

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

VERÔNICA APARECIDA RICCIARDI

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE *STEPPING STONES* EM MATRIZES DE PASTO
SOBRE A RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS.**

Alfenas/MG

2018

VERÔNICA APARECIDA RICCIARDI

INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE *STEPPING STONES* EM MATRIZES DE PASTO
SOBRE A RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS.

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais
pela Universidade Federal de Alfenas. Área de
concentração: Diversidade Biológica e Conservação.
Orientador: Prof. Dr. Rogério Grassetto Teixeira da
Cunha
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Passamani

Alfenas/MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central – Campus Sede

Ricciardi, Verônica Aparecida
R492i Influência do tamanho de stepping stones em matrizes de pasto sobre a
riqueza e abundância de pequenos mamíferos. / Verônica Aparecida Ricciardi –
Alfenas, MG, 2018.
40 f.: il. –

Orientador: Rogério Grassetto Teixeira da Cunha.
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de
Alfenas, 2018.
Bibliografia.

1. Matriz. 2. Stepping stones. 3. Pequenos mamíferos. I. Cunha, Rogério
Grassetto Teixeira da. II. Título.

CDD- 581

VERÔNICA APARECIDA RICCIARDI

“Influência do tamanho de *Stepping stones* em matrizes de pasto sobre a riqueza e abundância de pequenos mamíferos”

A Banca examinadora abaixo assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Aprovada em: 27 de fevereiro de 2018.

Prof. Dr. Rogério Grassetto Teixeira da Cunha

Assinatura: 

Instituição: UNIFAL - MG

Profa. Dra. Mariana Ferreira Rocha

Assinatura: 

Instituição: Amplo Engenharia

Prof. Dr. Vinícius Xavier da Silva

Assinatura: 

Instituição: UNIFAL - MG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e pelo dom da sabedoria.

Agradeço a Universidade Federal de Alfenas e ao Programa de Pós - Graduação em Ciências Ambientais pela oportunidade de poder me capacitar e obter o título de mestre.

Ao meu orientador prof. Dr. Rogério Grassetto Teixeira da Cunha por me instruir, pelos ensinamentos e por ter aceitado me orientar antes mesmo do ingresso ao programa.

Ao meu coorientador prof. Dr. Marcelo Passamani pela grande ajuda, pelo auxílio na identificação das espécies e por ter me recebido tão bem em Lavras.

Ao Laboratório de Ecologia de Fragmentos Florestais (ECOFRAG), aos professores pelas orientações durante todas as fases do estudo e a Julieta pela ajuda com os equipamentos de campo.

Ao Setor de transportes da UNIFAL e aos motoristas por me acompanhar nas saídas de campo e até mesmo me ajudar a carregar as armadilhas.

Aos proprietários das áreas sempre receptivos, pela oportunidade de poder coletar meus dados.

Aos colegas da graduação que foram comigo nas saídas de campo e me ajudaram a carregar os equipamentos, no auxílio para captura e manejo das espécies, em especial duas amigas Lílian Mayra e Ana Paula Gomes, que estiveram comigo desde o começo do campo até o último dia. Aos colegas de mestrado, Matheus Coutinho pela ajuda desde o começo e ao João Pedro Costa Elias pelas informações das áreas, nas saídas de campo e ajuda com as análises dos dados e programas estatísticos.

Agradeço a minha família, aos meus pais, especialmente minha mãe que sempre acreditou e faz tudo por mim. Aos meus avós que me criaram e cuidam de mim até hoje.

Ao meu namorado Renan, pela força, incentivo e ajuda sempre que eu precisei.

Aos meus amigos que acreditam em mim, pelo carinho e por estarem ao meu lado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A fragmentação é um dos maiores problemas para a conservação de espécies. A vegetação que circunda um fragmento, chamada de matriz, é muito importante para a sobrevivência de espécies em uma paisagem fragmentada. O tipo e qualidade de uma matriz podem influenciar a movimentação das espécies, sendo que matrizes de pasto tem se mostrado como sendo um ambiente hostil para um grande número de espécies. Porém essas matrizes possuem elementos da paisagem que podem interferir na movimentação das espécies, como os *stepping stones*. Os *stepping stones* podem variar em diversos atributos, como tamanho e composição, porém ainda não se conhece bem o efeito de variações do mesmo sobre o uso da matriz por mamíferos de pequeno porte. Desta forma, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese que o diâmetro ou tamanho de um *stepping stone* está diretamente relacionado à riqueza e abundância de espécies que o utilizam. Para testar esta hipótese, foram criadas cinco categorias (graus) de tamanho de *stepping stones* (zero a quatro) de acordo com a quantidade e a distância entre si das árvores nas manchas, variando desde a ausência de árvores (pasto limpo), que corresponde à categoria zero até o fragmento adjacente, que corresponde à categoria quatro. Além disto, a fauna de pequenos mamíferos foi amostrada, por meio de armadilhas dispostas nos diferentes graus de *stepping stones*, nos pastos e nos fragmentos em 6 paisagens amostradas. Foi obtido um esforço total de 1816 armadilhas-noite, com 98 capturas de 89 indivíduos pertencentes a 12 espécies de pequenos mamíferos. As análises de composição, estrutura, riqueza e abundância da comunidade não mostraram diferenças entre os pastos, tamanhos de *stepping stones* e os fragmentos florestais, sugerindo assim que os *stepping stones* possam ser uma ferramenta importante para a criação e estabelecimento de medidas de manejo nestas áreas fragmentadas, como por exemplo, na reintrodução das antigas espécies nativas, auxiliando na recomposição dos serviços ecossistêmicos na paisagem.

Palavras-chave: Matriz. *Stepping stones*. Pequenos mamíferos.

ABSTRACT

Fragmentation is one of the major problems for species conservation. The vegetation surrounding a fragment, called a matrix, is very important for the survival of species in a fragmented landscape. The type and quality of a matrix may influence the movement of species, and pasture matrices have been shown to be a hostile environment for a large number of species. However, these matrices have elements of the landscape that may interfere with the movement of species, such as *stepping stones*. *Stepping stones* may vary in several attributes, such as size and composition, but the effect of variations on the use of the matrix by small mammals is not yet well understood. In this way, the objective of this study was to test the hypothesis that the diameter or size of a *stepping stone* is directly related to the richness and abundance of species that use it. To test this hypothesis, five categories (degrees) of *stepping stone* sizes were created (zero to four) according to the number and spacing of the trees in the patches, varying from the absence of trees (clean pasture), which corresponds to category zero until the adjacent fragment, which corresponds to category four. In addition, the fauna of small mammals was sampled, by means of traps arranged in different degrees of *stepping stones*, in the pastures and fragments in 6 landscapes sampled. A total effort of 1816 night traps was obtained, with 98 catches of 89 individuals belonging to 12 species of small mammals. The analysis of composition, structure, richness and abundance of the community did not show differences between pastures, *stepping stone* sizes and forest fragments, thus suggesting that *stepping stones* can be an important implement for the creation and establishment of management measures in these fragmented areas, such as the reintroduction of old native species, helping to recompose ecosystem services in the landscape.

Keywords: Matrix. *Stepping stones*. Small mammals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do entorno do município de Alfenas, MG com destaque para as paisagens estudadas.....	21
Figura 2 - Curva de rarefação de espécies de pequenos mamíferos nos pastos, graus de <i>stepping stones</i> e fragmentos.....	26
Figura 3 - Ordenação por NMDS quanto à abundância de espécies de pequenos mamíferos nos pastos, graus de <i>stepping stones</i> e fragmentos.....	27
Figura 4 - Ordenação por NMDS quanto à composição de espécies de pequenos mamíferos nos pastos, graus de <i>stepping stones</i> e fragmentos.....	28
Figura 5 - Riqueza média de espécies e desvio padrão em cada categoria.....	28
Figura 6 - Abundância média de espécies e desvio padrão em cada categoria.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de armadilhas, esforço e sucesso de captura em cada área e em cada categoria.....	24
Tabela 2 - Espécies de pequenos mamíferos capturados nos pastos, diferentes graus de <i>stepping stones</i> e fragmentos em cada categoria.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOSIM	Análise de dados de similaridade
ANOVA	Análise de Variância
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CWA	Clima subtropical úmido
CWB	Clima subtropical de altitude
FRAG	Fragmento Florestal
G1	Grau 1
G2	Grau 2
G3	Grau 3
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
MATÃO	Área de estudo (paisagem)
NMDS	Técnica multivariada de ordenação
P4	Área de estudo (paisagem)
P7	Área de estudo (paisagem)
P19	Área de estudo (paisagem)
P23	Área de estudo (paisagem)
P27	Área de estudo (paisagem)
UNIFAL-MG	Universidade Federal de Alfenas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL.....	12
2.2 MATRIZ.....	14
2.3 MOVIMENTAÇÃO E PERCEPÇÃO DAS ESPÉCIES.....	15
ARTIGO - INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE <i>STEPPING STONES</i> EM MATRIZES DE PASTO SOBRE A RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	21
2.2 AMOSTRAGEM.....	22
2.3 ANÁLISE DE DADOS.....	23
3 RESULTADOS.....	24
4 DISCUSSÃO.....	29
4.1 ESTRUTURA, COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E ABUNDÂNCIA NOS PASTOS, GRAUS E FRAGMENTOS.....	29
4.2 INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM SOBRE AS CAPTURAS DE PEQUENOS MAMÍFEROS.....	30
4.3 ESPÉCIES DE PEQUENOS MAMÍFEROS.....	31
5 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado um dos países com a maior diversidade de mamíferos, sendo o segundo a possuir maior riqueza, com 701 espécies (PAGLIA et al., 2012). Dentro dos mamíferos, os pequenos mamíferos não voadores são os que apresentam maior riqueza de espécies da região neotropical (FONSECA et al., 1996).

Estudos na Mata Atlântica demonstraram que os pequenos mamíferos podem ser bons indicadores das alterações da paisagem, como por exemplo, a fragmentação de habitats, desempenhando um importante papel na dinâmica das florestas (SAUNDERS et al., 1991; PARDINI et al., 2005). É visto também que características da paisagem, como tamanho, isolamento e quantidade de borda dos fragmentos florestais e o tipo de área do entorno (matriz) também afetam a composição, abundância e a distribuição dos pequenos mamíferos ao longo da Mata Atlântica (PARDINI et al., 2005; UMETSU; METZGER; PARDINI, 2008).

Neste cenário de remanescentes florestais, a matriz tem se tornado uma importante ferramenta no auxílio dos serviços ecossistêmicos. A estrutura de uma matriz, bem como a sua qualidade e seu tipo de manejo podem influenciar diretamente o seu uso pelas espécies, seja apenas para a movimentação ou ainda para alimentação, abrigo e persistência de outras espécies em paisagens fragmentadas (UMETSU; METZGER; PARDINI, 2008).

Dentre os tipos de matriz existente, as matrizes de pasto têm merecido atenção especial em estudos que relacionam a sua estrutura com a riqueza e abundância de espécies de pequenos mamíferos, pois estão provavelmente entre as matrizes mais impermeáveis para as espécies florestais, sendo consideradas ambientes hostis (PERES et al., 2010).

Porém, as matrizes de pasto podem apresentar alguns elementos da paisagem, como os *stepping stones* ou trampolins ecológicos (agregações de árvores dispersas pela matriz) podendo desempenhar várias funções ecológicas, oferecendo abrigo e fonte de alimento aos animais, melhorando a conectividade da paisagem e sendo um núcleo de regeneração florestal (PIZO; SANTOS, 2011; PREVEDELLO; ALMEIDA-GOMES; LINDENMAYER, 2018).

Em termos estruturais, os *stepping stones* podem variar desde uma única árvore ou arbusto isolado, até uma pequena mancha de hábitat, com toda uma gama de tamanhos e alturas intermediários (PREVEDELLO; ALMEIDA-GOMES; LINDENMAYER, 2018).

No sul do estado de Minas Gerais estudos que mostram uma relação e influência entre os diferentes tamanhos de *stepping stones* em matrizes de pasto sobre a movimentação de pequenos mamíferos ainda são escassos. Estudos como este são de extrema importância para a criação de estratégias de manejo e conservação das espécies em paisagens altamente fragmentadas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

O bioma Mata Atlântica é considerado um dos biomas mais ameaçados, sendo avaliado como um dos *hotspots* mundiais da biodiversidade, que utiliza como critério a diversidade e o grau de ameaça às espécies (HERINGER; MONTENEGRO, 2000). A Mata Atlântica possui hoje apenas 11,7% de sua cobertura original, com áreas de florestas nativas modificadas por atividades antrópicas (RIBEIRO et al., 2009). A exploração das matas para extração de lenha, madeira, invasão de espécies exóticas e a derrubada da cobertura vegetal para a formação de pastagens e outras culturas, transformaram as florestas contínuas em pequenos fragmentos florestais em forma de mosaicos com diferentes graus de heterogeneidade estrutural (DIAS; MIKICH, 2006).

O estudo sobre a fragmentação teve como base a Teoria de Biogeografia de Ilhas de MacArthur e Wilson (MACARTHUR; WILSON, 1967). Segundo essa teoria, ilhas maiores e próximas de um continente possuiriam maior número de espécies do que ilhas menores e isoladas, onde haveria um elevado número de extinção local. Deste modo, o número de espécies em uma ilha é o resultado entre a imigração e a extinção (MACARTHUR; WILSON, 1967). Deste modo, os fragmentos florestais seriam como as ilhas, cercados por ambientes alterados, representando o mar (PRESTON, 1962).

A fragmentação florestal combinada à perda de habitats podem ser consideradas as maiores ameaças à biodiversidade (COSTA et al., 2005). A fragmentação possui três componentes principais: a perda do habitat original, a redução do tamanho do habitat e o aumento do isolamento das manchas de habitat (WILCOX; MURPHY, 1985; METZGER, 2000).

Fatores como tamanho, grau e tempo de isolamento podem influenciar a biodiversidade de um fragmento e, interferir na biodiversidade de todo o conjunto de fragmentos que persistem na paisagem (SAUNDERS; HOBBS, 1991; TURNER, 1996; EWERS; DIDHAM, 2006).

Uma das principais consequências da fragmentação é a redução da conectividade da paisagem, que consiste na interação entre os organismos e a paisagem, e determina o grau em que a paisagem facilita, dificulta ou impede o movimento de espécies entre as áreas (TAYLOR et al., 1993; TISCHENDORF; FAHRIG, 2000). Neste sentido, existem dois tipos de conectividade:

a conectividade estrutural consiste na conexão física (ex: presença de vegetação contínua) entre os habitats remanescentes e não é dependente de características das espécies que se tem interesse (COLLINGE; FORMAN, 1998). Já a conectividade funcional considera a permeabilidade e a movimentação das espécies pela paisagem, independentemente de uma conexão física (GOODWIN, 2003).

Em algumas situações pode haver conectividade funcional, mas não estrutural, ou seja, as espécies são capazes de percorrer a matriz, mesmo sem algum tipo de ligação física (TISCHENDORF; FAHRIG, 2000; VOGT et al., 2009; WITH, 1997).

A conectividade da paisagem bem como a movimentação dos animais entre os remanescentes florestais pode ser facilitada pela utilização de elementos da paisagem, como os *stepping stones* (trampolins ecológicos) e os corredores ecológicos (PERAULT; LOMOLINO, 2000).

Os *stepping stones* são agregações de árvores encontrados pela matriz que podem auxiliar no deslocamento das espécies, servindo como habitats temporários e refúgios para indivíduos dessas espécies (PERAULT; LOMOLINO, 2000). Já os corredores ecológicos são faixas de vegetação contínuas que conectam os fragmentos próximos (KINDLMANN; BUREL, 2008).

Embora os *stepping stones* e os corredores ecológicos sejam elementos de suma importância, a efetividade destas áreas, a movimentação das espécies entre fragmentos e, em última análise, o entendimento de como as espécies são afetadas pela fragmentação, são dependentes também de outros elementos presentes na paisagem, como por exemplo, a matriz (BAUM et al., 2004; UMETSU, 2005; CASTÉLLON; SIEVING, 2005).

2.2 MATRIZ

A matriz consiste em um conjunto de áreas modificadas por ações antrópicas que cercam os remanescentes florestais (RICKETTS, 2001). Por muitas vezes, as matrizes são consideradas áreas homogêneas e ambientes inóspitos, agindo como uma barreira na paisagem, sem nenhum tipo de benefício e importância ecológica (VANDERMEER; CARVAJAL, 2001). Entretanto, estudos mais recentes sugerem que a matriz pode agir de forma complementar aos corredores ecológicos auxiliando na movimentação de espécies (HUDGENS; HADDAD, 2003).

Neste contexto, a matriz pode exercer três tipos de efeitos sobre as espécies: funcionar como um filtro de habitat, de tal forma que apenas algumas espécies têm a capacidade de utilizar para atravessá-la, funcionar como um hábitat secundário para outras espécies (Gascon et al., 1999), ou pode atuar como uma fonte de distúrbios para o fragmento (DRISCOLL et al., 2013).

A estrutura de uma matriz, bem como a sua qualidade e seu tipo de manejo podem influenciar diretamente o seu uso pelas espécies, seja apenas para a movimentação ou ainda para alimentação, abrigo e persistência de outras espécies em paisagens fragmentadas (UMETSU; METZGER; PARDINI, 2008).

Dentre os tipos de matriz existentes, as matrizes de pasto têm merecido atenção especial em estudos que relacionam a sua estrutura com a riqueza e abundância de espécies por duas razões:

em primeiro lugar, são as matrizes mais comuns no Brasil e no mundo (CARLOS, 2006). Além disto, essas matrizes estão provavelmente entre as mais impermeáveis para as espécies florestais, sendo consideradas ambientes hostis, ocasionando uma diminuição na riqueza e abundância das mesmas (PERES et al., 2010). Porém existem algumas espécies de pequenos mamíferos consideradas de áreas abertas que se beneficiam neste ambiente, como por exemplo, *Oligoryzomys*

nigripes e *Calomys* sp. (ROCHA; PASSAMANI; LOUZADA, 2011). Já as matrizes arbóreas podem ser consideradas as mais eficazes para a movimentação entre ambientes distintos, possuindo maior riqueza e abundância de espécies, pois oferece vários benefícios, como proteção contra a predação, proteção térmica e alimento (BRADY et al., 2011). Ademais, matrizes com linhas de plantio, como por exemplo, culturas de café, podem ser efetivas, direcionando a movimentação das espécies (PREVEDELLO; VIEIRA, 2010b).

2.3 MOVIMENTAÇÃO E PERCEPÇÃO DAS ESPÉCIES

A capacidade que uma espécie possui em movimentar-se por uma matriz pode estar associada aos fatores intrínsecos e extrínsecos da espécie (PREVEDELLO; FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2010).

Os fatores intrínsecos dependentes de atributos específicos da espécie, como o tamanho corporal (Mech; Zollner, 2002), visão e olfato (Forero-Medina; Vieira, 2007) ou também da sua habilidade de perceber um fragmento à certa distância, a chamada capacidade perceptual (Lima; Zollner, 1996), podem influenciar o movimento da espécie de modo que a mesma se desloque de forma mais ou menos eficaz pela matriz (PREVEDELLO; FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2010).

Já os fatores extrínsecos dependentes das características da paisagem, como por exemplo, uma obstrução na estrutura da matriz aos sentidos da espécie (Sozio; Mortelliti; Boitani, 2013), distância do fragmento (Prevedello; Forero-Medina; Vieira, 2011), direção predominante do vento (Forero-Medina; Vieira, 2007) e as formas de cultivo de uma matriz (Prevedello; Vieira, 2010b) também podem influenciar a movimentação da espécie.

A maioria dos estudos enfatizando fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a movimentação de espécies na matriz aponta que existe perda de espécies especialistas de fragmentos florestais e um aumento da abundância de espécies generalistas em fragmentos de tamanhos menores (PASSAMANI, 2003; FONSECA; KIERULF, 1989; PARDINI, 2004).

Além disto, espécies com baixa capacidade de ocupar e de se deslocar pela matriz são mais vulneráveis aos efeitos negativos da fragmentação, afetando sua persistência em paisagens fragmentadas (PIRES et al., 2002; PARDINI, 2004; PASSAMANI; RIBEIRO, 2009).

É necessário realizar uma ligação da ecologia da paisagem com as respostas comportamentais e populacionais das espécies (Metzger, 2001) para poder compreender as respostas específicas das espécies para com a matriz e a influência de diferentes características da matriz (fator extrínseco) sobre a sua movimentação.

Conhecer e entender como as espécies fazem uso das matrizes é essencial para se estabelecer medidas de manejo cientificamente embasadas nessas áreas fragmentadas.

ARTIGO - INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE *STEPPING STONES* EM MATRIZES DE PASTO SOBRE A RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS.

Resumo

A fragmentação é um dos maiores problemas para a conservação de espécies. Neste contexto, a matriz é muito importante para a sobrevivência de espécies em uma paisagem fragmentada. O tipo e qualidade de uma matriz podem influenciar a movimentação das espécies, além de elementos da paisagem, como os *stepping stones*. Os *stepping stones* podem variar em diversos atributos, porém ainda não se conhece bem o efeito de variações do mesmo sobre o uso da matriz por pequenos mamíferos. Assim, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese que o diâmetro ou tamanho de um *stepping stone* está diretamente relacionado à riqueza e abundância de espécies que o utilizam. Criamos cinco categorias (graus) de tamanho de *stepping stones* de acordo com a quantidade e a distância entre si das árvores nas manchas, variando desde a ausência de árvores (pasto), correspondente à categoria zero até o fragmento adjacente, que corresponde à categoria quatro. Amostramos os pequenos mamíferos, por meio de armadilhas dispostas nos diferentes graus de *stepping stones*, nos pastos e nos fragmentos em 6 paisagens. Obtivemos um esforço de 1816 armadilhas-noite, com 98 capturas de 89 indivíduos pertencentes a 12 espécies. As análises de composição, estrutura, riqueza e abundância não mostraram diferenças entre os pastos, tamanhos de *stepping stones* e fragmentos florestais. Sugerimos que os *stepping stones* possam ser uma ferramenta importante para a criação e estabelecimento de medidas de manejo nestas áreas fragmentadas, como por exemplo, na reintrodução das antigas espécies nativas, auxiliando na recomposição dos serviços ecossistêmicos na paisagem.

Palavras-chave: Matriz. *Stepping stones*. Pequenos mamíferos.

Abstract

Fragmentation is one of the major problems for species conservation. In this context, the matrix is very important for the survival of species in a fragmented landscape. The type and quality of a matrix may influence the movement of species, as well as elements of the landscape, such as *stepping stones*. *Stepping stones* may vary in several attributes, but the effect of variations on the use of the matrix by small mammals isn't yet well understood. The objective of this study was to test the hypothesis that the diameter or size of a *stepping stone* is directly related to the richness and abundance of species that use it. We created five categories (degrees) of *stepping stone* sizes according to the number and spacing of the trees in the patches, varying from the absence of trees (pasture), corresponding to category zero until the adjacent fragment, corresponding to category four. We sampled the small mammals, by means of traps arranged in different degrees of *stepping stones*, in the pastures and fragments in 6 landscapes. We obtained a effort of 1816 night traps, with 98 catches of 89 individuals belonging to 12 species. The analysis of composition, structure, richness and abundance did not show differences between pastures, *stepping stone* sizes and forest fragments. We suggest that *stepping stones* can be an important implement for the creation and establishment of management measures in these fragmented areas, such as the reintroduction of old native species, helping to recompose ecosystem services in the landscape.

Keywords: Matrix. *Stepping stones*. Small mammals.

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas para a conservação de espécies atualmente é a fragmentação de habitats (FERNANDEZ, 1997). A fragmentação ocasionada por ações antrópicas consiste em um processo pelo qual um habitat natural anteriormente contínuo, passa a ser dividido em manchas menores e isoladas (CERQUEIRA et al., 2003). Neste contexto, a vegetação que circunda um fragmento é muito importante para a sobrevivência de metapopulações animais em paisagens fragmentadas (METZGER; DECAMPS, 1997). A essa vegetação dá-se o nome de matriz, a qual pode servir como habitat alternativo para algumas espécies que originalmente ocupavam a floresta (MALCOLM, 1997a). Já para outras espécies, que a utilizam apenas para a movimentação, a matriz pode facilitar, dificultar ou impedir este processo, conforme suas características (ESTRADA et al., 1993; MEDELLIN; EQUIHUA, 1998). Assim, a matriz funciona como um filtro seletivo, de modo que o tipo e a qualidade da matriz influenciam o movimento das espécies florestais (PREVEDELLO; FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2010).

Diversas são as variáveis da matriz que podem interferir na movimentação. Por exemplo, em termos estruturais, matrizes com cobertura arbórea estão entre as formas mais eficazes para que espécies florestais sejam capazes de atravessar por esse ambiente normalmente distinto do seu habitat original (BRADY et al., 2011). Além disto, matrizes com linhas de plantio podem ser efetivas na orientação dos animais, atuando como direcionador do movimento, embora apresentem maior risco de predação (PREVEDELLO; VIEIRA, 2010b). Da mesma forma, embora matrizes de pasto forneçam uma menor proteção, elas também podem possibilitar que as espécies percebam novos fragmentos a maiores distâncias devido a possuírem menos obstruções visuais (PREVEDELLO; FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2010).

No geral as matrizes de pasto são uma das menos favoráveis à movimentação de espécies florestais (GASCON et al., 1999). Em vários estudos relatou-se que as matrizes de pasto possuem baixa riqueza de espécies quando comparadas aos fragmentos florestais, à outros tipos de matriz, como matriz de café (ASSIS, 2014), plantações de eucalipto (Umetsu; Pardini, 2007) e também à fragmentos imersos em matrizes de pasto, o que pode estar relacionado com sua estrutura simples (BIERREGAARD et al., 1992, LAURANCE, 2001).

Porém, as próprias matrizes de pasto não são homogêneas, podendo apresentar variações em suas características e possuir elementos da paisagem que podem influenciar de maneira distinta a movimentação das espécies silvestres, como a presença ou não de arbustos e árvores, altura das gramíneas, presença de ilhas de vegetação e quantidade de animais.

Na pastagem, as ilhas de vegetação funcionam como *stepping stones* e são um destes elementos da paisagem que apresentam variações em diferentes matrizes de pasto. Os *stepping stones* são definidos como sendo agregações de árvores dispersas pela matriz que podem auxiliar no deslocamento das espécies entre os fragmentos (METZGER, 1999).

Pequenos mamíferos e outros animais podem utilizar-se destas ilhas de árvores agregadas para movimentação, proteção, recursos disponíveis (Metzger; Decamps, 1997) e proteção térmica (TUFF; TUFF; DAVIES, 2016). Além disso, os *stepping stones* podem ser considerados facilitadores da regeneração florestal atraindo animais dispersores de sementes, como pássaros e morcegos, que são relutantes em utilizar ambientes abertos, como as pastagens (PIZO; SANTOS 2011; HARTEL; PLIENINGER, 2014).

Os *stepping stones* podem variar desde uma única árvore ou arbusto isolado, até uma pequena mancha de hábitat, com toda uma gama de tamanhos e alturas intermediários (PREVEDELLO; ALMEIDA-GOMES; LINDENMAYER, 2018).

Muitos estudos sobre a relação entre árvores dispersas na paisagem bem como seus variados tamanhos e a fauna têm sido relatados, como por exemplo, algumas espécies de aves e morcegos insetívoros na Austrália que utilizam os dosséis destas árvores para forrageio (FISCHER; LINDENMAYER, 2002a; LUMSDEN; BENNETT, 2005). Porém são poucos os estudos que procuram investigar a influência do tamanho de *stepping stones* em matrizes de pasto quando se trata de pequenos mamíferos.

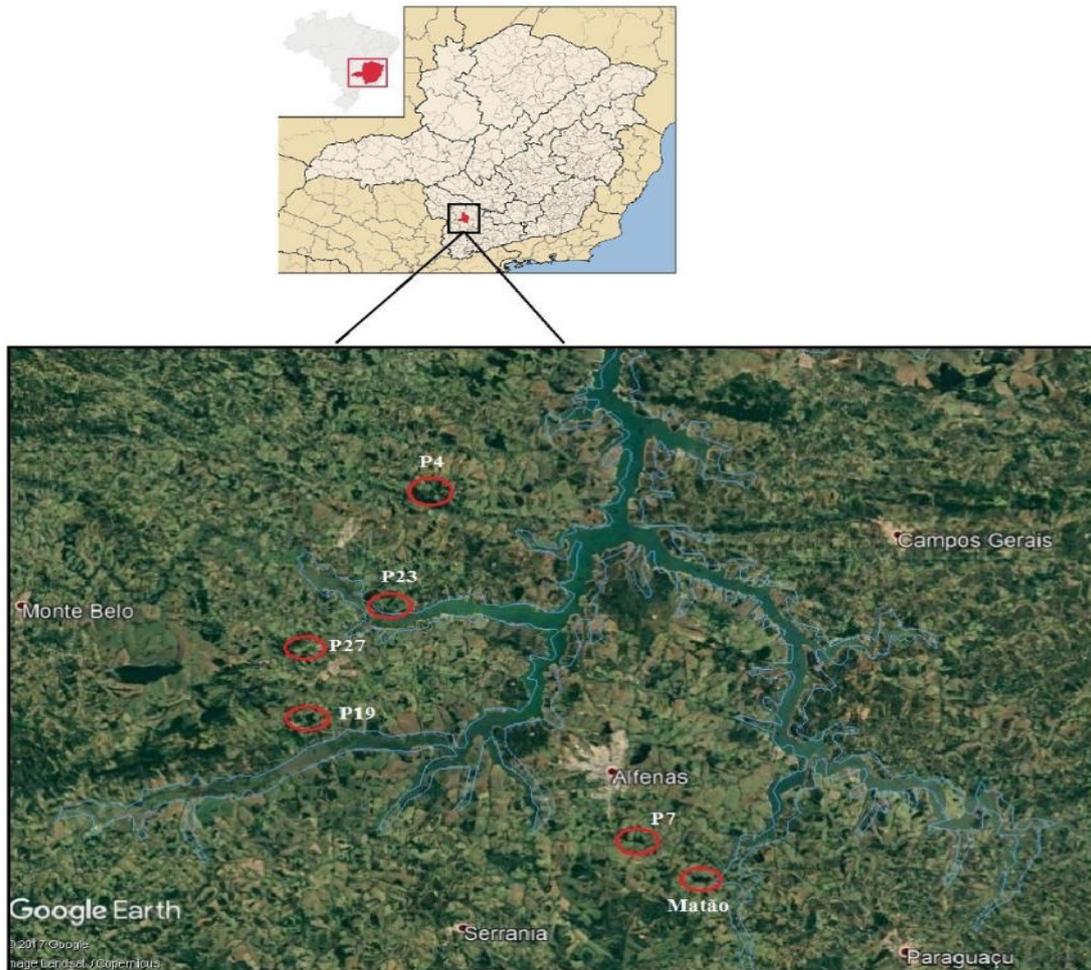
Assim, o objetivo do presente estudo foi testar a hipótese que o diâmetro ou tamanho de um *stepping stone* em matrizes de pasto está diretamente relacionado à riqueza e abundância de espécies que o utilizam. O pressuposto para esta hipótese é que tamanhos maiores forneçam mais espaço, maior proteção e/ou recursos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Realizamos o estudo em seis paisagens com fragmentos de Mata Atlântica Estacional Semidecidual contendo matrizes de pasto adjacentes, localizadas em um raio de 60 quilômetros no entorno do município de Alfenas, sul de Minas Gerais (FIGURA 1).

Figura 1- Mapa do entorno do município de Alfenas, MG com destaque para as paisagens estudadas.



Fonte: Imagem de Satélite Google Earth (2018).

Segundo o sistema de classificação de Köppen (1948), o clima da região é classificado como Cwa e Cwb, característico por invernos secos e verões chuvosos.

A precipitação média anual é cerca de 1.500mm e temperaturas variando entre 17° no inverno e 24° no verão (ALVARES et al., 2013).

A região apresenta um alto índice de fragmentação, com áreas nativas transformadas predominantemente em monoculturas de café, cana-de-açúcar, milho e pastagens (OLIVETTI et al., 2015).

Como a porcentagem de mata em uma paisagem é um fator que poderia interferir sobre sua riqueza de espécies (Fahrig, 2003), controlamos este fator, selecionando apenas as paisagens que possuísem de 20 a 40% de mata em um *buffer* de 1 km de raio centralizado no pasto.

2.2 AMOSTRAGEM

Criamos cinco categorias (graus) de tamanho de *stepping stones* (zero a quatro) de acordo com a quantidade e a distância entre si das árvores nas manchas. O grau zero corresponde à ausência de árvores em determinado ponto (pasto limpo). O grau um corresponde a uma configuração com apenas uma árvore isolada. O grau dois compreende configurações contendo de duas a três árvores com distância de até dois metros uma da outra ou uma configuração de arbustos próximos com até 2 m de diâmetro total do conjunto. O grau três corresponde a configurações de quatro a cinco árvores com distância de até dois metros uma da outra ou um conjunto de arbustos próximos com até 4 m de diâmetro total. O grau quatro corresponde ao fragmento adjacente (controle). Realizamos as coletas dentro dos fragmentos e em pontos das matrizes de pasto adjacentes representativos dos diferentes graus de tamanho de *stepping stones*.

As coletas aconteceram em um período de seis meses, de janeiro a junho de 2017. Em cada bimestre selecionamos duas paisagens e realizamos a coleta durante oito dias em duas etapas de campo de 5 dias cada, sendo um dia para montagem das armadilhas e os demais para a inspeção, amostragem e recolocação de iscas.

Para o registro da fauna de pequenos mamíferos, utilizamos o método de captura dos animais por meio de armadilhas Tomahawk (45,0 x 16,0 x 16,0 cm) e Sherman (25,0 x 8,0 x 9,0 cm). O número de armadilhas dispostas em cada paisagem variou de acordo com a configuração que cada paisagem apresentava em

termos de quantidade e disposição dos diferentes graus de *stepping stones*, sendo que o número mínimo foi de trinta armadilhas por paisagem.

Nos graus de *stepping stones* um a três, em cada ponto amostral colocamos uma armadilha Tomahawk e uma Sherman embaixo das árvores. No pasto limpo, colocamos as armadilhas de modo assistemático, alternando entre uma armadilha Tomahawk e uma Sherman, a uma distância de pelo menos 10 m do *stepping stone* mais próximo. Dentro dos fragmentos, dispusemos as armadilhas à aproximadamente 20m das bordas, em transectos com uma distância de 15m entre si, alternando também entre uma armadilha Tomahawk e uma Sherman. Iscamos as armadilhas com uma fruta (banana ou laranja) e uma mistura de pasta de amendoim e sardinhas, revisando-as diariamente durante todo o período de coletas.

Pesamos os animais capturados com um dinamômetro de mão, fotografamos, marcamos com a utilização de brincos metálicos numerados para mamíferos de pequeno porte (National Band & Tag Co., modelo 1005-1) e soltamos novamente no mesmo local em que foram capturados. Registramos o grau de *stepping stone* que cada animal foi capturado, bem como no pasto limpo e nos pontos dos fragmentos, registrando também os pontos de recapturas.

Identificamos os marsupiais capturados segundo a chave proposta por Gardner (2007), e os roedores segundo Bonvicino; Oliveira; D' Andrea (2008). Para o gênero *Rhipidomys* não foi possível chegar à espécie utilizando somente caracteres morfológicos. A espécie *Sylvilagus brasiliensis* foi identificada somente pela morfologia, pois se trata de uma espécie monoespecífica para o local em que foi capturada, tornando a identificação mais simples.

Este estudo foi aprovado anteriormente pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA- UNIFAL). A captura e coleta de pequenos mamíferos foram realizadas sob a licença do IBAMA número: 14083-1.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Calculamos o esforço de coleta e o sucesso de captura conforme Stallings (1989).

Para verificar se o esforço amostral deste estudo foi suficiente e avaliar a riqueza de pequenos mamíferos realizamos uma curva de rarefação, através do programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2006).

Para verificar se existe dissimilaridade quanto à estrutura e composição nos pastos, nos diferentes graus de *stepping stones* e nos fragmentos empregamos a técnica multivariada de ordenação, NMDS (Non-metric multidimensional scaling). Realizamos a análise com dados quantitativos (abundância) para a estrutura e qualitativos (presença/ausência) para composição. Para testar se há diferença entre os sítios realizamos análise de similaridade ANOSIM a posteriori, utilizando índices de similaridade de Jaccard e Bray-Curtis.

Para avaliar se os pastos, diferentes graus de *stepping stones* e fragmentos diferem quanto à riqueza, realizamos primeiramente o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para analisar a normalidade dos resíduos e o teste de homogeneidade das variâncias. Posteriormente, utilizamos a análise de variância (*one-way ANOVA*). Já para a análise da abundância, os pressupostos da ANOVA não foram atendidos, realizamos então o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (SIEGEL, 1956).

Todas estas análises foram realizadas no *software* Past 2.17 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

3 RESULTADOS

Obtivemos 98 capturas de 89 indivíduos pertencentes a 12 espécies, sendo 4 marsupiais, 7 roedores e uma espécie da ordem Lagomorpha. O esforço total foi de 1816 armadilhas-noite, o que corresponde a um sucesso de captura total de 4,9% (TABELA 1).

Tabela 1 - Número de armadilhas, esforço e sucesso de captura em cada área e em cada categoria. (continua)

Área	Pasto	G1	G2	G3	Frag	TOTAL
P7	8	6	10	12	8	44
Matão	8	6	10	12	8	44
P19	8	8	8	10	8	42
P27	8	6	10	8	5	37
P23	4	6	8	4	8	30
P4	4	6	8	4	8	30
Esforço/ captura	320	304	432	400	360	1.816

Tabela 1 - Número de armadilhas, esforço e sucesso de captura em cada área e em cada categoria. (conclusão)

	Pasto	G1	G2	G3	Frag	TOTAL
Indivíduos	2	23	22	12	30	89
Sucesso/ captura	0,63%	7,56%	5,09%	3%	8,33%	4,9%

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A espécie mais abundante foi *Akodon montensis*, com 43 indivíduos, representando 48% do total de capturas, seguida por *Calomys tener*, com 18 indivíduos. Já as espécies menos abundantes foram *Monodelphis americana*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Nectomys squamipes* e *Rhipidomys* sp. com apenas um indivíduo cada (TABELA 2).

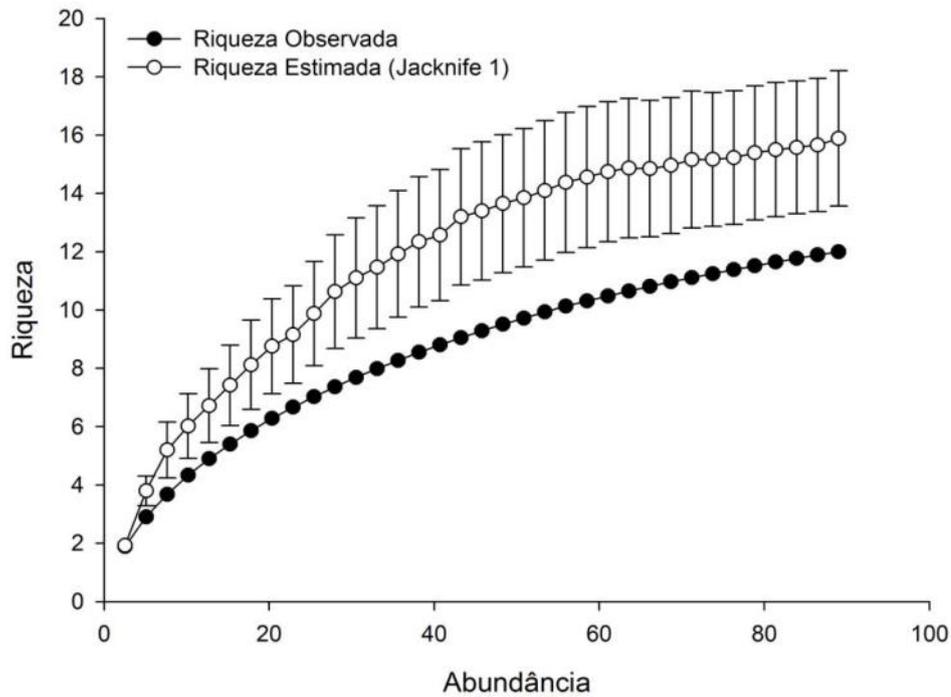
Tabela 2 - Espécies de pequenos mamíferos capturados nos pastos, diferentes graus de *stepping stones* e fragmentos em cada categoria.

	Pasto	G1	G2	G3	Frag	Total
Didelphimorphia						
<i>Didelphis albiventris</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Didelphis aurita</i>	0	1	0	0	2	3
<i>Monodelphis americana</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Monodelphis sorex</i>	0	1	1	1	0	3
Lagomorpha						
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	0	0	0	1	0	1
Rodentia						
<i>Akodon montensis</i>	1	5	11	6	20	43
<i>Calomys tener</i>	0	11	5	2	0	18
<i>Cerradomys subflavus</i>	1	3	3	2	2	11
<i>Nectomys lasiurus</i>	0	1	0	0	2	3
<i>Nectomys squamipes</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	0	1	1	0	0	2
<i>Rhipidomys</i> sp.	0	0	1	0	0	1
Total	2	23	22	12	30	89

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A curva de rarefação não mostrou estabilização no final, sugerindo que o esforço de coleta aplicado neste trabalho não foi suficiente (FIGURA 2).

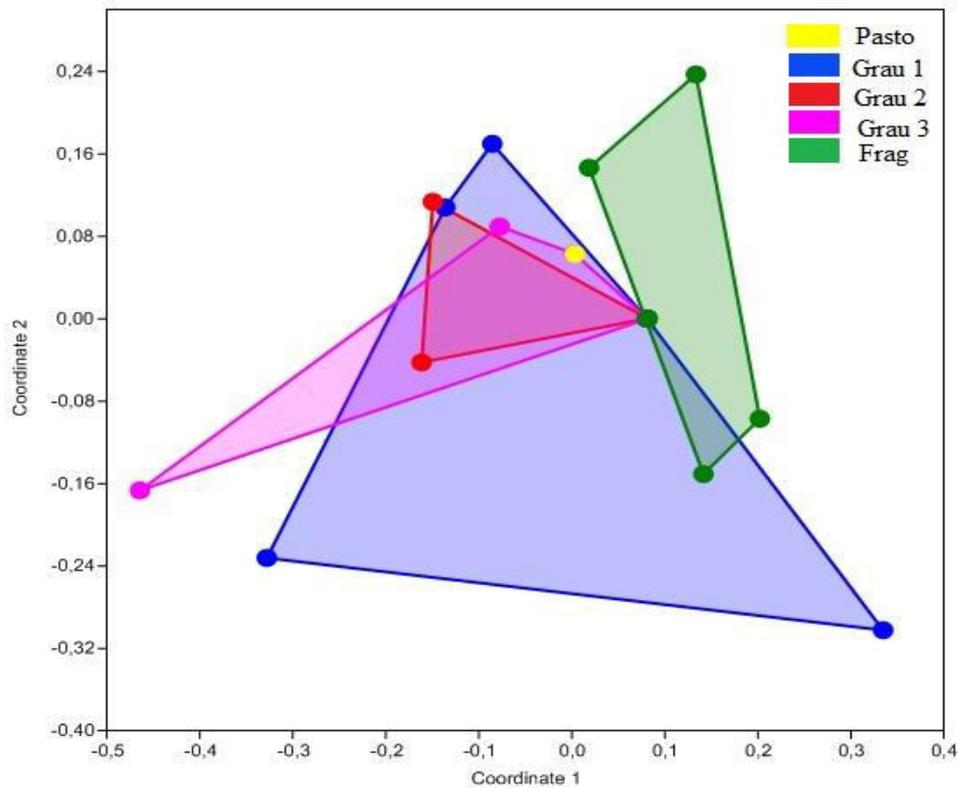
Figura 2 - Curva de rarefação de espécies de pequenos mamíferos nos pastos, graus de *stepping stones* e fragmentos.



Fonte: Software EstimateS 9.1.0 Elaborado pela autora (2018).

Os graus de *stepping stones* zero (pasto), 1, 2, 3 e os fragmentos não diferiram quanto à abundância de espécies de pequenos mamíferos (ANOSIM, R global = -0.0518, $p = 0.7066$ - FIGURA 3).

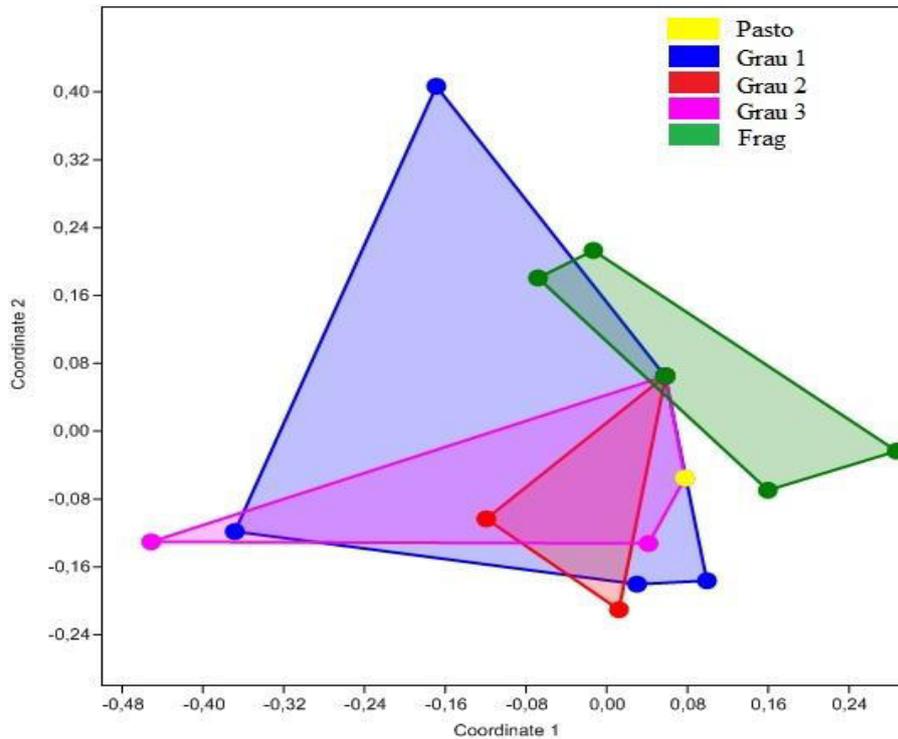
Figura 3 – Ordenação por NMDS quanto à abundância de espécies de pequenos mamíferos nos pastos, graus de *stepping stones* e fragmentos.



Fonte: Software Past 2.17. Elaborado pela autora (2018).

Com relação à composição, os graus de *stepping stones* zero (pasto), 1, 2, 3 e os fragmentos mostraram-se semelhantes (R global = -0,0518, p = 0,7094) (FIGURA 4).

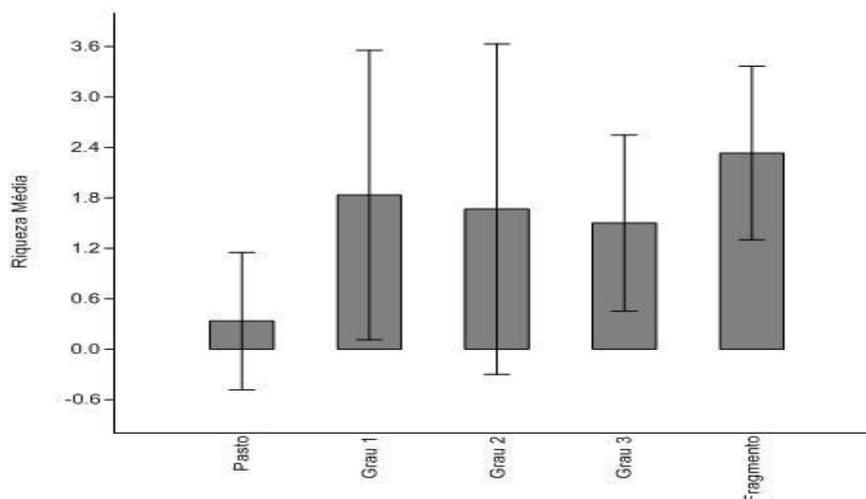
Figura 4 – Ordenação por NMDS quanto à composição de espécies de pequenos mamíferos nos pastos, graus de *stepping stones* e fragmentos.



Fonte: Software Past 2.17. Elaborado pela autora (2018).

Os pastos, graus de *stepping stones* 1, 2, 3 e os fragmentos não diferiram quanto à riqueza de pequenos mamíferos (ANOVA, $F = 1.698$; $p = 0.18$) (FIGURA 5).

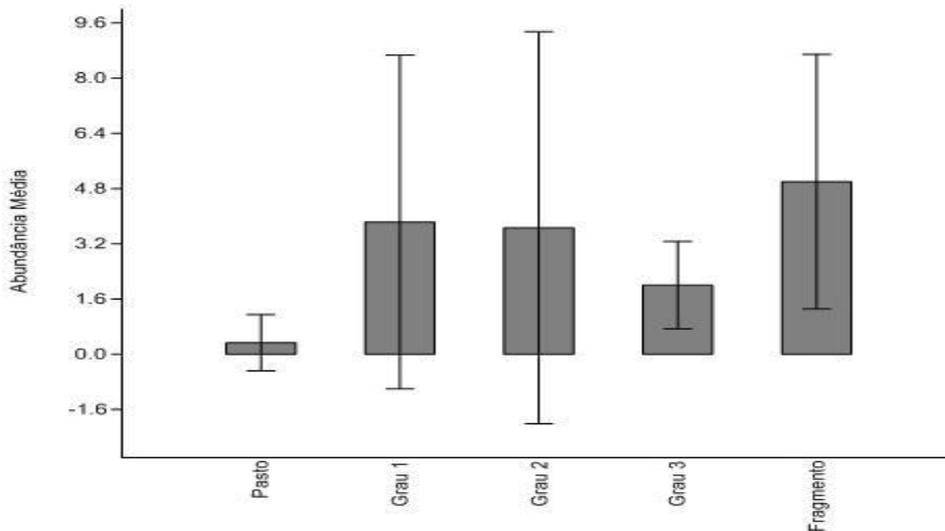
Figura 5 – Riqueza média de espécies e desvio padrão em cada categoria.



Fonte: Software Past 2.17. Elaborado pela autora (2018).

Também não houve diferença significativa em relação à abundância de espécies nos pastos, graus de *stepping stones* 1, 2, 3 e fragmentos (Kruskal Wallis, $H = 7.99$; $p = 0.07$). (FIGURA 6).

Figura 6 – Abundância média de espécies e desvio padrão em cada categoria.



Fonte: Software Past 2.17. Elaborado pela autora (2018).

4 DISCUSSÃO

4.1 ESTRUTURA, COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E ABUNDÂNCIA NOS PASTOS, GRAUS E FRAGMENTOS

As análises demonstram que os pastos, diferentes graus de *stepping stones* e os fragmentos se comportam de maneira semelhante. Ao observar as espécies capturadas, a maioria é generalista de hábitat (Bonvicino et al., 2002) e isto pode explicar a não diferença na estrutura e composição de espécies entre as diferentes categorias. Isto ocorreria, pois espécies generalistas podem fazer uso tanto de uma matriz de pasto contendo agregações de árvores e até mesmo árvores isoladas para sua movimentação, sendo capazes de suportar ambientes distintos de seu hábitat original. Ainda, o pasto limpo não se mostrou um ambiente totalmente inóspito

quando comparamos nossos resultados com outros trabalhos, em que a pastagem possuiu uma menor composição e riqueza de espécies que outros tipos de matriz e fragmentos (ASSIS, 2014; SANTOS-FILHO; da SILVA; SANAIOTTI, 2008).

A região em que este estudo foi realizado sofre continuamente um processo de fragmentação, com a substituição de áreas florestais por plantações e pastagens (COSTA, 2016). Em regiões altamente fragmentadas e com baixa quantidade de cobertura vegetal há um aumento de espécies generalistas (Pardini et al., 2010) e uma perda de espécies especialistas de fragmentos florestais (PASSAMANI, 2003).

Quando avaliamos a riqueza e abundância de espécies também observamos que os pastos, graus de *stepping stones* e fragmentos não apresentaram diferença significativa. Isto pode decorrer do próprio empobrecimento da comunidade de pequenos mamíferos nestas áreas, onde há a possibilidade dos fragmentos serem representantes das chamadas “florestas vazias”, em que existe uma perda da diversidade faunística, comprometendo assim os processos ecológicos, como por exemplo, as interações entre animais e plantas (REDFORD, 1992). Por outro lado, os *stepping stones* podem auxiliar na criação e estabelecimento de medidas de manejo nessas áreas fragmentadas, como por exemplo, na reintrodução das antigas espécies nativas de pequenos mamíferos, principalmente as especialistas, visto que estas estão em declínio devido às perturbações que a paisagem vem sofrendo.

4.2 INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM SOBRE AS CAPTURAS DE PEQUENOS MAMÍFEROS

Todas as seis paisagens amostradas neste estudo apresentam a mesma configuração geral, possuindo o pasto limpo, árvores isoladas e manchas de vegetação. Porém há duas paisagens que se destacaram das demais por ter influenciado de forma direta a eficiência das capturas de pequenos mamíferos.

A P23 foi a única paisagem deste estudo em que foram capturados indivíduos no pasto limpo. Sugerimos que isto pode ser devido ao fato de ser o único pasto onde não havia a presença do gado. Resultado semelhante é encontrado em Carvalho (2016), onde a presença de animais domésticos utilizados na pecuária interfere de forma negativa, diminuindo a abundância de pequenos mamíferos que

se encontram no ambiente. Esta hipótese merece ser testada em estudos posteriores, pois, se confirmada, é de extrema importância, pois adiciona um fator de impacto a mais das pastagens sobre as metapopulações, podendo indicar a necessidade de estratégias de manejo específicas, como por exemplo, deixar a parte do pasto que conecta os fragmentos florestais livre de pastejo.

Outra paisagem, Matão, teve somente um indivíduo capturado de todos os pontos no pasto, durante todo o período de amostragem. Sugerimos que isto pode ter ocorrido, pois esta é a paisagem em que a grama estava mais alta, atingindo aproximadamente 60 cm de altura em alguns pontos, dificultando até mesmo a colocação das armadilhas, podendo ser considerada assim a paisagem mais inóspita devido à sua configuração. Esta obstrução da matriz pode ter afetado a capacidade das espécies em perceber um fragmento a certa distância, afetando a sua capacidade perceptual (Lima; Zollner, 1996), sendo que as mesmas não conseguem se movimentar de forma eficiente por esta matriz. Tal como no caso acima, se esta hipótese for confirmada em estudos posteriores, também traz implicações sobre a persistência de metapopulações e para o manejo de pastagens.

4.3 ESPÉCIES DE PEQUENOS MAMÍFEROS

A riqueza de espécies encontrada neste trabalho, 12 espécies, é semelhante à riqueza de outros trabalhos com levantamento de pequenos mamíferos em fragmentos de Mata Atlântica na região, sendo 11 espécies (MESQUITA; PASSAMANI, 2012), 15 espécies (ROCHA; PASSAMANI; LOUZADA, 2011) e 10 espécies (CARVALHO, 2016).

As únicas espécies capturadas no pasto foram *Akodon montensis* e *Cerradomys subflavus*. Essas duas espécies foram capturadas também em todos os graus de *stepping stones* e nos fragmentos. De acordo com Püttker; Meyer-Lucht; Sommer (2008) e Pardini et al. (2005) essas duas espécies podem ser consideradas resistentes aos distúrbios da paisagem acometidos pela fragmentação e capazes de ocupar áreas perturbadas.

A espécie *Akodon montensis* ocupou ainda todos os seis sítios, sendo também a espécie mais abundante nos fragmentos. De acordo com Pardini (2004), *Akodon montensis* pode ser considerada uma espécie generalista de hábitat. Porém,

em alguns estudos, verificou-se que *Akodon montensis*, além de estar presente em diferentes ambientes alterados, como matrizes de café e pasto, é mais abundante e tem uma maior preferência por fragmentos florestais (Assis, 2014; Fialho, 2012), o que também foi verificado neste estudo.

A espécie *Calomys tener*, foi a segunda mais abundante deste estudo. Porém, a espécie se restringiu somente ao uso dos graus 1, 2 e 3 de *stepping stones*, não sendo encontrada nos pastos e nem nos fragmentos. De acordo com Pardini (2004); Bonvicino et al. (2002) esta espécie é generalista de hábitat, estando associada a áreas abertas da matriz do entorno, sendo encontrada em áreas alteradas pela agricultura, pastagens e nas bordas dos fragmentos. Outra espécie também comumente associada às áreas abertas, *Necomys lasiurus*, foi encontrada tanto no grau 1 da matriz de pasto e no fragmento, porém com baixa abundância.

Somente um indivíduo da espécie *Necomys squamipes* foi capturado em um dos fragmentos, não sendo observado nos pastos e nem nos graus de *stepping stones*. Mesquita; Passamani (2012), em um estudo utilizando corredores de vegetação e fragmentos, obtiveram um resultado semelhante, com a ocorrência desta espécie apenas em dois dos fragmentos estudados, em que ambos apresentavam solos alagados. Neste estudo o fragmento em que esta espécie foi capturada possui um açude, estando a aproximadamente 300 m distante dos pontos em que se encontravam as armadilhas e esta característica pode ter restringido a ocorrência desta espécie somente neste fragmento.

Com relação aos marsupiais, duas espécies de gambá foram capturadas, *Didelphis aurita* e *D. albiventris*. A espécie *D. aurita* esteve presente no grau 1 de *stepping stone* (um indivíduo) e nos fragmentos (dois indivíduos). *D. aurita* se desloca amplamente entre áreas abertas, sendo capaz de incluir também fragmentos florestais em sua área de vida (PIRES et al., 2002). Deste modo, *D. aurita* pode explorar a matriz do entorno, bem como os fragmentos florestais, se sobressaindo das demais espécies por ser capaz de habitar áreas alteradas.

Já *D. albiventris* esteve presente somente nos fragmentos. Resultado semelhante é encontrado em Assis (2014), onde a espécie foi capturada somente em áreas florestais. Esses resultados demonstram que essa espécie pode ser

específica de fragmentos, utilizando a matriz em algum momento somente para seu deslocamento.

A espécie *Monodelphis americana* também esteve presente somente em um fragmento e com apenas um indivíduo. De acordo com Bonvicino et al. (2002), esta espécie é considerada rara, de área florestal, sendo encontrada preferencialmente em ambientes que não estejam alterados.

5 CONCLUSÃO

A maioria das espécies de pequenos mamíferos encontrada neste estudo é generalista de hábitat, podendo explorar mais de um tipo de ambiente. Verificamos que tanto o pasto, as árvores isoladas e as manchas pequenas de vegetação podem auxiliar na movimentação dessas espécies por entre diferentes ambientes. Assim, na categorização proposta, os graus de *stepping stones* na matriz de pasto, independentemente de seu tamanho, se mostraram semelhantes aos fragmentos quando se trata da composição e estrutura de espécies, além de não apresentarem diferença de riqueza e abundância. Nossos resultados apontam para a existência de uma forte degradação da paisagem, com consequência para o empobrecimento da comunidade de pequenos mamíferos. Sugerimos que os *stepping stones* possam ser uma ferramenta importante para a criação e estabelecimento de medidas de manejo nestas áreas fragmentadas, como por exemplo, na reintrodução das antigas espécies nativas, auxiliando assim, na recomposição dos serviços ecossistêmicos na paisagem.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p. 711-728, 2013.
- ASSIS, Tainá Oliveira. **Utilização de matriz de pasto e matriz de café por pequenos mamíferos em uma paisagem fragmentada no sul de Minas Gerais**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- BAUM, K. A. *et al.* The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. **Ecology**, v.85, n.10, p. 2671-2676, 2004.
- BIERREGAARD, R. O. Jr. *et al.* The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **BioScience**, v.42, n.11, p.859-866, 1992.
- BONVICINO, C. R.; LINDBERGH, S. M.; MAROJA, L. S. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology**, v.62, n.4b, p. 765-774, 2002.
- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P. S. **Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos**. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, 120 p, 2008.
- BRADY, M. J. *et al.* Matrix is important for mammals in landscapes with small amounts of native forest habitat. **Landscape Ecology**, v.26, p.617-628, 2011.
- CARLOS, Henrique Santiago Alberto. **Uso de corredores florestais e matriz de pasto por pequenos mamíferos em mata atlântica**. 2006. 56f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- CARVALHO, Éder Costa. **Assembleia de pequenos mamíferos em uma região de cerrado no norte de Minas Gerais**. 2016. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- CASTELLÓN, T. D.; SIEVING, K. E. An experimental test of matrix permeability and corridor use by an endemic understory bird. **Conservation Biology**, v.20, p.135-145, 2005.
- CERQUEIRA, Rui; BRANT, Arthur; NASCIMENTO, Marcelo Trindade; PARDINI, Renata. Fragmentação: alguns conceitos. *In*: RAMBALDI, Denise Marçal; OLIVEIRA, Daniela América Suárez (orgs.). **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 23-40.

COLLINGE, S.K.; FORMAN, R.T.T. A conceptual model of land conversion processes-predictions and evidence from a micro landscape experiment with grassland insects. **Oikos**, v.82, p.66-84, 1998.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation on species richness and shared species from samples. Version 9.1.0, 2006.

COSTA, Ana Raíssa Cunha. **Efeito da estrutura da paisagem sobre a ocorrência e frequência de mamíferos em fragmentos de floresta estacional semidecidual**. 2016. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2016.

COSTA, L. *et al.* Conservação de mamíferos no Brasil. **Megadiversidade: desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil**, v.1, n.1, p.101-112, 2005.

DIAS, M; MIKICH, S. B. Levantamento e conservação da mastofauna em um remanescente de floresta ombrófila mista, Paraná, Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, p.61-78, 2006.

DRISCOLL, D. A. *et al.* Conceptual domain of the matrix in fragmented landscapes. **Trends in ecology and evolution**, v.28, p.605-613, 2013.

ESTRADA, A. R. *et al.* Patterns of frugivore species richness and abundance in forest island and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. **Vegetatio**, Dordrecht, v.107/108, p.245-257, 1993.

EWERS, R.M.; DIDHAM, R.K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological Reviews**, v.81, p.117-142, 2006.

FARIGH, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34 p.487–515, 2003.

FERNANDEZ, Fernando Antônio dos Santos. Efeitos da fragmentação de ecossistemas: a situação das unidades de conservação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1, 1997, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: IAP/UNILIVRE/Rede Nacional Pró Unidade de Conservação, 1997. p. 49-68.

FIALHO, Mariana Yankous Gonçalves. **Influências da conexão com fragmentos florestais, das matrizes do entorno e da estrutura vegetacional sobre as comunidades de pequenos mamíferos em corredores de vegetação**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. The conservation value of paddock trees for birds in a variegated landscape in southern New South Wales. 1. Species composition and site occupancy patterns. **Biodiversity and Conservation**, p. 807-832, 2002a.

FONSECA, G. A. B. *et al.* **Lista anotada dos mamíferos do Brasil**. 1^a ed. Belo Horizonte, Occasional Papers in Conservation Biology, 38p, 1996.

FONSECA, G. A. B.; KIERULFF, M. C. Biology and natural history of Brazilian Atlantic forest small mammals. **Bulletin Florida State Museum Biological Science**, Gainesville, v.34, n.3, p.99-152, 1989.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v.11, n.4, p. 493-502, 2007.

GARDNER, A. L. **Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews and bats**. London: University Chicago, v.1, 669 p, 2007.

GASCON, C. *et al.* Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, Oxford, v.91, n.2/3, p.223-229, 1999.

GOODWIN, B.J Is landscape connectivity a dependent or independent variable? **Landscape Ecology**, v.18, p.687-699, 2003.

GOOGLE EARTH. [2018]. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 10 set. 2017.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, 9 p, 2001.

HARTEL, T., PLIENINGER, T. European Wood-pastures in Transition: **A Social-ecological Approach**. Routledge, 322 p, 2014.

HERINGER, H.; MONTENEGRO, M. M. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 40p, 2000.

HUDGENS, B. R.; HADDAD. Predicting which species will benefit from corridors in fragmented landscapes from population growth models. **The American Naturalist**, v.161, p-808-820, 2003.

KINDLMANN, P.; BUREL, F. Connectivity measures: a review. **Landscape Ecology**, v.23, p.879-890, 2008.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Mexico City: Fondo Cultura Economica, 1948.

LAURANCE, W. F. Projeto de dinâmica biológica de fragmentos florestais. *In*: PRIMACK, R. B; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**, Londrina, 2001.

LIMA, S. L.; ZOLLNER, P. A. Towards a behavioral ecology of ecological landscapes. **Trends in Ecology and Evolution**, v.11, p.131-135, 1996.

LUMSDEN, L. F.; BENNETT, A. F. Scattered trees in rural landscapes: foraging habitat for insectivorous bats in southeastern Australia. **Biological Conservation**, p.205-222, 2005.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967.

MALCOLM, J. R. Biomass and diversity of small mammals in Amazonian forest fragments. *In*: LAURANCE, W. F.; R.O. BIERREGAARD, Jr. **Tropical forest remnants – ecology, management, and conservation of fragmented communities**. The University of Chicago Press, Chicago, p.207-221, 1997a.

MECH, S. G.; ZOLLNER, P. A. Using body size to predict perceptual range. **Oikos**, v.98, p.47-52, 2002.

MEDELLIN, R. A.; EQUIHUA, M. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.35, p.13-23, 1998.

MESQUITA, A. O.; PASSAMANI, M. Composition and abundance of small mammal communities in forest fragments and vegetation corridors in Southern Minas Gerais, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v. 60, n. 3, p. 1335-1343, 2012.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v.71, n.3, p.445-463, 1999.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, 2001.

METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Application**, v.10, p.1147-1161, 2000.

METZGER, J. P.; DECAMPS, H. The structural connectivity threshold: An hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Oecologica**, Paris, v.18, n.1, p.1-12, 1997.

OLIVETTI, D. *et al.* Spatial and temporal modeling of water erosion In dystrophic red latosol (oxisol) used for Farming and cattle raising activities in a Sub-basin in the south of Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 1, p. 58-67. 2015.

PAGLIA, A. P. *et al.* **Lista anotada dos mamíferos do Brasil**. 2^a ed. Arlington, Occasional Papers in Conservation Biology, n.6, 76p, 2012.

PARDINI, R. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity and Conservation**, Oxford, v.13, n.12, p.2567-2586, 2004.

PARDINI, R. *et al.* Beyond the fragmentation threshold hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscape. **Plos One**, v.5, 2010.

PARDINI, R. *et al.* The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, Oxford, v.124, n.2, p.253-266, 2005.

PASSAMANI, Marcelo. **O efeito da fragmentação da Mata Atlântica serrana sobre a comunidade de pequenos mamíferos de Santa Teresa, Espírito Santo**. 2003. 106f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

PASSAMANI, M.; RIBEIRO, D. Small mammals in a fragmented and adjacent matrix in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.69, n.2, p.305-309, 2009.

PERAULT, D. R.; LOMOLINO, M. V. Corridors and mammal community structure across a fragmented, old-growth forest landscape. **Ecological Monographs**, v.70, p. 401-422, 2000.

PERES, C. A. *et al.* Biodiversity conservation in human modified Amazonian forest landscapes. **Biological Conservation**, v.143, p.2314-2327, 2010.

PIRES, A. S. *et al.* Frequency of movements of small mammals among Atlantic coastal forest fragments in Brazil. **Biological Conservation**, Oxford, v. 108, n. 2, p. 229-237, 2002.

PIZO, M. A.; DOS SANTOS, B. T. P. Frugivory, post-feeding flights of frugivorous birds and the movement of seeds in a Brazilian fragmented landscape. **Biotropica**, v. 43, p.335–342, 2011.

PRESTON, F. W. The canonical distribution of commonness and rarity: part I. **Ecology**, v.43, n.2, p.185-215; part II. v.43, n.2, p.410-433, 1962.

PREVEDELLO, J.A.; ALMEIDA-GOMES, M.; LINDENMAYER, D.B. The importance of scattered trees for biodiversity conservation: A global meta-analysis. **Journal of Applied Ecology**, v.55, p. 205- 2014, 2018.

PREVEDELLO, J. A.; FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Does land use affect perceptual range? Evidence from two marsupials of the Atlantic Forest. **Journal of Zoology**, v.284, p.53-59, 2011.

PREVEDELLO, J. A.; FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Movement behavior within and beyond perceptual ranges in three small mammals: effects of matrix type and body mass. **Journal of Animal Ecology**, v.79, p.1315-1323, 2010.

PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Plantation rows as dispersal routes: A test with didelphid marsupials in the Atlantic Forest, Brazil. **Biological Conservation**, v.143, p.131-135, 2010b.

PUTTKER, T.; MEYER-LUCHT, Y.; SOMMER, S. Fragmentation effects on population density of three rodent species in secondary Atlantic Rainforest, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 43, n.1, p. 11–18, 2008.

REDFORD, K. H. The empty forest. **BioScience**, v.42, n.6, p. 412-422, 1992.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, n.6, p.1141–1153, 2009.

RICKETTS, N. T. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. **The American Naturalist**, v.158, p.87-99, 2001.

ROCHA, M. F.; PASSAMANI, M.; LOUZADA, J. A small mammal community in a forest fragment, vegetation corridor and coffee matrix system in the Brazilian Atlantic Forest. **PLoS ONE**, v.6, 2011.

SANTOS-FILHO, M.; DA SILVA, D. J.; SANAIOTTI, T. M. Edge effects and landscape matrix use by a small mammal community in fragments of semideciduous submontane forest in Mato Grosso, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.68, n.4, p.703-710, 2008.

SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v.5, n.1, p.18-32, 1991.

SIEGEL, S. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. New York: McGraw- Hill, 312p, 1956.

SOZIO, G.; MORTELLITI, A.; BOITANI, L. Mice on the move: Wheat rows as a means to increase permeability in agricultural landscape. **Biological Conservation**, v.165, p.198-202, 2013.

STALLINGS, J. R. Small mammals inventories in an Eastern Brazilian Park. **Bulletin of the Florida State Museum, Biological Science, Florida**, v.34, n.4, p.153-200, 1989.

TAYLOR, P. D. *et al.* Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, v.68, n.3, p-571-573, 1993.

TISCHENDORF, L.; FAHRIG, L. On the usage measurement of landscape connectivity. **Oikos**, v. 90, p. 7-19, 2000.

TUFF, K. T.; TUFF, T.; DAVIES, K. F. A framework for integrating thermal biology into fragmentation research. **Ecology Letters**, v.19, p.361-374, 2016.

TURNER, I.M. Species loss in fragments of tropical rainforest: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology**, v.33, p.200-209, 1996.

UMETSU, Fabiana. **Pequenos mamíferos em um mosaico de habitats remanescentes e antropogênicos: qualidade da matriz e conectividade em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica**. 2005.123f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

UMETSU, F.; METZGER, J.P.; PARDINI, R. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic forest small mammals. **Ecography**, Oxford, v.31, n.3, p.359-370, 2008.

UMETSU, F.; PARDINI, R. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats—evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. **Landscape Ecology**, v.22, p.517-530, 2007.

VANDERMEER, J.; CARVAJAL, R. Metapopulation dynamics and the quality of the matrix. **The American Naturalist**, v.158, p-211-220, 2001.

VOGT, P.*et al.* Mapping functional connectivity. **Ecological Indicators**, v.9, p. 64-71, 2009.

WILCOX, B. A.; MURPHY, D.D Conservation strategy: effects of fragmentation on extinction. **The American Naturalist**, v.125, p.879-887, 1985.

WITH, K. A The application of neutral landscapes models in conservation biology. **Conservation Biology**, v.11, p.1069-1080, 1997.