferência por abrigos mais complexos também foi demonstrada em *Myotis lucifugus* (Le Conte, 1831) e *Eptesicus fuscus* (Palisot de Beauvois, 1796), (ambos Vespertilionidae) (Soper e Fenton, 2007). Além disso, foi demonstrado que as temperaturas no interior dos abrigos são significativamente mais quentes do que em telhados de prédios selecionados aleatoriamente, demonstrando que os abrigos contribuem, ou estão intimamente associados, ao processo de termorregulação dos morcegos (Entwistle *et al.*, 1997; Bihari, 2004).

A seleção de abrigos por *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) (Vespertilionidae) também é influenciada por atributos da paisagem do entorno (Jenkins, 1998). Essa espécie seleciona abrigos em locais com presença de árvores altas e com maior área porcentual de matriz florestal em um raio de apenas 50 metros, e presença de corpos d'água importantes dentro de um raio de 0,5 km (Jenkins, 1998). Esses recursos – árvores e água – podem ser importantes inclusive na navegação, uma vez que manchas contínuas de árvores e os traçados dos rios servem como elementos lineares de paisagem pelos quais os morcegos podem guiar-se (Jenkins, 1998).

Abrigos maternidade *Eptesicus fuscus* (Vespertilionidae) são negativamente associados a locais com maior densidade de edifícios, ruas e maior tráfego (Neubaum *et al.*, 2007). Sugerindo a existência de um limite de tolerância à urbanização mesmo em espécies consideradas sinantrópicas (Neubaum *et al.* 2007). Quanto às características das construções, esses abrigos são mais propensos a possuir telhados de aço galvanizado (estanho); os sótãos apresentaram temperaturas mais altas e gradientes de temperatura mais amplos (Williams e Brittingham, 1997), os edifícios são mais acessíveis aos morcegos, são situados em locais mais altos (Williams e Brittingham, 1997; Neubaum *et al.*, 2007) e possuem pontos de saída com áreas maiores (Neubaum *et al.*, 2007). Entretanto, os níveis de perturbação, níveis de luz e umidade não parecem ser determinantes para a seleção de abrigos pela espécie (Williams e Brittingham, 1997).

O morcego *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) é uma espécie migratória, exclusivamente insetívora e amplamente distribuída no Hemisfério Ocidental (Wilkins, 1989; Simmons, 2005; Fabián e Gregorin, 2007). É encontrada naturalmente em

cavernas e forma grandes colônias maternidade durante a primavera e o verão, algumas podendo chegar a milhares de indivíduos (Wilkins, 1989; Marques e Fabián, 1994; Simmons, 2005). Essa espécie utiliza vários tipos de construções, sendo que a idade do prédio, o tipo, a altura, o uso relativo por humanos, a localização relativa do abrigo na construção e a orientação da construção podem influenciar na escolha do local de abrigo (Davis *et al.*, 1962). Existe apenas um único estudo realizado sobre seleção de abrigos por *Tadarida brasiliensis*, no qual foram investigadas as preferências da espécie em duas escalas – macro- e micro-habitat – sendo esta última subdividida em características da construção e características da abertura do abrigo (Li e Wilkins, 2015). À escala do macro-habitat, os morcegos foram mais propensos a selecionar áreas em que a renda familiar média da vizinhança era mais baixa, e geralmente mais próximas de prédios altos e de fontes de água. À escala do micro-habitat *T. brasiliensis* tende a preferir prédios altos e abandonados. As saídas dos abrigos eram geralmente resultantes de danos estruturais dos edifícios e menos propensas a ter algum tipo de vegetação bloqueando o espaço aéreo adjacente. A partir desses resultados sugeriu-se que a acessibilidade do abrigo parece ser mais importante do que as condições térmicas na seleção de abrigos por *T. brasiliensis* (Li e Wilkins, 2015).

T. brasiliensis apresenta grande interesse econômico vinculado ao seu serviço no controle de pragas (Cleveland *et al.*, 2006; Frederico *et al.*, 2008; McCracken *et al.*, 2012). Tal benefício é decorrente das altas demandas energéticas requeridas pela espécie e pelo elevado número de indivíduos em suas populações, que resultam em uma enorme taxa de consumos de insetos por noite (Kunz *et al.*, 1995). A presença desse morcego aumenta o valor econômico dos sistemas agrícolas, reduzindo a frequência da pulverização por agrotóxicos e retardando a necessidade de novos pesticidas (Cleveland, *at al.*, 2006; Frederico *et al.*, 2008). Em algumas regiões dos EUA, os benefícios econômicos para a indústria agrícola foram estimados em até um bilhão de dólares anuais (Cleveland *et al.*, 2006).

Entretanto, pelo fato de formarem grandes colônias em construções humanas – o que promove o contato direto com pessoas – *T. brasiliensis* é uma espécie com alto potencial de conflito. Entre os principais problemas gerados estão: acúmulo de fezes (podendo acarretar prejuízo ao patrimônio), indivíduos voando no interior das residências (o que aumenta o receio infundado das pessoas a possíveis ataques e temor em relação à transmissão de doenças), e perturbação pelo ruído e pelo odor da urina

(Mitchell-Jones, 2004). Esses conflitos podem conduzir à exclusão das colônias, que geralmente ocorre sem o acompanhamento profissional para garantia da sobrevivência desses animais (O'Shea *et al.*, 2011). Somando-se sua importância ecológica e econômica ao seu alto potencial de conflito, em algumas situações torna-se necessário que *T. brasiliensis* seja manejado, principalmente em ambientes urbanos. Entretanto, apesar de vários trabalhos realizados na América do Norte (Davis *et al.*, 1962; Sgro e Wilkins, 2003; Scales e Wilkins, 2007; Hristov *et al.*, 2010; López-González *et al.*, 2010) sua biologia, estrutura populacional e suas preferências de abrigos ainda não são bem conhecidas ao longo de toda a distribuição, especialmente no hemisfério sul. Tal carência impossibilita o desenvolvimento e a implementação de planos de manejo adequados que poderiam, por exemplo, incluir a colocação de caixas/estruturas-abrigo em locais preferenciais, que garantiriam a persistência das populações da espécie, preservando seus efeitos positivos nos ecossistemas e economias regionais e reduzindo a probabilidade de conflitos com humanos.

A partir dos trabalhos sobre seleção de abrigos foi demonstrado que os morcegos são seletivos quanto a diversos atributos de seus abrigos, incluindo micro-habitat, características físicas e de paisagem (Williams e Brittingham 1997; Entwistle *et al.*, 1997; Jenkins *et al.*, 1998; Bihari, 2004; Neubaum *et al.*, 2007; Li e Wilkins, 2015). Entretanto, nunca foi estudado como diferenças na seletividade entre machos e fêmeas de morcegos de determinada espécie e suas diferentes necessidades durante o período reprodutivo podem resultar em ocupação diferencial de abrigos em construções. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a ocupação diferencial de abrigos antrópicos por *Tadarida brasiliensis* durante o período reprodutivo no extremo sul do Brasil. Os objetivos específicos foram: a) caracterizar a composição das colônias de *Tadarida brasiliensis* durante a estação reprodutiva quanto ao: (i) número de indivíduos, (ii) razão sexual, (iii) estado reprodutivo e (iv) composição etária; e b) avaliar a influência das condições de temperatura e umidade no interior do abrigo (microclima), das características estruturais do abrigo e da composição da paisagem no seu entorno, sobre o número de indivíduos e a proporção sexual das colônias.

A nossa hipótese é que durante a estação reprodutiva, machos e fêmeas ocupem abrigos com características distintas em diferentes escalas (escala microclimática, de características dos abrigos e de paisagem em redor do abrigo). Abrigos com maior número de indivíduos terão uma maior proporção de fêmeas devido à formação de

colônias maternidade. Julgamos que as fêmeas, devido ao dispêndio energético com a lactação e demais cuidados parentais, sejam mais seletivas quanto aos abrigos, ocupando preferencialmente abrigos com temperaturas em média mais elevadas (já que crias e juvenis, pelo seu menor tamanho, têm menor inércia térmica), com menores níveis de perturbação e com melhor acessibilidade (pelas progenitoras e pelos filhotes que estão começando a voar), facilitando o desenvolvimento e a proteção dos juvenis. Por não dispenderem energia com o cuidado parental, machos não deverão ser tão seletivos quanto as fêmeas em relação aos abrigos, ocupando os abrigos de forma mais homogênea.

Material e Métodos

Área de Estudo

O trabalho foi realizado no município de Capão do Leão (31°45'37" S; 52°30'11" O), estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil. O município está situado no Bioma Pampa, na região fitoecológica das Formações Pioneiras, em uma área de transição entre o Planalto Sul-Rio-Grandense e a Planície Costeira. Dentre as oito regiões fitoecológicas encontradas no estado, a região das Formações Pioneiras é a que mais teve sua cobertura natural alterada (Cordeiro e Hasenack, 2009). Esta região foi convertida praticamente em sua totalidade para agricultura irrigada, principalmente na porção terrestre da Planície Costeira, onde a paisagem agrícola com produção de arroz tem forte predomínio (Cordeiro e Hasenack, 2009). Atualmente, neste território, persiste apenas 15,35% da paisagem original (Cordeiro e Hasenack, 2009). Apesar disso, parte dessa região encontra-se em áreas prioritárias para conservação do Bioma Pampa, como a Várzea do Canal de São Gonçalo e a Mata Ciliar do Rio Piratini (MMA, 2007).

O estado do Rio Grande do Sul está localizado em zona úmida e subtropical, de clima oceânico, sem estação seca e com verões quentes (Alvares *et al.*, 2014). Segundo as normais climatológicas correspondem ao período entre 1971 e 2000, a temperatura média anual é de 17,8 °C, a umidade relativa anual de 80,7% e a precipitação pluviométrica anual de 1366,9 mm (Estação Agroclimatológica de Pelotas - Capão do Leão, 2019a). A precipitação pluviométrica média estacional no município é de 289,7

mm no outono, 356,3 mm no inverno, 286,1 mm na primavera e 333,5 mm no verão (Estação Agroclimatológica de Pelotas - Capão do Leão, 2019b). As temperaturas médias estacionais são de 16,4 °C no outono, 13,2 °C no inverno, 19,0 °C na primavera e 22,9 °C no verão (Estação Agroclimatológica de Pelotas - Capão do Leão, 2019b).

O município de Capão do Leão possui uma área de 785,373 Km² e 24.298 habitantes, apresentando densidade demográfica de 30,94 habitantes por km² (IBGE, 2019). A altitude da região varia de 0 a 500 metros (IBGE, 2013). A população está distribuída em pequenos núcleos urbanizados, classificado como uma região antrópico-rural (Cordeiro e Hasenack, 2009). Possui zonas residenciais e comerciais, com poucas unidades rurais e empresariais (principalmente mineradoras de granito). Nos arredores existem áreas campestres nativas e cultivadas, utilizadas para criação de gado, cultivo de arroz e soja. As áreas florestais são em sua maioria modificadas, com plantações de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp., e as poucas áreas de formações arbóreas nativas correspondem a resquícios de mata ciliar e Restinga.

Procura dos Abrigos e Coleta de Dados

Os abrigos utilizados nesse estudo foram localizados e mapeados por Franco (2017). Todos os locais incluídos estavam sendo utilizado exclusivamente por *T. brasiliensis*. O trabalho de campo ocorreu de 2015 a 2018 entre os meses de setembro e março, período de reprodução da espécie no extremo sul do Brasil (Franco, 2011; Marques e Fabián, 1994). Foram utilizados 26 abrigos localizados em construções humanas. Em todos os locais foram realizadas contagens do número de indivíduos em pelo menos uma das estações e capturas de exemplares para a confirmação da identificação da espécie. Os abrigos foram monitorados no momento da emergência (saída) dos morcegos e o número de indivíduos presentes nos abrigos foi avaliado com o uso de duas metodologias. Em nove colônias as emergências dos morcegos foram filmadas com câmeras de infravermelho Intelbras® VM 1120 IR G3. Em abrigos onde os morcegos emergiam por mais de um ponto foram utilizadas mais câmeras. As gravações obtidas foram avaliadas por inteiro em câmera lenta ou quadro a quadro, dependendo da quantidade de animais no abrigo e os indivíduos foram contados. Devido à grande quantidade de morcegos não foi possível a contagem total dos indivíduos em uma das colônias. Nesse caso, o vídeo foi dividido em 20 blocos de cinco

minutos e em cada bloco foi sorteado um minuto para contagem quadro a quadro, então foi estimado o número total de indivíduos no abrigo. Nas outras colônias foram feitas contagens visuais das emergências ao entardecer por dois observadores posicionados em pontos diferentes próximos ao local de emergência dos morcegos (Thomas e Laval, 1988).

Em 11 destes abrigos, foram realizadas capturas para obtenção de dados de composição das colônias duas vezes por estação, uma na primavera de 2017 e outra no verão de 2018. As capturas foram realizadas com redes de neblina armadas na rota de saída do abrigo diurno e foi capturado o maior número de indivíduos possível. Na maior colônia, composta por milhares de indivíduos, as capturas foram realizadas com armadilha de harpa posicionada próxima à abertura do abrigo. Esse foi o único caso em que o número de indivíduos foi limitado à capacidade de processamento da equipe de campo (Kunz e Kurta, 1988). Para cada indivíduo capturado foram obtidos dados de: sexo; classe etária, em que os indivíduos foram classificados como jovens, subadultos ou adultos, definida pelo nível de ossificação das epífises, pelagem e desgaste dentário (Brunet-Rossinni e Wilkinson, 2009); estágio reprodutivo, subclassificado em machos escrotados (i.e., reprodutivamente ativos segundo Krutzsch *et al.*, 2002), machos inativos, fêmeas grávidas, fêmeas lactantes, fêmeas pós-lactante ou fêmeas inativas; massa corporal (g) utilizando balança Pesola® com precisão de 0,2 g; e comprimento do antebraço (mm) medido com paquímetro digital Mitutoyo® de 150 mm e precisão 0,01 mm. Após a obtenção dos dados, todos os indivíduos foram liberados rapidamente no local da captura

Para a obtenção das variáveis microclimáticas foram instalados registradores eletrônicos de temperatura e umidade RHT-485-LCD no interior de seis abrigos (uma vez que apenas seis aparelhos estavam disponíveis), fixados próximos ao local de repouso dos morcegos. Os aparelhos coletaram dados a cada 30 minutos, durante a primavera de 2017 e o verão de 2018.

As capturas foram autorizadas através da Licença Permanente para Coleta de Material Zoológico (nº 52646-1) obtida por meio do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), autarquia vinculada ao Ministério do Meio Ambiente

(MMA) e pelas Comissão de Pesquisa do Instituto de Biociências e Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (projeto 28645).

Variáveis de Microclima, Características de Abrigo e Paisagem em Redor do Abrigo

Os três conjuntos de variáveis foram selecionadas baseando-se primariamente em estudos sobre as preferências de abrigos pela espécie *Tadarida brasiliensis* (Davis *et al.*, 1962; Li e Wilkins, 2015).

Em relação as variáveis microclimáticas testadas foram: 1) Temperatura média, 2) Temperatura mínima, 3) Temperatura máxima, 4) Amplitude térmica e 5) Umidade. Foram usados dados dos sete dias anteriores às noites em que foram realizadas as coletas e as contagens, considerando que a ocupação do abrigo pelos morcegos não dependerá apenas das condições existentes no próprio dia da amostragem.

As variáveis de característica do abrigo utilizadas são as seguintes: 1) Tipo de abrigo: “fenda” (fendas de dilatação de prédios e espaços entre madeira ou vigas de sustentação, verticais e horizontais), “forro” (abrigos localizados entre o telhado e o isolamento dos cômodos com altura inferior a um metro), “vão e forro” (quando os morcegos estavam localizados em fendas no forro concomitantemente) ou “sótão” (abrigos localizados entre o telhado e o isolamento dos cômodos com altura superior a um metro); 2) Número de aberturas: uma, duas ou múltiplas; 3) Tipo de abertura do abrigo: “fenda”, “telhas” (espaços entre as telhas) ou “dano” (aberturas resultantes de danos na estrutura do edifício); 4) Orientação cartesiana da saída do abrigo; 5) Iluminação: “0” (iluminação ausente), “1” (poste de luz ou lâmpadas em residências e comércios a mais de 50 metros da saída do abrigo), “2” (iluminação entre 20 e 50 metros da saída do abrigo) e “3” (iluminação até 20 metros); 6) Presença de vegetação bloqueando a saída do abrigo: ”0” (vegetação a mais de 30 metros de distância da abertura), “1” (vegetação de 15 a 30 metros), “2” (vegetação de 5 a 15 metros) e “3” (vegetação de 0 a 5 metros); 7) Localização: “interno” (interior da estrutura) ou “externo” (em fendas de dilatação externas ou espaços entre construções); 8) Uso da construção: público ou residencial; 9) Ocupação humana: “ocupado” (construção utilizada de forma recorrente ou esporádica) ou “desocupado” (construção abandonada); 10) Perturbação humana: “perturbado” (quando havia contato direto entre humanos e

morcegos de forma recorrente ou esporádica) ou “não perturbado” (abrigo isolado, sem contato com humanos); 11) Altura do prédio em metros; 12) Altura da saída do abrigo em metros; 13) Material do telhado: amianto, cerâmica, zinco ou laje (cimento); 14) Material do forro: madeira, laje (cimento), PVC ou misto (forro composto por cimento e madeira); 15) Orientação cartesiana dos telhados; 16) Presença de construção bloqueando a saída do abrigo: “1” (construção de 0 a 5 metros de distância do abrigo), “2” (construção de 5 a 10 metros), “3” (de 10 a 20 metros), “4” (a mais de 20 metros de distância).

Na escala de paisagem em redor do abrigo foi avaliado um raio de 100 metros em torno do abrigo, onde a paisagem foi quantificada utilizando o software Google Earth através de polígonos em m², e as análises foram realizadas com porcentagens de área coberta por: 1) Vegetação arbórea, 2) Construções humanas, e 3) Área aberta (campos, plantações e rodovias). Não foi incluída na análise a variável de área coberta por água (rios, lagos e banhados) porque apenas dois abrigos continham em raio de 100 metros uma pequena porção coberta por banhado. Dessa maneira não foi possível realizar a comparação, e a área de banhado foi considerada como área aberta.

Análise de Dados

Foram realizadas análises para verificar um possível desvio na razão sexual nas colônias, para isso foi realizado um Teste t de Student com significância fixada em 0,5, no qual somente dados de indivíduos adultos foram utilizados.

Foram usados dados de 11 abrigos (todos os locais onde ocorreram as coletas) para avaliar um possível efeito do número de indivíduos nos abrigos sobre a proporção sexual de adultos. Foram construídos Modelos lineares (LM) considerando os fatores "Estação" (com os níveis "Primavera" e "Verão") e "Sexo" e a interação destes fatores com o tamanho populacional, incluindo também o modelo nulo. Os 12 modelos resultantes foram comparados seguindo o Critério de Informação de Akaike (AIC_c).

Para testar o efeito do microclima, das características de abrigo e de paisagem em redor do abrigo sobre o número de indivíduos foram construídos Modelos Lineares (LM). Para todas essas análises, foi incluído o fator "Estação", com os níveis "Primavera" e "Verão". Para a análise de microclima foram utilizados dados dos seis

abrigos (todos os locais onde foram instalados os registradores eletrônicos de temperatura e umidade), para a de características de abrigos foram utilizados dados dos 26 abrigos, e para a de paisagem foram utilizados 14. Após a aplicação de logaritmo a distribuição da variável resposta foi testada através do pacote *fitdistrplus*. Para a seleção das variáveis relativas às características dos abrigos a serem testadas foi verificada a multicolinearidade das dezesseis variáveis preditoras através do método de inflação de variância (VIF – *Variance Inflation Factor*). Deste modo foram selecionadas sete variáveis com valores de $VIF < 2$: 1) Tipo do abrigo, 2) Material do telhado, 3) Material do forro, 4) Perturbação, 5) Altura do abrigo, 6) Iluminação, e 7) Vegetação obstruindo a saída. Para as características de abrigo e para a paisagem foram construídos modelos com todas as combinações possíveis das variáveis através da função *dredge* do pacote *MuMIn*. Foram obtidos 256 modelos para as características de abrigo e 16 para a paisagem. Para a análise de microclima, devido ao baixo número de amostras optamos por construir modelos mais simples, contendo em cada modelo apenas uma variável preditora. Foram obtidos 11 modelos lineares. Os modelos resultantes foram comparados seguindo o Critério de Informação de Akaike (AIC). Para os casos em que havia mais de um modelo com valor de $\Delta AIC_c < 2$, foram considerados os modelos médios englobando os modelos melhor ranqueados.

A abordagem foi semelhante para testar o efeito do microclima e das características do abrigo e da paisagem do entorno sobre a proporção sexual de morcegos adultos de cada abrigo. Neste caso foram utilizados dados de seis abrigos para a análise de microclima, e de 11 abrigos para a de características do abrigo e de paisagem (ou seja, para todos os abrigos nos quais foram realizadas as coletas). A distribuição das variáveis resposta foram novamente testadas através do pacote *fitdistrplus* e após foram construídos Modelos lineares (LM). Sendo exatamente inversa a relação entre proporção de machos e de fêmeas, optamos por utilizar a proporção de fêmeas como variável resposta. Os modelos resultantes (11 para o microclima, 256 para as características de abrigo e 16 para a paisagem) foram comparados pelo ΔAIC_c e, quando mais do que um modelo se apresentavam igualmente bem ajustados, foi construído um modelo médio. Fixamos o nível de significância em 0,05.

Resultados

Estrutura da População

As contagens dos números de indivíduos nas colônias durante a primavera variaram entre sete e 23.390, totalizando 28.305 indivíduos. No verão variaram de seis a 26.405 morcegos, totalizando 35.790 morcegos contados (Tabela 1).

Tabela 1. Número de indivíduos de *Tadarida brasiliensis* contados em 26 abrigos durante a estação reprodutiva (primavera e verão) em Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil, entre nos anos de 2016 e 2018.

Primavera			Verão		
Abrigo	Data	Contagem	Abrigo	Data	Contagem
AB.01	out/17	113	AB.01	jan/18	160
AB.02	out/16	20	AB.02	dez/15	20
AB.03	out/17	530	AB.03	jan/18	697
AB.04	nov/17	23390	AB.04	fev/18	26405
AB.05	out/17	58	AB.05	mar/18	53
AB.08	out/17	35	AB.06	jan/16	122
AB.11	nov/17	515	AB.07	jan/16	194
AB.14	dez/17	546	AB.08	jan/18	273
AB.17	set/16	5	AB.09	jan/16	130
AB.18	nov/17	1604	AB.10	out/16	179
AB.19	set/16	150	AB.11	fev/18	926
AB.20	dez/17	220	AB.12	jan/16	10
AB.21	out/16	7	AB.13	mar/16	84
AB.22	nov/16	118	AB.14	fev/18	571
AB.23	dez/16	21	AB.15	fev/16	136
AB.25	nov/17	129	AB.16	mar/16	16
			AB.18	fev/18	2323
			AB.20	fev/18	391
			AB.24	mar/17	6
			AB.25	jan/18	168
			AB.26	jan/18	144

Foram capturados 650 indivíduos na primavera de 2017 e 1.034 no verão de 2018 (Tabela 2). Na primavera, a amostra populacional foi composta apenas por indivíduos adultos, dos quais 31,54 % machos e 68,46 % fêmeas; destes, 82,93 % dos machos e 93,26 % das fêmeas encontravam-se reprodutivamente ativos (machos escrotados e fêmeas grávidas ou lactantes). Em outubro (início da primavera austral), 81,6 % das fêmeas encontravam-se grávidas, e as demais inativas. Em novembro, já se começaram a registrar fêmeas lactantes, representando 17,16 % das fêmeas avaliadas. Em dezembro já não se registraram fêmeas grávidas. O número de machos em condição reprodutiva ativa aumentou ao longo da primavera, de 71,62 % em outubro, para 88,89 % em novembro e finalmente 92,86 % em dezembro.

No verão, 28,63 % dos morcegos capturados foram classificados como jovens, nascidos naquela estação reprodutiva, mas já independentes. Em janeiro (início do verão austral), 39,9 % das fêmeas encontravam-se lactantes e 42 % pós-lactantes. Em fevereiro, das 97 fêmeas adultas capturadas apenas duas ainda se encontravam lactantes, 55,67 % eram pós-lactantes e o restante já não apresentava sinais de atividade reprodutiva. Em janeiro, 95,48 % dos machos apresentaram escrotos desenvolvidos, diminuindo para 75,64 % no mês de fevereiro. Em março (final do verão austral), apenas uma saída de campo foi realizada e, das 24 fêmeas avaliadas, 23 encontravam-se em estado pós-lactante e uma inativa. Neste mês, foram avaliados 14 machos, todos escrotados.

As estimativas para a razão sexual realizadas com os indivíduos adultos são apresentadas na Tabela 3. Na primavera, quatro colônias apresentaram razão sexual desviada em favor do número de fêmeas e duas em favor do número de machos. Em cinco colônias a razão sexual não foi estatisticamente diferente de 1:1. No verão, cinco colônias apresentaram razão desviada em favor das fêmeas e uma em favor dos machos. Novamente, em cinco colônias a razão sexual não apresentou desvio em favor de algum sexo. Considerando a mudança nas razões sexuais da primavera para o verão, houve alteração em cinco colônias: em uma delas, a razão sexual foi invertida da predominância de fêmeas para a de machos; em duas, a razão de 1:1 foi modificada em favor das fêmeas; e em outras duas, a razão em favor de fêmeas se tornou nula (1:1). Somando-se todas as colônias durante a estação reprodutiva, a razão sexual foi desviada em favor das fêmeas, tanto na primavera quanto no verão.

Tabela 2. *Tadarida brasiliensis* avaliados em 11 abrigos durante a estação reprodutiva em Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil, entre a primavera de 2017 e o verão de 2018, incluindo informação sobre sexo, classe etária e estágio reprodutivo.

	Primavera				Verão			
	Total	Média	Variação	Porcentagem	Total	Média	Variação	Porcentagem
Capturados	650	59,09	16 – 230	-	1034	94	12 – 220	-
Adultos	650	59,09	16 – 230	100 %	738	67,09	11 – 132	71,37 %
Subadultos	0	0	0	0 %	296	26,91	0 – 88	28,63 %
Machos	205	18,64	4 – 61	31,54 %	438	39,82	1 – 107	42,36 %
Adultos	205	18,64	4 – 61	100 %	291	26,45	1 – 76	66,44 %
Subadultos	0	0	0	0 %	147	13,36	0 – 37	33,56 %
Escrotados	170	15,45	3 – 58	82,93 %	264	24	1 – 75	60,27 %
Inativos	34	3,09	0 – 14	16,59 %	174	15,82	0 – 38	39,73 %
Fêmeas	445	40,45	5 – 216	68,46 %	596	54,18	11 – 173	57,64 %
Adultas	445	40,45	5 – 216	100 %	447	40,64	10 – 122	75 %
Subadultas	0	0	0	0 %	149	13,55	0 – 51	25 %
Inativas	30	2,73	0 – 7	6,74 %	250	22,73	1 – 64	41,95 %
Lactantes	116	10,55	0 – 34	26,07 %	132	12	0 – 56	22,15 %
Pós-lactantes	0	0	0	0 %	214	19,45	1 – 104	35,91 %
Grávidas	299	27,18	0 – 209	67,19 %	0	0	0	0 %

Tabela 3. Razão sexual de adultos de *Tadarida brasiliensis* em 11 abrigos durante a estação reprodutiva (primavera e verão) em Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil, entre os anos de 2017 e 2018. (* indica colônias com a razão sexual desviada para o número de machos com valores de $p < 0,05$; ** indica colônias com razão sexual desviada em favor das fêmeas com $p < 0,05$).

Abrigo	Primavera				Verão			
	Machos	Fêmeas	χ^2	P	Machos	Fêmeas	χ^2	p
AB.01	11 (37,93%)	18 (62,07%)	0,61	0,19	1 (9,09%)	10 (90,91%)	0,1	0,01**
AB.02	24 (42,11%)	33 (57,89%)	0,73	0,23	49 (39,2%)	76 (60,8%)	0,64	0,02**
AB.03	14 (6,09%)	216 (93,91%)	0,06	< 0,01**	10 (7,58%)	122 (92,42%)	0,08	< 0,01**
AB.04	13 (46,43%)	15 (53,57%)	0,87	0,71	0 (0%)	24 (100%)	0,58	0,1
AB.05	15 (75%)	5 (25%)	3	0,03*	0 (0%)	34 (100%)	0,32	< 0,01**
AB.06	61 (80,26%)	15 (19,74%)	4,07	< 0,01*	76 (65,52)	40 (34,48%)	1,9	< 0,01*
AB.07	4 (10%)	36 (90%)	0,11	< 0,01**	26 (47,27%)	29 (52,73%)	0,9	0,69
AB.08	12 (26,09%)	34 (73,91%)	0,35	< 0,01**	37 (60,66%)	24 (39,34%)	1,54	0,1
AB.09	10 (25%)	30 (75%)	0,33	< 0,01**	15(25,42%)	44 (74,58%)	0,34	< 0,01**
AB.10	30 (44,12%)	38 (55,88%)	0,79	0,33	34 (58,62%)	24 (41,38%)	1,42	0,19
AB.11	11 (68,75%)	5 (31,25%)	2,2	0,13	18 (47,37%)	20 (52,63%)	0,9	0,75
Total	205 (31,54%)	445 (68,46%)	0,46	< 0,01**	266 (37,31%)	447 (62,69%)	0,6	< 0,01**

Os 12 modelos para avaliar a influência do tamanho populacional de cada abrigo sobre sua proporção sexual são apresentados na Tabela 4. O modelo selecionado na análise considerou as variáveis preditoras estação, sexo e número de indivíduos, bem como a interação das duas últimas. A proporção de fêmeas apresentou relação positiva com o número de indivíduos (coeficiente do estimador = $0,06 \pm 0,04$; $p = 0,02$), demonstrando que quanto maior o número de indivíduos no abrigo, maior a tendência de haver proporção sexual desviada em favor de fêmeas (Figura 1).

Microclima

Sobre os efeitos das variáveis de microclima (Apêndice 1), o modelo nulo foi o melhor ajustado considerando $\Delta AIC_c < 2$ tanto para o efeito no número de morcegos nos abrigos quanto para a proporção de fêmeas (Tabela 5), indicando ausência de efeito destas variáveis.

Características dos Abrigos

No que se refere as características de abrigos avaliadas (Apêndice 2) em relação ao número de indivíduos nos abrigos, o modelo médio foi construído com os nove modelos que obtiveram valores de $\Delta AIC_c < 2$ (Tabela 6). O modelo médio considerou o tipo de abrigo, material do forro, perturbação e iluminação. Um maior número de indivíduos esteve relacionado ao tipo de abrigo “Forro” (coeficiente do estimador = $3,42 \pm 2,64$; $p = 0,01$). Abrigos do tipo “Vão” não apresentaram diferença e os tipos “Sótão” e “Misto” apresentaram efeito negativo significativo sobre o tamanho da colônia (respectivamente: coeficiente do estimador = $-2,51 \pm 1,31$; $p = 0,01$; coeficiente do estimador = $-2,24 \pm 1,94$; $p = 0,03$). Sobre o material do forro, a ausência de forro se mostrou relacionado a um menor número de indivíduos. Forros de “Madeira” e “PVC” não se apresentaram diferença de “Ausente”, enquanto os forros dos tipos “Misto” e “Laje” demonstraram ter um efeito positivo e significativo no número de indivíduos (respectivamente: coeficiente do estimador = $3,86 \pm 3,55$; $p = 0,04$; e coeficiente do estimador = $2,37 \pm 2,25$; $p = 0,05$). A perturbação e a iluminação não apresentaram efeitos significativos.

Tabela 4. Modelos avaliando a ocupação diferencial dos sexos em relação ao tamanho da colônia de *T. brasiliensis*. K = Número de parâmetros do modelo; AIC_c = Critério de Informação de Akaike ajustado para um pequeno número de observações; Δ_i = Diferença do AIC_c entre o modelo i e o modelo melhor classificado; w_i = peso de Akaike; EST = Estação; CONT = Número de indivíduos contados nos abrigos.

Classificação	Modelo	K	AIC_c	Δ_i	w_i
1	EST + SEXO * CONT	5	-6,51	0	0,687
2	SEXO	2	-3,62	2,89	0,162
3	EST * SEXO * CONT	8	-1,48	5,03	0,056
4	EST + SEXO	3	-1,19	5,31	0,048
5	EST * SEXO	4	1,05	7,55	0,016
6	EST + SEXO + CONT	4	1,36	7,87	0,013
7	nulo	1	2,39	8,9	0,008
8	EST * SEXO + CONT	5	3,74	10,25	0,004
9	EST	2	4,7	11,2	0,003
10	CONT	2	4,7	11,2	0,003
11	EST + CONT	2	7,12	13,63	0,001
12	EST * CONT	4	9,68	16,18	0

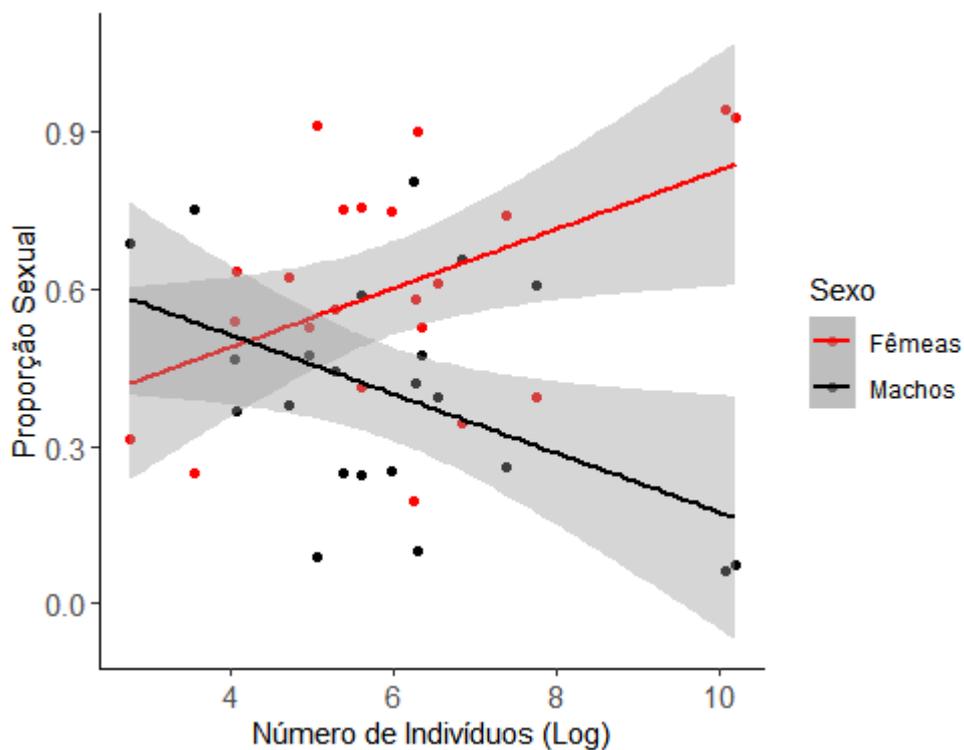


Figura 1. Relação entre a proporção de fêmeas e a proporção de machos e o número de indivíduos de *Tadarida brasiliensis* em 11 colônias durante a estação reprodutiva em Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil, entre a primavera de 2017 e o verão de 2018.

Tabela 5: Modelos para avaliar a influência do microclima no número de indivíduos e na proporção de fêmeas em colônias de *T. brasiliensis*. K = Número de parâmetros do modelo; AIC_c = Critério de Informação de Akaike ajustado para um pequeno número de observações; Δ_i = Diferença do AIC_c entre o modelo i e o modelo melhor classificado w_i = peso de Akaike; EST = Estação; UMID = Umidade; T.MAX = Temperatura máxima; T.MIN = Temperatura mínima; T.MÉD = Temperatura média; AMPLI = Amplitude térmica.

	Modelo	K	AIC_c	Δ_i	w_i
Número de indivíduos	nulo	1	56,53	0	0,762
	EST + UMID	3	60,83	4,30	0,089
	EST + T.MIN	3	60,9	4,38	0,085
	EST + T.MÉD	3	63,76	7,24	0,020
	EST + T.MAX	3	64,37	7,85	0,015
	EST + AMPLI	3	64,6	8,08	0,13
	EST * T.MIN	4	66,69	10,17	0,005
	EST * UMID	4	66,73	10,21	0,005
	EST * T.MÉD	4	67,33	10,8	0,003
	EST * T.MAX	4	68,95	12,43	0,002
	EST * AMPLI	4	70,32	13,79	0,001
Proporção de fêmeas	nulo	1	114,75	0	0,815
	EST + T.MAX	3	119,57	4,82	0,073
	EST + AMPLI	3	120,0	5,25	0,059
	EST + T.MIN	3	122,59	7,84	0,016
	EST + UMID	3	122,94	8,19	0,014
	EST + T.MÉD	3	123,06	8,31	0,013
	EST * T.MAX	4	125,74	10,99	0,003
	EST * AMPLI	4	126,23	11,48	0,003
	EST * T.MÉD	4	126,82	12,07	0,002
	EST * UMID	4	127,62	12,87	0,001
	EST * T.MIN	4	128,85	14,1	0,001

Sobre a proporção entre os sexos, o modelo médio considerou três modelos com $\Delta AIC_c < 2$, e as mesmas três variáveis explicativas (Tabela 6). Para as fêmeas, a perturbação (coeficiente do estimador = $-0,41 \pm 0,25$; $p < 0,01$) e a vegetação (coeficiente do estimador = $-0,07 \pm 0,06$; $p = 0,04$) se mostraram negativamente associadas à proporção de fêmeas, e a altura do abrigo não apresentou efeito significativo.

Tabela 6: Modelos construídos para avaliar o efeito as características de abrigo no tamanho da colônia e proporção de fêmeas em *T. brasiliensis*. K = Número de parâmetros do modelo; AIC_c = Critério de Informação de Akaike ajustado para um pequeno número de observações; Δ_i = Diferença do AIC_c entre o modelo i e o modelo melhor classificado w_i = peso de Akaike; FORRO = Material do forro; PERT = Perturbação; ILU = Iluminação; EST = Estação; ALT.AB = Altura do abrigo; VEG = Vegetação obstruindo a saída do abrigo.

	Modelo	K	AIC_c	Δ_i	w_i
Número de indivíduos	FORRO + PERT	6	155,8	0	0,077
	ILU + FORRO + PERT	7	156,0	0,18	0,071
	FORRO	5	156,4	0,53	0,059
	ILU + FORRO	6	156,7	0,9	0,049
	ILU + PERT	3	156,9	1,1	0,045
	PERT	2	157,1	1,27	0,041
	ILU + FORRO + TIPO.AB	9	157,5	1,61	0,035
	EST + FORRO + PERT	7	157,5	1,62	0,034
	EST + ILU + FORRO + PERT	8	157,6	1,75	0,032
Proporção de fêmeas	ALT.AB + PERT + VEG	4	-6,8	0	0,266
	PERT + VEG	3	-5,7	1,04	0,158
	PERT	2	-5,1	1,72	0,113

Paisagem em redor do abrigo

Na escala de paisagem em redor do abrigo (Apêndice 3), quanto ao número de indivíduos o modelo médio considerou as três variáveis de paisagem (Tabela 7), indicando efeito positivo e significativo das áreas abertas (coeficiente do estimador = $6,75 \pm 4,07$; $p < 0,01$). Para a área coberta por vegetação arbórea e construções não houve efeito. Sobre a proporção dos sexos, para as fêmeas o modelo com menor valor de AIC_c selecionou as três variáveis com efeitos positivos e significativos, sendo a área aberta com efeito mais acentuado.

Tabela 7: Modelos construídos para a avaliar a influência da paisagem ao redor do abrigo no tamanho da colônia e na proporção sexual em *T. brasiliensis*. K = Número de parâmetros do modelo; AIC_c = Critério de Informação de Akaike ajustado para um pequeno número de observações; Δ_i = Diferença do AIC_c entre o modelo i e o modelo melhor classificado w_i = peso de Akaike; ABERTO = Área aberta; ARBO = Área de vegetação arbórea; CONS = Área de construções humanas.

	Modelo	K	AIC_c	Δ_i	w_i
Número de indivíduos	ABERTO	2	95,0	0	0,329
	ARBO + CONST	3	96,5	1,41	0,163
	ABERTO + CONST	3	96,7	1,70	0,141
	ABERTO + ARBO	3	96,9	1,90	0,127
Proporção de fêmeas	ABERTO + ARBO + CONS	4	-5,9	0	0,497

Discussão

Nossos resultados sugerem que durante a primavera e o verão, no sul do Brasil, os abrigos de *T. brasiliensis* são ocupados predominantemente por fêmeas, demonstrando que pelo menos na estação reprodutiva elas se concentram nestes abrigos. O que decorre no restante do ano, só uma amostragem de longo prazo poderá informar, mas é possível que existam indivíduos residentes e outros que migrem vindos de outras regiões e se concentrem nestes abrigos para passar o período reprodutivo. Esse resultado vai de encontro ao que foi descrito recentemente para o Uruguai, onde os abrigos apresentam distribuição sexual circunual e nas estações quentes as colônias são compostas majoritariamente por fêmeas (Nuñez *et al.*, 2018). Deste modo, assim como nas colônias do Uruguai, as do sul do Brasil podem ser origem ou destino de fêmeas migratórias, em vez de pontos de parada de migração. Adicionalmente, identificamos relação entre o número de indivíduos nos abrigos com a proporção de fêmeas. O estágio reprodutivo da maioria das fêmeas na primavera e no verão, e a presença de crias e juvenis, evidencia que os abrigos da região funcionam como colônias maternidade, padrão já descrito para a América do Sul (Marques e Fabián, 1994; Romano *et al.*, 1999).

Nossos resultados demonstraram que existe ocupação diferencial dos abrigos antrópicos de *T. brasiliensis* em relação ao número de indivíduos e ao sexo, dependendo das características dos abrigos e da paisagem imediatamente em redor. Indicam também que,

durante a estação reprodutiva, a seletividade de abrigos por machos e fêmeas de *T. brasiliensis* ocorre em intensidades diferentes, o que acaba gerando este padrão de ocupação diferencial. No entanto, nossos resultados não suportam a hipótese de haver seleção diferencial dos abrigos em relação ao microclima (temperatura e umidade). Esses resultados vão de encontro ao que foi relatado por Li e Wilkins (2015), que sugeriram que para *T. brasiliensis* as características físicas dos abrigos parecem ser mais importantes do que as condições termais na seleção de abrigos. Por outro lado, sabe-se que muitas espécies de morcegos são seletivas quanto às condições termais de seus abrigos, principalmente durante a época reprodutiva. Estudos anteriores demonstraram que temperaturas maiores podem melhorar drasticamente o sucesso reprodutivo da maioria das espécies de morcegos (Williams e Brittingham, 1997; Syme *et al.*, 2001). Levando isso em consideração, concluímos que, no presente estudo, a não identificação destes efeitos pode ter ocorrido tanto devido à não ocorrência de seleção diferencial na escala microclimática quanto devido ao baixo número de abrigos avaliados.

Sobre as características dos abrigos, nossos resultados indicaram que os do tipo “Forro” foram ocupados por um número maior de indivíduos, em relação aos abrigos do tipo “Sótão” e “Misto”. Esse resultado sugere uma preferência da espécie em se abrigar em locais estreitos, o que supomos estar relacionado com a termorregulação e/ou proteção contra potenciais predadores. Em relação ao material do forro, os morcegos parecem optar por abrigos com presença de revestimento. Essa característica já foi descrita para outras espécies de morcegos, como *Vespertilio murinus* (Linnaeus, 1758) e *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774) que evitam casas sem revestimento (Mazurska e Ruczynsk, 2008). Os revestimentos de teto geralmente contêm grande número de fendas onde os morcegos se podem abrigar, sendo, por isso, o revestimento apontado como uma das variáveis principais na seleção de abrigos para essas duas espécies (Mazurska e Ruczynsk, 2008). Abrigos com laje (cimento) demonstraram ter efeito positivo significativo sobre o tamanho da colônia, o que pode estar relacionado com um maior isolamento da colônia em relação a alterações meteorológicas externas e também da potencial perturbação humana. O tipo de forro “Misto” também foi positivamente relacionado com o tamanho da colônia. Este forro era constituído por madeira e laje; as tábuas de madeira podem fornecer proteção contra predadores e/ou isolamento de temperaturas extremas (Kurta, 1985). Entretanto, forros de madeira e de PVC não se mostraram diferentes da ausência de forro, o que pode indicar que a somente a madeira ou o

PVC não fornecem o grau de proteção e isolamento necessários para a espécie. Apesar do revestimento do telhado e do tipo de abrigo serem importantes para o tamanho da colônia, para a proporção entre os sexos não pareceram ser fatores relevantes.

Os nossos resultados não mostraram influência da potencial perturbação sobre o tamanho da colônia, mas sim sobre a proporção sexual. Abrigos sem perturbação foram ocupados predominantemente por fêmeas adultas, e essa segregação sugere maior sensibilidade à perturbação humana das fêmeas, ao menos durante a estação reprodutiva. Tal poderá estar mais associado com a perturbação de crias e juvenis, que tendem a ficar em “creches” ou “berçários” no interior do abrigo quando as progenitoras saem para caçar (McCracken, 1991); particularmente nesses momentos de ausência das progenitoras, as crias poderão ser mais suscetíveis a quaisquer mudanças no ambiente, eventualmente caindo se perturbados, e sem capacidade para regressar ao local de pouso, pois ainda não dominam o voo. Com esses resultados evidenciamos que colônias maternidade de *T. brasiliensis* poderão ser mais sensíveis à perturbação do que maternidades de outras espécies de morcegos como *E. fuscus* (Williams e Brittingham, 1997). Da mesma forma, Li e Wilkins (2015) demonstraram que *T. brasiliensis* é sensível à ocupação humana, e seleciona prédios altos e abandonados, diferentemente do relatado para outras espécies de morcegos, tais como *Plecotus auritus*, *Eptesicus fuscus*, *Eptesicus serotinus*, *Vespertilio murinus* e *Myotis lucifugus* (Williams e Brittingham, 1997; Soper e Fenton, 2007; Mazurska e Ruczynsk, 2008; Moussy, 2011).

Em relação à vegetação obstruindo a saída do abrigo, os resultados foram semelhantes aos da perturbação. Quanto ao número de indivíduos essa variável não demonstrou ser importante, mas quando consideramos a proporção de fêmeas, a vegetação potencialmente obstrutora demonstrou ter um efeito negativo significativo. A quantidade de vegetação está relacionada com a acessibilidade ao abrigo, especialmente importante para fêmeas grávidas e lactantes que retornam para seus abrigos duas ou mais vezes por noite, para alimentar e cuidar de seus filhotes (McCracken, 1991), assim como, para os juvenis que estão aprendendo a voar. Sabe-se que a acessibilidade é uma variável importante para seleção de abrigos antrópicos por outras espécies de morcegos, Williams e Brittingham (1997) relataram que a acessibilidade é importante na seleção de abrigos por colônias maternidade de *Eptesicus fuscus*. Além disso, a preferência por prédios abandonados e/ou não perturbados – acima referida – pode também estar relacionada com a acessibilidade. Segundo Li e Wilkins (2015), prédios abandonados

são propensos a apresentar aberturas resultantes de danos estruturais e, devido a isso, são mais acessíveis aos morcegos. Por serem edifícios abandonados, também é possível que os proprietários não erradiquem ativamente os morcegos (Li e Wilkins, 2015).

As luzes artificiais utilizadas durante a noite em cidades tendem a atrair algumas espécies de insetos, congregando potenciais recursos alimentares para morcegos insetívoros (Rydell, 2006). Contudo, no nosso trabalho a iluminação não apresentou efeito sobre o tamanho da colônia ou sobre a proporção entre os sexos. O mesmo ocorreu com a altura do abrigo que, embora pareça constituir uma característica importante para a seleção de abrigos em várias espécies como *Myotis lucifugus* (Soper e Fenton, 2007), *Vespertilio murinus* e *Eptesicus serotinus* (Mazurska e Ruczynski, 2008), em nossos resultados não demonstrou ser relevante para a ocupação diferencial.

No que se refere à paisagem em redor do abrigo, colônias maiores e com maior proporção de fêmeas parecem estar associadas a áreas mais abertas. *Tadarida brasiliensis* é, de fato, um insetívoro aéreo que forrageia em espaços abertos (Denzinger e Schnitzler, 2013). As fêmeas, durante o período de lactação dobram a taxa média de alimentação em relação ao período de gravidez (Kunz *et al.*, 1995), e precisam retornar para seus abrigos constantemente (McCracken, 1991). Assim, deverão selecionar os ambientes mais favoráveis à ocorrência de suas presas preferenciais para forragear, ou pelo menos que apresentem bons corredores de voo na saída do abrigo, já que é uma espécie que pode voar por vários quilômetros até às suas áreas de alimentação (Best e Geluso, 2003). Fêmeas de outra espécie do mesmo gênero, *Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814), tendem inclusivamente, a selecionar espécies de presa distintas durante a época reprodutiva, selecionando mariposas de maiores dimensões (Mata *et al.*, 2016). Embora tenha sido estimado um raio médio de forrageio de 41 km para *T. brasiliensis* (Best e Geluso, 2003), este ambiente em volta do abrigo, dentro de um raio de 100 metros, já demonstra ser importante na ocupação dos abrigos, principalmente para as fêmeas reprodutivas. O mesmo acontece com as espécies *Vespertilio murinus*, *Eptesicus serotinus* e *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825), que preferem se abrigar em prédios a distância igual ou inferior a 100 metros de floresta, sendo que estas espécies caçam ao longo das bordas e em torno de grupos de árvores (Mazurska e Ruczynski, 2008). No caso de *Plecotus auritus*, sabe-se que a espécie seleciona abrigos cercados por uma maior proporção de bosques entre 0 e 5 km, demonstrando seleção para um habitat de alimentação adequado

(Entwistle *et al.*, 1997). Essa associação com áreas de forrageamento é conhecida também para *Pipistrellus pipistrellus*, onde a proximidade e conexão com as áreas de forrageamento influenciam a seleção dos locais utilizados como abrigos (Jenkins *et al.*, 1998). No entanto, considerando que *Tadarida brasiliensis* pode voar dezenas de quilômetros para forragear (Best e Geluso, 2003), apenas através de dados de seguimento seria possível confirmar se a paisagem onde se alimentam e o abrigo selecionado estão de alguma forma relacionados, sendo que em morcegos, em particular aqueles com grande capacidade de voo, a disponibilidade de abrigos irá determinar a ocupação de determinada região.

Estudos anteriores relataram que fêmeas de *Eptesicus fuscus* são seletivas quanto às variáveis de urbanização, como maior densidade de edifícios e maior densidade de ruas e de tráfego, estando essas variáveis negativamente associadas à presença de colônias maternidade (Neubaum *et al.*, 2007). Entretanto, a variável de urbanização utilizada no nosso estudo (porcentagem de área coberta por construções) não demonstrou ter efeito sobre o tamanho da colônia ou sobre sua composição. Possivelmente, esse efeito não foi visualizado pelo fato da espécie *T. brasiliensis* ser bem adaptada e comumente associada aos ambientes antropizados (Davis *et al.*, 1962; Pacheco, 2013), ou devido ao fato dos abrigos estudados, embora em área urbanizada, estarem inseridos em uma matriz predominantemente rural. Dessa maneira, a paisagem ao redor dos abrigos estaria dentro do limite de tolerância da espécie à antropização, logo, o efeito negativo esperado não foi evidenciado.

Populações de morcegos precisam ser bem conhecidas para que sejam conservadas e, quando necessário, manejadas de forma eficaz. Uma espécie como *T. brasiliensis*, que pode formar grandes colônias em construções, conseqüentemente possui um alto potencial de conflito com humanos (Mitchell-Jones, 2004). Somando isso à sua grande importância ecológica e ao fato de gerar impactos positivos na economia (Cleveland, *et al.*, 2006; Frederico *et al.*, 2008), em diversas situações torna-se realmente necessário que seja manejada. Com isso, sugerimos que, a partir do entendimento da dinâmica das colônias, estrutura populacional e ecologia de abrigos de *T. brasiliensis*, seja planejada a criação de abrigos alternativos, tais como caixas-abrigo ou outras estruturas que possam ser usadas como abrigos permanentes, à semelhança do realizado para outras espécies de morcegos em alguns locais na América do Norte (Brittingham e Williams, 2000; Lourenço e Palmeirim, 2004; Ritzi *et al.*, 2005).

Com este trabalho destacamos a necessidade de que esses abrigos alternativos sejam construídos em locais relativamente pouco perturbados porque, embora a espécie seja sabidamente sinantrópica, as fêmeas demonstram ser sensíveis à perturbação humana durante a época reprodutiva. Além disso, enfatizamos que a composição da paisagem do entorno dos potenciais abrigos deve ser levada em consideração, pois a seletividade da espécie quanto ao habitat circundante parece ocorrer em uma escala menor do que a esperada para uma espécie com tão grande mobilidade. É essencial que o local onde se pretende colocar as estruturas ofereça uma ampla área de habitat propício para o forrageamento, neste caso, de áreas abertas (Denzinger e Schnitzler, 2013). Desta forma, sugerimos a possibilidade de *T. brasiliensis* ser usada no controle biológico de pragas de lavouras através da construção de caixas-de-morcegos próximas a esses locais. Isto se tornaria vantajoso principalmente para as fêmeas que, durante a estação reprodutiva, necessitam de enormes quantidades de alimentos para nutrir seus filhotes (Kunz *et al.*, 1995). Com esses esforços podemos diminuir os conflitos recorrentes entre esta espécie de morcego e as populações humanas, mantendo e possivelmente ampliando os benefícios ecológicos e econômicos por ela fornecidos.

Referências

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., DE MORAES, G., LEONARDO, J., & SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22:6, 711-728.
- BEST, T. L., E GELUSO, K. N. 2003. Summer foraging range of Mexican free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis mexicana*) from Carlsbad Cavern, New Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 48:4, 590-596.
- BIHARI, Z. 2004. The roost preference of *Nyctalus noctula* (Chiroptera, Vespertilionidae) in summer and the ecological background of their urbanization. *Mammalia*, 68: 329-336.
- BRITTINGHAM, M. C., e WILLIAMS, L. M. 2000. Bat boxes as alternative roosts for displaced bat maternity colonies. *Wildlife Society Bulletin*, 197-207.

BRUNET-ROSSINNI, A.K., e WILKINSON G.S. 2009. Methods for age estimation and the study of senescence in bats, In: KUNZ, T.H.; PARSONS, S. Ecological and behavior methods for the study of bats. Baltimore, MD. Johns Hopkins University Press, 315-325.

CLEVELAND, C. J., BETKE, M., FREDERICO, P., FRANK, J. D., HALLAM, T. G., HORN, J., LÓPEZ, J. D., MCCRACKEN, G. F, MEDELLÍN, R. A., e MORENO-VALDEZ, A. *et al.* 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.

CLUTTON-BROCK, T. H., ALBON, S. D., e GUINNESS, F. E. 1989. Fitness costs of gestation and lactation in wild mammals. *Nature*, 337: 260.

DAVIS, R. B., HERREID, C. F. e SHORT, H. L. 1962. Mexican free-tailed bats in Texas. *Ecological Society of America*, 32: 311-346.

DAVIS, R. e COCKRUM, E. L. 1963. Bridges utilized as day-roosts by bats. *Journal of Mammalogy*, 44; 428-430.

DENZINGER, A. e SCHNITZLER, H.U. 2013. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in physiology*, 4: 164.

ENTWISTLE, A. C., RACEY, P. A. e SPEAKMN, J. R. 1997. Roost selection by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*. *Journal of Applied Ecology*, 399-408.

Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão) - Convênio Embrapa/UFPel In: Normais Climatológicas. Dados Mensais/Anuais.

<http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/estacional.html> Accessed 17 Jan 2019a.

Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão) - Convênio Embrapa/UFPel In: Normais Climatológicas. Dados Estacionais.

<http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/estacional.html> Accessed 17 Jan 2019b.

FABIÁN, M. E. e GREGORIN, R. 2007. Família Molossidae. Pp. 149-165. in: Morcegos do Brasil. (REIS, N. R. *et al.* eds.) Univesidade Estadual de Londrina.

FRANCO, Adeline Dias. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) que utilizam construções como abrigos em áreas do Bioma Pampa, no sul do Brasil. 2017. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Universidade Federal de Pelotas.

FRANCO, Adeline Dias. Uso de Abrigo e Composição de Colônia de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (Chiroptera, Molossidae) no Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado). Universidade Federal de Pelotas.

FREDERICO, P. *et al.* 2008. Brazilian free-tailed bats as insect pest regulators in transgenic and conventional cotton crops. *Ecological Applications*, 18: 826-837.

HERMANSON, J. W. e WILKINS, K. T. 1986. Pre-weaning mortality in a Florida maternity roost of *Myotis austroriparius* and *Tadarida brasiliensis*. *Journal of Mammalogy*, 67: 751-754.

HRISTOV, I. N., BETKE, M., THERIAULT, H. E. D., BAGCHI, A. e KUNZ, H. T. 2010. Seasonal variation in colony size of Brazilian free-tailed bats at Carlsbad cavern based on thermal imaging. *Journal of Mammalogy*, 91: 183-192.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, MMA, Ministério do Meio Ambiente. Mapa Físico da Região Sul. 2013. in: Geociências. Cartas e Mapas. Mapas Regionais. ftp://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_regionais/fisico/sul_fisico1500k_2013.pdf Accessed 17 Jan 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, MMA, Ministério do Meio Ambiente. In: Brasil. Rio Grande do Sul. Capão do Leão. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/capao-do-leao/panorama> Accessed 17 Jan 2019.

JENKINS, E. V. *et al.* 1998. Roost selection in the pipistrelle bat, *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae), in northeast Scotland. *Animal behaviour*, 56: 909-917.

JUNG, K. e THRELFALL, C. G. 2016. Urbanisation and Its Effects on Bats - A Global Meta-Analysis. Pp.427-462. in: (VOIGT, C. C. e KINGSTON, T. eds.). *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*.

- KALCOUNIS-RÜPPELL, M. C., PSYLLAKIS, J. M. e BRIGHAM, R. M. 2005. Tree roost selection by bats: an empirical synthesis using meta-analysis. *Wildlife Society Bulletin*, 33: 1123-1132.
- KRUTZSCH, P. H., FLEMING, T. H., CRICHTON, E. G. 2002. Reproductive biology of male Mexican free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Journal of Mammalogy*, 83:2, 489-500.
- KUNZ T. H., WHITAKER J. O. Jr. e WADANOLI M. D. 1995. Dietary energetics of the insectivorous Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) during the pregnancy and lactation. *Oecologia*.101: 407-415.
- KUNZ, T. 1982. Roosting ecology of bats. Pp. 1-56. in: *Ecology of bats*. (KUNZ, T. eds.). 1.ed. London: Plenum Publishing Corporation.
- KUNZ, T. H. e FENTON, M. B. 2003. (Ed.). *Bat ecology*. University of Chicago Press.
- KUNZ, T. H. e KURTA, A. 1988. Capture methods and holding devices, Pp. 77-89. in: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (KUNZ, T. H. eds.). Washington, D.C. Smithsonian Institution Press.
- KUNZ, T. H., LUMSDEN, L. F., e FENTON, M. B. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. Pp. 3-89. In: *Bat ecology*. University of Chicago Press. (KUNZ, T. H.; FENTON, M. B. eds.).
- KURTA, A. 1985. External insulation available to a non-nesting mammal, the little brown bat (*Myotis lucifugus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 82.2: 413-420.
- LAUSEN, C. L. e BARCLAY, R. M. R. 2006. Thermoregulation and roost selection by reproductive female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices. *Journal of Zoology*, 260: 235-244.
- LI, H. e WILKINS, K. T. 2015. Selection of building roosts by Mexican free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis*) in an urban area. *Acta Chiropterologica*, 17: 321-330.

- LICHT, P. e LEITNER, P. 1967. Behavioral responses to high temperatures in three species of California bats. *Journal of Mammalogy*, 48: 52-61.
- LOPÉZ-GONZÁLEZ, C., RASCÓN, J. e HERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ, F. D. 2010. Population structure of migratory Mexican free-tailed bats *Tadarida brasiliensis mexicana* (Chiroptera) in a Chihuahuan Desert roost. *Chiroptera Neotropical*, 1: 557-566.
- LOURENÇO, S. I. e PALMEIRIM, J. M. 2004. Influence of temperature in roost selection by *Pipistrellus pygmaeus* (Chiroptera): relevance for the design of bat boxes. *Biological Conservation*, 2: 237-243.
- MARQUES, R. V. e FABIÁN, M. E. 1994. Ciclo reprodutivo de *Tadarida brasiliensis* (I. Geoffroy, 1824) (Chiroptera, Molossidae) em Porto Alegre, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 77: 45-56.
- MATA, V. A. *et al.* 2016. Female dietary bias towards large migratory moths in the European free-tailed bat (*Tadarida teniotis*). *Biology letters*, 12: 20150988.
- MAZURSKA, K., e RUCZYŃSKI, I. 2008. Bats select buildings in clearings in Białowieża Primeval Forest. *Acta Chiropterologica*, 10.2: 331-338.
- MCCRACKEN, G. F. *et al.* Bats track and exploit changes in insect pest populations. *PloS one*, 8: e43839, 2012.
- MCCRACKEN, G. F.; GUSTIN, M. K. 1991. Nursing behavior in Mexican free-tailed bat maternity colonies. *Ethology*, 4: 305-321.
- MITCHELL-JONES, A. J. 2004. Public relations. Pp. 79-94. in: MITCHELL-JONES, A. J.; MCLEISH, A. P. *Bat workers' manual*. 3° ed.
- MOUSSY, C. 2011. Selection of old stone buildings as summer day roost by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*. *Acta Chiropterologica*, 13: 101-111.
- NEUBAUM, D. J., WILSON, K. R. e O'SHEA, T. J. 2007. Urban maternity-roost selection by big brown bats in Colorado. *The Journal of wildlife management*, 71: 728-736.

- NUÑEZ, G. B., GENTA, M., DÍAZ, M., RODALES, A. L., & GONZÁLEZ, E. M. 2018. Circannual sex distribution of the Brazilian free-tailed bat, *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae), suggests migration in colonies from Uruguay. *Mastozoología neotropical*, 25.1: 213-219.
- O'SHEA, T. J. e BOGAN, M. A. 2003. Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: problems and prospects. Publications of the US Geological Survey.
- PACHECO S. M. Chiroptera, 2013. Pp. 175-176. in: Mamíferos do Rio Grande do Sul. Santa Maria, (WEBER, M. M.; ROMAN, C.; CÁCERES N. C. (Org.)). Editora da UFSM, 554 pp.
- RITZI, C. M., EVERSON, B. L. e WHITAKER, J. O. 2005. Use of bat boxes by a maternity colony of Indiana myotis (*Myotis sodalis*). *Northeastern Naturalist*, 2: 217-221.
- ROMANO, M. C., MAIDAGAN, J. I. e PIRE, E. F. 1999. Behavior and demography in an urban colony of *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) in Rosario, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 47: 1121-1127.
- RYDELL, J. 2006. Bats and their insect prey at streetlights. Ecological consequences of artificial night lighting. 2: 43-60.
- SAINT-GIRONS, H. A., BROSSET, A. e SAINT-GIRONS, M. C. 1969 Contribution a la connaissance du cycle annuel de la chauve-souris *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774). *Mammalia*, 33: 357-470.
- SCALES, J. A. e WILKINS, K. T. 2007. Seasonality and fidelity in roost use of the Mexican free-tailed bat, *Tadarida brasiliensis*, in an urban setting. *Western North American Naturalist*, 3: 402-409.
- SGRO, M. P. e WILKINS, K. T. 2003. Roosting behavior of the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*) in a highway overpass. *Western North American Naturalist*, v.3: 11.
- SIMMONS N. B. 2005. Order Chiroptera: Mammal species of the World. Baltimore: Johns Hopkins University Press, p. 312-529.
- SOPER, K. D. e FENTON, M. B. 2007. Availability of building roosts for bats in four towns in southwestern Ontario, Canada. *Acta Chiropterologica*, 9: 542-547.

STUDIER, E.H. e O'FARRELL, M.J. 1972 Biology of *Myotis thysanodes* and *M. lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). I. Thermoregulation. Comparative Biochemistry and Physiology A, 41: 567-595.

SYME, D. M., FENTON, M. B. e ZIGOURIS, J. 2001. Roosts and food supplies ameliorate the impact of a bad summer on reproduction by the bat *Myotis lucifugus* LeConte (Chiroptera: Vespertilionidae). Ecoscience, 8: 18–25.

THOMAS, D. W. e LAVAL, R. K. 1988. Survey and census methods, In: Ecological and behavioral methods for the study of bats. (KUNZ, T. H. eds.). Washington, D.C. Smithsonian Institution Press, 77-89 Pp.

THOMAS, D. W. e LAVAL, R. K. 1988. Survey and census methods, Pp. 77-89. in: Ecological and behavioral methods for the study of bats. (KUNZ, T. H. eds.). Washington, D.C. Smithsonian Institution Press.

WILKINS, T. K. 1989. Mammalian Species *Tadarida brasiliensis*. Pp. 1-10. The American Society of Mammalogists.

WILLIAMS, L. M. e BRITTINGHAM, M. C. 1997. Selection of maternity roosts by big brown bats. The Journal of wildlife management, 359-368.

Apêndices

Apêndice 1 - Tabela: Dados do microclima do interior de seis abrigos antrópicos de *T. brasiliensis*, obtidos durante a primavera e verão dos anos de 2017 e 2018 no município de Capão do Leão (RS), Brasil. T.máx = Temperatura máxima; T.mín = Temperatura mínima; T.méd = Temperatura média; Ampli = Amplitude térmica; U.méd = Média da umidade.

Abrigo	Amostragem	Data	Primavera					Verão						
			T.máx	T.mín	T.méd	Ampli	U.méd	Amostragem	Data	T.máx	T.mín	T.méd	Ampli	U.méd
AB.06	Contagem e capturas	19/out/17	37,6	11,6	21,48	26	73,12	Contagem e capturas	04/jan/18	48,9	19,6	30,18	29,3	56,44
AB.07	Capturas	20/out/17	39,2	9,9	22,51	29,3	72,04	Capturas	31/jan/18	46,3	18,8	28,02	27,5	65,57
AB.07	Contagem	13/nov/17	44,4	13	24,77	31,4	67,49	Contagem	1º/fev/18	47,5	18,8	28,51	28,7	64,9
AB.08	Contagem e capturas	10/out/17	43,8	10,3	22,89	33,5	47,8	Contagem e capturas	1º/mar/18	44,8	15,2	26,38	29,6	59,9
AB.14	Contagem e capturas	02/out/17	35,3	10,4	22,08	24,9	61,39	Contagem e capturas	05/jan/18	49,9	19,4	30,77	30,5	52,52
AB.19	Capturas	31/out/17	32,4	15	22,75	17,4	73,83	Capturas	25/jan/18	39,6	20,3	27,8	19,3	67,4
AB.19	Contagem	29/nov/17	39,6	20,3	27,8	19,3	67,4	Contagem	19/fev/18	38,2	14,7	26,06	23,5	63,23
AB.54	Captura	1º/nov/17	35	16,6	21,37	18,4	79,49	Contagem e capturas	07/fev/18	36	19,3	25,3	16,7	65,19
AB.54	Contagem	15/dez/17	42,2	15,2	25,14	27	58,57							

Apêndice 2 - Tabela: Dados sobre características de 20 abrigos antrópicos de *T. brasiliensis* localizados no município de Capão do Leão (RS), Brasil. M. do telhado = Material do telhado; M. do forro = Material do forro; Iluminação = “0” (iluminação ausente), “1” (poste de luz ou lâmpadas em residências ou comércios a mais de 50 metros da saída do abrigo), “2” (iluminação entre 20 e 50 metros da saída do abrigo) e “3” (iluminação até 20 metros); Vegetação = Presença de vegetação bloqueando a saída do abrigo : ”0” (vegetação a mais de 30 metros de distância da abertura), “1” (vegetação de 15 a 30 metros), “2” (vegetação de 5 a 15 metros) e “3” (vegetação de 0 a 5 metros).

Características dos abrigos							
Abrigo	Tipo de abrigo	M. do telhado	M. do forro	Perturbação	Altura do abrigo (m)	Iluminação	Vegetação
AB.01	Vão e forro	Amianto	Laje	Sem	3,29	0	0
AB.02	Forro	Barro	Madeira	Com	7	1	0
AB.03	Forro	Amianto	Laje	Sem	3,71	0	2
AB.04	Forro	Amianto	Laje	Sem	4,25	1	0
AB.05	Vão e forro	Amianto	Laje	Sem	4,75	1	3
AB.06	Forro	Amianto	Madeira	Sem	3,5	0	0
AB.07	Sótão	Barro	Laje	Com	7,5	0	0
AB.08	Forro	Amianto	Laje	Sem	3,71	0	3
AB.09	Vão	Amianto	Madeira	Com	5,7	2	3
AB.10	Vão	Amianto	Ausente	Sem	4,71	1	3
AB.11	Forro	Barro	Misto	Com	5,5	1	0
AB.12	Vão	Barro	Ausente	Com	3,5	1	0
AB.13	Forro	Amianto	Laje	Sem	4,25	1	0
AB.14	Forro	Barro	PVC	Sem	5,5	1	0
AB.15	Forro	Barro	Madeira	Sem	5,5	1	0
AB.16	Sótão	Barro	Laje	Com	6	1	0
AB.17	Forro	Barro	Madeira	Sem	4,84	1	0
AB.18	Sótão	Barro	Laje	Sem	5,25	2	0
AB.19	Sótão	Barro	Laje	Sem	5,75	1	0
AB.20	Sótão	Barro	Laje	Sem	4,86	2	0
AB.21	Forro	Barro	Madeira	Com	6,1	0	0
AB.22	Forro	Barro	Madeira	Sem	3,75	1	1

AB.23	Sótão	Amianto	Laje	Sem	3,64	1	2
AB.24	Vão	Amianto	Ausente	Sem	2,55	0	0
AB.25	Forro	Zinco	Madeira	Sem	7,4	1	1
AB.26	Vão	Laje	Laje	Sem	7,12	0	0

Apêndice 3 - Tabela: Dados de paisagem em raio de 100 metros (31400 m²) em torno de 26 abrigos antrópicos de *T. brasiliensis* localizados no município de Capão do Leão (RS), Brasil. Arbórea = Área coberta por vegetação arbórea; Construções = Área coberta por construções antrópicas; Área aberta = Campos, plantações e rodovias.

Abrigos	Paisagem		
	Arbórea	Construções	Área aberta
AB.01	2680	10763.6	17956.4
AB.02	11564.3	5516.8	14318.9
AB.03	7012.89	9638.9	14748.21
AB.04	376.6	785.6	30237.8
AB.05	3858.3	9114	18427.7
AB.06	5134	7002.9	19263.1
AB.07	5291.4	8480.3	17628.3
AB.08	8857.89	8716.4	13825.71
AB.11	3518.91	5287	21223.79
AB.13	4429.1	2156.7	24814.2
AB.14	10633.44	2401.4	18074.16
AB.18	3099.1	2810.8	25490.1
AB.20	2107.36	2254.6	27038.04
AB.25	16669.6	2014.3	12716.1
AB.26	16675.09	4716	10008.91

CONCLUSÃO GERAL

Nossos resultados evidenciam que durante a primavera e o verão, no sul do Brasil, os abrigos de *T. brasiliensis* são ocupados predominantemente por fêmeas reprodutivas. Levantando a hipótese de que as fêmeas migram vindas de outras regiões e se concentram nestes abrigos para passar o período reprodutivo. Além disso, demonstramos que há ocupação diferencial dos abrigos em relação ao número de indivíduos e ao sexo, dependendo das características dos abrigos e da paisagem. Entretanto, as variáveis microclimáticas não demonstraram ter relevância para a ocupação diferencial de abrigos. Nossos resultados indicam que a seletividade de abrigos por machos e fêmeas de *T. brasiliensis* ocorre em intensidades diferentes, o que gera o padrão observado de ocupação diferencial dos abrigos antrópicos.

Sugerimos que para a diminuição dos conflitos gerados pela espécie sejam construídos abrigos alternativos, tais como caixas de morcegos, para que estes indivíduos indesejados em zonas urbanas sejam realocados. Para que isso seja feito de maneira mais eficiente ressaltamos a necessidade de se levar em consideração os conhecimentos adquiridos sobre a dinâmica das populações da espécie, preferências de abrigos e padrões de ocupação de tais locais. No nosso estudo evidenciamos que o tipo do abrigo e material do forro pareceram ser as variáveis mais importantes para a formação de colônias com um grande número de indivíduos. Abrigos localizados no forro, e com revestimento de laje e madeira também pareceram comportar colônias maiores. Esse padrão pode indicar que a espécie tem preferência por se abrigar em locais estreitos, o que supomos estar relacionado com a termorregulação e/ou proteção contra potenciais predadores. As fêmeas demonstraram ser mais seletivas quanto a perturbação e quanto a quantidade de vegetação obstruindo a saída do abrigo. Fatores estes que devem ser considerados principalmente quando for necessário o planejamento do manejo de colônias reprodutivas. A quantidade de vegetação na saída do abrigo está relacionada à acessibilidade,

um atributo que parece ser essencial para as progenitoras e para filhotes que estão aprendendo a voar. Na escala de paisagem em redor do abrigo, as colônias maiores foram associadas a uma maior proporção de áreas abertas, habitat utilizado para forrageamento pela espécie ou pelo menos como corredor de passagem entre os abrigos e as áreas de caça. A mesma relação foi demonstrada para a proporção de fêmeas. Dessa maneira, enfatizamos que os abrigos alternativos sejam alocados em regiões com considerável proporção de áreas abertas. Sugerimos que tal abordagem pode ser considerada para a utilização da espécie como controle de pragas em lavouras, assim aproveitando o potencial econômico da espécie e diminuindo seus impactos indesejados em cidades. Com este estudo contribuimos para um melhor entendimento da estrutura e dinâmica das populações e da ecologia de abrigos da espécie. Sugerimos que estudos futuros investiguem a ocorrência de ocupação diferencial dos abrigos também durante o outono e o inverno, porque muito provavelmente fora da estação reprodutiva o comportamento e as necessidades dos indivíduos sejam diferentes dos observados por nós durante o período reprodutivo.