



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS ERECHIM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**  
**CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**DANIELE PEREIRA RODRIGUES**

**DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS EM UMA PAISAGEM**  
**ALTAMENTE FRAGMENTADA NA FLORESTA ATLÂNTICA DO SUL DO**  
**BRASIL**

**ERECHIM**

**2019**

**DANIELE PEREIRA RODRIGUES**

**DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS EM UMA PAISAGEM  
ALTAMENTE FRAGMENTADA NA FLORESTA ATLÂNTICA DO SUL DO  
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da  
Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, sob a orientação do  
Prof. Dr. Paulo Afonso Hartmann e co-orientação do Prof. Dr.  
Daniel Galiano.

**ERECHIM**

**2019**

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Rodrigues, Daniele Pereira

DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS EM UMA PAISAGEM  
ALTAMENTE FRAGMENTADA NA FLORESTA ATLÂNTICA DO SUL DO  
BRASIL / Daniele Pereira Rodrigues. -- 2019.

54 f.:il.

Orientador: Doutor Paulo Afonso Hartmann.

Co-orientador: Doutor Daniel Galiano.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da  
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia Ambiental-PPGCTA, Erechim, RS, 2019.

1. Ecologia de Paisagem. 2. Floresta de Araucária. 3.  
Ocorrência de espécies. 4. Roedores. I. Hartmann, Paulo  
Afonso, orient. II. Galiano, Daniel, co-orient. III.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

**DANIELE PEREIRA RODRIGUES**

**DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS EM UMA PAISAGEM  
ALTAMENTE FRAGMENTADA NA FLORESTA ATLÂNTICA DO SUL DO  
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental. Orientador: Prof. Dr. Paulo Afonso Hartmann e Co-orientador Prof. Daniel Galiano.

Defendido em banca examinadora em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Paulo Afonso Hartmann  
Orientador

---

Prof. Dr. Daniel Galiano  
Co-orientador

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniela Oliveira de Lima  
UFFS – Cerro Largo

---

Prof. Dr. Bruno Busnello Kubiak  
UFRGS

## AGRADECIMENTOS

Quero iniciar os meus agradecimentos pela minha família, as pessoas que sempre confiaram em mim e me apoiaram para continuar essa etapa. Pai, Mãe e Douglas, graças a vocês, hoje concluo mais uma fase que vocês sabem que não foi nada fácil para mim. Como diz Gonzaguinha em Caminhos do coração: “É tão bonito quando a gente sente, que nunca está sozinho, por mais que pense estar”. E eu sei que nunca estive sozinha, por mais longe que estivesse, vocês estavam ao meu lado. Obrigado por acreditarem em mim, por todo o incentivo e principalmente pela educação que vocês me proporcionaram. Obrigado, obrigado e obrigado, vocês são tudo pra mim!!

Aos meus grandes e presentes orientadores. Enfatizo presentes, porque a qualquer momento estavam disponíveis para me auxiliar, questionar, tirar dúvidas e principalmente ensinar. Sem a presença de vocês durante todo o processo do mestrado, desde os campos até a escrita final, com certeza não teria chegado aqui. Tenho grande admiração por vocês e desejo que todo aluno tenha pelo menos uma vez a chance de ser orientado por profissionais e educadores como vocês. Só me resta agradecer, muito obrigado!

Rafa, muito além de namorado, companheiro para todas as horas e momentos... Com esse teu coração gigante, sempre me incentivando, sempre ao meu lado naqueles piores momentos que eu só precisava sair para respirar. Tu foste essencial para finalização desta etapa. Obrigado por todas as palavras de incentivo, amor e paciência!!!

Não posso deixar de agradecer as minhas grandes e novas amigas Andréia, Camila, Gil, Jé e Maicon que o mestrado me proporcionou. Agradeço o carinho, companheirismo nas horas boas e nas de desespero, sucesso para nós. Sabemos que não foi fácil, teve momentos que dava vontade de desistir, mas com certeza nossas conversas e desabafos fizeram com que isso não acontecesse. Obrigado por tudo, sentirei saudade de vocês!!

Ao Maurício, grande parceiro de campo. Enfrentamos alguns dias de perrengue em campo, mas com certeza foi um grande aprendizado para nós. A todos os envolvidos, que nos auxiliaram em campo, aos proprietários por nos permitirem acesso as suas áreas, por serem receptivos e curiosos, muito obrigado!! Tenho em mente o rosto de cada um de vocês e espero um dia pode-los encontrar novamente e mostrar o resultado final deste trabalho, o qual vocês fizeram parte.

Agradeço aos meus amigos de São Luiz e Cerro Largo, que estavam sempre me questionando e torcendo para que tudo desse certo. Esse carinho e otimismo com certeza me auxiliou nos momentos certos. Ao meu grande amigo Fabrício, presentão da faculdade. Só

tenho admiração por ti meu amigo, tu és incrível, nerd e amigo de todas as horas. Obrigado por estar presente a todo momento que eu precisava de ti. Tenho orgulho de ti e com certeza teu futuro é só sucesso.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite e contribuírem com o trabalho. Vocês também têm grande importância nesta etapa!! E por fim, agradeço a UFFS. A todos os servidores, professores do PPGCTA que passaram na minha vida durante o mestrado. Cada um contribuiu para que eu finalizasse esta dissertação, agregasse mais conhecimento e eu só tenho a agradecer! Muito obrigado do fundo do meu coração...

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.

Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

## RESUMO

As atividades humanas vêm provocando altas taxas de destruição de habitats naturais, em um ritmo acelerado e causando a redução dos fragmentos florestais. Estas alterações afetam a diversidade e composição de espécies animais, resultando em extinções locais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência de espécies de pequenos mamíferos não voadores em seis fragmentos na região norte do estado do Rio Grande do Sul e sua relação com as métricas da paisagem analisadas. A região encontra-se em uma área de transição entre Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista, uma região altamente fragmentada do bioma Floresta Atlântica. Os fragmentos analisados possuem estágio intermediário ou avançado de regeneração, com um tamanho mínimo de 200x200m. Para analisar as comunidades de pequenos mamíferos, nós estabelecemos três transectos com oito pontos amostrais em cada fragmento, distantes 10 metros entre si, totalizando 18 transectos e 144 pontos amostrais nos seis fragmentos. Em cada ponto de amostragem foram alocadas armadilhas do modelo *Tomahawk*, dispostas em diferentes estratos (solo e sub-bosque). A série de amostragem consistiu em 10 dias por mês em atividade ininterrupta, sendo que as armadilhas foram verificadas todas as manhãs. O estudo foi realizado no período de julho a dezembro de 2018, com um esforço amostral total de 8.640 armadilhas-noite. Para comparar a diversidade entre os seis fragmentos florestais foi utilizado o Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ). Para cada fragmento analisado foram determinados o tamanho, a área central e o índice de forma através do *software* Fragstat. Um modelo de regressão linear múltiplo foi gerado para verificar a relação entre as espécies de pequenos mamíferos e as métricas da paisagem. Foram capturados 336 indivíduos de pequenos mamíferos pertencentes a quatro espécies: *Akodon montensis*, *Oligorizomys nigripes*, *Sooretamys angouya* e *Gracilinanus microtarsus*. Houve diferença na composição das espécies entre os fragmentos amostrados, onde apenas dois dos seis fragmentos capturaram as quatro espécies. A espécie *S. angouya* foi a única que apresentou correlação significativa positiva com a métrica tamanho (ha) e negativa com a área central. Nossos resultados demonstram que espécies generalistas possuem uma maior ocorrência nos fragmentos florestais inseridos em uma paisagem altamente agrícola com baixa cobertura florestal do que espécies especialistas. A baixa riqueza encontrada é reflexo do baixo grau de conservação dos fragmentos e dos atributos ecológicos de cada espécie. Estes resultados reforçam a importância de preservar pequenos fragmentos florestais em uma matriz predominantemente agrícola, pois estes são capazes de manter espécies remanescentes que possuem grande importância ecológica.

Palavras-chave: Ecologia de paisagem. Floresta de Araucária. Ocorrência de espécies. Roedores.

## ABSTRACT

Human activities have been causing high rates of destruction of natural habitats at an accelerated rate and reducing forest fragments, and this process affects the diversity and composition of animal species, resulting in local extinctions. In this context, the objective of this work was to evaluate the occurrence of non volant small mammal species in six fragments in the northern region of Rio Grande do Sul state and their relationship with the landscape metrics analyzed. The region is in a transition area between Deciduous Seasonal Forest and Mixed Ombrophilous Forest, a highly fragmented region of the Atlantic Forest biome. The analyzed fragments have an intermediate or advanced stage of regeneration, with a minimum size of 200x200m. To analyze small mammal communities, we established three transects with eight sampling points in each fragment, 10 meters apart, totaling 18 transects and 144 sampling points in the six fragments. At each sampling point, Tomahawk traps were placed in different strata (on the ground and understory). The sampling series consisted of 10 days per month of uninterrupted activity, and the traps were checked every morning. The study was conducted from July to December 2018, with a total sampling effort of 8,640 night traps. To compare the diversity among the six forest fragments, the Shannon Diversity Index ( $H'$ ) was used. For each fragment analyzed the size, the central area and the shape index were determined using the software Fragstat. A multiple linear regression model was generated to verify the relationship between small mammal species and landscape metrics. 336 small mammals belonging to four species were captured: *Akodon montensis*, *Oligorizomys nigripes*, *Sooretamys angouya* and *Gracilinanus microtarsus*. There was a difference in species composition among the sampled fragments, where only two of the six fragments captured the four species. The species *S. angouya* was the only one that showed a significant positive correlation with the size (ha) metric and negative with the central area. Our results demonstrate that generalist species have a higher occurrence in forest fragments inserted in a highly agricultural landscape with low forest cover than specialist species. The degree of conservation of the fragments and the ecological attributes of each species reflects the low richness found. These results reinforce the importance of preserving small forest fragments in a predominantly agricultural matrix, as they are capable of maintaining remnant species of great ecological importance.

Keywords: Landscape ecology. Araucaria Forest. Occurrence of species. Rodents.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Área de estudo (A) e os seis fragmentos florestais amostrados (B) F1-F6 no norte do Estado do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. ....	28
--	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Espécies, número de indivíduos, diversidade ( $H'$ ) e riqueza de pequenos mamíferos registrados por fragmento florestal amostrado (F1-F6), de Julho a Dezembro de 2018, na região norte do Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. ....	31
Tabela 2: Coeficientes de regressão e estatística: Relação das métricas da paisagem dos seis fragmentos florestais para as três espécies de pequenos mamíferos analisadas. (t) valor da estatística; (p) nível de significância do modelo; ( $R^2$ ) Coeficiente de determinação. ....	32
Tabela 3: Resultado das três métricas da paisagem em relação aos seis fragmentos florestais amostrados na região norte do estado do Rio Grande do Sul. ....	45

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>12</b>
1.1. CONSERVAÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA .....	12
1.2. FLORESTA SUBTROPICAL NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI.....	13
1.3. PEQUENOS MAMÍFEROS DA FLORESTA ATLÂNTICA .....	14
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>17</b>
<b>3. CAPÍTULO 1 - Diversidade de pequenos mamíferos em uma paisagem altamente fragmentada na Floresta Atlântica do Sul do Brasil</b> .....	<b>22</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
<i>ÁREA DE ESTUDO</i> .....	27
<i>COLETA DE DADOS</i> .....	28
<i>MÉTRICAS DA PAISAGEM</i> .....	29
<i>ANÁLISES DE DADOS</i> .....	30
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>
<b>ANEXO A - Tabela das métricas da paisagem em relação aos seis fragmentos florestais</b> .....	<b>45</b>
<b>ANEXO B - Normas para publicação do periódico <i>Studies on neotropical fauna and environment</i></b> .....	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1. CONSERVAÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA

A Floresta Atlântica foi uma das maiores florestas tropicais das Américas, cobrindo originalmente cerca de 150 milhões de hectares (Costa et al. 2000; Ribeiro et al. 2009). Suas características geográficas, com grande distribuição latitudinal e ampla faixa de altitude, favoreceram a elevada diversidade e grau de endemismo, resultando na maior riqueza em relação a área entre as florestas no território brasileiro (Myers 2000; Ribeiro et al. 2009). Os remanescentes florestais altamente ameaçados da Floresta Atlântica são considerados prioritários para conservação, por serem um dos *hotspots* de biodiversidade do mundo. (Galindo-Leal and Câmara 2003; Gardner et al. 2010; Oliveira-Filho et al. 2013). No entanto, a conservação da sua biodiversidade na Floresta Atlântica tem se mostrado um grande desafio, devido ao elevado nível de perturbação antrópica nos ecossistemas (Metzger et al. 2009; Almeida et al. 2016).

Devido sua extensão litorânea, a Floresta Atlântica, juntamente com os Campos Sulinos, foram as primeiras áreas a serem colonizadas no Brasil, onde hoje se concentram mais de 70% da população brasileira (MMA/SBF 2000). A ocupação humana da Floresta Atlântica causou não só a perda e fragmentação de habitats naturais (Gardner et al. 2010), mas também a sua alteração, gerando ciclos de distúrbios e regeneração (Chazdon 2003). Essas reduções e perdas de habitat são resultantes da forma de uso e ocupação do solo, que priorizou a conversão do solo para uso agropecuário e expansão urbana (Lopes and Ferrari 2000). Neste bioma, as atividades agrícolas foram as principais responsáveis pela perda da biodiversidade (Schipper et al. 2008), seguidas pelo efeito da introdução de espécies exóticas (Dorcas et al. 2012). Neste cenário, inclui-se também, mais recentemente, o aquecimento global, provocando perturbações na distribuição natural das espécies (Tabarelli et al. 2005).

Na região Sul do Brasil, a Floresta Atlântica e suas formações associadas estão entre as fitofisionomias que sofreram maior redução na cobertura vegetal (Santos and Petry 2010). A estimativa da área de remanescentes encontra-se fortemente reduzida, variando de 8% a 16% da sua extensão original (Ribeiro et al. 2009; Sosma and Inpe 2017; Rezende et al. 2018). As reduções de áreas de habitat preservadas é uma das causas antrópicas de maior impacto sobre os ecossistemas naturais, causando declínios sobre a biodiversidade global (Haddad et al. 2015). Estas ações resultam em remanescentes florestais menores e isolados (Ewers and Didham 2006; Leimu et al. 2010), e expostos a uma matriz (áreas transformadas por ação antrópica). A medida

que os fragmentos se tornam menores ocorre um aumento no efeito de borda, resultando em alterações físicas e biológicas que afetam a estrutura e função de um ecossistema (Murcia 1995; Ries et al. 2004). Conseqüentemente, espécies animais e vegetais acabam ficando expostas a estas mudanças, podendo responder de forma positiva ou negativa às bordas, dependendo das suas características particulares e das condições bióticas e abióticas que ocorrem dentro do habitat (Bentley 2008). De acordo com Harrison and Bruna (1999), as mudanças físicas associadas às bordas do habitat as principais causas que impulsionam a alteração na composição da comunidade dentro dos remanescentes após a fragmentação. Dessa maneira, as espécies que têm capacidade de ocupar ou dispersar através da matriz possuem atributos ecológicos chave na determinação da vulnerabilidade à fragmentação (Laurance 1990; Henle et al. 2004).

A perda da conectividade, somada as extinções locais, acarreta alterações na comunidade de espécies dentro dos fragmentos. Uma estratégia utilizada para reestabelecer a conectividade entre fragmentos são os corredores ecológicos. Os corredores facilitam a movimentação das espécies atuando como uma fonte de conectividade, aumentando o fluxo gênico e muitas vezes promovendo a diversidade em áreas isoladas (Tewksbury et al. 2002). Para o estabelecimento dessas estratégias de conservação as características particulares de cada paisagem como o tamanho dos remanescentes, qualidade de borda e matriz e proporção de áreas abertas devem ser levadas em conta antes de aplica-las (Pardini 2001). Também se considera necessário o conhecimento prévio sobre alguns parâmetros populacionais, ecológicos e comportamentais das espécies (Primack 1998). Estas compreensões da paisagem e das espécies são apenas algumas que constituem a base para a criação de planos de manejo visando elevar a conectividade entre fragmentos e delinear estratégias de modo eficiente.

## 1.2. FLORESTA SUBTROPICAL NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI

No limite sul do domínio da Floresta Atlântica, mais especificamente na região norte do Estado do Rio Grande do Sul, a paisagem é caracterizada por dois tipos de formações: Floresta Estacional Decidual (FED) e a Floresta Ombrófila Mista (FOM) (IBGE 2012). Estas formações estão entre os ecossistemas neotropicais mais fragmentados da Floresta Atlântica e com menor quantidade de áreas protegidas (Ribeiro et al. 2009). De acordo Ruschel et al. (2009) a FED apresenta uma alta diversidade de espécies lenhosas e densidade florestal. O avanço da fronteira agrícola e a exploração de espécies madeireiras foram as principais causas do desmatamento e fragmentação na região (Turchetto et al. 2015). Os remanescentes florestais ainda presentes

encontram-se ameaçados, pois além da agricultura e exploração de madeira, ocorre também construções de hidrelétricas, que vem substituindo as áreas florestais restantes da região.

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta de Araucária é facilmente reconhecida pela forte presença da *Araucaria angustifolia*, espécie que apresenta um caráter dominante na vegetação, atingindo grandes alturas e diâmetros, ocorrendo como uma espécie emergente onde formam mosaicos de vegetação (Leite and Klein 1990; Oliveira-Filho et al. 2013). Esta formação florestal compartilha muitas espécies com a Floresta Estacional em áreas da região do Alto Uruguai, mostrando faixas de transição entre as formações florestais (Leyser et al. 2009). Grande parte dos povoamentos naturais da Floresta de Araucária já foi devastada devido à grande exploração de madeira e expansão agropecuária (Gubert-Filho 1989). Apenas cerca de 4% de sua área original está preservada (Leyser et al. 2009), e encontra-se em forma de pequenos remanescentes florestais, o que acaba dificultando a sua regeneração natural (Shimizu et al. 2000).

### 1.3. PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO VOADORES DA FLORESTA ATLÂNTICA

Os pequenos mamíferos terrestres (roedores e marsupiais) são caracterizados por possuir menos de 1 kg em média e são considerados importantes componentes de quase todos os ecossistemas terrestres (Delany 1974; Fonseca et al. 1996). No Brasil existem aproximadamente 722 espécies de mamíferos e o bioma Floresta Atlântica abriga a segunda maior diversidade de mamíferos do Brasil, com 298 espécies conhecidas. Destas, 98 são da ordem Rodentia (Paglia et al. 2012; Percequillo et al. 2017). O bioma Mata Atlântica está entre as florestas tropicais mais ameaçadas do mundo (Myers et al. 2000). Diferentes fatores como a caça e a perda e degradação de habitat na Floresta Atlântica resultaram em 428 espécies ameaçadas de extinção (ICMBIO 2016) e inúmeras populações em colapso (Ribeiro et al. 2011).

Os pequenos mamíferos neotropicais possuem importância ecológica devido a influência que exercem: são consumidores de insetos e frutos, dispersores de sementes (Carvalho et al. 1999) e de esporos de fungos (Pyare and Longland 2001), e atuam em diversos níveis tróficos da cadeia alimentar (Moura et al. 2008). Além disto tem importância social e econômica, pois participam do ciclo de várias zoonoses que atingem o homem (Bonecker et al. 2009; Pinto et al. 2009) e alguns gêneros são considerados pragas agrícolas por causar danos nos sistemas produtivos (Stenseth et al. 2003).

Os pequenos mamíferos compõem um grupo sensível a mudanças no ambiente (Bonvicino et al. 2002) e possuem características que influenciam significativamente a dinâmica dos ecossistemas (Pardini and Umetsu 2006). A perda de habitat é uma das principais ameaças para as espécies, podendo determinar a vulnerabilidade de extinção das espécies mais sensíveis (Rodrigues et al. 2002; Castro and Fernandez 2004). Algumas espécies, especialmente aquelas com maiores exigências espaciais não conseguem sobreviver em áreas menores, pois a disponibilidade de alguns recursos vitais é restrita (Redford and Robinson 1991). Conseqüentemente, pode ocorrer redução nas taxas de sobrevivência e reprodução das populações (Cerqueira et al. 2003) e possíveis extinções locais. Em função disto, os pequenos mamíferos são elementos chaves para o entendimento das relações ecológicas e do grau de perturbação do ambiente (Pardini and Umetsu 2006).

A maioria das espécies da Floresta Atlântica não são capazes de ocupar áreas abertas, como pastagens ou campos artificiais, os quais são dominados por espécies generalistas características de formações abertas como o Cerrado (Stevens and Husband 1998; Feliciano et al. 2002). Ou, no caso dos campos naturais de altitude, por espécies restritas a este habitat (Bonvicino et al. 2002). Já a maioria das espécies endêmicas deste bioma, não ocupam habitats antropogênicos, requerendo uma vegetação nativa para persistir na paisagem (Umetsu and Pardini 2007). Por consequência, estas espécies respondem rapidamente a dinâmica de fragmentação e compõem um conjunto significativo de espécies com necessidade de proteção em unidades de conservação (Paglia 2005).

Em Florestas de Araucária, a comunidade de pequenos mamíferos pode apresentar um número menor de espécies quando comparada com outras florestas neotropicais (Dalmagro and Vieira 2005), o que, segundo Anthony and Niles (1981) aparentemente são menos complexas que as florestas tropicais da América do Sul central e do Norte. Este fator está relacionado frequentemente com a disponibilidade de micro-habitat disponíveis. Dalmagro and Vieira (2005) encontraram efeitos significativos de variáveis de micro-habitat sobre a ocorrência de espécies, como a densidade da vegetação e cobertura do dossel. Fatores como disponibilidade de recursos alimentares e sazonalidade também possuem efeito sobre a dinâmica das espécies (Galiano et al. 2013). Portanto, diferentes espécies podem apresentar padrões distintos frente a estrutura da floresta e a quantidade recursos fornecidos pelo ambiente.

Devido à grande importância ecológica que essas espécies desempenham, surge uma preocupação em relação as pressões antrópicas que estas estão submetidas nos diferentes tipos de ambiente. As características estruturais de um fragmento influenciam a riqueza e abundância

de certas espécies (Metzger 2000). Estes são influenciados diretamente pelas variações que ocorrem nas condições de habitat e micro-habitat disponíveis (Galiano et al. 2014). De acordo com Puttker et al. (2008) as preferências do micro-habitat podem ser um fator importante que influencia a capacidade dos pequenos mamíferos de ocupar habitats alterados. Algumas métricas da paisagem podem ser utilizadas para testar se a estrutura da paisagem influencia na presença/ausência de espécies de pequenos mamíferos. Estas métricas são capazes de descrever o nível de uniformidade ou fragmentação e permite a realização de estudos da paisagem relacionados a biodiversidade (Souza et al. 2014). Dessa forma, estudos que demonstrem as respostas das espécies em relação as mudanças na paisagem como por exemplo a fragmentação, são de grande importância para estabelecer estratégias de conservação. Banks-Leite et al. (2011) sugerem que essas métricas baseadas na paisagem permitem a rápida identificação de áreas prioritárias para conservação e restauração.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

- Avaliar como varia a comunidade de pequenos mamíferos e sua relação com as características da paisagem em uma região de Floresta Subtropical altamente fragmentada no Sul do Brasil.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar a ocorrência e a diversidade de pequenos mamíferos não voadores em uma região de Floresta Subtropical altamente fragmentada no Sul do Brasil;

- Avaliar a relação da ocorrência de espécies de pequenos mamíferos não voadores com a área, a forma e o tamanho da área central dos fragmentos amostrados.

## REFERÊNCIAS

- Almeida M, Azeda C, Guiomar N, Pinto-Correia T. 2016. The effects of grazing management in montado fragmentation and heterogeneity. *Agrofor Syst.* 90(1): 69-85.
- Anthony RG, Niles LJ. 1981. Small mammal associations in forested and old-field habitats – a quantitative comparison. *Ecol.* 62: 955-63.
- Banks-Leite C, Ewers RM, Kapos V, Martensen AC, Metzger JP. 2011. Comparing species and measures of landscape structure as indicators of conservation importance. *J Appl Ecol.* 48(3): 706-714.
- Bentley JM. 2008. Role of movement, interremnant dispersal and edge effects in determining sensitivity to habitat fragmentation in two forest-dependent rodents. *Aust Ecol.* 33(2): 184-196.
- Bonecker CC, Aoyagui SM, Santos RM. 2009. The impact of impoundment on the rotifer communities in two tropical floodplain environments: interannual pulse variations. *Braz J Biol.* 69(2): 529-537.
- Bonvicino CR, Lindbergh SM, Maroja LS. 2002. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. *Braz J Biol.* 62(4B): 765-774.
- Carvalho FMV, Pinheiro PS, Fernandez FAS, Nessimian JL. 1999. Diet of small mammals in fragments in southeastern Brasil. *Rev Bras Zoocienc.* 1(1): 91-101.
- Castro EBV, Fernandez FA. 2004. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil. *Biol Conserv.* 119(1): 73-80.
- Cerqueira R, Brant A, Nascimento MT, Pardini R. 2003. Fragmentação: alguns conceitos. In: Rambaldi, DM, Oliveira DAS (Org.) *Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.* Brasília: MMA/SBF. p. 43-63.
- Costa LP, Leite YLR, Fonseca GAB, Fonseca MT. 2000. Biogeography of South American Forest Mammals: Endemism and Diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica.* 32(4b): 872-881.
- Chazdon RL. 2003. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspect Plant Ecol Evol Syst.* 6(1-2): 51-71.
- Dalmagro ADL, Vieira EM. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. *Austral Ecol.* 30(4): 353-362.
- Delany MJ. 1974. The ecology of small mammals. *Stud biol.* 51.
- Dorcas ME, Willson JD, Reed RN, Snow RW, Rochford MR, Miller MA, Meshaka WE, Andreadis JPT, Mazzotti FJ, Romagosa CM, Hart KM. 2012. Severe mammal declines

coincide with proliferation of invasive Burmese pythons in everglades National Park. *Proc Natl Acad Sci.* 109(7): 2418-2422.

Ewers RM, Didham RK. 2006. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biol Rev.* 81(1): 117-142.

Feliciano BR, Fernandez FAS, Freitas D, Figueiredo MSL. 2002. Population dynamics of small rodents in a grassland between fragments of Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Mammal Biol.* 67(5): 304-314.

Fonseca GAB, Hermann G, Leite YLR, Mittermeier RA, Rylands AB, Patton JL. 1996. Lista anotada dos mamíferos do Brasil 4ª edição. *Occasional Pap Conserv Biol.* Belo Horizonte, Brazil. 4: 1-38.

Galiano D, Kubiak BB, Estevan C, Moraes RM, Malysz M, Hepp LU, Marinho JR, Freitas TRO. 2014. Small mammals in Araucaria rain forest: linking vegetal components and the arthropod fauna with rodent community. *Stud Neotrop Fauna Environ.* 49(3): 185-190.

Galiano D, Kubiak BB, Marinho JR, Freitas TRO. 2013. Population dynamics of *akodon montensis* and *oligoryzomys nigripes* in an araucaria forest of Southern Brazil. *Mammalia.* 77: 173-179.

Galindo-Leal C, Camara IG. 2003 Atlantic Forest hotspot status: an overview. In: Galindo-Leal C, Camara IG (Org.) *The Atlantic Forest of South America.* Washington, DC: Center for Applied Biodiversity Science. p. 3-11.

Gardner TA, Barlow J, Sodhi NS, Peres CA. 2010. A multi-region assessment of tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Biol Conserv.* 143(10): 2293-2300.

Gubert-Filho FA. 1989. Proposta para a criação de um sistema de unidades de conservação de Araucaria angustifolia no Estado do Paraná. In: *Congresso Floresta Brasileiro.* 6: 287-300.

Haddad NM, Brudvig LA, Clobert J, Davies KF, Gonzalez A, Holt RD, Lovejoy TE, Sexton JO, Austin MP, Collins CS et al. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Sci Adv.* 1(2): e1500052.

Harrison S, Bruna E. 1999. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography.* 22(3): 225-232.

Henle K, Davies KF, Kleyer M, Margules C, Settele J. 2004. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodivers Conserv.* 13(1): 207-251.

[IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. *Manual técnico da vegetação brasileira* 2ª ed. Rio de Janeiro, p. 270.

[ICMBIO] Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2016. *Plano de ação nacional para a conservação dos mamíferos da Mata Atlântica central* 1ª ed. Brasília, p. 89.

Laurance WF. 1990. Comparative Responses of Five Arboreal Marsupials to Tropical Forest Fragmentation. *J Mammal.* 71(4): 641-653.

- Leimu R, Vergeer P, Angeloni F, Ouborg NJ. 2010. Habitat fragmentation, climate change, and inbreeding in plants. *Anna NY Acad Sci.* 1195(1): 84-98.
- Leite PF, Klein RM. 1990. Vegetação. *Geografia do Brasil: Região Sul.* Rio de Janeiro, p.113-150.
- Leyser G, Viniski M, Donida AL, Zanin EM, Budke JC. 2009. Espectro de dispersão em um fragmento de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesqui Ser Bot.* 60: 355-366.
- Lopes MA, Ferrari SF. 2000. Effects of human colonization on the abundance and diversity of mammals in eastern Brazilian Amazonia. *Conserv Biol.* 14(6): 1658-1665.
- Metzger JP. 2000. Tree functional group richness and landscape structure in Brazilian tropical fragmented landscape. *Ecol Appl.* 10: 1147-1161.
- Metzger JP, Martensen AC, Dixo M, Bernacci LC, Ribeiro MC, Teixeira AMG, Pardini R. 2009. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. *Biol Conserv.* 142(6): 1166-1177.
- [MMA/SBF] Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Brasília, p.46.
- Moura MC, Grelle CEV, Bergallo HG. 2008. How does sampling protocol affect the richness and abundance of small mammals recorded in tropical forest? An example from the Atlantic Forest, Brazil. *Neotrop Biol Conserv.* 3(2): 51-58.
- Murcia C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends Ecol Evol.* 10(2): 58-62.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nat.* 403: 853-858.
- Oliveira-Filho AT, Budke JC, Jarenkow JA, Eisenlohr PV, Neves DR. 2013. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. *J Plant Ecol.* 8(3): 242-260.
- Paglia AP. 2005. Panorama geral da fauna ameaçada de extinção no Brasil. In: Machado ABM, Soares-Martins C, Drumond GM (Org.) Lista da fauna Brasileira ameaçada de extinção – incluindo a lista das quase ameaçadas e deficientes em dados. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 17-22.
- Paglia AP, Fonseca GAB, Rylands AB, Herrmann G, Aguiar LMS, Chiarello AG, Leite YLR, Costa LP, Siciliano S, Kierulff MCM, et al. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. *Occasional Pap Conserv. Biol.* 6:1-82.
- Pardini R. 2001. Pequenos mamíferos e a fragmentação da Mata Atlântica de Una, Sul da Bahia: processos e conservação [tese de doutorado]. Universidade de São Paulo.

- Pardini R, Umetsu F. 2006. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande: distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. *Biota Neotrop.* 6(2): 0-0.
- Percequillo AR, Dalapicolla J, Abreu-Júnior EF, Roth PRO, Ferraz KM, Chiquito EA. 2017. How many species of mammals are there in Brazil? New records of rare rodents (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) from Amazonia raise the current known diversity. *Peer J.* 5: e4071.
- Pinto IDS, Loss ACC, Falqueto A, Leite YLR. 2009. Pequenos mamíferos não voadores em fragmentos de Mata Atlântica e áreas agrícolas em Viana, Espírito Santo, Brasil. *Biota Neotrop.* 9(3): 355-360.
- Primack RB. 1998. *Essentials of Conservation Biology*. 2nd ed. Sinauer Associates: Sunderland.
- Püttker T, Pardini R, Meyer-Lucht Y, Sommer S. 2008. Responses of five small mammal species to micro-scale variations in vegetation structure in secondary Atlantic Forest remnants, Brazil. *BMC Ecol.* 8(1): 1-10.
- Pyare S, Longland WS. 2001. Patterns of Ectomycorrhizal-Fungi Consumption By Small Mammals in Remnant Old-Growth Forests of the Sierra Nevada. *J Mammal.* 82(3): 681- 689.
- Redford KH, Robinson JG. 1991. Park size and the conservation of forest mammals in Latin America. In: Mares MA, Schimidly, DJ (Org.) *Latin American mammalogy: history, biodiversity and conservation*. Norman and London: University of Oklahoma Press. p. 227-234.
- Rezende CL, Scarano FR, Assad ED, Joly CA, Metzger JP, Strassburg BBN, Tabarelli M, Fonseca GA, Mittermeier RA. 2018. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspecti Ecol Conserv.* 16(4): 208-214.
- Ribeiro MC, Martensen AC, Metzger JP, Tabarelli M, Scarano F, Fortin MJ. 2011. The Brazilian Atlantic Forest: A Shrinking Biodiversity Hotspot. In: Zachos F, Habel J (Org.) *Biodiversity Hotspots*. Springer: Berlin, Heidelberg. p. 405-434.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv.* 142(6): 1141-1153.
- Ries L, Fletcher Jr RJ, Battin J, Sisk TD. 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Ann Rev Ecol Evol System.* 35: 491-522.
- Rodrigues FHG, Silveira L, Jácomo ATA, Carmignotto AP, Bezerra AMR, Coelho DC, Garbognini H, Pagnozzi J, Hass A. 2002. Composição e caracterização da fauna de mamíferos do Parque Nacional das Emas, Goiás, Brasil. *Rev Bras Zool.* 19(2): 589-600.
- Ruschel AR, Guerra MP, Nodari RO. 2009. Estrutura e composição florística de dois fragmentos da Floresta Estacional Decidual do Alto-Uruguaí, SC. *Cienc Florest.* 19(2): 225-

- Santos MFB, Petry MV. 2010. Registros recentes de aves de importância conservacionista no extremo norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas*. 23(1): 161-168.
- Shimizu JY, Jaeger P, Sopchaki SA. 2000. Variabilidade genética em uma população remanescente de Araucária no Parque Nacional do Iguaçu, Brasil. *Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado [ALICE]*.
- Schipper J, Chanson JS, Chiozza F, Cox NA, Hoffmann M, Katariya V, Lamoreux J, Rodrigues ASL, Stuart SN, Temple HJ. 2008. The Status of the World's Land and Marine Mammals: Diversity, Threat, and Knowledge. *Sci*. 322: 225-230.
- SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2017. Atlas dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica. São Paulo. p. 63.
- Souza CG, Zanella L, Borém RAT, de Carvalho LMT, Alves HMR, Volpato MML. 2014. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral–MG. *Cienc Florest*. 24(3): 631-644.
- Stenseth NC, Leirs H, Skonhøft A, Davis SA, Pech RP, Andreassen HP, Singleton GR, Lima M, Mahang'u RS, Makundi RH. 2003. Mice, rats, and people: the bio-economics of agricultural rodent pests. *Front Ecol Environ*. 1(7): 367-375.
- Steven SM, Husband TP. 1998. The influence of edge on small mammals: evidence from Brazilian Atlantic forest fragments. *Biol Conserv*. 85(1-2): 1-8.
- Tabarelli M, Pinto LP, Silva JMC, Hirota MM, Bedê LC. 2005. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiver*. 1(1): 132-138.
- Tewksbury JJ, Levey DJ, Haddad NM, Sargent S, Orrock JL, Weldon A, Danielson BJ, Brinkerhoff J, Damschen EI, Townsend P. 2002. Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Proc Nat Acad Sci*. 99(20): 12923-12926.
- Turchetto F, Callegaro RM, Conte B, Pertuzzatti A, Griebeler AM. 2015. Estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Decidual na região do Alto-Uruguai, RS. *Rev Bras Cien Agrárias*, 10(2), 280--285. DOI: 10.5039/agraria.v10i2a4760
- Umetsu F, Pardini R. 2007. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats – evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. *Landsc Ecol*. 22(1):517–530.

## CAPÍTULO 1

### **Diversidade de pequenos mamíferos em uma paisagem altamente fragmentada na Floresta Atlântica do Sul do Brasil<sup>1</sup>**

Daniele Pereira Rodrigues<sup>1\*</sup>, Maurício Konzen<sup>1</sup>, Vanderlei Secretti Decian<sup>3</sup>,  
Daniel Galiano<sup>2</sup>, Paulo Afonso Hartmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Brasil; <sup>2</sup>Laboratório de Zoologia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Brasil; <sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, Brasil.

\*Autor para correspondência: Daniele Pereira Rodrigues (daniele\_sds@yahoo.com.br)

#### RESUMO

As altas taxas de destruição de habitats naturais vêm causando a redução dos fragmentos florestais, sendo que este processo afeta a diversidade e composição de espécies animais, podendo resultar em extinções locais. Neste estudo nós investigamos a ocorrência de pequenos mamíferos não voadores e sua relação com três métricas da paisagem: tamanho, área central e forma dos fragmentos em seis fragmentos florestais, inseridos em uma paisagem altamente fragmentada na região norte do estado do Rio Grande Sul. Três espécies de roedores – *Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes*, *Sooretamys angouya* – e uma espécie de marsupial – *Gracilinanus microtarsus* foram capturados. As espécies mais capturadas em nosso estudo foram *O. nigripes* e *A. montensis*, resultados equivalentes com estudos realizados em Floresta de Araucária e Floresta Atlântica. Em relação as métricas da paisagem, *Sooretamys angouya* foi a única espécie que apresentou significância, sendo positiva para o tamanho dos fragmentos e negativa para a área central. *Akodon montensis* e *O. nigripes* não apresentaram significância positiva, pois são espécies generalistas e altamente abundantes. Nossos resultados ressaltam a importância da manutenção e proteção de pequenos fragmentos florestais inseridos em matriz agrícola, pois fornecem recursos como abrigo e alimentação para uma parcela de espécies remanescentes.

Palavras-chaves: fragmentação; roedores; floresta atlântica; ocorrência de espécies

---

<sup>1</sup> Este artigo está de acordo com as normas do periódico *Studies on neotropical fauna and environment*; dezembro de 2019.

## ABSTRACT

The high rates of destruction of natural habitats have caused the reduction of forest fragments, and this process affects the diversity and composition of animal species and may result in local extinctions. We investigated the occurrence of non-volant small mammals and their relationship to three landscape metrics: size, central area, and shape of the fragments in six forest fragments, inserted in a highly fragmented landscape in the northern region of Rio Grande Sul. Three rodent species - *Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes*, *Sooretamys angouya* - and a species of marsupial - *Gracilinanus microtarsus* were captured. The most captured species in our study were *O. nigripes* and *A. montensis*, equivalent results with studies conducted in Araucaria Forest and Atlantic Forest. In relation landscape metrics, *Sooretamys angouya* was the only species that showed significance, being positive for fragment size and negative for the central area. *Akodon montensis* and *O. nigripes* did not present positive significance as they are generalist and high abundant species. Our results highlight the importance of maintaining and protecting small forest fragments inserted in an agricultural matrix, as they provide resources such as shelter and food for a portion of the remaining species.

Keywords: fragmentation; rodents; atlantic forest; occurrence of species

## INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é a segunda maior floresta tropical do continente americano e apresenta altos níveis de biodiversidade e endemismo (Costa et al. 2000; Silva et al. 2004; Sigrist and Carvalho 2008). É considerada um dos mais importantes *hotspots* de biodiversidade mundiais (Bogoni et al. 2016). Foi historicamente impactada pela perda, degradação e fragmentação de habitats, resultando em mudanças na estrutura da paisagem e causando impactos negativos a biodiversidade local (Laurance et al. 2012; Newbold et al. 2014; Bogoni et al. 2016). Como resultado, a cobertura nativa do bioma foi fortemente reduzida e a maioria das paisagens da Floresta Atlântica está representada por pequenos fragmentos florestais cercados por matrizes de habitat aberto (Ribeiro et al. 2011). A redução da cobertura florestal promove a fragmentação de habitats e causa impactos negativos nas populações e comunidades animais (Bogoni et al. 2016). Quanto maior a fragmentação, maiores são as ameaças a diversidade biológica, principalmente para espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção (Cerqueira et al. 2003).

No limite sul da distribuição da Floresta Atlântica ocorre o encontro de duas fitofisionomias florestais: Floresta Estacional Decidual (FED) e a Floresta Ombrófila Mista (FOM) (Ruschel et al. 2005, 2009). Estas florestas apresentam elevada importância por sua alta diversidade de espécies vegetais na região (Ruschel et al. 2005). No entanto, encontram-se ameaçadas devido ao histórico fragmentação e degradação pela exploração madeireira e conversão de áreas naturais para agricultura e pecuária (Souza et al. 2015). Rovani et al. (2019) mostram que em um período de 30 anos (1986-2016) a principal causa de mudanças na paisagem na região Norte do Rio Grande do Sul foi o uso antrópico de terras com finalidade agropecuária. No entanto, a partir de 1990 parece ocorrer um aumento na regeneração de florestas degradadas, devido a restrições legais e a limitação da expansão agrícola em áreas de solos de menor aptidão e com declives acentuados, o que impossibilita o uso de maquinários

(Nainggolan et al. 2012; Decian et al. 2016; Rovani et al. 2019). Como consequência, remanescentes florestais preservados em áreas de relevo plano são raros, esparsos e pequenos (Decian et al. 2016)

A expansão das atividades agropecuárias comprometeu a manutenção e permanência das áreas de vegetação nativa e da fauna presente. Os efeitos das mudanças no uso da terra e da paisagem afetam diretamente a qualidade dos habitats ainda disponíveis, podendo limitar a capacidade de dispersão, de colonização e de alimentação dos animais (Terborgh 1988; Primack and Rodrigues 2002; Cerqueira et al. 2003; Olifiers et al. 2005), e tende a diminuir o fluxo gênico entre as populações (Lino et al. 2018). Vários fatores podem determinar a vulnerabilidade de extinção das espécies, sendo a perda de habitats uma das principais ameaças para as espécies de mamíferos (Rodrigues et al. 2002). Algumas espécies, especialmente aquelas com maiores exigências espaciais não conseguem sobreviver em áreas menores e mais isoladas, pois a disponibilidade de alguns recursos vitais é restringida (Redford and Robinson 1991; Estavillo et al. 2013). Consequentemente, pode ocorrer redução nas taxas de sobrevivência e reprodução das populações (Cerqueira et al. 2003).

Os mamíferos de diferentes guildas são afetados diferentemente pelas mudanças na paisagem decorrentes da fragmentação de habitats (Lino et al. 2018). Os pequenos mamíferos também estão sujeitos aos efeitos negativos da fragmentação (Lino et al. 2018). Esses efeitos são mais severos principalmente para espécies incapazes de usar a matriz como habitat secundário (Castro e Fernandez 2002). Além disso, possuem uma área de vida reduzida (quando comparada com mamíferos de médio e grande porte) diminuindo potencialmente o fluxo gênico entre manchas (Pires et al. 2002; Lino et al. 2018). No entanto, por possuírem crescimento rápido e maturidade precoce, grandes ninhadas e curto intervalo de gestação, permite-lhes que se recuperem mais rápido após um declínio populacional (Quesnelle et al. 2014).

Os pequenos mamíferos constituem um grupo numeroso e diverso funcionalmente e filogeneticamente (Wilson and Reeder 2005). Possuem uma capacidade reduzida de ocupar ambientes perturbados, sugerindo que as populações de espécies de Floresta Atlântica estejam isoladas em remanescentes florestais com baixa proporção de floresta nativa (Umetsu and Pardini 2007). A comunidade de pequenos mamíferos em áreas fragmentadas tende a ter uma menor riqueza e maior variabilidade na composição de espécies do que em fragmentos maiores ou conectados por corredores (Pardini et al. 2005). São influenciados diretamente pelas variações que ocorrem nas condições de habitat e micro-habitat disponíveis (Galiano et al. 2014). Por sua vez, a ocorrência pode estar correlacionada com a disponibilidade de árvores que oferecem proteção contra predadores e possivelmente também a disponibilidade de alimentos (Dalmagro and Vieira 2005; Lima et al. 2010; Galiano et al. 2014). Sabe-se que as características estruturais do habitat são capazes de influenciar a distribuição e a variedade de recursos, bem como os processos de nidificação e coexistência de espécies com hábitos distintos (Delciellos et al. 2015).

Neste contexto, compreender como a estrutura da paisagem e as características dos fragmentos florestais influenciam na ocorrência de espécies se torna importante, principalmente em regiões onde existem fragmentos isolados por áreas agrícolas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo determinar como varia a comunidade de pequenos mamíferos e sua relação com as características da paisagem, em uma região de Floresta Subtropical altamente fragmentada, no sul do Brasil. Para tal, utilizamos métricas da paisagem relacionadas com os tamanhos dos fragmentos, área central e formato, para estimar os efeitos da estrutura da paisagem na ocorrência de espécies de pequenos mamíferos. Além disso, avaliamos a ocorrência e a diversidade de pequenos mamíferos não voadores nos fragmentos analisados.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***ÁREA DE ESTUDO***

O estudo foi desenvolvido no limite sul da distribuição da Floresta Atlântica no Brasil, mais especificamente na região norte do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A paisagem na área de estudo é caracterizada pela Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista, denominada de forma mais específica de Floresta Subtropical do Alto Uruguai (Leite and Klein 1990; Budke et al. 2010). O clima é do tipo Cfa subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas, verões quentes (Alvares et al. 2013), e temperatura média anual de 18,5°C. A região apresenta relevo acidentado e altitude varia entre 400 metros nas calhas dos rios e 800 metros nas partes mais altas. A paisagem na área de estudo corresponde a uma região altamente fragmentada (Budke et al. 2010), com presença de agricultura de caráter essencialmente familiar.

Para as amostragens foram selecionados seis remanescentes florestais representativos da paisagem regional (Figura 1). Os fragmentos florestais amostrados estão estágio de sucessão secundária intermediário e/ou avançado, com núcleos de floresta primária. Apresentam fisionomia arbórea formada por dossel fechado e relativamente uniforme, árvores emergentes ocorrendo com diferentes graus de intensidade, copas superiores horizontalmente amplas, com distribuição diamétrica de grande amplitude. O relevo é acidentado, onde houve retirada esporádica de árvores de valor madeireiro. Foram selecionados fragmentos com no mínimo de 200x200 metros e foi preservada uma distância mínima entre os fragmentos de 3 km. As áreas amostradas encontram-se dispostas ao longo da BR-153, que liga o município de Erechim, no Estado do Rio Grande do Sul, ao Estado de Santa Catarina.

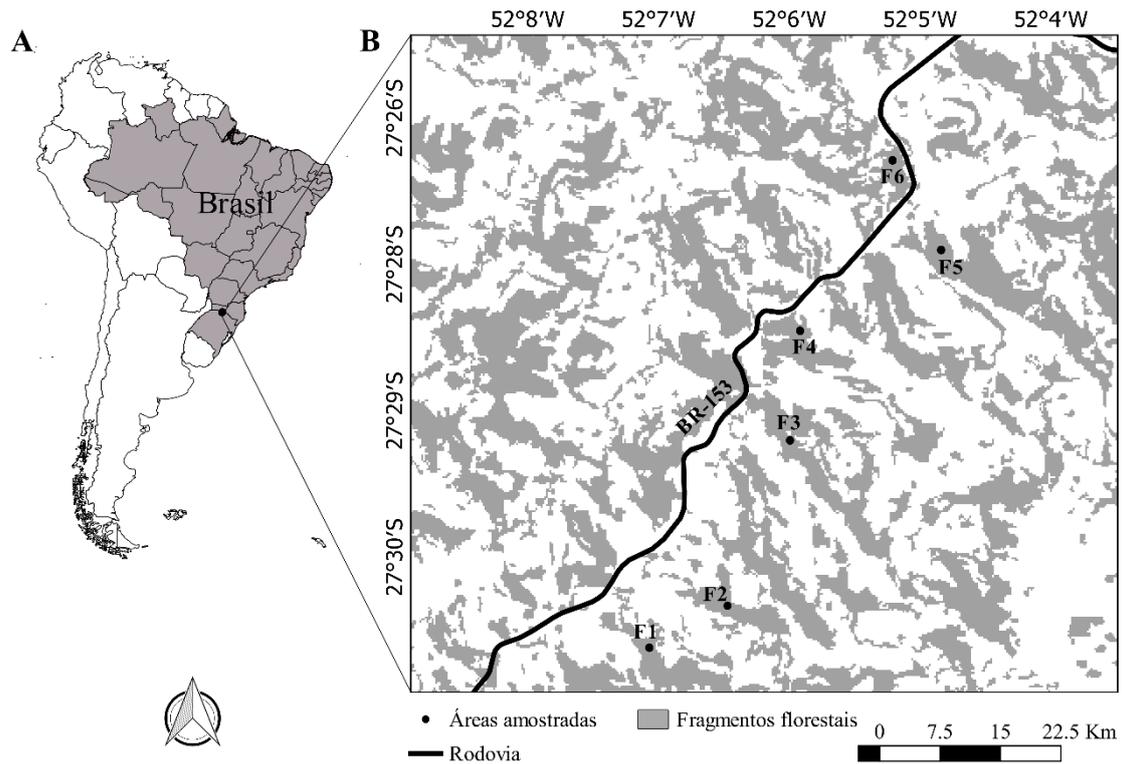


Figura 1: Área de estudo (A) e os seis fragmentos florestais amostrados (B) F1-F6 no norte do Estado do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. Em branco áreas desprovidas de vegetação florestal, destinada principalmente para uso agropecuário.

Fonte: Autora, 2019.

### **COLETA DE DADOS**

A coleta de dados foi realizada entre os meses de julho a dezembro de 2018. Foram amostrados três fragmentos em cada mês, possibilitando três repetições por fragmento. Nos meses de julho, setembro e novembro foram amostrados os fragmentos 1 (116.20 ha), 2 (141.54 ha) e 3 (51.50 ha); e nos meses de agosto, outubro e dezembro os fragmentos 4 (48.73 ha), 5 (197.15 ha) e 6 (254.64 ha). Em cada fragmento foram estabelecidos três transectos com oito pontos amostrais cada, distantes 10 metros entre si. Em cada ponto de amostragem foi colocada uma armadilha do tipo *Tomahawk*, nas dimensões 250x80x90mm intercalando entre os pontos a disposição das mesmas sempre que possível (solo e sub-bosque) com o intuito de otimizar as capturas (Dalmagro and Vieira 2005; Galiano et al. 2013). Como isca utilizamos pasta composta por creme de amendoim, banana e sardinha aplicada sobre uma

rodela de milho verde (Galiano et al. 2013). As armadilhas permaneceram armadas em atividade interrompida durante 10 dias consecutivos por mês, sendo verificadas na parte da manhã, com a reposição das iscas quando necessário. O esforço amostral foi de 1.440 armadilhas/noite por fragmento, totalizando um esforço de 8.640 armadilhas/noite.

Os animais capturados foram identificados e liberados no mesmo local da captura. Para a identificação em nível de espécie, foram coletados materiais genéticos dos espécimes testemunhos e confirmados pela análise citogenética e molecular (licença SISBIO: 52837-1; Autorização do Comitê Ética: 23205.002502/2018-10), realizados pelo Laboratório de Citogenética e Evolução da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

### ***MÉTRICAS DA PAISAGEM***

Para cada fragmento florestal amostrado foram estimadas três métricas: tamanho (AREA, em hectares), forma (SHAPE) e tamanho da área central do fragmento (CORE). A métrica AREA (ha) corresponde ao tamanho total dos fragmentos. O índice SHAPE indica o grau de complexidade da forma dos fragmentos, sendo que quanto mais próximo do menor valor (shape=1), menos irregular será a forma do fragmento, e conseqüentemente maior a probabilidade de área de núcleo ser mais íntegra e com maiores proporções. O índice CORE representa o tamanho da área central de cada fragmento, equivalente ao núcleo, separada da borda por uma distância pré-definida, sendo que no presente estudo foi utilizado uma metragem de 50 metros em cada fragmento. Esta métrica estima a área total do habitat preservada dentro de um fragmento (Laurance 1991). As análises de cobertura florestal foram realizadas através do *software* FRAGSTATS 3.3 (Mcgarigal and Marks 1995).

## **ANÁLISES DE DADOS**

Para cada fragmento amostrado foram determinadas a riqueza e composição de espécies, e estimada a diversidade por meio do índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ). A diferença da diversidade entre os diferentes fragmentos foi verificada por meio do teste t de *Student* (Magurran 1988). Análises de regressão múltipla foram realizadas para testar a influência das três métricas da paisagem (AREA, CORE e SHAPE) sob os padrões de ocorrência das espécies observados em cada fragmento amostrado. Para isso, foram utilizadas como variáveis dependentes a ocorrência total (número de capturas) das três espécies mais abundantes por fragmento (*Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes* e *Sooretamys angouya*), relacionadas com as variáveis da paisagem. As análises estatísticas foram realizadas no software PAST 3.0 (Hammer et al. 2013).

## **RESULTADOS**

Foram obtidas um total de 336 capturas de quatro espécies de pequenos mamíferos não voadores, sendo três espécies de roedores e uma espécie de marsupial (Tabela 1). Os três roedores foram: *Akodon montensis* Thomas, 1913 (n=105), *Oligoryzomys nigripes* Olfers, 1818 (n=165), *Sooretamys angouya* Fischer, 1814 (n=62); e o marsupial foi *Gracilinanus microtarsus* Wagner, 1842 (n=4). O sucesso de captura foi de 3,88%.

Dentre os seis fragmentos florestais amostrados, houve diferença na diversidade entre eles. O fragmento F5 foi o que apresentou uma maior diversidade ( $H=1,283$ ) e o fragmento F3 apresentou a diversidade mais baixa ( $H=0,410$ ). O Fragmento F3 também apresentou a menor riqueza (n=2 espécies). Houve diferença significativa na diversidade entre os fragmentos F1-F5 (p=0,010), F2-F4 (p=0,035), F2-F5 (p=0,008), F3-F4 (p=0,035), F3-F5 (p=0,011), F4-F6 (p=0,031) e F5-F6 (p=0,004) (Tabela 1).

Tabela 1: Espécies, número de capturas, diversidade (H') e riqueza de pequenos mamíferos registrados por fragmento florestal amostrado (F1-F6), de Julho a Dezembro de 2018, na região norte do Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil.

Família/Espécie	Fragmento					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Cricetidae						
<i>Akodon montensis</i> (Thomas, 1913)	36	38	1	11	4	16
<i>Oligorizomys nigripes</i> (Olfers, 1818)	13	74	6	10	6	55
<i>Sooretamys angouya</i> (Fischer, 1814)	10	18	-	15	10	9
Didelphidae						
<i>Gracilinanus microtarsus</i> (Wagner, 1842)	-	-	-	-	3	1
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>130</b>	<b>7</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>80</b>
Diversidade (H')	0,935	0,954	0,410	1,083	1,283	0,865
Riqueza	3	3	2	3	4	4
Total de indivíduos	59	130	7	36	23	81

O modelo de regressão múltipla demonstrou que dentre as três espécies analisadas, apenas *Sooretamys angouya* apresentou uma relação significativa e positiva com a métrica tamanho do fragmento (AREA), e negativa com tamanho da área central do fragmento (CORE) ( $p = 0,049$ ;  $p = 0,038$ ; Tabela 2). *Akodon montensis* e *O. nigripes* não apresentaram associação com nenhuma das variáveis analisadas. Os seis fragmentos florestais também apresentaram diferenças em relação as métricas da paisagem analisada (Anexo 1).

Tabela 2: Relação das métricas da paisagem dos seis fragmentos florestais para as três espécies de pequenos mamíferos analisadas. (t) valor da estatística; (p) nível de significância do modelo; (R<sup>2</sup>) Coeficiente de determinação.

Espécies	Métricas*	t	p	R <sup>2</sup>
<i>Akodon montensis</i>	AREA	0,601	0,609	0,012
	SHAPE	3,206	0,085	0,495
	CORE	-3,155	0,087	0,215
<i>Oligorizomys nigripes</i>	AREA	1,289	0,326	0,237
	SHAPE	-0,447	0,698	0,314
	CORE	-1,303	0,322	0,000
<i>Sooretamys angouya</i>	AREA	4,153	0,049	0,018
	SHAPE	-2,413	0,137	0,094
	CORE	-4,972	0,038	0,167

\*As métricas correspondem: AREA (ha) dos fragmentos; SHAPE (forma do fragmento) seu menor valor indica fragmento de forma simples; CORE (área central) área média central dos fragmentos.

## DISCUSSÃO

As duas espécies mais registradas, *Akodon montensis* e *Oligorizomys nigripes*, que juntas somam mais da metade dos registros, são consideradas generalistas no uso do habitat e comuns em ambientes florestais (Puttker et al. 2008), podendo utilizar campos, bordas de florestas e áreas de crescimento secundário (Vieira et al. 2003; Horn et al. 2008). Possuem hábito terrestre e são consumidores onívoros e herbívoros respectivamente (Barlow 1969; Christoff et al. 2013). Dalmagro and Vieira (2005) e Galiano et al. (2013), em áreas de Floresta de Araucária, obtiveram maior ocorrência de *O. nigripes* em quase todas as áreas, seguidas de *A. montensis*, indicando que estas espécies são comuns e abundantes na região sul da Floresta Atlântica (Umetsu and Pardini 2007; Antunes et al. 2010). A maior ocorrência destas duas espécies pode ser devido as capacidades ecológicas dessas espécies de habitarem e manterem populações em ambientes antropizados. Em função de ocuparem fragmentos de

floresta em estágio secundário, a ocorrência pode estar relacionada também com o aumento da produtividade e disponibilidade de recursos alimentares (Pardini and Umetsu 2006).

*Sooretamys angouya* foi a terceira espécie mais registrada e segundo Bonvicino *et al.* (2002), é uma espécie considerada comum, mas não abundante na região de Floresta Atlântica. Outros estudos realizados no sul da Floresta Atlântica também mostram ocorrência de *S. angouya* similares aos encontrados aqui (Pardini and Umetsu 2006; Lima et al. 2010; Maestri et al. 2014). A única espécie de marsupial capturada, *Gracilinanus microtarsus*, é classificada como comum Bonvicino et al. (2002), mas de difícil captura devido suas características ecológicas. Corroboram com esta proposta o fato de outros estudos desenvolvidos na região de Floresta de Araucária não terem registrado esta espécie (Dalmagro and Vieira 2005; Pedó et al. 2010; Galiano et al. 2013). É uma espécie que habita principalmente o dossel e sub-bosque (Vieira and Monteiro-Filho 2003). Seu hábito alimentar é classificado como insetívoro-onívoro (Martins and Bonato 2004) e possui hábitos noturnos.

Em relação a riqueza de espécies, quando comparada com outros estudos realizados em áreas da Floresta Atlântica no sudeste do Brasil nosso resultado foi baixo (Castro and Fernandez 2004; Vieira et al. 2009; Pardini and Umetsu 2006; Puttker et al. 2006). No entanto, a riqueza registrada corresponde com a encontrada em estudos desenvolvidos no limite sul da Floresta Atlântica (Cademartori et al. 2004, 2008; Dalmagro and Vieira 2005; Lima et al. 2010; Galiano et al. 2013).

Os seis fragmentos amostrados, que se encontram em estágio intermediário/avançado de regeneração, apresentaram composição de espécies de roedores similares entre si. Apenas o fragmento F3, que apresentou o menor valor de capturas ( $n=7$ ) e diversidade ( $H=0,410$ ), possui a segunda menor área dentre os fragmentos amostrados (51.50 ha). Um dos fatores que pode ter influenciado a baixa captura e diversidade é que este fragmento parece ter sofrido um grau de intervenção maior, pois sua cobertura florestal é mais aberta e há presença de estradas

entre os transectos, causas que podem influenciar na presença dos pequenos mamíferos. Salienta-se, entretanto, que as características da cobertura florestal não foram quantificadas. Ainda, as características comportamentais das espécies também devem ser levadas em conta, pois espécies de pequenos mamíferos respondem diferentemente as alterações do habitat (Pardini et al. 2005; Puttker et al. 2008).

O fragmento F5 apresentou maior diversidade ( $H=1,283$ ), obteve a segunda menor ocorrência de espécies ( $n=20$ ), e registrou três vezes a espécie *G. microtarsus*. Este fragmento possui a segunda maior área do estudo (197.15 ha), podendo ter maior disponibilidade de habitats e cobertura florestal capturando mais facilmente esta espécie que utiliza principalmente o dossel (Passamani and da Rosa 2015). No entanto, o fragmento F4 obteve uma ocorrência de espécies similar ao fragmento F5 e a segunda maior diversidade, mas possui a menor área em relação aos seis fragmentos (48.73 ha). Estes resultados podem estar associados a semelhança estrutural dos habitats e indicando que o grau de conservação das florestas pode causar variações na ocorrência das espécies, independentemente do tamanho dos fragmentos florestais. Em seu estudo em paisagens fragmentadas em Madagascar, Bodin et al. (2006) relata que os pequenos fragmentos florestais foram considerados de grande importância para a geração dos serviços ecossistêmicos estudados. Resultados semelhantes foram observados por Vieira et al. (2009), onde os pequenos fragmentos possuem importância assim como os grandes para a presença de espécies, o que realmente determinou a riqueza foi o isolamento das áreas florestais e as atividades econômicas no entorno.

A distribuição das espécies nos fragmentos florestais seguiu o padrão de uma ou duas espécies dominantes e as demais pouco frequentes. Essa distribuição das espécies parece ser reflexo da capacidade e limitações de cada espécie em ocupar ambientes distintos, dependendo de seus atributos ecológicos e do grau de conservação do fragmento. Alguns estudos, como Pardini et al. (2005) e Passamani and Fernandez (2011) realizados na Floresta

Atlântica reforçam essa diferença, tanto na ocorrência quanto na diversidade entre as áreas amostradas. Estes estudos enfatizam que a presença das espécies não é influenciada apenas pelas características do habitat, mas também pelo tipo de matriz no entorno. Castro and Fernandez (2004) mostram que a tolerância a matriz é um fator determinante na presença e/ou ausência de pequenos mamíferos em fragmentos florestais, atuando como um filtro seletivo.

A espécie *S. angouya* apresentou uma tendência positiva em relação ao parâmetro AREA (ha) e uma tendência negativa a CORE. Nossos resultados indicam que a espécie está associada a áreas maiores, no entanto mostra que fragmentos menores também possuem importância para a manutenção dessa espécie. A relação negativa observada com as áreas consideradas “núcleo” dos fragmentos nos permite inferir que possivelmente a espécie não tem preferências por área núcleo, mas que pode ocorrer ao longo de todo o fragmento.

*Sooretamys angouya* é considerada uma espécie especialista dentre as espécies encontradas no estudo e endêmica da Floresta Atlântica, estando estreitamente associada a vegetação nativa e estágios sucessionais secundários, possui hábito escansorial capaz de utilizar tanto solo como sub-bosque (Feliciano et al. 2002; Umetsu and Pardini 2007; Cademartori et al. 2008). Sendo assim, habitats antropogênicos apresentam baixa adequação a ocorrência dessas espécies, podendo ser mais afetados pelo desmatamento, expansão da agricultura e urbana em florestas tropicais (Umetsu and Pardini 2007). Já as espécies *A. montensis* e *O. nigripes* não apresentaram significância positiva com as métricas da paisagem. Essa relação já era esperada, pois ambas espécies são consideradas generalistas e abundantes em fragmentos de Floresta de Araucária e Floresta Atlântica como reportado por diversos estudos (Dalmagro and Vieira 2005; Pardini and Umetsu 2006; D’Andrea et al. 2007; Lima et al. 2010; Galiano et al. 2013).

Os nossos resultados demonstram que as seis áreas florestais estudadas e com estágio de sucessão secundário, sustentam uma riqueza e ocorrência de pequenos mamíferos não

voadores estruturalmente similar. O fragmento F3 quando comparado com os outros, apresentou uma ocorrência e riqueza baixa, possivelmente pelo pequeno tamanho ou menor grau de conservação. A riqueza de pequenos mamíferos, embora baixa, apresentou valores semelhantes com os estudos realizados na região da Floresta Atlântica e em Florestas de Araucária. A Floresta Atlântica na região Norte do estado do Rio Grande do Sul, mais especificadamente a região do Alto Uruguai, apresenta fragmentos florestais pequenos não protegidos, inseridos em matrizes principalmente de agricultura. A baixa riqueza encontrada nesse estudo torna-se reflexo da conservação dos fragmentos amostrados. Este resultado provavelmente tem relação com o uso da terra realizado por antepassados e atualmente, onde práticas no uso da terra levou a grande parte de áreas naturais serem devastadas, afetando consequentemente a fauna local. Sendo assim, a maior parte das espécies que hoje temos nos remanescentes de Floresta Atlântica são as que conseguiram se adaptar a esse regime tradicional do uso da terra.

## REFERÊNCIAS

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes G, Leonardo J, Sparovek G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Z.* 22(6): 711-728.
- Antunes PC, Campos MAA, Oliveira-Santos LGR, Graipel ME. 2010. Population dynamics of *Akodon montensis* (Rodentia, Cricetidae) in the Atlantic forest of Southern Brazil. *Mammal Biol.* 2(75): 186-190.
- Barlow JC. 1969. Observations on the biology of rodents in Uruguay. *Roy Ont Mus Life Sci Contrib.* 75: 59.
- Bodin, Ö, Tengö M, Norman A, Lundberg J, Elmqvist T. 2006. The value of small size: loss of forest patches and ecological thresholds in southern Madagascar. *Ecol Applications.* 16(2): 440-451.
- Bogoni JA, Cherem JJ, Giehl ELH, Oliveira-Santos LG, de Castilho PV, Filho VP, Fantacini FM, Tortato MA, Luiz MR, Rizzaro R, Graipel ME. 2016. Landscape features lead to shifts in communities of medium-to large-bodied mammals in subtropical Atlantic Forest. *J Mammal.* 97(3): 713-725.
- Bonvicino CR, Lindbergh SM, Maroja LS. 2002. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potencial use for monitoring environment. *Braz J Biol.* 62(4B): 765-774.
- Budke JC, Alberti MS, Zanardi C, Baratto C, Zanin EM. 2010. Bamboo dieback and tree regeneration responses in a subtropical forest of South America. *Forest Ecol Manag* 260(8): 1345-1349.

Cademartori CV, Marques RV, Pacheco SM. 2008. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Rev Bras Zool*. 10(3): 187-194.

Castro EBV, Fernandez FA. 2004. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil. *Biol Conserv*. 119(1): 73-80.

Cerqueira R, Brant A, Nascimento MT, Pardini R. 2003. Fragmentação: alguns conceitos. In: Rambaldi, DM, Oliveira DAS (Org.) *Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF. p. 43-63.

Christoff AU, Peters FB, Roth PRO, Coelho EL, Jung DMH. 2013. Myomorpha. In: Weber MM, Roman C, Cáceres NC (Org.) *Mamíferos do Rio Grande do Sul*. Santa Maria: editoraufsm. p. 287-342.

Costa LP, Leite YLR, Fonseca GAB, Fonseca MT. 2000. Biogeography of South American Forest Mammals: Endemism and Diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica*. 32(4b): 872-881.

D'Andrea PS, Gentile R, Maroja LS, Fernandes FA, Coura R, Cerqueira R. 2007. Small mammal populations of an agroecosystem in the Atlantic Forest domain, southeastern Brazil. *Braz J Biol*. 67(1): 179-186.

Dalmagro ADL, Vieira EM. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. *Austral Ecol*. 30(4): 353-362.

Decian VS, Zanin EM, Krause P, de Quadros FR, Rovani IL. 2016. Dinâmica do uso e cobertura da terra e fragmentação florestal em uma área de drenagem no Norte do Rio Grande Do Sul. *Perspectiva*. 40(149): 21-32.

- Delciellos AC, Vieira MV, Grelle CE, Cobra P, Cerqueira R. 2015. Habitat quality versus spatial variables as determinants of small mammal assemblages in Atlantic Forest fragments. *J Mammal.* 97(1): 253-265.
- Estavillo C, Pardini R, da Rocha PLB. 2013. Forest loss and the biodiversity threshold: an evaluation considering species habitat requirements and the use of matrix habitats. *PloS one.* 8(12): e82369.
- Feliciano BR, Fernandez FAS, Freitas D, Figueiredo MSL. 2002. Population dynamics of small rodents in a grassland between fragments of Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Mammal Biol.* 67(5): 304-314.
- Galiano D, Kubiak BB, Marinho JR, Freitas TRO. 2013. Population dynamics of *akodon montensis* and *oligoryzomys nigripes* in an araucaria forest of Southern Brazil. *Mammalia.* 77: 173-179.
- Galiano D, Kubiak BB, Estevan C, Moraes RM, Malysz M, Hepp LU, Marinho JR, Freitas TRO. 2014. Small mammals in Araucaria rain forest: linking vegetal components and the arthropod fauna with rodent community. *Stud Neotrop Fauna Environ.* 49(3): 185-190.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2013. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontological Statistics, PAST 3.0 the Past of the Future.*
- Horn GB, Kindel A, Hartz SM. 2008. *Akodon montensis* (Thomas, 1913) (Muridae) as a disperser of endozoochoric seeds in a coastal swamp forest of southern Brazil. *Mammal Biol.* 73: 325-329.
- Laurance WF. 1991. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. *Biol Conserv.* 57(2): 205-219.

- Laurance WF, Useche DC, Rendeiro J, Kalka M, Bradshaw CJ, Sloan SP, Laurance SG, Campbell M, Abernethy K, Alvarez P, et al. 2012. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nat.* 489(7415): 290-294.
- Lima DO, Azambuja BO, Camilotti VL, Cáceres NC. 2010. Small mammal community structure and microhabitat use in the austral boundary of the Atlantic Forest, Brazil. *Zool.* 27(1): 99-105.
- Leite PF, Klein RM. 1990. Vegetação. *Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro, p.113-150.
- Lino A, Fonseca C, Rojas D, Fischer E, Pereira MJR. 2018. A meta-analysis of the effects of habitat loss and fragmentation on genetic diversity in mammals. *Mammal Biol.* 69-76.
- Magurran AE. 1988. Why diversity? In: *Ecological diversity and its measurement*. Springer, Dordrecht. p. 1-5.
- Martins EG, Bonato V. 2004. On the diet of *Gracilinanus microtarsus* (Marsupialia, Didelphidae) in Atlantic Rainforest fragment in southeastern Brazil. *Mammal Biol.* 69(1): 58-60.
- Maestri R, Galiano D, Kubiak BB, Marinho JR. 2014. Diversity of small land mammals in a subtropical Atlantic forest in the western region of the state of Santa Catarina, southern Brazil. *Biota Neotrop.* 14(4): e20140129.
- McGarigal K, Marks BJ. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. p. 122.

- Nainggolan D, De Vente J, Boix-Fayos C, Termansen M, Hubacek K, Reed MS. 2012. Afforestation, agricultural abandonment and intensification: Competing trajectories in semi-arid Mediterranean agro-ecosystems. *Agric Ecosyst Environ.* 159:90-104.
- Newbold T, Hudson LN, Phillips HR, Hill SL, Contu S, Lysenko I, Blandon A, Butchart SHM, Booth HL, Day J, et al. 2014. A global model of the response of tropical and subtropical forest biodiversity to anthropogenic pressures. *Proc R Soc B.* 281(1792): 20141371.
- Olifiers N, Gentile R, Fizon JT. 2005. Relation between small-mammal species composition and anthropic variables in the Brazilian Atlantic Forest. *Braz J Biol.* 65(3): 495-501.
- Pardini R, Umetsu F. 2006. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande: distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. *Biota Neotrop.* 6(2): 0-0.
- 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(2): 253-266.
- Passamani, M, da Rosa CA. 2015. Use of space by the marsupials *Gracilinanus microtarsus* (Gardner and Creighton, 1989) and *Marmosops incanus* (Lund, 1840) in an Atlantic Forest of southeastern Brazil. *J Nat Hist.* 49(19-20): 1225-1234.
- Passamani M, Fernandez FA. 2011. Movements of small mammals among Atlantic forest fragments in Espírito Santo, southeastern Brazil. *Mammalia.* 75(1): 83-86.
- Pedó E, Freitas TR, Hartz SM. 2010. The influence of fire and livestock grazing on the assemblage of non-flying small mammals in grassland-Araucaria Forest ecotones, southern Brazil. *Zool.* 27(4): 533-540.

Pires AS, Lira PK, Fernandez FA, Schittini GM, Oliveira LC. 2002. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. *Biol Conserv.* 108(2): 229-237.

Prevedello JA, Vieira MV. 2010. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. *Biodivers Conserv.* 19(5): 1205-1223.

Primack RB, Rodrigues E. 2002. *Biologia da conservação*. 3rd ed. Londrina: E. Rodrigues.

Puttker T, Pardini R, Meyer-Lucht Y, Sommer S. 2008. Responses of five small mammal species to micro-scale variations in vegetation structure in secondary Atlantic Forest remnants, Brazil. *BMC Ecol.* 8(1): 1-10.

Quesnelle PE, Lindsay KE, Fahrig L. 2014. Low reproductive rate predicts species sensitivity to habitat loss: a meta-analysis of wetland vertebrates. *PLoS One.* 9(3): e90926.

Redford KH, Robinson JG. 1991. Park size and the conservation of forest mammals in Latin America. In: Mares MA, Schimidly, DJ (Org.) *Latin American mammalogy: history, biodiversity and conservation*. Norman and London: University of Oklahoma Press. p. 227-234.

Ribeiro MC, Martensen AC, Metzger JP, Tabarelli M, Scarano F, Fortin MJ. 2011. The Brazilian Atlantic Forest: A Shrinking Biodiversity Hotspot. In: Zachos F, Habel J (Org.) *Biodiversity Hotspots*. Springer: Berlin, Heidelberg. p. 405-434.

Rodrigues FHG, Silveira L, Jácomo ATA, Carmignotto AP, Bezerra AMR, Coelho DC, Garbogini H, Pagnozzi J, Hass A. 2002. Composição e caracterização da fauna de mamíferos do Parque Nacional das Emas, Goiás, Brasil. *Rev Bras Zool.* 19(2): 589-600.

Rovani I, dos Santos J, Decian V, Zanin E. 2019. Avaliando mudanças de naturalidade resultantes de um uso histórico da terra na região Sul do Brasil: uma análise do período 1986-2016. *J Environ Prot.* 10:149-163.

Ruschel AR, Guerra MP, Moerschbacher BM, Nodari RO. 2005. Valuation and characterization of the timber species in remnants of the Alto Uruguay River ecosystem, southern Brazil. *For Ecol Manag.* 217(1): 103-116.

Ruschel AR, Guerra MP, Nodari RO. 2009. Estrutura e composição florística de dois fragmentos da Floresta Estacional Decidual do Alto-Uruguai, SC. *Cienc Florest.* 19(2): 225-236.

Sigrist MS, Carvalho CJBD. 2008. Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE): the Neotropical region and the Atlantic Forest. *Biota Neotrop.* 8(4): 0-0.

Silva JMC, de Sousa MC, Castelletti CH. 2004. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. *Global Ecol Biogeogr.* 13(1): 85-92.

Souza K, Souza CD, Rosa MD, Cruz AP, Lima CL, Silva JO, Lazzarin LC, Loebens R, Dias RAR, da Silva AC, et al. 2015. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo de uma floresta subtropical ao longo de uma topossequência no Alto-Uruguai. *Sci For.* 43(106): 321-332.

Terborgh J. 1988. The big things that run the world-a sequel to EO Wilson. *Conserv Biol.* 2(4): 402-403.

Umetsu F, Pardini R. 2007. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats – evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. *Landsc Ecol.* 22(1):517–530.

Vieira EM, Monteiro-Filho EL. 2003. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *J Trop Ecol.* 19(5): 501-507.

Vieira MV, Olifiers N, Delciellos AC, Antunes VZ, Bernardo LR, Grelle, CE, Cerqueira R. 2009. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. *Biol Conserv.* 142(6): 1191-1200.

Vieira EM, Pizo MA, Izar P. 2003. Fruit and seed exploitation by small rodents of the Brazilian Atlantic forest. *Mammalia.* 67: 533-539.

Wilson DE, Reeder DM. (Org.). 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference.* JHU Press. p. 74.

ANEXO A - Tabela das métricas da paisagem em relação aos seis fragmentos florestais.

Tabela 3: Resultado das três métricas da paisagem em relação aos seis fragmentos florestais amostrados na região norte do estado do Rio Grande do Sul.

<b>Fragmentos</b>	<b>Métricas</b>		
	<b>AREA</b>	<b>SHAPE</b>	<b>CORE</b>
<b>F1</b>	116.20	4.79	46.09
<b>F2</b>	141.53	4.40	29.17
<b>F3</b>	51.50	2.17	70.58
<b>F4</b>	48.73	2.00	28.30
<b>F5</b>	197.15	3.74	121.39
<b>F6</b>	254.64	4.56	145.98