

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
CAMPUS DE NOVA XAVANTINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

**EFEITOS DA PERDA DE HABITAT SOBRE POPULAÇÕES DE  
PEQUENOS MAMÍFEROS NO CERRADO**

**Izabel Amorim de Souza**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador(a): Dr. Dionei José da Silva  
Coorientador(a): Dr<sup>a</sup> Geruza Leal Melo

Nova Xavantina-MT  
Março, 2020

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
CAMPUS DE NOVA XAVANTINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

**EFEITOS DA PERDA DE HABITAT SOBRE POPULAÇÕES DE  
PEQUENOS MAMÍFEROS NO CERRADO**

**Izabel Amorim de Souza**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso - *Campus* de Nova Xavantina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador (a): Dr. Dionei José da Silva  
Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Geruza Leal Melo

Nova Xavantina-MT  
Março, 2020

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)

This work was carried out with the support of the Higher Education Personnel Improvement Coordination - Brazil (CAPES)

S719e SOUZA, Izabel Amorim.

Efeitos da perda de habitat sobre populações de pequenos mamíferos no Cerrado / Izabel Amorim Souza. – Nova Xavantina, 2020.  
36 f. ; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim).

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Ecologia e Conservação, Faculdade de Ciências Agrárias Biológicas e Sociais Aplicadas, *Câmpus* de Nova Xavantina, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.

Orientador: Dr. Dionei José da Silva.

Coorientadora: Dra. Geruza Leal Melo.

1. Cobertura Vegetal. 2. Abundância. 3. Condição Corporal. 4. Traços Funcionais. 5. Paisagem. I. Silva, Dionei José da, Dr. II. Melo, Geruza Leal, Dra. III. Título.

CDU 502:599(213.14)

Ficha catalográfica confeccionada pelo bibliotecário Luiz Kenji UmenoAlencar – CRB1 2037.

*A minha mãe, Eliete Pimenta  
de Amorim, dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que contribuíram, direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

A CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UNEMAT, pelo apoio financeiro.

Inicialmente, agradeço ao meu Orientador Dionei José, pela confiança, orientação e todo tempo dedicado.

Sou extremamente grata a minha coorientadora Geruza Melo, sem você não sei se teria continuado essa etapa da minha carreira acadêmica. Muito obrigada por disponibilizar os dados para que eu pudesse desenvolver este trabalho. Muito obrigada pela paciência, pelo apoio, pelo tempo dedicado (por ouvir meus milhares de áudios e dúvidas pelo whatsapp) e por todo conhecimento que me transmitiu durante essa jornada, aprendi muito com você, sou eternamente grata. Te admiro muito!

Agradeço a todos os membros do LABIC que de alguma forma contribuíram, tirando as dúvidas do dia a dia que foram surgindo, durante os momentos de trabalho e a professora Elaine Dutra, por ceder espaço no laboratório.

A os membros da banca por disponibilizarem seu tempo para contribuírem com o trabalho.

Agradeço a minha família, que nunca deixou de me apoiar e nunca mediu esforços para que mais esse sonho se concretizasse, especialmente minha mãe Eliete, meu irmão Lucas, aos meus avós e tios.

A todos os meus amigos, que sempre torceram por mim, em especial aqueles que estiveram mais presentes nos últimos dois anos, me motivando e dando apoio emocional: Tayná Ferrari (por dividir a vida comigo, me aturar em casa, e ouvir minhas lamúrias quando as análises não davam certo), Josiene Carrijo, Márcia Cardoso e Sarah Barros. Amo vocês!

Ao meu namorado Jeferson Morais, obrigado por estar sempre do meu lado, me apoiando constantemente nos momentos bons e ruins, apesar da distância, me deu suporte emocional, me fez acreditar que sempre iria dar certo e que tudo iria valer a pena. Te amo!

Meu muito obrigada a todos!

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1. <i>Área de estudo/</i> .....	14
2.2. <i>Coleta de dados</i> .....	15
2.2.1. <i>Análise da paisagem</i> .....	16
2.2.2. <i>Classificação das espécies</i> .....	16
2.2.3. <i>Traços funcionais</i> .....	16
2.3. <i>Análise de dados</i> .....	17
3. RESULTADOS .....	18
4. DISCUSSÃO .....	26
5. CONCLUSÃO .....	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
7. APÊNDICES .....	35

## RESUMO

As atividades humanas têm causado a perda de habitat que interfere negativamente na diversidade. Alterações a nível de paisagem, afeta de forma distinta os diferentes integrantes da biota e nem todas espécies respondem negativamente pela perda de habitat. No entanto, pouco se sabe como a perda de habitat afeta a condição corporal e adaptações morfológicas a nível populacional. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é investigar o efeito da perda de habitat sobre a abundância, ocorrência, condição corporal e traços funcionais de pequenos mamíferos ao longo de um gradiente de paisagens fragmentadas. Nossos resultados destacam duas descobertas principais: (i) a perda de habitat afeta a abundância e ocorrência do especialista *Thrichomys pachyurus* causando um declínio da população em paisagens com menor quantidade de vegetação; (ii) por outro lado o generalista *Gracilinanus agilis* teve maior abundância em ambientes mais degradados. No que se refere a condição corporal e traços funcionais não encontramos um efeito claro da perda de habitat sobre estas variáveis para as espécies estudadas. Quanto a condição corporal, essas espécies podem ter desenvolvidos adaptações comportamentais alimentares para lidar com situações ambientais abaixo do ideal. Para os traços funcionais, o tempo de fragmentação na região pode não ter sido suficiente para exercer essa pressão seletiva a nível populacional. Essas conclusões serão úteis para futuras decisões sobre a gestão de paisagens nesta região.

**Palavras-chave:** COBERTURA VEGETAL, ABUNDÂNCIA, CONDIÇÃO CORPORAL, TRAÇOS FUNCIONAIS, PAISAGEM.

## ABSTRACT

Human activities have caused habitat loss that negatively interferes with diversity. Changes in landscape, affect differently the different members of the biota and not all species respond negatively for habitat loss. However, little is known about how habitat loss affects body condition and morphological adaptations at the population level. Thus, the objective of this work is to investigate the effect of habitat loss on the abundance, extinction, body condition and functional traits of small mammals along a gradient of fragmented landscapes. Our results highlight two main findings: (i) habitat loss affects the abundance and occurrence of specialist *Thrichomys pachyurus* causing a population decline in landscapes with less vegetation; (ii) on the other hand, generalist *Gracilinanus agilis* had greater abundance in more degraded environments. Regarding body condition and functional traits, we did not find a clear effect of habitat loss on these variables for the studied species. As for body condition, these species may have developed food behavioral adaptations to deal with sub-ideal environmental situations. For functional traits, the fragmentation time in the region may not have been sufficient to exert this selective pressure at the population level. These conclusions will be useful for future decisions on landscape management in this region.

**Keywords:** VEGETABLE COVER, ABUNDANCE, BODY CONDITION, FUNCTIONAL TRAITS, LANDSCAPE.

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas, especialmente aquelas que levam à conversão e degradação de habitats, estão afetando a biodiversidade em todo o planeta (Newbold et al. 2015). Introdução de novas formas de uso da terra, no lugar da vegetação original, podem mudar de forma negativa a disponibilidade de recursos e interferir na heterogeneidade ambiental (Quesnelle et al. 2013; Dirzo et al. 2014; Lion et al. 2016). Assim, os habitats onde se encontram as espécies estão em constantes mudanças, e, neste contexto, a perda de habitat é considerada mais importante que as mudanças climáticas e deposição de nitrogênio em termos de impactos (Hansen et al. 2013). Porém, estas alterações afetam de forma distinta os diferentes integrantes da biota e nem todas as espécies sofrem negativamente pela perda de habitat (Stuart et al. 2007). No entanto, vários atributos da paisagem podem afetar variáveis como a abundância geral de pequenos mamíferos (Santos-Filho et al. 2012), aqui, analisaremos como a quantidade de cobertura vegetal pode afetar populações de pequenos mamíferos.

Enquanto a abundância de algumas espécies diminui com a perda de habitat, outras não são afetadas ou, ainda, aumentam em paisagens alteradas (Stuart et al. 2004; Pardini et al. 2010). A perda de habitat além de ser responsável por declínios populacionais na comunidade, pode ainda levar à processos de substituição de espécies, onde espécies de hábito especialista tem suas abundâncias diminuídas e são substituídas por espécies mais adaptadas a perturbações, chamadas de espécies generalistas, que tendem a aumentar suas abundâncias em decorrência da conversão do habitat (Banks-Leite et al. 2014). Espécies de hábitos generalistas são capazes de explorar tanto as áreas de vegetação nativa quanto a matriz circundante, o que pode ocasionar um aumento da abundância em paisagens alteradas (Garcia et al. 1998). Por outro lado, espécies especialistas em relação ao habitat possuem maior dependência de cobertura de vegetação natural na paisagem (Pardini et al. 2010).

Dessa forma, mudanças na paisagem como a degradação de habitats tem sido um problema para as comunidades de pequenos mamíferos, pois limitam a movimentação destes organismos entre os fragmentos, gerando um grau de isolamento que pode levar à diminuição não-linear de algumas espécies em resposta à perda de habitat em escala da paisagem, havendo muitas vezes um limite na qual as taxas de extinção aumentam abruptamente, principalmente no caso das especialistas de habitat (Pardini et al. 2005; Cáceres et al. 2010; Lima and Mariano-Neto 2014; Gentile et al. 2018).

A condição corporal de um animal refere-se ao seu estado energético e pode ser estimada comparando a massa de um determinado indivíduo, a massa esperada para o seu tamanho corporal de acordo com sua espécie (Schulte-Hostedde et al. 2005; Peig e Green 2009). Assim, um indivíduo com massa maior do que o esperado para seu tamanho corporal é considerado em melhores condições do que um indivíduo com peso abaixo do esperado. Dessa forma, um animal em boas condições tem maiores reservas de energia, mais resistência ao jejum e maior longevidade, além disso, a condição corporal influencia na capacidade de sobreviver e reproduzir em diferentes ambientes principalmente aqueles que foram modificados pelas atividades humanas (Millar e Hickling 1990; Lomolino e Perault 2007). Medidas de condição corporal são especialmente adequadas para avaliar o efeito da fragmentação de habitat sobre a aptidão do animal (Schulte-Hostedde et al. 2005), neste sentido, existem fatores com relação à paisagem que podem afetar a condição corporal, como: a quantidade de cobertura florestal, a estrutura do habitat e o tipo de matriz circundante. Porém, poucos estudos avaliaram como a condição corporal é afetada utilizando uma abordagem a nível de paisagem em um gradiente de perda de habitat (Schulte-Hostedde et al. 2005).

Existem trabalhos já publicados mostrando que as mudanças a nível de paisagem modificam a aptidão das espécies e as deixam mais vulneráveis, e tem importantes consequência no condicionamento físico (Schulte-Hostedde et al. 2005; Violle et al. 2007). Mudanças nas características morfológicas são importantes indicadores de mudanças na história de vida ou na qualidade do habitat, que podem afetar o desempenho dos indivíduos e a persistência de populações sob mudanças ambientais (Delgado-Acevedo e Restrepo 2008; Steinicke et al. 2015). A longo prazo, essas mudanças podem promover a evolução das espécies (Griffith e Sultan 2012). Porém, pouco se sabe como o processo de fragmentação, que conseqüentemente leva à perda de habitat, afeta a estrutura funcional em nível específico de pequenos mamíferos, porém, essa variação na morfologia individual dentro de espécies, foi descrita para aves (Hermes et al. 2016). No entanto, sabe-se que a nível de comunidade foi encontrado que características funcionais relacionadas à aptidão dos indivíduos para uso do estrato vertical e preferência alimentar estão relacionadas à persistência das espécies em paisagens fragmentadas (Melo 2015). Este tipo de estudo pode promover informações importantes quando se quer entender se a perda de habitat pode atuar como um filtro ambiental agindo não apenas na abundância e condição corporal, e em nível de comunidade, mas também se essa seleção ocorre nos traços funcionais a nível intraespecífico.

Pequenos mamíferos são ótimos modelos para compreender os efeitos das alterações ambientais. Devido ao ciclo de vida curto, respondem rapidamente ao efeito deste distúrbio (Morris et al. 2008). Aqui, avaliaremos um subconjunto de dados de comunidades de pequenos mamíferos do Cerrado. Apesar da diversidade amostrada na região ser maior, como o foco deste estudo é populacional, selecionamos as cinco espécies mais representativas destas comunidades (Melo, 2015). Estudar populações nos ajuda a avançar na teoria de como o risco de extinção afeta as espécies de diferentes maneiras e como ele se relaciona com características específicas de cada espécie. Para entender este mecanismo são necessários estudos da dinâmica de extinção de organismos individuais (Englund et al. 2020; Hanski 2005). A configuração do habitat é um dos principais fatores de extinção das espécies, e as respostas a estes fatores diferem entre os organismos (Englund et al. 2020). Sendo assim, o conhecimento sobre os efeitos das atividades antrópicas e impactos sobre a biota tem boas implicações na definição de estratégias de gestão da paisagem que envolve a conservação e restauração de habitats (Rodrigues et al. 2009; Tambosi et al. 2013).

Diante deste cenário, o objetivo deste trabalho é investigar o efeito da perda de habitat sobre a abundância, ocorrência, condição corporal e traços funcionais de cinco espécies de pequenos mamíferos ao longo de um gradiente de perda de habitat em paisagens fragmentadas. Com isso, levantamos as seguintes perguntas, hipóteses e previsões:

*Pergunta 1:* como a perda de habitat afeta a abundância de espécies de pequenos mamíferos no Cerrado?

*Hipótese 1:* A perda de habitat afetará negativamente espécies consideradas especialistas, por outro lado, é esperado que espécies generalistas sejam positivamente afetadas pela perda de habitat. Ainda, esperamos que a resposta das espécies não ocorra de forma linear, havendo um limiar de fragmentação (Fahrig 2001) abaixo do qual a abundância de uma determinada espécie especialista cai abruptamente. Já as generalistas, também deverão apresentar uma resposta não linear, aumentando rapidamente em abundância nas paisagens com menor quantidade de habitat (Pardini et al. 2010; Banks-Leite et al. 2014), devido à diminuição de competição com as espécies especialistas (Fig.1A).

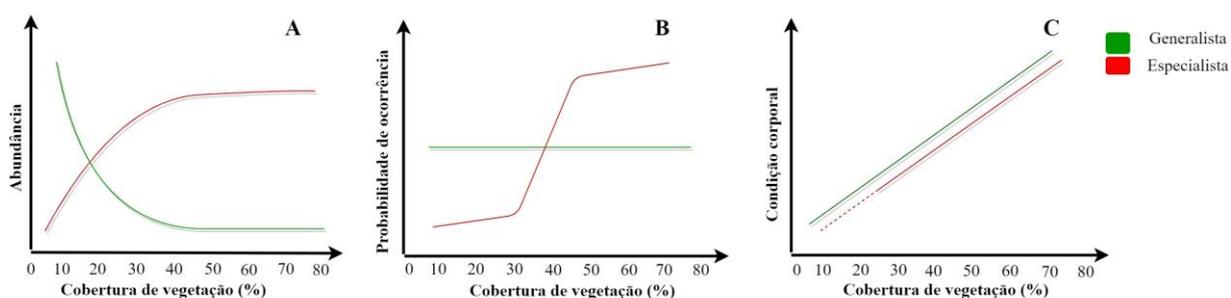
*Pergunta 2:* A perda de habitat afeta a ocorrência de algumas populações pequenos mamíferos no Cerrado?

*Hipótese 2:* Espécies generalistas de habitat estarão presentes em todas as paisagens, enquanto especialistas de habitat apresentarão maior probabilidade de ocorrência em

paisagens que tenham maior quantidade de cobertura vegetal havendo um limiar de extinção nas paisagens com pouca quantidade de cobertura vegetal (Fahrig 2002) (Fig.1B).

*Pergunta 3:* A perda do habitat afeta a condição corporal de espécies de pequenos mamíferos?

*Hipótese 3:* No que se refere à condição corporal, espera-se que em paisagens com menor cobertura vegetal a condição corporal seja reduzida tanto para generalistas quanto para especialistas. Esta relação é presumida para espécies generalistas devido ao esperado aumento de abundância que pode levar ao aumento da competição intraespecífica (Diaz and Tellerfa 1999). Por outro lado, as especialistas seriam afetadas principalmente pela diminuição de recursos e espaço (Fig. 1C).



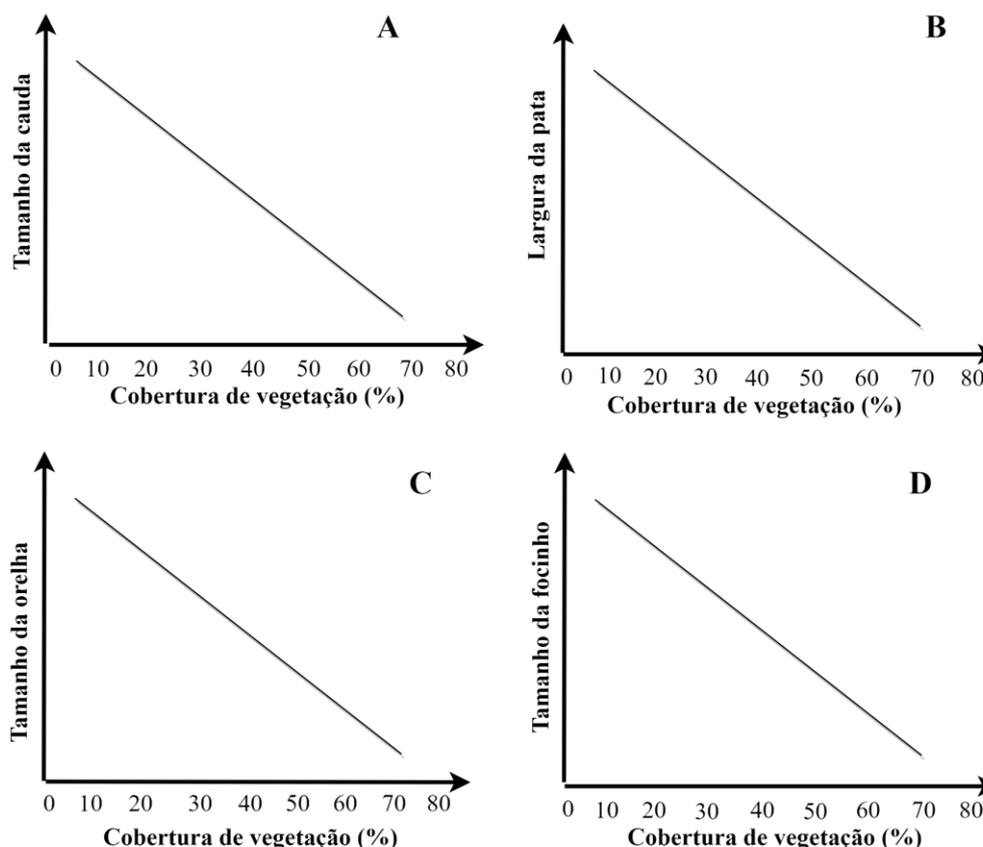
**Fig. 1** Previsões de abundância, probabilidade de ocorrência e condição corporal para pequenos mamíferos em uma região de Cerrado em Mato Grosso do Sul.

*Pergunta 4:* Os traços funcionais entre populações de uma mesma espécie variam ao longo de um gradiente de perda de habitat na paisagem?

*Hipótese 4.1:* Indivíduos mais aptos a utilizar o estrato vertical da floresta, serão menos afetados pela perda de habitat. Assim, em paisagens com menor quantidade de habitat, haverá pressão seletiva que selecionará aqueles indivíduos com características morfológicas que estejam diretamente relacionadas à capacidade de deslocamento e equilíbrio em substratos verticais. Esta hipótese está embasada em um estudo em nível de comunidade na mesma área, onde foi encontrado que espécies escansoriais e arborícolas eram menos afetadas pela perda de habitat do que espécies cursoriais (Melo et al. 2015). Assim, espera-se verificar se este filtro ambiental, que atua em nível de comunidade, também atua em nível populacional. Assumimos que essas características morfológicas estão relacionadas à adaptação de espécies de pequenos mamíferos ao ambiente. O comprimento da cauda e da orelha e a largura das patas traseiras refletem a capacidade da espécie de usar o estrato vertical. Como caudas mais longas, orelhas mais compridas e patas traseiras mais curtas e largas tendem a estar relacionados a hábito mais arborícola

(Eisenberg e Wilson 1981; de Camargo et al. 2012), esperamos que estas características possuam valores maiores em paisagens com menor quantidade de habitat.

*Hipótese 4.2:* Indivíduos que possuem maior aptidão para onívoria serão menos afetados pela perda de habitat do que indivíduos que compartilham maior semelhança com espécies frugívoras. Esta hipótese está embasada em estudo prévio que encontrou, que espécies frugívoras são mais afetadas pela perda de habitat do que espécies onívoras e essa seleção ocorreu em nível de comunidade (Melo 2015) assim, verificaremos se essa seleção também atua em nível intraespecífico. Espécies com focinho mais curto tendem a ser mais frugívoras, enquanto espécies com focinho mais longo tendem a ser mais insetívoras, com valores intermediários apresentando uma dieta onívora (Medellín 1991; Samuels 2009; Cáceres et al. 2014). Como a dieta de muitas espécies de pequenos mamíferos é desconhecida (por exemplo, quase todas as espécies de marsupiais são classificadas como insetívoras-onívoras de acordo com Paglia et al. 2012), usamos o comprimento do focinho como indicador de dieta. Assim esperamos que indivíduos de uma determinada espécie apresentem variação de tamanho do focinho de acordo com a % de cobertura vegetal (Fig. 2D).



**Fig. 2** Hipóteses para traços funcionais para pequenos mamíferos em uma região de Cerrado em Mato Grosso do Sul.

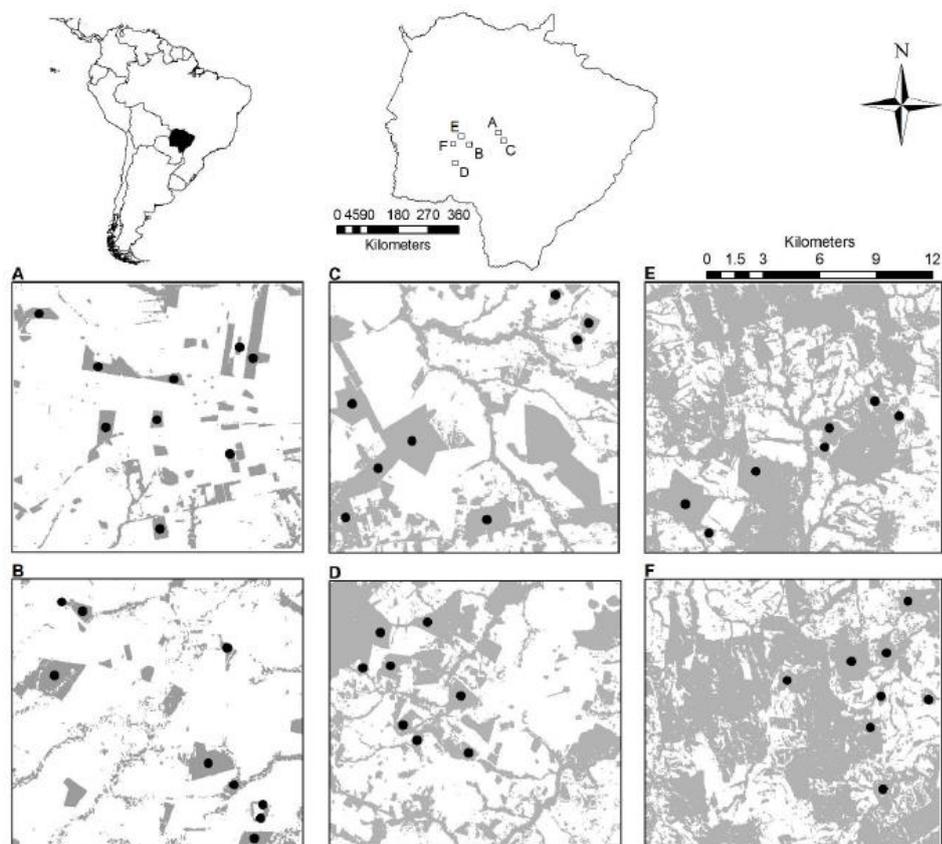
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O bioma Cerrado ocupa 22% do território brasileiro e apresenta um mosaico de diferentes tipos de vegetação, que variam desde campos com predominância de ervas e arbustos (formações campestres) a florestas densas (formações florestais), passando por fisionomias intermediárias e ocorrendo sob um clima sazonal (Bridgewater et al. 2004; Eiten 1972). O bioma é um dos mais biodiversos do mundo, sendo considerado um *hotspot* para biodiversidade devido ao alto grau de endemismo e considerando a perda excepcional de habitat devido as atividades antrópicas (Myers et al. 2000).

A região amostrada se encontra inserida no bioma Cerrado do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, porção central da América do Sul. As paisagens amostradas estão localizadas entre as coordenadas 20°17' a 21°15' S e 54°53' a 56°31' W (Fig. 3). Nesta

região a vegetação natural predominante é o Cerradão, sendo raras as áreas de campos naturais.



**Fig. 3** Mapa de Mato Grosso do Sul indicando as seis regiões amostradas. Em destaque, cada região, onde os pontos pretos indicam os fragmentos amostrados. A cor cinza corresponde à vegetação natural e em branco outras classes de uso da terra que foram consideradas em conjunto como não-habitat (pastagem, agricultura, silvicultura e área urbana) (Melo 2015).

### 2.2. Coleta de dados

Foram amostradas seis áreas de 22.500 ha cada, onde foram selecionados nove fragmentos (no total 54 fragmentos) de tamanhos variáveis (tamanho médio =  $300,6 \pm 381,1$  ha). A distância máxima entre as paisagens foi de  $\approx 160$  km. Em cada fragmento foram instaladas duas transecções que distanciavam em torno de 300 metros uma da outra e a 50 m da borda do fragmento. Em cada transecto foram instaladas dez armadilhas alternadamente no solo (armadilha de arame com gancho:  $33 \times 12 \times 12$  cm) e no sub-bosque (armadilha do tipo *Sherman*:  $30 \times 9 \times 7$  cm) a 1,5 m de altura, distantes 20 m uma da outra e iscadas com uma mistura de bacon, abóbora e manteiga de amendoim. Foram realizadas quatro fases de campo de cinco a seis noites consecutivas ao longo de dois anos,

sendo duas durante a época chuvosa (Fevereiro / Março de 2012 e Novembro / Dezembro de 2012) e duas durante a época seca (Julho / Agosto de 2012 e Junho / Julho de 2013). O esforço total de amostragem foi de 408 armadilhas-noite em cada fragmento e 22.032 armadilhas-noite considerando toda a amostragem.

Os pequenos mamíferos capturados foram identificados, medidos, sexados, marcados com brincos numerados (Fish e Tag de pequeno animal tamanho 1, National Band e Tag Co., Newport, Kentucky) e liberados no mesmo ponto de captura. As técnicas de captura e manuseio foram aprovadas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (licença número 30808-2) e estão em conformidade com as diretrizes publicadas pela Sociedade Americana de Mastozoologistas para o uso de mamíferos silvestres em pesquisa (Sikes et al. 2011).

### 2.2.1. *Análise da paisagem*

As análises de paisagem foram realizadas por meio de imagens Landsat-7, da região sul do Cerrado que foi classificada utilizando o programa SPRING (Camara et al. 1996). Usamos uma classificação supervisionada, onde as regiões foram classificadas em duas categorias: “habitat” (áreas naturais de Cerradão e Cerrado *stricto sensu*) e “não-habitat” (matriz de área de pastagem e campos naturais entre outras categorias de uso antrópico).

Foi calculada a porcentagem de vegetação natural em paisagens com *buffer* de 500 a 3.500 m, englobando os dois transectos de cada fragmento. As capturas de cada transecto dentro de um mesmo fragmento foram consideradas em conjunto, assim a unidade amostral aqui considerada é a paisagem que engloba o fragmento amostrado e área de entorno. Ao todo foram amostradas 54 paisagens entre as seis regiões amostradas (Fig. 3).

### 2.2.2. *Classificação das espécies*

Classificamos as espécies como generalistas e especialistas de acordo com os seguintes critérios: 1) publicação indicando a espécie como sensível a perda/fragmentação de habitat; 2) distribuição restrita; 3) especificidade quanto ao uso de habitat (ocorrência restrita a áreas florestais) (Alho 2005; Cáceres et al. 2008, 2010; Melo 2015).

### 2.2.3. *Traços funcionais*

Consideramos quatro características funcionais quantitativas que foram medidas em cada indivíduo: massa corporal; comprimento da cauda (comprimento da cauda dividido pelo comprimento do corpo); comprimento da orelha (comprimento da orelha dividido pelo comprimento do corpo); largura da pata traseira (largura da pata traseira dividida pelo

comprimento do corpo) e comprimento do focinho (comprimento do focinho dividido pelo comprimento do corpo). Para obter essas medidas foi usado um paquímetro digital.

### 2.3. Análise de dados

Em todas as análises utilizamos *Modelos Mistos Lineares Generalizados* (GLMMs) considerando as seis regiões amostrais, onde as paisagens estão inseridas, como fator aleatório (Fig. 3) e a quantidade de vegetação na paisagem como fator fixo. A escala da paisagem correspondente a cada espécie (tamanho do *buffer*) foi estimada empiricamente, ou seja, para cada espécie os modelos mistos foram realizados em todas as escalas e foi selecionado o tamanho de *buffer* que apresentou menor AIC que melhor explicou a variação nos dados para cada espécie (Brennan et al. 2010). Este passo é importante porque a quantidade de vegetação natural (variável preditora) pode variar de acordo com o tamanho da paisagem considerada. Muitos estudos de paisagem utilizam escalas arbitrárias para delimitar o tamanho da paisagem (Jackson e Fahrig 2012), porém, considerar uma escala de paisagem que não condiz com a percepção da espécie pode levar a conclusões incorretas.

Para avaliar como as espécies especialistas e generalistas respondem à perda de habitat, foi utilizado um modelo com distribuição de Poisson para cada espécie utilizando a quantidade de habitat na paisagem como fator fixo e a abundância como variável resposta. O mesmo foi feito para probabilidade de ocorrência, mas foi utilizado um modelo com distribuição Binomial, sendo a ocorrência a variável resposta.

Para a condição corporal foi feita uma regressão linear do comprimento do corpo em relação ao peso para cada espécie separadamente. O modelo estimado pela regressão indica um peso esperado para um determinado comprimento de corpo. Indivíduos acima da reta de regressão possuem maior peso que o esperado para seu tamanho corporal e portanto, maior condição corporal, enquanto que indivíduos abaixo da reta de regressão possuem menor condição corporal. Portanto, utilizamos o resíduo da regressão como indicativo da condição corporal (Schulte-Hostedde et al. 2005). Utilizamos então, a condição corporal como variável resposta, incluindo a quantidade de cobertura florestal (porcentagem de vegetação natural) como fator fixo e consideramos uma distribuição Gaussiana.

No que se refere à morfologia, as medidas de cauda, orelha e comprimento do focinho foram divididas pelo tamanho do corpo para controlar a variação no tamanho corporal entre diferentes indivíduos. Para a largura da pata traseira, dividimos pelo

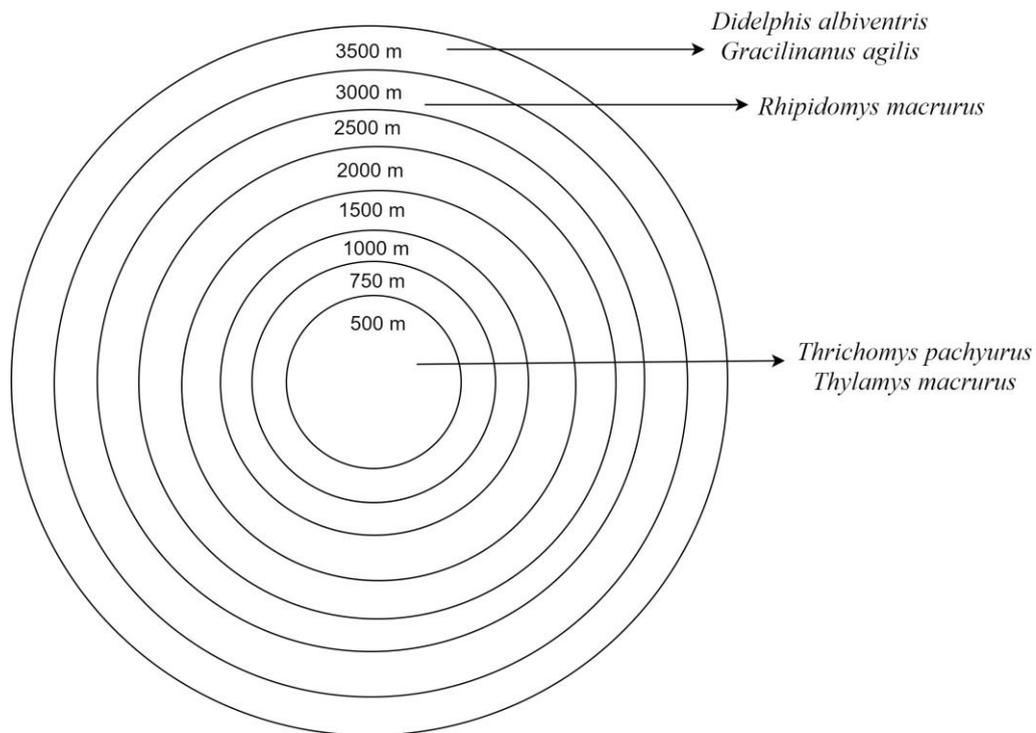
comprimento da mesma. Para cada predição foi usado um GLMM, utilizando as variáveis respostas: comprimento da cauda, comprimento da orelha, comprimento do focinho e largura da pata. Para modelar cada variável resposta foi usada uma distribuição Gaussiana.

Todas análises foram executadas no programa R (R Environment Core Team, 2017) utilizando o pacote lme4.

### 3. RESULTADOS

Capturamos 1.149 indivíduos das cinco espécies consideradas aqui, sendo três marsupiais pertencentes à família Didelphidae e dois roedores, um da família Echimyidae e outro da família Cricetidae. As espécies mais abundantes foram os marsupiais *Gracilinanus agilis* (n = 501), *Didelphis albiventris* (n = 172) e *Thylamys macrurus* (n = 158), presentes em 51, 38 e 35 fragmentos respectivamente, e os roedores *Rhipidomys macrurus* (n = 210) e *Thrichomys pachyurus* (n = 107), ambos presentes em 24 fragmentos. Consideramos como especialistas de habitat *T. pachyurus* e *R. macrurus*, e como generalista de habitat *G. agilis*, *D. albiventris* e *T. macrurus*. Embora tenhamos selecionados apenas essas cinco espécies para este estudo, a área teve maior diversidade, com riqueza total de 20 espécies de pequenos mamíferos (Melo 2015).

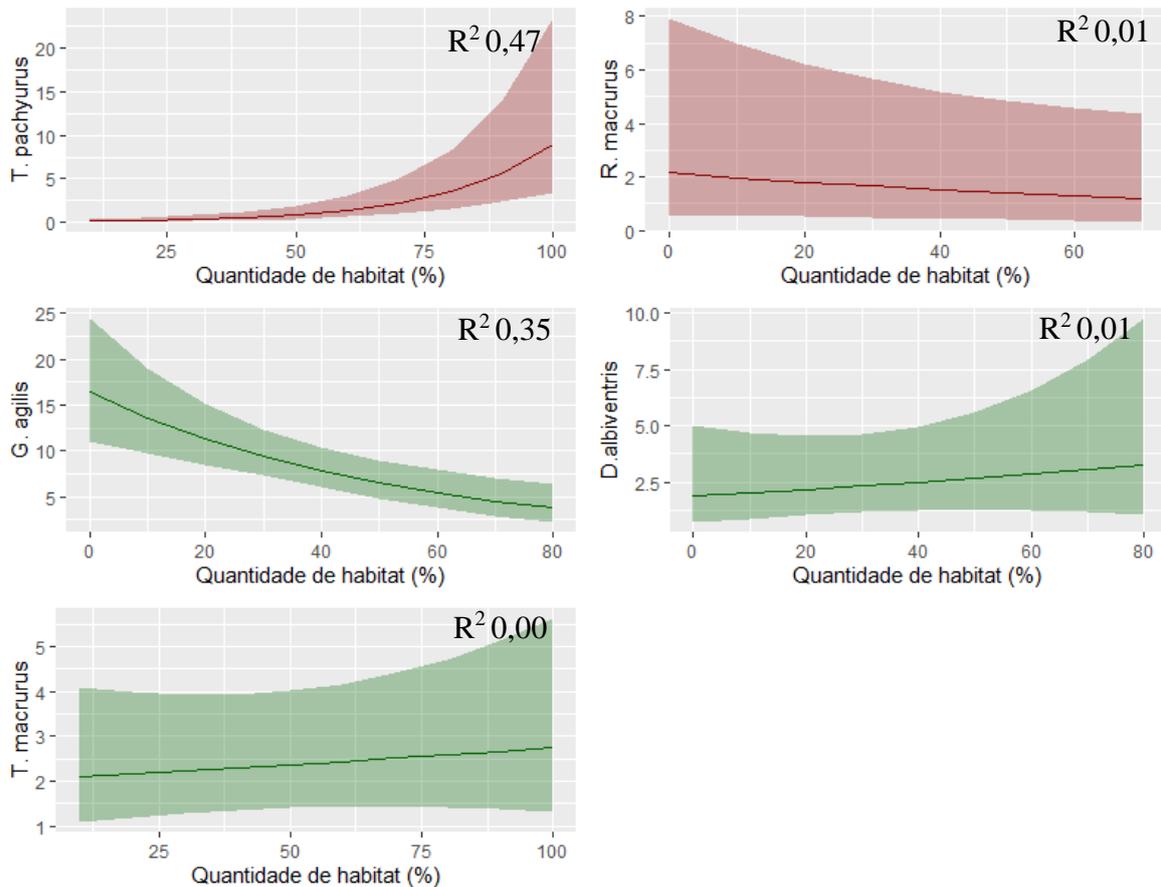
Para cada espécie, testamos as 10 escalas na qual a variável preditora foi medida (tamanho de *buffer*) para todas as variáveis resposta. Os modelos com a mesma escala apresentaram o menor valor de AICc para uma determinada espécie considerando todas as variáveis resposta, ou seja, a escala de efeito da paisagem é a mesma dentro de determinada espécie, mesmo avaliando diferentes parâmetros populacionais e morfológicos desta. Assim, a quantidade de habitat na paisagem mensurada no *buffer* de 500 m foi a que apresentou os menores valores de AICc para todas as variáveis respostas quando consideradas as espécies: *T. pachyurus* e *T. macrurus*, portanto esta foi a escala utilizada em todas as análises para estas espécies. Para *G. agilis* e *D. albiventris*, a quantidade de habitat mensurada no *buffer* de 3.500 m foi a que apresentou menor AICc. O *buffer* de 3.000 m apresentou menor AICc para *R. macrurus* (Fig. 4).



**Fig. 4** Tamanho dos *buffers* considerados para delimitar o tamanho da paisagem. A quantidade de habitat foi medida nas paisagens com raios de 500m a 3500 m em torno do transectos amostrados, em uma região de Cerrado da América do Sul. As setas indicam a escala de efeito (tamanho de *buffer* onde a quantidade de habitat explicou a maior porcentagem na variação dos dados) para cada espécie.

#### *Abundância*

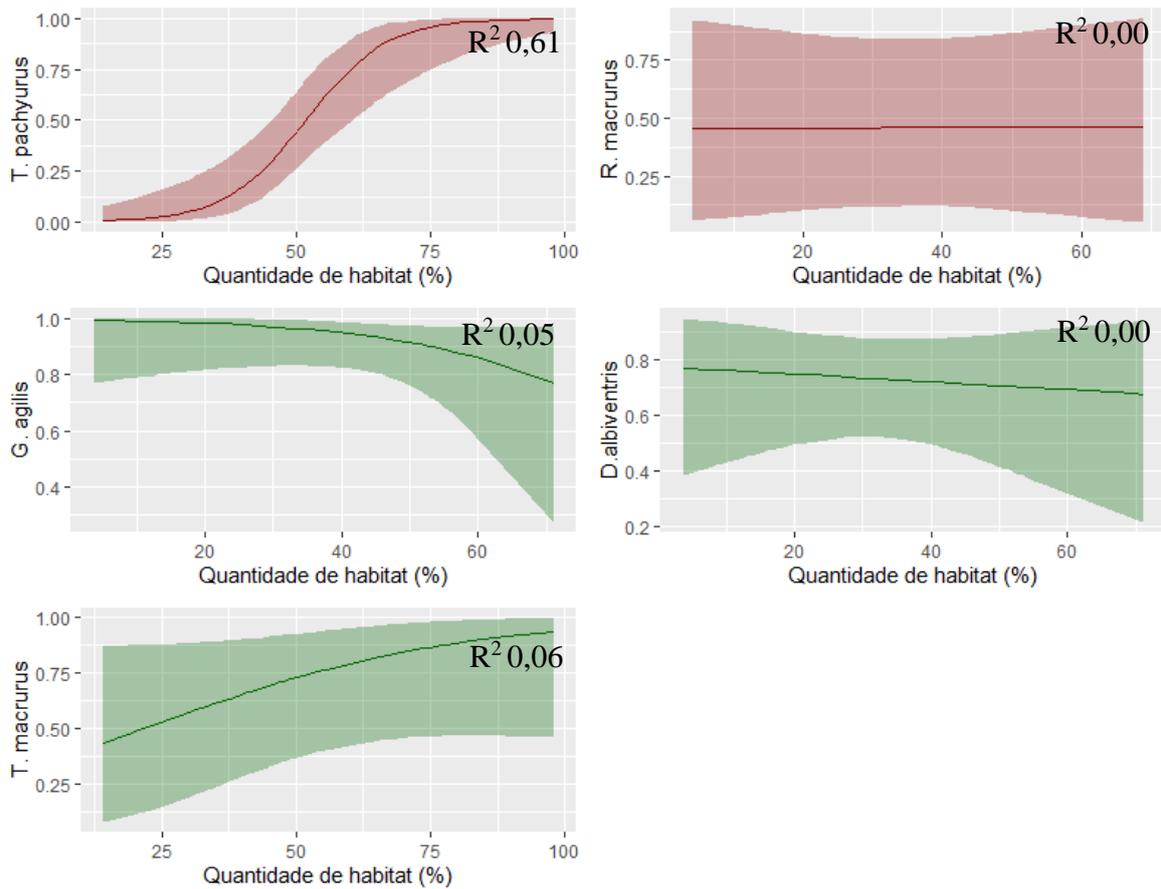
Para as espécies consideradas especialistas como o *T. pachyurus*, a abundância foi afetada negativamente pela perda de habitat na paisagem, e esta espécie se torna rara em paisagens com pouca quantidade de vegetação natural (Apêndice 1, figura 5). *Rhipidomys macrurus* não foi afetado pela perda de habitat nas paisagens, se mantendo abundante em paisagens independentemente da quantidade de habitat presente (Apêndice 1, figura 5). Dessa forma, apenas *T. pachyurus* confirmou nossa hipótese para especialista de habitat. Para os generalistas apenas *G. agilis* confirmou nossa hipótese, aumentando em abundância em paisagens com menor quantidade de vegetação. A abundância de *Didelphis albiventris* e *T. macrurus* não variou de acordo com a quantidade de habitat na paisagem (Apêndice 1, figura 5).



**Fig. 5** Efeito da quantidade de habitat na paisagem sobre abundância de pequenos mamíferos em fragmentos florestais em uma região de Cerrado em Mato Grosso do Sul. Em vermelho espécies classificadas como especialistas de habitat e em verde, espécies consideradas como generalistas.

#### *Presença/ausência*

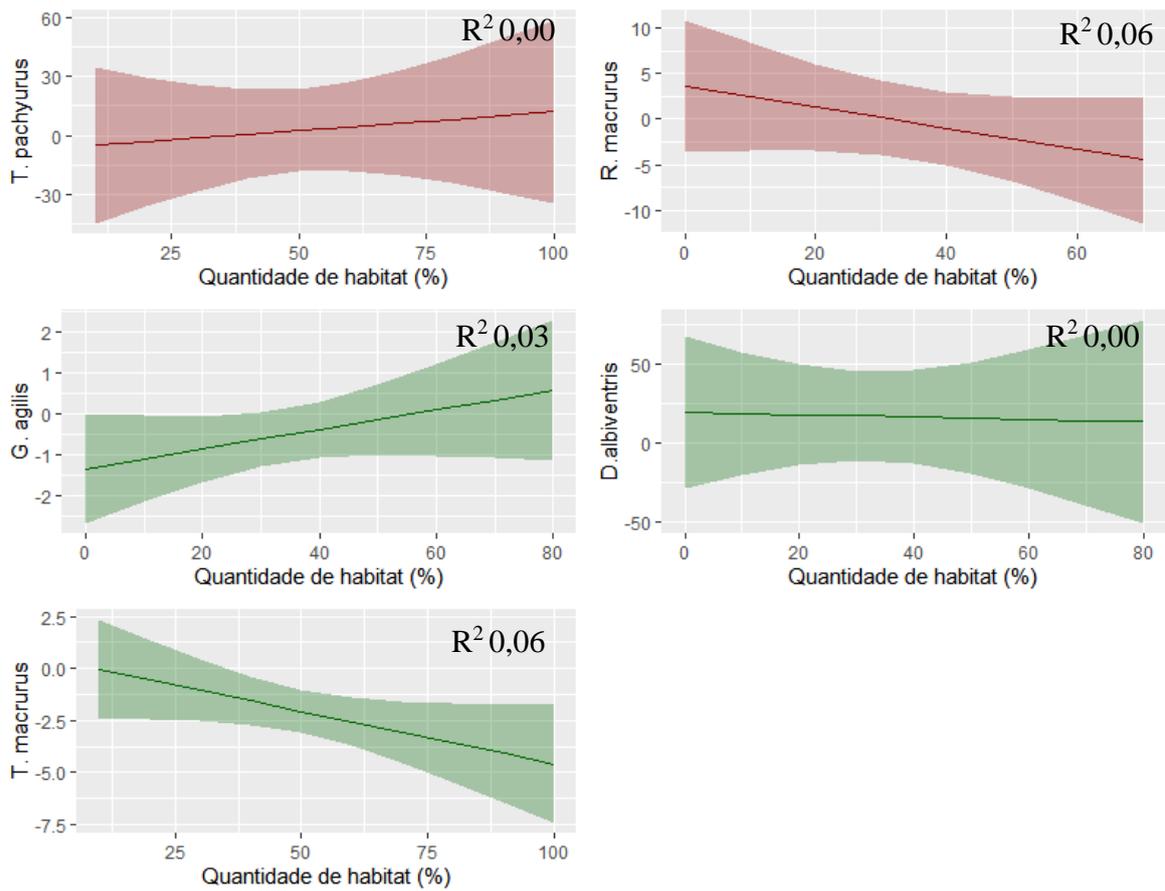
*Thrichomys pachyurus* foi a espécie mais afetada pela perda de habitat, estando ausente em paisagens com menos de 25% de cobertura vegetal natural, corroborando a hipótese para especialistas, ao contrário de *R. macrurus* que mantêm a probabilidade de ocorrência, independentemente da quantidade de habitat na paisagem. As hipóteses para generalistas não foram corroboradas para nenhuma das espécies, e estas também mantêm a probabilidade de ocorrência, independentemente da quantidade de habitat na paisagem (Apêndice 1, figura 6).



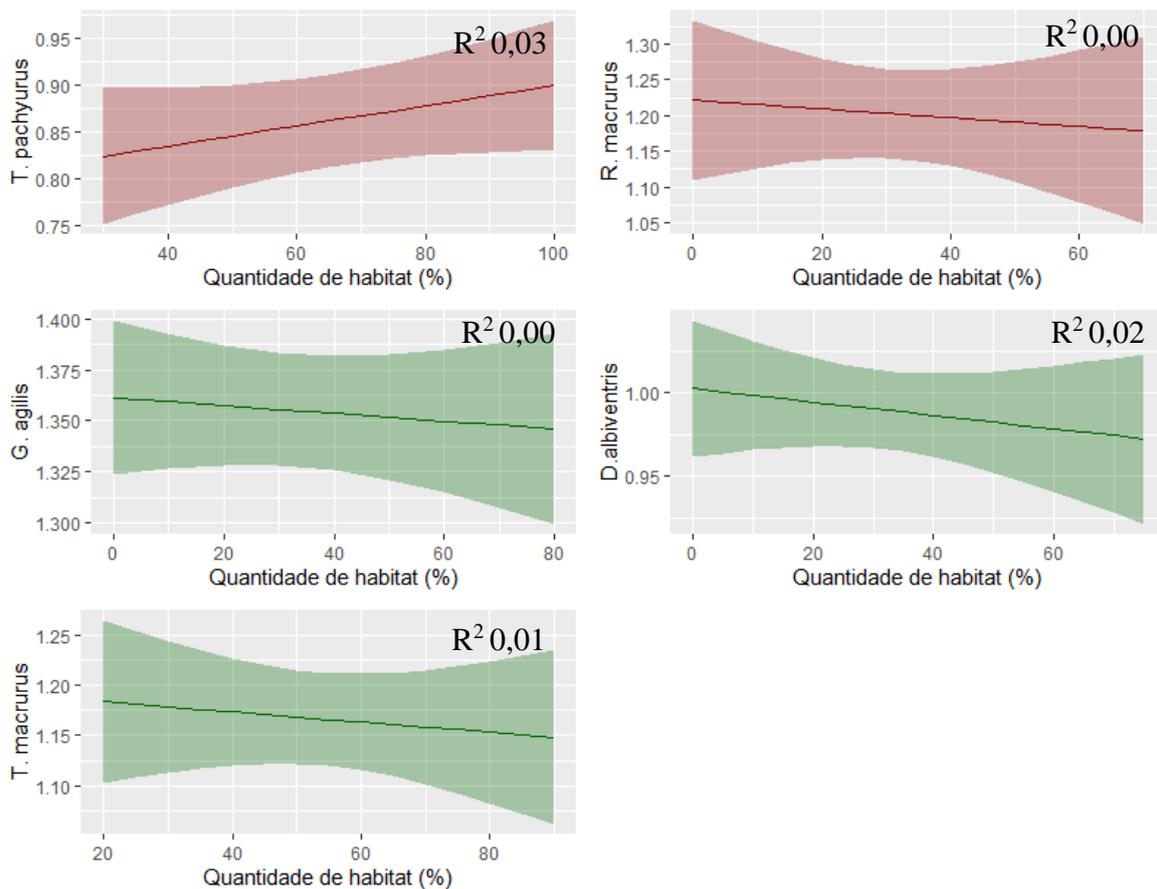
**Fig. 6** Efeito da quantidade de habitat na paisagem sobre probabilidade de ocorrência de pequenos mamíferos em fragmentos florestais em uma região de Cerrado em Mato Grosso o Sul, Brasil. Em vermelho espécies classificadas como especialistas de habitat e em verde, espécies consideradas como generalistas.

#### *Condição corporal e Traços funcionais*

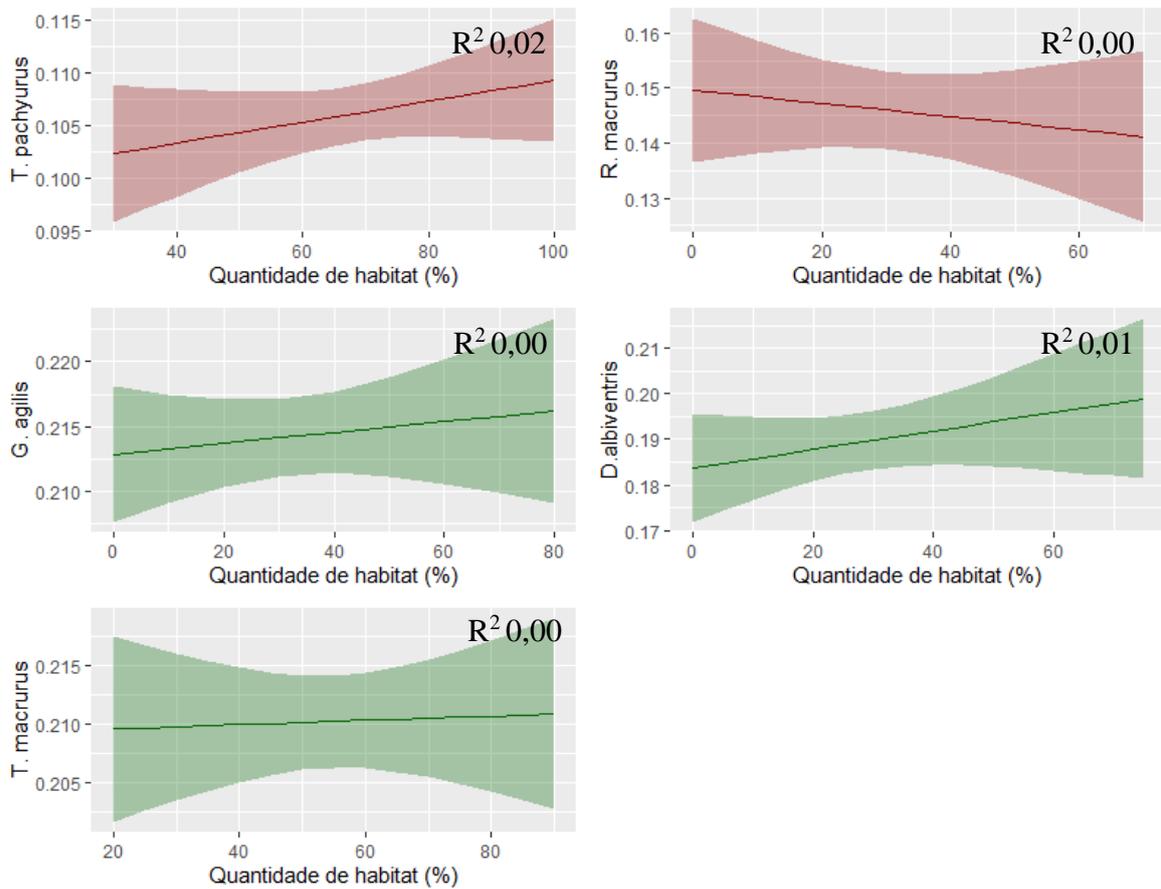
Perda de habitat não refletiu na condição corporal das espécies aqui estudadas (Apêndice 1, figura 7). Não encontramos uma relação de efeito da paisagem sobre os quatro traços funcionais analisados (cauda, pata, orelha e focinho) para nenhuma das espécies (Apêndice 1, figura 8,9,10,11).



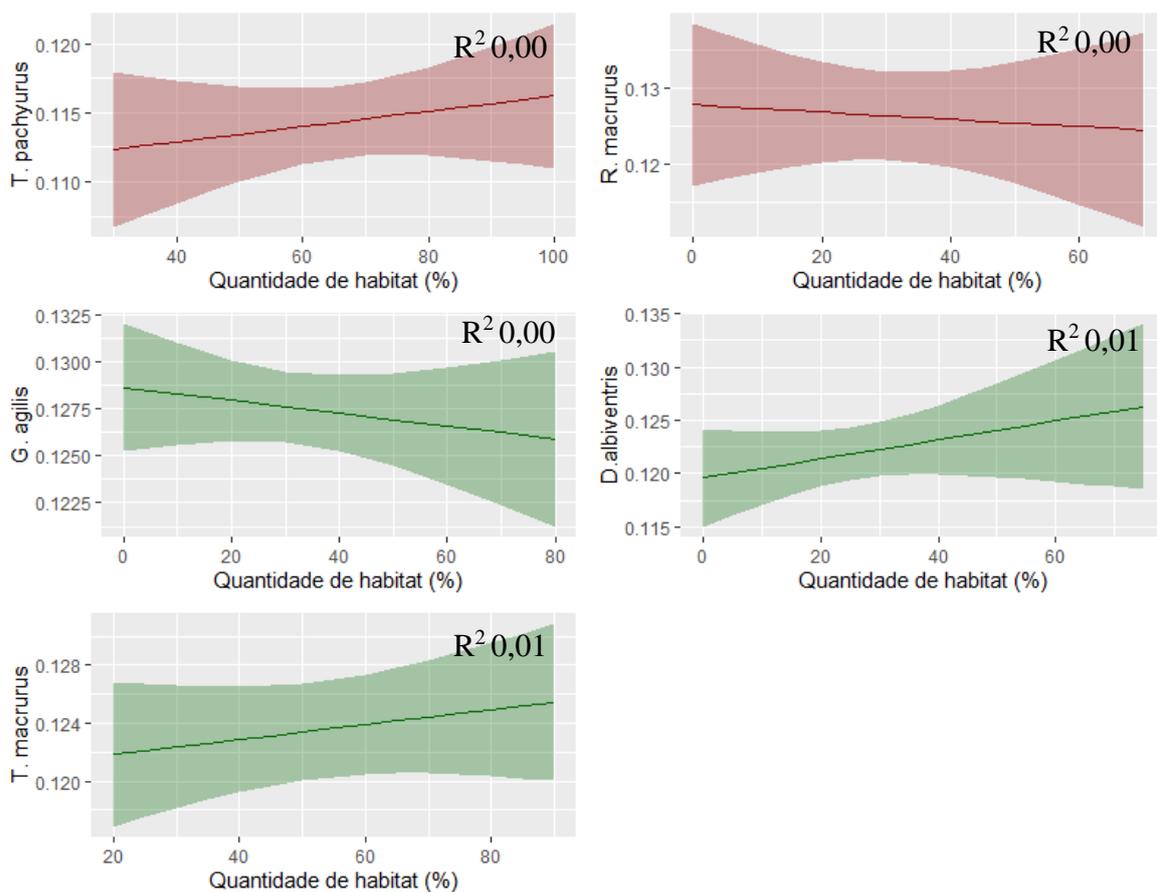
**Fig. 7** Condição corporal de pequenos mamíferos especialistas e generalistas em fragmentos florestais em uma região de Cerrado em Mato Grosso do Sul.



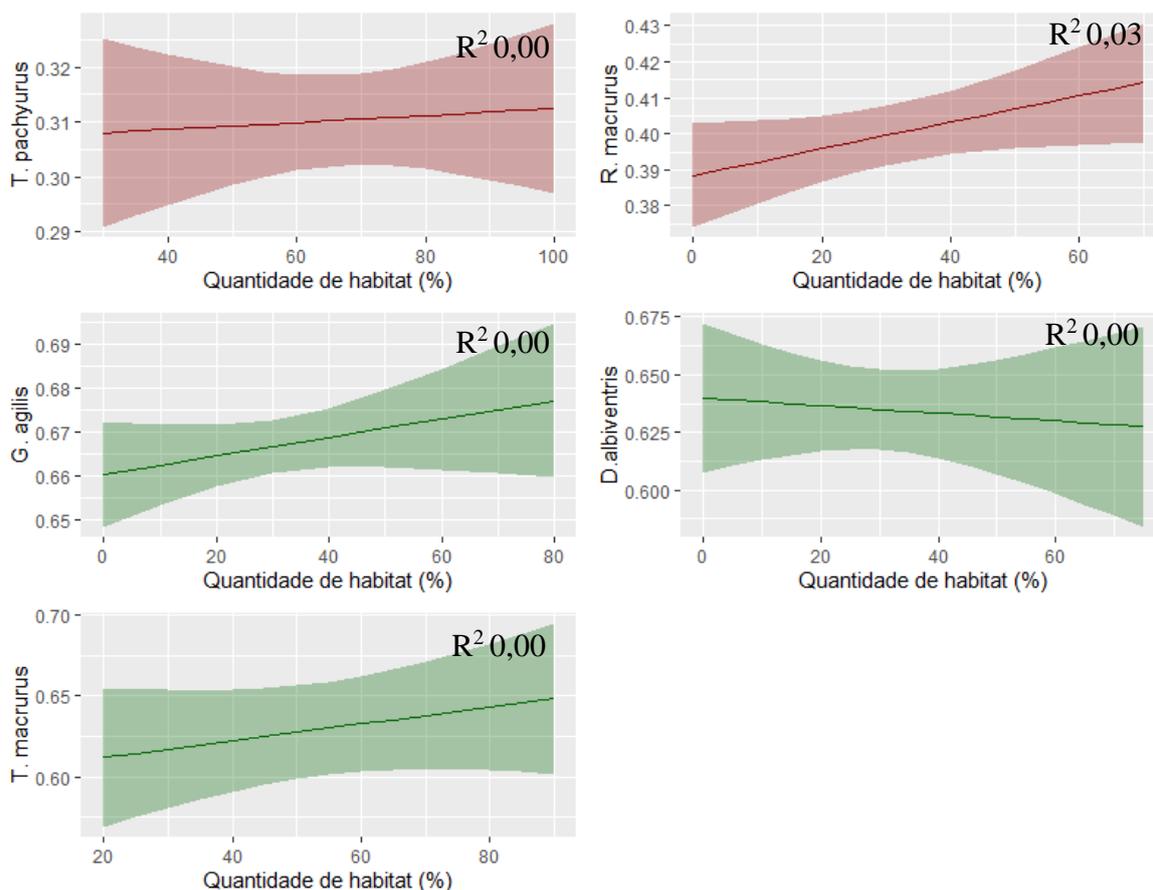
**Fig. 8** Comprimento da cauda de pequenos mamíferos generalistas e especialistas em fragmentos florestais em uma região de Cerrado em Mato Grosso do Sul. Em vermelho espécies classificadas como especialistas de habitat e em verde, espécies consideradas como generalistas



**Fig. 9** Tamanho da orelha de pequenos mamíferos generalistas e especialistas em fragmentos florestais em uma região de Cerrado em Mato Grosso do Sul. Em vermelho espécies classificadas como especialistas de habitat e em verde, espécies consideradas como generalistas.



**Fig. 10** Tamanho do focinho de pequenos mamíferos generalistas e especialistas em fragmentos florestais em uma região de Cerrado em Mato Grosso do Sul. Em vermelho espécies classificadas como especialistas de habitat e em verde, espécies consideradas como generalistas.



**Fig. 11** Largura da pata traseira de pequenos mamíferos generalistas e especialistas em fragmentos florestais em uma região de Cerrado em Mato Grosso do Sul. Em vermelho espécies classificadas como especialistas de habitat e em verde, espécies consideradas como generalistas.

#### 4. DISCUSSÃO

Ao longo dos anos, estudos têm avaliado o impacto da conversão de habitats naturais em áreas antropizadas utilizando principalmente parâmetros de diversidade como riqueza, aumento ou diminuição da abundância e composição para avaliar os efeitos da paisagem (Pardini et al. 2010; Prevedello e Vieira 2010; Tschardt et al. 2012). Esses estudos são importantes para melhorar as estratégias de conservação (Moreno et al. 2017), porém não abordam outros aspectos que podem afetar as populações que ocorrem em paisagens fragmentadas. Nesse sentido, este estudo é um dos primeiros a avaliar se os traços morfológicos de espécies de pequenos mamíferos sofrem alterações ao longo do processo de perda de habitat e se a condição corporal é afetada, dado que a perda de habitat interfere na disponibilidade de recursos (Fischer and Lindenmayer 2007; Buchmann et al. 2013) e na estrutura da vegetação remanescente (Brudvig 2015).

A escala de efeito, ou seja, a escala de percepção da paisagem, varia entre as espécies, sendo ela relacionada às características de cada espécie (Brennan et al. 2010). Aqui encontramos essa variação, o que indica a importância de não se utilizar escalas arbitrárias para delimitar a paisagem (Jackson e Fahrig 2012). Capacidade de dispersão, tamanho corporal, comportamento e taxa reprodutiva (Clobert et al. 2009; Fagan et al. 2010) pode explicar essa variação das escalas de efeito.

*Variação na abundância e probabilidade de ocorrência condicionadas pela perda de habitat*

Nossas premissas diz que, espécies especialistas de habitats seriam afetadas negativamente pela perda de habitat na paisagem, dado que em geral, especialização ecológica é um importante preditor para determinar a sensibilidade da espécie a um distúrbio ambiental (Ewers e Didham 2006). Dessa forma, nossos resultados revelam que a ocorrência e abundância do especialista *T. pachyurus* foi significativamente influenciada pela quantidade de vegetação na paisagem, diminuindo em abundância rapidamente, com o decréscimo da quantidade de habitat. Esse resultado se assemelha com o encontrado para outras espécies de mamíferos na Mata Atlântica, onde as espécies especialistas apresentaram uma forte resposta às mudanças na paisagem com abundância sendo consistentemente afetada a partir de 30% de cobertura florestal, apresentando assim, um limiar de fragmentação em função da perda de habitat (Pardini et al. 2010; Banks-Leite et al. 2014; Andrén 1994). Dada a diminuição da abundância e variação na ocorrência dessa espécie, *T. pachyurus* apresentou esse mesmo limiar em função da perda de habitat.

*Thrichomys pachyurus* e *R. macrurus* são especialistas de habitat, sendo *T. pachyurus* uma espécie cursorial e *R. macrurus* arborícola. A perda de habitat leva a diminuição de recursos disponíveis no solo, devido a retirada da vegetação (Buchmann et al. 2013), que antes fornecia alimentos para os animais que forrageiam nesse ambiente, o que pode afetar as espécies cursoriais de forma mais direta. Por outro lado, também esperávamos que *Rhipidomys macrurus* seria afetado negativamente com a perda de vegetação natural, porém um aumento de densidade de vegetação no sub-boque pode ter minimizado o efeito negativo nesta espécie arborícola. Embora seja um pouco desconhecido ainda, as lianas têm um aumento considerável em densidade, em paisagens fragmentadas principalmente onde existe distúrbio recorrente no dossel (Campbell et al. 2015). As lianas são de árvores pioneiras de crescimento rápido e assim deixam o sub-bosque mais densos nessas áreas (Vieira e Monteiro-Filho 2003), fornecendo suporte para

deslocamento e substratos de forrageamento para espécies escansorais e arborícolas. Diante desse cenário, essa espécie se manteve abundante e presente em todas as paisagens.

Por outro lado, a hipótese para generalistas de habitats foi parcialmente corroborada, com o marsupial *Gracilinanus agilis* aumentando significativamente em abundância em paisagens com menos de 50% de vegetação. O aumento na abundância de espécies generalistas em locais com menor quantidade de vegetação é atribuído ao fato de que estas espécies são menos vulneráveis à perda de habitat na paisagem e são capazes de persistir em habitats altamente modificados (Dirzo et al. 2014). Devido à sua dieta mais flexível, são capazes de explorar uma variedade de recursos alimentares e com isso, são menos afetados pelas mudanças nas condições tróficas causadas pela perda de habitat (Bentley et al. 2000; Henle et al. 2004; Rammírez-Barajas et al. 2012). Além disso, hábitos generalistas permitem que a espécie possua maior plasticidade ambiental, explorando tanto o fragmento quando a borda da floresta e matriz (Garcia et al. 1998; Alba et al. 2001; Presley et al. 2019).

#### *Efeito da perda de habitat sobre a condição corporal e atributos funcionais das espécies*

No que se refere à condição corporal, poucos estudos têm avaliado o efeito da quantidade de vegetação na paisagem sobre esta variável. No entanto, esses estudos revelaram que a condição corporal de pequenos mamíferos é menor em habitats degradados (Delciellos et al. 2018; Diaz e Tellerfa 1999). Porém, aqui, não encontramos essa relação nesses ambientes degradados, a diminuição de vegetação no dossel não reflete na condição corporal das espécies estudadas. Isso não era esperado, nem para generalistas nem para especialistas, devido a retirada de cobertura vegetal, que leva a diminuição da disponibilidade de recursos (Lindström 1999; Vieira et al. 2009). Sendo assim, essas espécies podem ter desenvolvido uma série de adaptações comportamentais para lidar com condições abaixo do ideal (Rakotoniaina et al. 2016). A adaptação na dieta pode explicar a falta de diferenças na condição corporal. Quando confrontados com a falta de disponibilidade de alimentos os animais podem alterar seu comportamento alimentar para atender as demandas energéticas, ampliando seu espectro alimentar (Gibson 2011).

No que se refere aos traços funcionais, um estudo realizado na mesma região mostrou que esses traços (os mesmos aqui estudados) sofreram efeito da paisagem (Melo 2015), porém em nível de comunidade. No entanto, esse filtro não ocorreu em nível populacional. Nossas hipóteses para traços funcionais não foram confirmadas, pois nenhuma das espécies apresentou efeito da paisagem sobre essas variáveis. Embora não

tenhamos encontrado esse efeito, esse acontecimento é totalmente plausível, com anfíbios, por exemplo, foi encontrado a nível de população que, o comprimento da perna e tamanho do focinho foi afetado pelo grau de retirada de floresta (Delgado-acevedo e Restrepo 2008). Uma possível explicação, do por que não encontramos essa diferença é que o tempo de fragmentação na região pode não ter sido suficiente para exercer essa pressão seletiva a nível populacional ao ponto de detectar mudanças significativas nesses traços. Variáveis como traços genéticos, comportamentais ou morfológicos requerem tempo para aparecer, uma vez que a escala temporal pode ter forte influência nos resultados de um estudo (Ewers e Didham 2006). Este tipo de resposta à perda de habitat já foi encontrado para outros grupos de vertebrados. Estudos encontraram que pássaros evoluíram morfológicamente em resposta a mudança na quantidade de habitat disponível (Desrochers 2010; Hermes et al. 2016). Outra explicação possível, é que as populações podem não apresentar variação suficiente para que ocorra uma resposta adaptativa a pressão seletiva exercida pela perda de habitat, sendo, portanto, eventualmente extinta, como no caso de *T. pachyurus*, que já não é encontrado em paisagens com menos de 20 % de cobertura natural. Assim, o filtro ambiental que seleciona estes atributos age apenas a nível de comunidade, ocorrendo uma substituição de espécies, e não a nível populacional para pequenos mamíferos.

## 5. CONCLUSÃO

Encontramos evidências de que existe um efeito de atributos da paisagem como a perda de habitat na abundância e distribuição de pequenos mamíferos no Cerrado.

Em escala local o especialista *Thrichomys pachyurus* teve sua abundância e ocorrência altamente influenciada de forma negativa pela quantidade de vegetação na paisagem. Porém, *Rhipidomys macrurus* também considerada uma especialista, não foi afetado da mesma forma pela perda de habitat.

*Gracilinanus agilis* (generalista) teve abundância significativamente maior em áreas com menos de 50% de vegetação. Outros generalista como *Didelphis albiventris* e *Thylamys macrurus* não apresentaram efeitos significativos da perda de habitat sobre nenhuma das variáveis avaliadas.

Quanto aos traços funcionais e condição corporal nenhuma das espécies apresentaram resultados significativos segundo o modelo. Nesse sentido, esses resultados salientam a necessidade de novos estudos que avaliam os efeitos da paisagem sobre a

morfologia individual que é pouco examinada. Para futuros estudos, sugerimos uma avaliação sobre uma escala temporal maior de fragmentação. Estudos adicionais sobre mudanças nos traços funcionais de pequenos mamíferos em paisagens fragmentadas e os processos que conduzem tais mudanças são necessários para melhorar nossa compreensão dos efeitos sutis da fragmentação de habitat que, a longo prazo, podem levar a diferentes níveis de sensibilidade das espécies à extinção.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A S-H, B Z, S. M, G.J. H (2005) Restitution of Mass – Size Residuals : Validating Body Condition Indices. *Ecology* 86:155–163
- Alho CJR (2005) Intergradation of Habitats of Non-Volant Small Mammals in the Patchy Cerrado Landscape. *Arq do Mus Nac Rio Janeiro* 63:41–48
- Banks-Leite C, Pardini R, Tambosi LR, et al (2014) Using ecological thresholds... Supplementary Material. *Science* (80- ) 1041:.  
<https://doi.org/10.1126/science.1255768>
- Brennan JM, Bender DJ, Contreras TA, Fahrig L (2010) Focal patch landscape studies for wildlife management: Optimizing sampling effort across scales. *Integr Landsc Ecol into Nat Resour Manag* 68–91. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511613654.006>
- Bridgewater S, Ratter JA, Felipe Ribeiro J (2004) Biogeographic patterns,  $\beta$ -diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. *Biodivers Conserv* 13:2295–2318.  
<https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000047903.37608.4c>
- Buchmann CM, Schurr FM, Nathan R, Jeltsch F (2013) Habitat loss and fragmentation affecting mammal and bird communities-The role of interspecific competition and individual space use. *Ecol Inform* 14:90–98.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2012.11.015>
- Cáceres N, Meloro C, Carotenuto F, et al (2014) Ecogeographical variation in skull shape of capuchin monkeys. *J Biogeogr* 41:501–512. <https://doi.org/10.1111/jbi.12203>
- Cáceres NC, Casella J, Vargas CF, et al (2008) Distribuição geográfica de pequenos mamíferos não voadores nas bacias dos rios Araguaia e Paraná, região centro-sul do Brasil. *Iheringia - Ser Zool* 98:173–180. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212008000200001>
- Cáceres NC, Nápoli RP, Casella J, Hannibal W (2010) Mammals in a fragmented savannah

- landscape in south-western Brazil. *J Nat Hist* 44:491–512.  
<https://doi.org/10.1080/00222930903477768>
- Camara G, Cartaxo R, Souza M, et al (1996) *SPRING : INTEGRATING REMOTE SENSING AND GIS BY DATA MODELLING*. 20:395–403
- Campbell M, Laurance WF, Magrach A, et al (2015) *ECOLOGICAL EFFECTS OF LIANAS IN FRAGMENTED FORESTS* 444 Lianas and forest management and conservation
- Clobert J, Le Galliard JF, Cote J, et al (2009) Informed dispersal, heterogeneity in animal dispersal syndromes and the dynamics of spatially structured populations. *Ecol Lett* 12:197–209. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01267.x>
- de Camargo NF, Ribeiro JF, Gurgel-Gonçalves R, et al (2012) Is footprint shape a good predictor of arboreality in sigmondontine rodents from a neotropical savanna? *Acta Theriol (Warsz)* 57:261–267. <https://doi.org/10.1007/s13364-011-0069-2>
- Delciellos AC, De Barros CS, Prevedello JA, et al (2018) Habitat fragmentation affects individual Condition: Evidence from small mammals of the Brazilian Atlantic Forest. *J Mammal* 99:936–945. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy078>
- Delgado-acevedo J, Restrepo C (2008) The Contribution of Habitat Loss to Changes in Body Size , Allometry , and Bilateral Asymmetry in Two Eleutherodactylus Frogs from Puerto Rico. 22:773–782. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00930.x>
- Desrochers A (2010) Morphological response of songbirds to 100 years of landscape change in North America. *Ecology* 91:1577–1582. <https://doi.org/10.1890/09-2202.1>
- Diaz M, Tellerfa JL (1999) Effects of forest fragmentation on the winter body condition and population parameters of an habitat generalist, the wood mouse *Apodemus sylvaticus*: a test of hypotheses. 20:39–49
- Dirzo R, Young HS, Galetti M, et al (2014) Defaunation in the Anthropocene. *Science* (80- ) 345:401–406. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>
- Don; EFJWE (1981) Eisenberg, Wilson. 1981. Relative brain size and demographics strategies .pdf. *Am. Nat.* 118:15
- Ewers RM, Didham RK (2006) Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biol Rev Camb Philos Soc* 81:117–142.  
<https://doi.org/10.1017/S1464793105006949>
- Fagan WF, Lynch HJ, Noon BR (2010) Pitfalls and challenges of estimating population growth rate from empirical data: Consequences for allometric scaling relations. *Oikos* 119:455–464. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.18002.x>

- Fahrig L (2002) Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: A synthesis. *Ecol Appl* 12:346–353. <https://doi.org/10.2307/3060946>
- Fischer J, Lindenmayer DB (2007) Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis Joern Fischer\* and David B. Lindenmayer Centre. *Glob Ecol Biogeogr* 15:55–66. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00287.x>
- Gentile R, Cardoso TS, Costa-Neto SF, et al (2018) Community structure and population dynamics of small mammals in an urban-Sylvatic interface area in Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia* 35:. <https://doi.org/10.3897/zoologia.35.e13465>
- Gibson L (2011) Possible shift in macaque trophic level following a century of biodiversity loss in Singapore. *Primates* 52:217–220. <https://doi.org/10.1007/s10329-011-0251-9>
- Goran Englund, Fredrik Olajos CB (2020) *Journal of Animal Ecology*. *J Anim Ecol* 25:259. <https://doi.org/10.2307/2256344>
- Griffith T, Sultan SE (2012) Field-based insights to the evolution of specialization : plasticity and fitness across habitats in a specialist / generalist species pair. <https://doi.org/10.1002/ece3.202>
- Hansen MC, Potapov P V, Moore R, et al (2013) *Reports* 16. 134:
- Hermes C, Döpper A, Schaefer HM, Segelbacher G (2016) Effects of forest fragmentation on the morphological and genetic structure of a dispersal-limited, endangered bird species. *Nat Conserv* 16:39–58. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.16.10905>
- Jackson HB, Fahrig L (2012) What size is a biologically relevant landscape? *Landsc Ecol* 27:929–941. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9757-9>
- Lima MM, Mariano-Neto E (2014) Extinction thresholds for Sapotaceae due to forest cover in Atlantic Forest landscapes. *For Ecol Manage* 312:260–270. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.003>
- Lindström J (1999) Early development and fitness in birds and mammals. *Trends Ecol Evol* 14:343–348. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01639-0](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01639-0)
- Lion MB, Garda AA, Santana DJ, Fonseca CR (2016) The Conservation Value of Small Fragments For Atlantic Forest Reptiles. *Biotropica* 48:265–275. <https://doi.org/10.1111/btp.12277>
- Lomolino M V., Perault DR (2007) Body size variation of mammals in a fragmented, temperate rainforest. *Conserv Biol* 21:1059–1069. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00727.x>
- Melo GL (2015) Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação Universidade Federal de Mato Grosso Do Sul Centro de Ciências Biológicas e da Saúde Effects of

- habitat loss and fragmentation on small mammals in a tropical South-American Savanna : an ecological and fun
- Millar AJS, Hickling GJ (1990) Fasting Endurance and the Evolution of Mammalian Body Size Published by : British Ecological Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2389646>. 4:5–12
- Moreno CE, Calderón-Patrón JM, Arroyo-Rodríguez V, et al (2017) Measuring biodiversity in the Anthropocene: a simple guide to helpful methods. *Biodivers Conserv* 26:2993–2998. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1401-1>
- Newbold T, Hudson LN, Hill SLL, et al (2015) Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520:45–50. <https://doi.org/10.1038/nature14324>
- Paglia AP, Fonseca GAB, Rylands AB, et al (2012) Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. (2<sup>a</sup> Edição/2nd Edition)
- Pardini R, de Bueno AA, Gardner TA, et al (2010) Beyond the fragmentation threshold hypothesis: Regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. *PLoS One* 5:. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013666>
- Pardini R, De Souza SM, Braga-Neto R, Metzger JP (2005) The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biol Conserv* 124:253–266. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.01.033>
- Peig J, Green AJ (2009) New perspectives for estimating body condition from mass/length data: The scaled mass index as an alternative method. *Oikos* 118:1883–1891. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.17643.x>
- Prevedello JA, Vieira M V. (2010) Plantation rows as dispersal routes: A test with didelphid marsupials in the Atlantic Forest, Brazil. *Biol Conserv* 143:131–135. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.016>
- Quesnelle PE, Fahrig L, Lindsay KE (2013) Effects of habitat loss, habitat configuration and matrix composition on declining wetland species. *Biol Conserv* 160:200–208. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.01.020>
- Rakotoniaina JH, Kappeler PM, Ravoniarimbina P, et al (2016) Does habitat disturbance affect stress, body condition and parasitism in two sympatric lemurs? *Conserv Physiol* 4:cow034. <https://doi.org/10.1093/conphys/cow034>
- Rodrigues RR, Lima RAF, Gandolfi S, Nave AG (2009) On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biol Conserv* 142:1242–1251. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.008>

- Samuels JX (2009) Cranial morphology and dietary habits of rodents. *Zool J Linn Soc* 156:864–888. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2009.00502.x>
- Santos-Filho M, Peres CA, da Silva DJ, Sanaiotti TM (2012) Habitat patch and matrix effects on small-mammal persistence in Amazonian forest fragments. *Biodivers Conserv* 21:1127–1147. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0248-8>
- Schulte-Hostedde AI, Zinner B, Millar JS, Hickling GJ (2005) Restitution of mass-size residuals: Validating body condition indices. *Ecology* 86:155–163. <https://doi.org/10.1890/04-0232>
- Steinicke H, Gruber B, Grimm A, et al (2015) Morphological shifts in populations of generalist and specialist amphibians in response to fragmentation of the Brazilian Atlantic forest. *Nat Conserv* 13:47–59. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.13.7428>
- Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, et al (2007) Stuart\_et\_al\_2004\_Science. 1980:1–4
- Tambosi LR, Martensen AC, Ribeiro MC, Metzger JP (2013) RESEARCH ARTICLE A Framework to Optimize Biodiversity Restoration Efforts Based on Habitat Amount and Landscape Connectivity. 1–9. <https://doi.org/10.1111/rec.12049>
- Tscharntke T, Tylianakis JM, Rand TA, et al (2012) Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biol Rev* 87:661–685. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x>
- Vieira M V., Olifiers N, Delciellos AC, et al (2009) Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. *Biol Conserv* 142:1191–1200. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.006>
- Violle C, Navas M, Vile D, et al (2007) Let the concept of trait be functional ! 882–892. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.15559.x>

## APÊNDICES

Apêndice 1: Coeficiente beta (b), intervalo de confiança (95% IC) e pseudo-R<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>) de modelos lineares generalizados analisando o efeito da quantidade de habitat na paisagem para roedores e marsupiais em áreas de Cerrado em Mato Grosso do Sul, Brasil.

Tabela 1: Resultados dos Modelos mistos lineares generalizados.

	Abundância			Ocorrência		
	b	95% IC	R <sup>2</sup>	b	95% IC	R <sup>2</sup>
<b>Generalista</b>						
<i>Didelphis albiventris</i>	0,01	0,01-0,02	0,01	0,01	0,05-0,04	0,00
<i>Gracilinanus agilis</i>	0,02	0,02-0,01	0,35	0,05	0,13-0,02	0,05
<i>Thylamys macrurus</i>	0,00	0,01-0,01	0,00	0,03	0,01-0,08	0,06
<b>Especialista</b>						
<i>Rhipidomys macrurus</i>	0,01	0,02-0,00	0,01	0,00	0,06-0,06	0,00
<i>Thrichomys pachyurus</i>	0,04	0,03-0,05	0,47	0,13	0,06-0,20	0,61
	Condição corporal			Cauda		
	b	95% IC	R <sup>2</sup>	b	95% IC	R <sup>2</sup>
<b>Generalista</b>						
<i>Didelphis albiventris</i>	0,07	1,27-1,13	0,00	0,00	0,00-0,00	0,02
<i>Gracilinanus agilis</i>	0,02	0,01-0,05	0,03	0,00	0,00-0,00	0,00
<i>Thylamys macrurus</i>	0,01	0,10-0,00	0,06	0,00	0,00-0,00	0,01
<b>Especialista</b>						
<i>Rhipidomys macrurus</i>	0,11	0,28-0,05	0,06	0,00	0,00-0,00	0,00
<i>Thrichomys pachyurus</i>	0,19	0,64-1,03	0,00	0,00	0,00-0,00	0,03
	Pata			Orelha		
	b	95% IC	R <sup>2</sup>	b	95% IC	R <sup>2</sup>
<b>Generalista</b>						
<i>Didelphis albiventris</i>	0,00	0,00-0,00	0,00	0,00	0,00-0,00	0,01
<i>Gracilinanus agilis</i>	0,00	0,00-0,00	0,00	0,00	0,00-0,00	0,00
<i>Thylamys macrurus</i>	0,00	0,00-0,00	0,01	0,00	0,00-0,00	0,00
<b>Especialista</b>						
<i>Rhipidomys macrurus</i>	0,00	0,00-0,00	0,03	0,00	0,00-0,00	0,00
<i>Thrichomys pachyurus</i>	0,00	0,00-0,00	0,00	0,00	0,00-0,00	0,02

	Focinho		
	b	95% IC	R <sup>2</sup>
<b>Generalista</b>			
<i>Didelphis albiventris</i>	0,00	0,00-0,00	0,01
<i>Gracilinanus agilis</i>	0,00	0,00-0,00	0,00
<i>Thylamys macrurus</i>	0,00	0,00-0,00	0,01
<b>Especialista</b>			
<i>Rhipidomys macrurus</i>	0,00	0,00-0,00	0,00
<i>Thrichomys pachyurus</i>	0,00	0,00-0,00	0,00