
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E BIODIVERSIDADE

Comunidade de pequenos mamíferos e fatores que afetam a abundância de espécies em um fragmento de Mata Atlântica

CLARIANA LIMA ANDRÉ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biodiversidade da Universidade Estadual Paulista como requisito à obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Janeiro - 2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E BIODIVERSIDADE

Comunidade de pequenos mamíferos e fatores que afetam a abundância de espécies em um fragmento de Mata Atlântica

CLARIANA LIMA ANDRÉ

ORIENTADORA : MARINA CORRÊA CÔRTEZ

COORDENADOR : RICARDO BOVENDORP

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biodiversidade da Universidade Estadual Paulista como requisito à obtenção do título de Mestre em Ecologia.

**Rio Claro – Janeiro de
2019**

A555c André, Clariana Lima
Comunidade de pequenos mamíferos e fatores que afetam a
abundância de espécies em um fragmento de Mata Atlântica /
Clariana Lima André. -- Rio Claro, 2019
42 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientadora: Marina Corrêa Côrtes
Coorientador: Ricardo Bovendorp

1. Ecologia de comunidades. 2. Conservação. 3. Médios e
grandes mamíferos. 4. Fatores microambientais. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Influência dos fatores microambientais e dos competidores sobre a diversidade de pequenos mamíferos (Rodentia e Didelphimorphia) na Mata Atlântica

AUTORA: CLARIANA LIMA ANDRÉ

ORIENTADORA: MARINA CORREA CORTES

COORIENTADOR: RICARDO SIQUEIRA BOVENDORP

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ECOLOGIA E BIODIVERSIDADE, área: Biodiversidade pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. MARINA CORREA CORTES
Departamento de Ecologia / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP



Prof. Dr. MAURO GALETTI RODRIGUES
Departamento de Ecologia / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP



Prof. Dr. FERNANDO HENRIQUE MARTIN GONÇALVES
Pós Doutorado do Departamento de Ecologia / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP

Rio Claro, 16 de janeiro de 2019

TÍTULO ALTERADO PARA:

Comunidade de pequenos mamíferos e fatores que afetam a abundância de espécies em um fragmento de Mata Atlântica

Dedico este trabalho aos meus avós, *in memoriam*, Maria Thereza e Vicente.

“Just remember — if you are really and truly determined to work with animals, somehow, either now or later, you will find a way to do it. But you have to want it desperately, work hard, take advantage of an opportunity and never give up. “(Jane Goodall)

Agradecimentos

- *A Deus por tudo.*
- *À minha família por todo apoio desde sempre, principalmente, à minha mãe, **Luciana**; meu pai, **Ricardo** e a minha madrinha, **Rosângela**.*
- *Às minhas coorientadoras do Rio de Janeiro, **Suzy Emídio** e **Júlia Luz**, por todo o processo de lapidação que recebi desde a graduação.*
- *Aos meus amigos de Rio Claro que me abraçaram em todas as fases: **Caroline Varussa, Dona Vera, Magaiver, Leticia Sanches, Bruna Patrocionio, Vivian, Raissa, Cláudia Brandt**. Os cafés das nossas tardes na república foram incríveis. Aquela mesa ensinou para vida!*
- *À **dona Maria**, que foi uma das pessoas que mais me ensinou sobre a vida em São Paulo. Eu sinto a sua falta.*
- *Aos meus ajudantes de campo e amigos: **Sean, Urucum, Vivian, Geovana, Migué, Aikis, Bad, Rochelle, Calebe**.*
- *À **Célia** por todo o seu carinho, seus bolos e pães caseiros, que tanto me alegravam no campo.*
- *À **Estação Ecológica de Caetetus**, por me receber durante os campos.*
- *À minha orientadora, **Dra. Marina Côrtes**, por toda sua paciência e humanidade.*
- *Ao meu co-orientador, **Dr. Ricardo Bovendorp**, por ter abraçado o projeto e o desafio de coorientar.*
- *Ao **Dr. Mauro Galetti, Dr. Fernando Gonçalves** e **Dr. Nacho**, por terem me apoiado desde sempre e aceitarem compor a banca.*
- *O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001*
- *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (2014 – 01986-0).*
- *Ao **Programa de Pós-graduação em Ecologia e Biodiversidade, Unesp – Campus Rio Claro** e ao **LABIC (Laboratório de Biologia da Conservação – Unesp campus Rio Claro)**.*

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Comunidade de pequenos mamíferos e fatores que afetam a abundância de espécies em um fragmento de Mata Atlântica

Resumo

Vários são os fatores que podem influenciar a abundância de espécies e a composição das comunidades animais. Os pequenos mamíferos (Rodentia e Didelphimorphia) são um modelo de estudo bastante utilizado na ecologia de comunidades, visto que representam o grupo mais diversificado de mamíferos nas florestas Neotropicais. Os fatores microambientais podem exercer considerável influência sobre o uso do espaço pelos indivíduos e na diversidade da comunidade, por conta de fornecerem recursos essenciais para a sobrevivência, como alimento e abrigo (eg. troncos caídos, frutos e insetos). Já a presença dos médios e grandes mamíferos, devido ao controle que exercem por competição e por predação, chamado de controle *top down*, também auxiliam na manutenção da diversidade. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a diversidade de espécies e entender como os fatores microambientais e a presença dos médios e grandes mamíferos influenciam no padrão espacial de captura de indivíduos de pequenos mamíferos não voadores da Mata Atlântica. O presente estudo foi realizado em um gride de captura de 150 x 150 metros, na Estação Ecológica de Caetetus, localizada no interior do estado de São Paulo. A comunidade apresentou dominância de três taxa: *Didelphis albiventris*, *Oligoryzomys* sp., *Akodon* sp. Tanto a presença de manchas de bambu quanto a ocorrência de animais competidores apresentaram influência negativa significativa no número de capturas de pequenos mamíferos de Caetetus. Os resultados sugerem que uma maior ocorrência de competidores em determinados sítios pode repelir a presença dos pequenos mamíferos. Seja por meio da competição interespecífica ou por meio do pisoteio e alteração do micro-habitat. No que tange a presença do bambu, quanto mais bambu, menor a captura dos pequenos mamíferos, afetando, portanto, a comunidade negativamente. Frente à expansão das manchas do bambu em interior de florestas, é necessário que se considere o manejo do bambu e o monitoramento dos médios e grandes mamíferos na Estação Ecológica de Caetetus.

Palavras – chave: Ecologia de comunidades, conservação, médios e grandes mamíferos, fatores microambientais.

Community of small mammals and factors that affect the abundance of species in a fragment of Atlantic Forest

Summary

Small mammals (Rodentia and Didelphimorphia) are a widely used model of community ecology, since they represent the most diverse group of mammals in the Neotropical forests. Microhabitat factors can exert considerable influence on the use of space by individuals and on community diversity, as they provide essential resources such as food and shelter (eg, fallen logs, fruits and insects). The presence of medium and large mammals, due to their control through competition and predation, called top down control, also helps to maintain diversity. The present study aimed to characterize species diversity and to understand how microhabitat factors and the presence of medium and large mammals influence the spatial pattern of capture of individuals of small non - flying mammals of the Atlantic Forest. The present study was carried out in a capture grid of 150 x 150 meters at the Caetetus Ecological Station, located in the interior of the state of São Paulo. The community showed dominance of three taxa: *Didelphis albiventris*, *Oligoryzomys* sp., *Akodon* sp. In the results, both the bamboo and the occurrence of the competitors had a significant negative influence on the diversity of small mammals of Caetetus. The results suggest that a greater occurrence of competitors in certain sites may repel the presence of small mammals. Both by interspecific competition or through trampling and alteration of the microhabitat. As for the presence of bamboo, the more bamboo, the smaller the capture of small mammals. In this sense, it is necessary the management of bamboo and the monitoring of medium and large mammals in the Caetetus Ecological Station.

Key words: Ecology of communities, conservation, medium and large mammals, microenvironmental factors.

Sumário

<i>Resumo</i>	5
<i>Abstract</i>	6
<i>Lista de Figuras</i>	9
<i>Lista de Tabelas</i>	10
<i>1-Introdução</i>	11
1.1- Hipóteses	13
<i>2.0 - Material e Métodos</i>	14
2.1- Área de estudo	14
2.2 Temperatura e pluviosidade.....	15
2.3- Captura pequenos mamíferos	16
2.4 -Coleta das variáveis microambientais	18
2.5- Amostragem dos médios e grandes mamíferos	18
2.6- Análise de dados	19
2.7 - Diversidade das espécies da comunidade	20
2.8- Influência dos fatores microambientais e da presença dos médios e grandes mamíferos sobre a captura das espécies de pequenos mamíferos	20
2.9 - Modelo de captura dos pequenos mamíferos	20
<i>3.0 – Resultados</i>	21
3.1- Amostragem e diversidade de espécies dos pequenos mamíferos	21
3.2 - Amostragens dos médios e grandes mamíferos	24

3.3 - Influências dos fatores microambientais e da intensidade do uso do espaço pelos médios e grandes mamíferos sobre a captura de espécies de pequenos mamíferos	25
3.3.1 - Análise de componentes principais (PCA)	27
3.3.2- Modelo geral com os fatores microambientais	27
3.3.3- Modelo com os médios e grandes mamíferos e os fatores microambientais	28
4.0 – Discussão	29
4.1- Caracterização da comunidade dos pequenos mamíferos.....	30
4.2-Influência dos médios e grandes mamíferos sobre a captura dos pequenos mamíferos.....	30
4.3-Influência dos fatores microambientais sobre a captura dos pequenos mamíferos	32
5.0 - Referências	34
6.0 – Material suplementar	37
6.1- Teste de Moran	37
6.2- Captura dos pequenos mamíferos	38
6.3 - Distribuição espacial dos pequenos mamíferos ao longo do gride.....	41
6.4 -Identificação dos pequenos mamíferos capturados no gride da Estação Ecológica de Caetetus.....	42

Lista de Figuras

Figura 1: (A) Representação da influência dos médios e grandes mamíferos na comunidade de pequenos mamíferos. (B) Representação da influência dos fatores microambientais na comunidade de pequenos mamíferos.....14

Figura 2: Localização da Estação Ecológica de Caetetus.....15

Figura 3: Temperatura e pluviosidade.....16

Figura 4: Desenho amostral para captura de pequenos mamíferos.....17

Figura 5: Desenho amostral para as armadilhas fotográficas.....19

Figura 6: Curva coletor das seis campanhas de captura dos pequenos mamíferos.....23

Figura 7: Distribuição espacial dos pequenos mamíferos ao longo do gride
.....23

Figura 8: Análise de componentes Principais (PCA) das variáveis preditoras microambientais.....26

Figura 9: Análise de componentes Principais (PCA) das variáveis microambientais e dos médios e grandes mamíferos.....27

Material Suplementar - Figuras

Figura 1: Correlogramas do Teste de Moran, das variáveis preditoras e das variáveis resposta.....37

Figura 2: Captura dos pequenos mamíferos por tipo de armadilha.....38

Figura 3: Captura dos pequenos mamíferos por campanha.....39

Figura 4: Captura dos pequenos mamíferos por peso.....40

Figura 5: Distribuição espacial das variáveis ao longo do gride.....41

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1:</i> Número de indivíduos capturados na primeira captura e em todas as capturas.....	22
<i>Tabela 2:</i> Comparação dos índices de diversidade entre diferentes comunidades e a comunidade da Estação Ecológica de Caetetus.....	24
<i>Tabela 3:</i> Espécies de médios e grandes mamíferos capturadas.....	25
<i>Tabela 4:</i> Seleção de modelos, contendo os cinco melhores modelos em ordem crescente de AIC e Δ AIC do modelo geral.....	28
<i>Tabela 5:</i> Importância das variáveis para o modelo geral.....	28
<i>Tabela 6:</i> Seleção de modelos, contendo os cinco melhores modelos em ordem crescente de AIC e Δ AIC, para os médios e grandes mamíferos e os fatores microambientais.....	29
<i>Tabela 7 :</i> Importância das variáveis para o modelo dos médios e grandes mamíferos e os fatores microambientais.....	29

Lista de tabelas – Material Suplementar

<i>Tabela 1:</i> Identificação das espécies de pequenos mamíferos capturadas em todas as campanhas na Estação Ecológica de Caetetus	42
--	----

1-Introdução

Uma pergunta clássica da ecologia de comunidades é como as espécies conseguem coexistir dentro de uma comunidade (Hutchinson 1959, MacArthur 1964). De uma maneira geral, espécies que ocorrem juntas devem apresentar características diferentes em pelo menos uma dimensão do nicho se o recurso for limitante, como, por exemplo, a disponibilidade de frutos, de sementes e de néctar (Hutchinson 1957, Pianka 1994, Chesson 2000). Dessa forma, surgiram trabalhos buscando compreender como as espécies são capazes de coexistir de acordo com: (1) período de forrageio: período em que as espécies podem se alimentar em diferentes horários do dia (Castro-Allerano & Lacher 2009); (2) espaço: algumas espécies, por exemplo, podem utilizar mais o dossel e outras o sub-bosque (MacArthur 1964) ou (3) alimento: uma determinada espécie pode se alimentar mais de frutos, a outra espécie mais de insetos, de sementes com tamanhos diferenciados (Leite *et al.*, 1996, Ben-Moshe *et al.*, 2001).

Os pequenos mamíferos não voadores (Ordem Rodentia e Didelphimorphia) representam o grupo mais diversificado de mamíferos nas florestas Neotropicais, com aproximadamente 289 espécies descritas para o Brasil (Paglia *et al.*, 2012), com 124 espécies na Mata Atlântica, sendo 94 espécies de roedores e 30 espécies de marsupiais (Bovendorp *et al.*, 2017). Os roedores, de acordo com estudos clássicos de dieta, podem ser classificados como onívoros, granívoros, insetívoros e herbívoros, sendo a maioria predadores de sementes (Paglia *et al.*, 2012). E os marsupiais têm uma dieta classificada em frutos, pequenos invertebrados, néctar e flores (Vieira & Astúa de Moraes, 2003). Os pequenos mamíferos são de grande importância para o funcionamento dos processos ecossistêmicos, pois podem atuar como agentes polinizadores (Vieira *et al.*, 1991), dispersores de sementes e predadores de sementes (Job & Vieira 2008). Ademais, contribuem para a manutenção das ligações tróficas, sendo fonte de alimento para mamíferos carnívoros (Facure & Monteiro-Filho 1996), aves (Cabral *et al.*, 2006) e serpentes (Henderson *et al.*, 1987). Algumas espécies também podem ser consideradas como indicadores biológicos, por serem sensíveis às alterações no habitat (Banks-Leite *et al.*, 2014).

Dado a rápida resposta às alterações no ambiente, esses animais constituem um grupo modelo ideal para avaliar o efeito de disponibilidade de recursos, distribuição espacial e interações ecológicas sobre a coexistência e composição de espécies (Fonseca

et al., 1996). Como, por exemplo, os estudos de preferência de microhabitat (e.g. quantidade de cobertura do dossel, densidade da vegetação, presença de samambaias, presença de troncos caídos e de afloramentos rochosos) utilizados pelas diferentes espécies de pequenos mamíferos (Bovendorp 2013, Lima *et al.*, 2010, Puttker *et al.*, 2018). Além disso, a capacidade dos pequenos mamíferos utilizarem diferentes estratos da floresta pode contribuir para a partição espacial dos recursos e permitir a coexistência de espécies (Cunha & Vieira 2002, Vieira & Monteiro-Filho 2003).

O clima e a disponibilidade de recursos também podem exercer influência considerável na flutuação populacional dos pequenos na Mata Atlântica durante a estação seca e chuvosa (Bergallo & Magnusson, 1999). As espécies de pequenos mamíferos com maior similaridade morfológica e comportamental, por exemplo, podem apresentar maior segregação espacial na estação chuvosa, visto que há maior disponibilidade de recursos no ambiente (e.g. troncos caídos por apresentarem fungos e invertebrados, disponibilidade de insetos e frutos) e maior agregação no período de seca, em que os recursos se encontram mais escassos no ambiente (Pinotti *et al.*, 2011). A qualidade e quantidade de folhíço, também pode exercer influência na riqueza, diversidade e abundância das espécies de pequenos mamíferos (Naxara *et al.*, 2009).

Além disso, mudanças nas dinâmicas populacionais e na composição da comunidade de pequenos mamíferos podem ocorrer com a extinção local ou funcional dos grandes e médios mamíferos que atuam como competidores (e.g., *Tayassu pecari*) e predadores (e.g., *Puma concolor*), que exercem o controle *top down*. A ausência dos médios e grandes mamíferos pode levar a um aumento rápido dos pequenos mamíferos devido ao relaxamento da pressão por predação e competição, aliados ao curto tempo de geração (Terborgh, 2001). Esse efeito pode ser mais significativo para as espécies generalistas, visto que apresentam vantagem competitiva sobre as demais espécies (Kessing 1998; Wright 2003). Consequentemente, o aumento significativo da abundância das espécies generalistas, pode ocasionar alterações na estrutura da comunidade de pequenos mamíferos, por meio da competição interespecífica e, em alguns casos, por meio da alteração do microhabitat (Brady & Slade, 2001).

Da mesma forma, com um incremento dos mamíferos de médio e grande porte em uma determinada área, os pequenos mamíferos generalistas tendem a diminuir a sua

dominância local e alteram os seus padrões de movimento, podendo se movimentar a distâncias maiores e evitando as áreas abertas (Galetti *et al.*, 2015, Ostfield & Kessing, 2018), o que permite uma maior coexistência entre os pequenos mamíferos e os competidores. Vale destacar, que a abundância elevada de mamíferos de médio e grande porte, também pode levar à queda da diversidade e riqueza dos pequenos mamíferos (Cao *et al.*, 2016). Por meio de experimentos em campo, foi observado que as áreas com maior pressão de pastoreio por gado apresentavam menor riqueza e diversidade de pequenos mamíferos, se comparado com as áreas com média e baixa pressão de pastoreio (Cao *et al.*, 2016).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo investigar a diversidade dos pequenos mamíferos, bem como a influência dos fatores microambientais e dos médios e grandes mamíferos na comunidade de pequenos mamíferos, localizada em um fragmento de floresta estacional na Mata Atlântica. Os objetivos específicos deste trabalho são:

- (1) Caracterizar a comunidade de pequenos mamíferos de um dos maiores remanescentes de floresta Atlântica semidecidual do estado de São Paulo (Estação Ecológica de Caetetus) e comparar com outras comunidades.
- (2) Determinar a influência da ocorrência dos médios e grandes mamíferos sobre a captura dos pequenos mamíferos não voadores. Hipotetizamos que a maior ocorrência de indivíduos de médios e grandes mamíferos está associada a uma menor captura (e, portanto, abundância) dos indivíduos de pequenos mamíferos (Figura 1A).
- (3) Determinar a influência dos fatores microambientais sobre a captura dos pequenos mamíferos não voadores. Hipotetizamos que quanto maior for a disponibilidade de recursos alimentares (eg. frutos), recursos estruturais (eg. troncos caídos, bambu) no ambiente, maior será a captura dos indivíduos de pequenos mamíferos (Figura 1B).

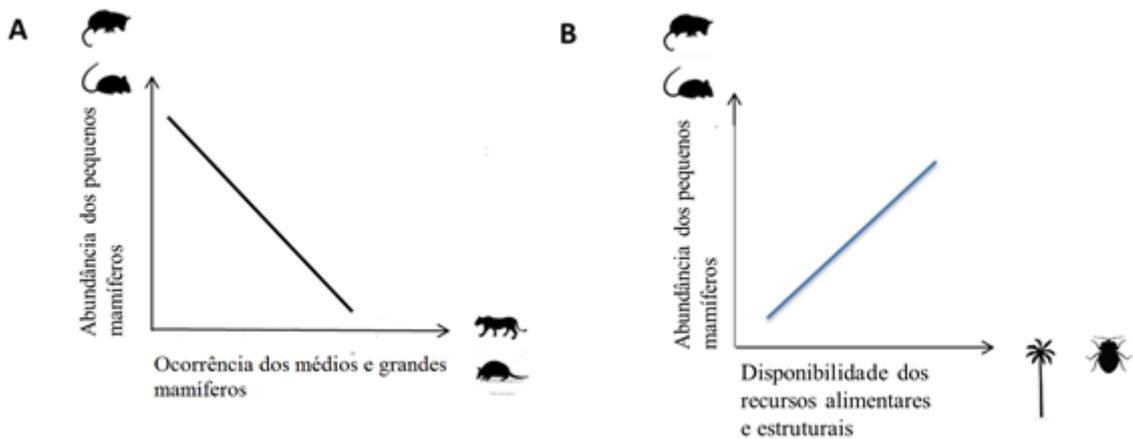


Figura 1: (A) Representação da influência da ocorrência de médios e grandes mamíferos na abundância dos pequenos mamíferos. (B) Representação da influência dos fatores microambientais (disponibilidade de recursos) na abundância da comunidade de pequenos mamíferos em Caetetus. O número de capturas de pequenos mamíferos em cada ponto amostral corresponde à variável operacional para abundância e o número de registros de médios e grandes mamíferos em cada ponto amostral corresponde à variável operacional para ocorrência.

2- Material e Métodos

2.1 - Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Estação Ecológica dos Caetetus (22° 15' a 22° 30'S, 49° 30' a 49 45'°W), localizada na divisa dos municípios de Gália e Alvinlândia, na região centro-oeste do estado de São Paulo (Figura 2). É o último remanescente de floresta nativa da região centro-oeste do Estado de São Paulo, além de ser uma das poucas localidades que abriga o mico-leão-preto, *Leontopithecus chrysopygus* (Tabanez *et al.*, 2005). A vegetação na Estação Ecológica dos Caetetus é considerada floresta mesófila semidecidual e apresenta 2178 ha de área coberta de vegetação nativa (Passos 1997). O clima apresenta uma sazonalidade acentuada, de abril a setembro ocorre a estação seca, com a precipitação mensal variando de 35 a 75 mm e temperaturas mensais mais baixas, com médias de 16°C a 25°C. De outubro a março, ocorre a estação chuvosa, com a precipitação mensal variando de 120 a 200 mm e temperaturas médias mensais altas, entre 22 ° C e 26° C. A Estação tem predomínio de vegetação primária, com poucas manchas de vegetação secundária (Durigan *et al.*, 2000). Dentre as espécies de médios e grandes mamíferos, o queixada (*T. pecary*) está presente nessa região (Keuroghlian, & Eaton, 2008). No que diz respeito às espécies vegetais, a Estação apresenta importantes espécies de plantas e árvores, como o caso da peroba

(*Aspidosperma polyneuron*), palmito (*Euterpe edulis*), jequitibá (*Cariniana sp.*) (Durigan, *et al.*, 2000). Apesar da Estação Ecológica de Caetetus ser uma das unidades de conservação com melhores informações sobre mamíferos em São Paulo como, por exemplo, gato do mato (*Felis tigrina*), anta (*Tapirus terrestris*), suçuarana (*Felis concolor*), jaguatirica (*Felis pardalis*), ainda não existem estudos sobre a comunidade de pequenos mamíferos (Passos 1997).

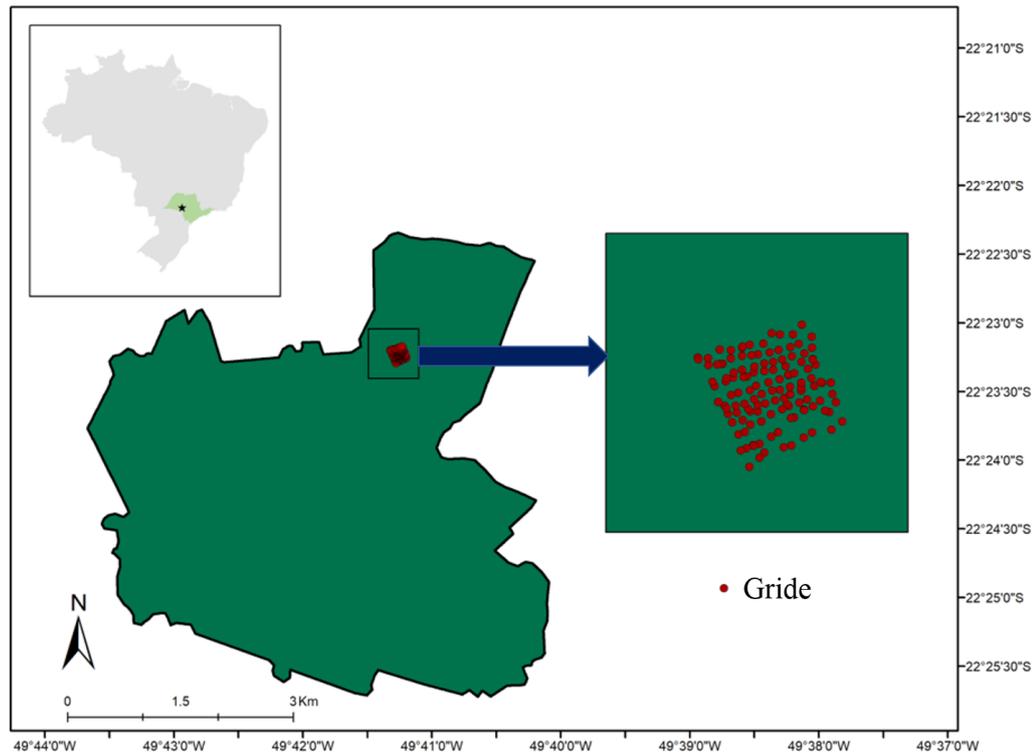


Figura 2: Localização do gride de captura dos pequenos mamíferos da Estação Ecológica de Caetetus (SP- Brasil), na escala do Brasil, do Estado de São Paulo e dentro da Estação Ecológica de Caetetus. Cada ponto em vermelho no gride representa um ponto de captura dos pequenos mamíferos.

2.2-Temperatura e pluviosidade

Durante cada campanha, foram coletados os dados de pluviosidade e temperaturas diárias. Os dados de temperatura diária foram obtidos na base de dados virtual, *AccuWeather* (C°). Os dados de pluviosidade foram coletados na base de dados do Estado de São Paulo denominada: *ciagro* (mm³) e com o auxílio de um pluviômetro adicionado em uma das extremidades do gride (mm³) e, por fim, retirada uma média diária e total entre os dois métodos de coleta (Figura 3).

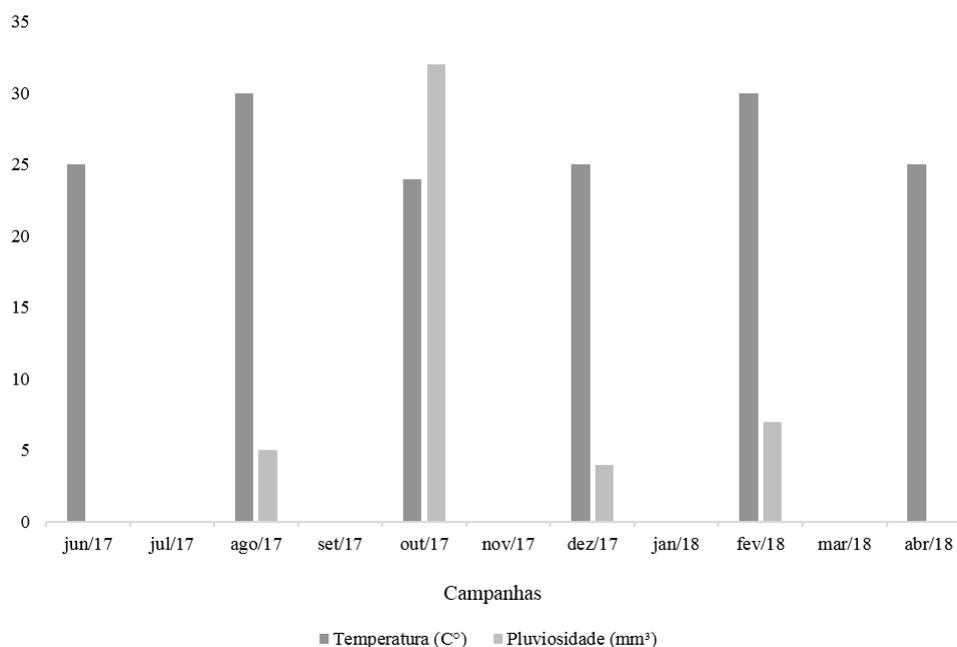


Figura 3: Pluviosidade (mm³) e temperatura (C°) nas seis campanhas de captura na Estação Ecológica de Caetetus (SP- Brasil) em 2017 e 2018.

Nota-se que os meses de agosto de 2017 e fevereiro de 2017 apresentaram a temperatura mais elevada das campanhas, com 30 C °. A temperatura mais baixa foi no mês de outubro de 2017 com 24 C°. Quanto a pluviosidade, o mês de outubro de 2017 apresentou valor mais alto, com 32 mm³. Já os meses de junho de 2017 e abril de 2018 não apresentaram pluviosidade.

2.3 - Captura de pequenos mamíferos

Estabelecemos um gride que conta com 11 linhas de 150 metros, cada uma subdividida em 11 estações de captura a cada 20 metros, baseado no trabalho de Bovendorp , 2013 (Figura 3). As armadilhas de captura foram dispostas em seis linhas sendo elas do tipo: Sherman pequena (37,5 x 10 x 12 cm), Sherman grande (23,0 x 7,5 x 8,5 cm) e Tomahawk (42,0 x 12 x 15 cm). Para maximizar a amostragem de pequenos mamíferos (Bonverdorp, 2013, Bovendorp *et al.* 2017) cinco linhas foram compostas por 11 armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*) de 60 litros espaçadas 20 m entre si e conectadas por cercas-guia feitas com lona de 50 cm de altura, totalizando cinco linhas de *pitfall traps* (Barros *et al.* 2015).

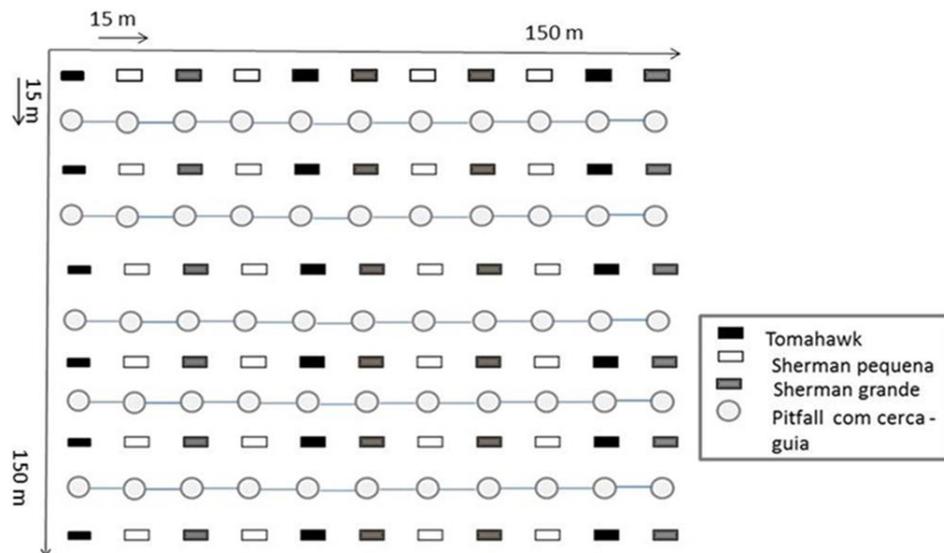


Figura 4. Desenho amostral do gride utilizado para captura de pequenos mamíferos. Linhas com retângulos representam as armadilhas Sherman grande (37,5 x 10,0 x 12,0 cm) (em cinza escuro), Sherman pequena (23,0 x 7,5 x 8,5 cm) em cinza claro e do tipo Tomahawk (42,0 x 12 x 15 cm) em preto. Linhas com círculos ligados por traço representam as armadilhas do tipo *pitfall*: cada uma das cinco linhas são compostas por onze baldes de 60 L espaçados 20 metros entre si e conectados por cerca-guia.

As armadilhas do tipo Sherman e do tipo Tomahawk foram iscadas com uma pasta composta de banana amassada, fubá, paçoca de amendoim e sardinha (Astúa *et al.*, 2006). As revisões das armadilhas de captura foram feitas nas primeiras horas da manhã do dia seguinte em que a armadilha foi armada, durante campanhas de 10 dias seguidos de coleta. As campanhas ocorreram de junho de 2017 a abril de 2018, totalizando seis campanhas bimestrais. As medidas de abundância foram feitas através da captura-marcação-recaptura, em que uma amostra da população é capturada e marcada com brinco metálico numerado (Tabela MS-1), (A. Hartenstein GmbH, Würzburg, Alemanha), posteriormente liberada no local de captura de volta à população em uma primeira ocasião. Numa segunda ocasião, outra amostra da população foi capturada e os indivíduos foram classificados como recapturados (previamente marcados na primeira ocasião) ou não marcados. Além disso, os indivíduos foram triados, com a coleta das seguintes variáveis: espécie, peso, sexo, condição reprodutiva, tamanho do corpo, idade. A variável peso, por exemplo, foi utilizada para comparar a

captura dos pequenos mamíferos entre os diferentes tipos de armadilha (Figura MS-4). Vale destacar, que todos os indivíduos marcados tiveram o registro exato da armadilha, georeferenciada dentro do gride. Dez indivíduos foram depositados na Esalq (Universidade de São Paulo – Luiz de Queiroz) como material testemunho, para a realização de taxidermia e indentificação à nível de espécie.

2.4 - Coletas das variáveis microambientais

Para coletar as variáveis microambientais delimitamos um raio de 5 m ao redor de cada armadilha Sherman, Tomahawk e *pitfall*. Dentro de cada parcela circular obtivemos as seguintes medidas: i) riqueza e abundância de árvores frutíferas; ii) presença de frutos e sementes no chão; iii) número de troncos caídos ou eretos (árvores mortas) com diâmetro maior do que 20 cm; v) altura da serapilheira; vi) outras feições peculiares ao local, como por exemplo presença de corpos d'água, bambus, entre outros. A altura da serapilheira foi medida em 10 pontos distribuídos aleatoriamente na parcela circular e calculada a média por parcela. Um espeto metálico fino foi introduzido perpendicularmente ao terreno até alcançar a superfície do solo. Utilizando uma régua, foi medida a altura que a serapilheira alcança no espeto metálico. Os frutos eram procurados próximos ao solo em que as árvores frutíferas estavam presentes, sendo procurados em todas as campanhas. As demais variáveis, com exceção da presença bambu e corpos d' água, eram medidas com um intervalo por campanha, até completar as seis campanhas .

2.5 - Amostragem dos médios e grandes mamíferos

Foram distribuídas 40 armadilhas fotográficas (do tipo *Bushnell*) nas extremidades de cada linha do gride, no mês de dezembro de 2017 a janeiro de 2018, totalizando 30 dias. Após retirar as 40 armadilhas fotográficas, foram sorteados 24 pontos no gride para a realocação de 24 armadilhas, que ficaram de janeiro a fevereiro de 2018, durante 15 dias. Os vídeos com períodos de 10 segundos foram triados para a identificação dos médios e grandes mamíferos que utilizaram a área do gride. Aparições de uma mesma espécie dentro de um período de 30 minutos foram consideradas como um único registro. Das 64 armadilhas fotográficas, 16 não funcionaram e, portanto, foram descartadas da análise. Com os dados das fotos georreferenciados e triados, separamos as espécies de médios e grandes mamíferos em duas categorias: predadores

de pequenos mamíferos e competidores de pequenos mamíferos. Consideramos como competidor os mamíferos com dieta herbívora e os predadores como aqueles com dieta carnívora. Os pequenos mamíferos (Rodentia e Didelphimorphia) capturados nos vídeos não foram considerados. O esforço amostral foi de 2160 dias-armadilha.

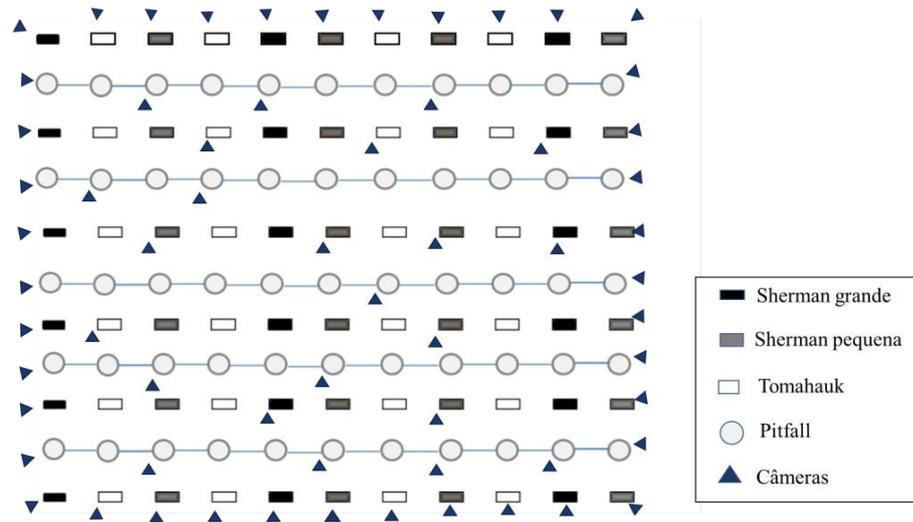


Figura 5: Desenho amostral para captura de pequenos mamíferos e a disposição das câmeras no gride. Linhas com retângulos representam as armadilhas Sherman grande (37,5 x 10,0 x 12,0 cm) (em cinza escuro), Sherman pequena (23,0 x 7,5 x 8,5 cm) em cinza claro, do tipo Tomahawk (42,0 x 12 x 15 cm) em preto e triângulos representam as cameras. Linhas com círculos ligados por traço representam as armadilhas do tipo pitfall: cada uma das cinco linhas são compostas por onze baldes de 60 L espaçados 20 metros entre si e conectados por cerca guia.

2.6- Análises dos dados

2.7- Diversidade e abundância de espécies na comunidade

Primeiramente, foi construída uma lista de espécies total para a área utilizando os dados das armadilhas de captura, de interceptação e registros de armadilhas fotográficas. Em um segundo momento, foram construídos gráficos de abundância das espécies de pequenos mamíferos presentes no gride utilizando os dados de captura marcação e recaptura. Por fim, foi calculado o índice de Simpson e feita a comparação com cinco comunidades de floresta estacional presentes no Estado de São Paulo (Begon, 2007). Para avaliar se o esforço amostral foi suficiente para representar a riqueza de espécies, foi construída a curva do coletor, a partir do pacote *vegan* (Oksanen *et al.*, 2016). Todas as análises foram geradas no ambiente R (R Development Core Team 2016).

2.8- Os fatores microambientais e da presença dos médios e grandes mamíferos sobre a captura de espécies de pequenos mamíferos

Para avaliar como as variáveis microambientais e ocorrência dos médios e grandes mamíferos se correlacionam foi feita uma análise de componentes principais (PCA) (Jolliffe & Cadima, 2016). Para isso foi construída uma matriz contendo nas linhas as armadilhas e nas colunas: cada uma das variáveis microambientais, o número de ocorrências de predadores, e o de competidores de médio e grande porte registrados em cada ponto amostrado. Como as armadilhas fotográficas capturaram a ocorrência dos mamíferos em apenas 48 dos 121 pontos do gride, foram conduzidas duas PCAs. Uma com os 121 pontos (nas linhas) e as variáveis microambientais (nas colunas) e outra com 48 pontos, contendo as variáveis microambientais e ocorrência dos mamíferos. A média por campanha foi calculada para aquelas variáveis microambientais que foram mensuradas mais de uma vez ao longo do estudo. A análise multivariada foi realizada utilizando o pacote *vegan* (Oksanen *et al.*, 2016).

2.9 – Modelo de captura dos pequenos mamíferos

Em um primeiro momento, foram construídos modelos lianeres, porém o modelo linear misto se adequou melhor ao conjunto de dados. Sendo assim, foram construídos dois modelos do tipo generalizado misto . O primeiro modelo contendo 121 observações por campanha, o número de indivíduos capturados de pequenos mamíferos foi a variável resposta e as variáveis explanatórias foram aquelas relacionadas às características microambientais. No segundo modelo contendo 48 observações, o número de pequenos mamíferos capturados nos meses de dezembro a fevereiro (período em que as 48 câmeras fotográficas estavam em campo) foi a variável resposta e número de registros dos mamíferos competidores e predadores, mais as variáveis microambientais, foram as variáveis explanatórias. Devido à correlação negativa entre as variáveis presença de água e bambu ($r > 0,6$), apenas as seguintes variáveis foram testadas nos modelos: presença de bambu, presença de frutos, número de troncos caídos, número de árvores frutíferas, altura média da serapilheira, número de registros de competidores e predadores (essa variável presente apenas no segundo modelo). Foi utilizada a distribuição de erros do tipo Poisson, devido ao padrão de distribuição dos

dados de captura. Por conta da variação no número de capturas de acordo com os tipos de armadilha (Figura MS-2) e com o mês de coleta (Figura MS-3), ambos os tipos de armadilhas e as campanhas foram considerados como efeito aleatório no modelo, sendo as seis campanhas presentes no primeiro modelo e as duas campanhas (dezembro e fevereiro) no segundo modelo. O pacote utilizado foi o lme4 (Bates *et al.*, 2015) no software R.

Como amostramos a distribuição espacial dos pequenos mamíferos em um gride de dimensões reduzidas, é importante ser considerado o possível efeito da autocorrelação espacial entre as observações sobre os resultados. A autocorrelação espacial ocorre quando os valores amostrados não são independentes das observações em localidades vizinhas (Tobler, 1970). Isso pode ocorrer, por exemplo, devido ao padrão limitado de mobilidade dos indivíduos, comportamento de agregação e efeitos históricos (Dormann *et al.*, 2007). Portanto, foi verificado se as variáveis resposta e explanatórias mensuradas estavam espacialmente autocorrelacionadas no gride. Para isso, foi calculado o Índice de Moran e construído correlogramas para cada uma das variáveis (Legendre, 1993, Legendre, 2002). Não foi encontrada autocorrelação espacial significativa em nenhuma das variáveis resposta ou explanatórias (todas apresentaram valor de $p > 0,05$, Figura MS-1). Portanto, foi mantido o uso dos modelos generalizados mistos, sem a inclusão de estrutura espacial.

Foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC) para determinar os modelos mais plausíveis dentro do conjunto proposto (Symonds, 2011). A partir da construção do modelo saturado foram testados modelos alternativos com diferentes combinações das múltiplas variáveis, retirando-se uma variável por vez. Testamos várias combinações para chegar no modelo mais parcimonioso, ou seja, o modelo que apresenta o ΔAIC de valor mais baixo. Modelos com $\Delta AIC < 4$ foram considerados igualmente plausíveis. Por fim, calculamos o *model averaging*, responsável por calcular a média dos coeficientes dos melhores modelos ($\Delta AIC < 4$), fornecendo o grau de importância de cada variável para o modelo. O pacote utilizado foi o MuMIn (Barton, 2018) no software R.

3.0 – Resultados

3.1-Diversidade das espécies dos pequenos mamíferos

Foram capturados 163 indivíduos de 11 gêneros \ espécies de pequenos mamíferos. No contexto da abundância de espécies, as mais capturadas foram *Didelphis albiventris*, *Akodon* sp. e *Oligoryzomys* sp. O sucesso de captura total foi de 2,4% e o esforço de captura total foi de 7260 armadilhas - noite. O esforço de captura por armadilha foi de 3300 armadilhas-noite para as armadilhas de queda, 1320 armadilhas - noite para Sherman pequena, 1320- armadilhas - noite para Sherman grande e 1320 armadilhas - noite para Tomahawk.

Tabela 1: Informações das capturas de pequenos mamíferos no gride da Estação Ecológica de Caetetus (SP – Brasil): afiliação taxonômica, número de indivíduos capturas, número de capturas total (incluindo recapturas) e massa média (e desvio padrão) por indivíduo capturado. Os valores faltantes (NA) são devido ao escape do indivíduo antes de ser pesado.

Ordem	Gênero \ Espécie	Número de indivíduos	Captura Total	Peso (grama)	Desvio padrão
Didelphimorphia	<i>Didelphis albiventris</i>	31	118	525,26	246,92
Didelphimorphia	<i>Gracilinanus</i> sp.	1	1	31	0
Didelphimorphia	<i>Marmosa</i> sp.	3	3	20,66	19,50
Didelphimorphia	<i>Monodelphis americana</i>	2	2	14,5	0,70
Rodentia	<i>Akodon</i> sp.	9	10	28,7	8,95
Rodentia	<i>Calomys</i> sp.	1	1	10	0
Rodentia	<i>Cerradomys</i> sp.	1	1	25,5	0
Rodentia	<i>Delomys</i> sp.	2	2	35,5	13,43
Rodentia	<i>Necomys</i> sp.	1	1	34	0
Rodentia	<i>Nectomys squamipes</i>	1	1	NA	NA
Rodentia	<i>Oligoryzomys</i> sp.	20	23	19	7,19

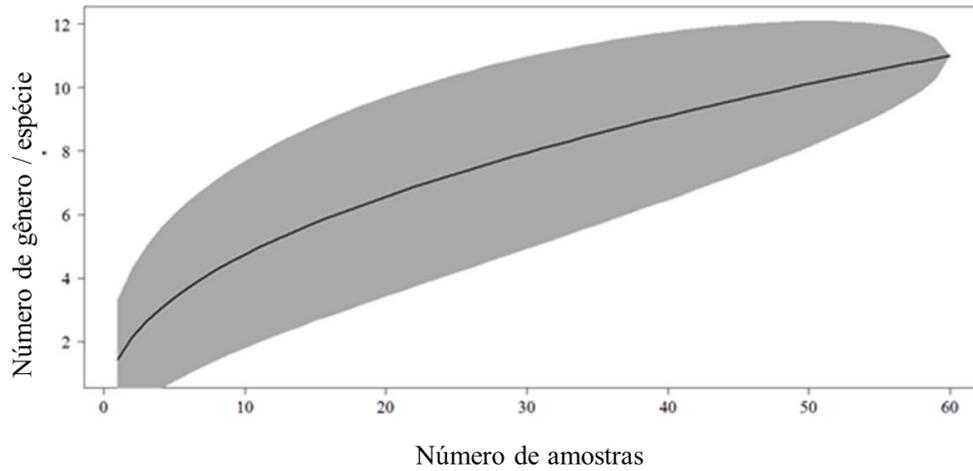


Figura 6: Curva de acumulação de gênero\espécie das seis campanhas de captura dos pequenos mamíferos no gride da Estação Ecológica de Caetetus (SP-Brasil).

A presente curva do coletor indica que a comunidade da Estação Ecológica de Caetetus está próxima de atingir a sua estabilidade.

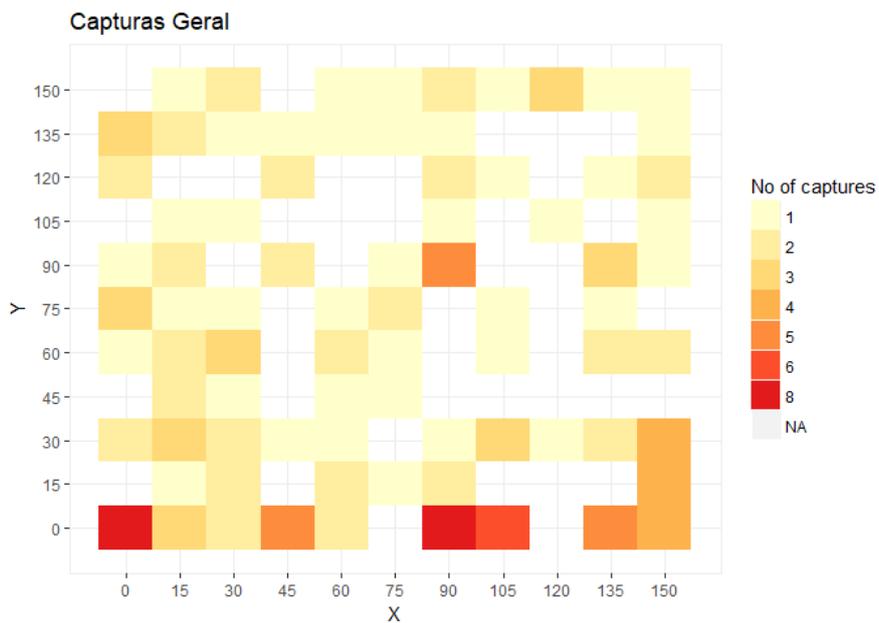


Figura 7 : Distribuição espacial da captura dos pequenos mamíferos ao longo do gride da Estação Ecológica de Caetetus (SP-Brasil). Cores mais escuras representam maior número de capturas.

Tabela 2: Comparação do índice de Simpson entre comunidades de pequenos mamíferos de outras localidades e da Estação Ecológica de Caetetus (SP). Os dados das comunidades de outras localidades estão presentes no *dataset* da comunidade de pequenos mamíferos da Mata Atlântica (Bovendorp, 2017).

Localidade	Simpson
Presente estudo: Estação Ecológica de Caetetus - Gália (SP)	0,68
Mina, Parque Estadual Morro do Diabo (SP)	0,75
Campus Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP)	0,83
Argelim, Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio (SP)	0,85
Fazenda São José - Rio Claro - Araras (SP)	0,87
Mata Ribeirão Cachoeira, Campinas (SP)	0,88

O resultado do índice de diversidade de Simpson com valor mais baixo foi encontrado na Estação Ecológica de Caetetus com o valor 0,68, o que indica que a probabilidade de duas espécies tiradas ao acaso de uma comunidade pertencerem a mesma espécie é de 68% , e quanto maior for o valor da diversidade, menor será a dominância de espécies (Begon, 2007). A Mata Ribeirão Cachoeira (SP) apresentou o índice de Simpson mais elevado entre as comunidades, com o valor de 0,88.

3.2 - Ocorrência dos médios e grandes mamíferos

Observamos um total de 14 espécies de médios e grandes mamíferos, sendo 49 registros de predadores (N=6 espécies) e 234 (N=8 espécies) de competidores. As espécies com mais registros foram: *Dasyopus novemcintus* (tatu galinha), *Tayassu pecary* (queixada), *Sylvilagus brasiliensis* (tapiti), todos competidores dos pequenos mamíferos.

Tabela 3: Espécies de médios e grandes mamíferos capturadas em armadilhas fotográficas (esforço amostral de 2160 dias- armadilha) no gride da Estação Ecológica de Caetetus (SP- Brasil).

Espécie	Nome comum	Dieta	Classificação	Número de Registros
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Tatu	Herbívoro	Competidor	93
<i>Tayassu pecary</i>	Queixada	Herbívoro	Competidor	85
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapiti	Herbívoro	Competidor	28
<i>Mazama sp.</i>	Veado	Herbívoro	Competidor	17
<i>Dasyprocta azarae</i>	Cutia	Herbívoro	Competidor	7
<i>Tapirus terrestres</i>	Anta	Herbívoro	Competidor	2
<i>Cuniculus paca</i>	Paca	Herbívoro	Competidor	1
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá –mirim	Herbívoro	Competidor	1
<i>Nasua nasua</i>	Quati	Carnívoro	Predador	35
<i>Leopardus pardalis</i>	Gato	Carnívoro	Predador	4
<i>Leopardus wiedii</i>	Gato	Carnívoro	Predador	3
<i>Puma concolor</i>	Onça parda	Carnívoro	Predador	3
<i>Canis familiares</i>	Cachorro doméstico	Carnívoro	Predador	2
<i>Eira barbara</i>	Irara	Carnívoro	Predador	2
Total competidor:	234			
Total predador:	49			
Total:	283			

3.3 - Influências dos fatores microambientais e da intensidade do uso do espaço pelos médios e grandes mamíferos sobre a captura de espécies de pequenos mamíferos

3.3.1– Variáveis microambientais

Na primeira PCA gerada a partir das observações em 111 pontos amostrais do gride, encontramos que os dois primeiros componentes somam 61% da variância nos dados (Fig. 8). O eixo um da PCA representa 37% da variância dos dados e o eixo dois, 24%. A distância à mancha de bambu contribuiu positivamente e mais fortemente para o primeiro componente. No eixo dois, o número de árvores contribuiu positivamente e número de troncos e altura média da serapilheira contribuíram negativamente.

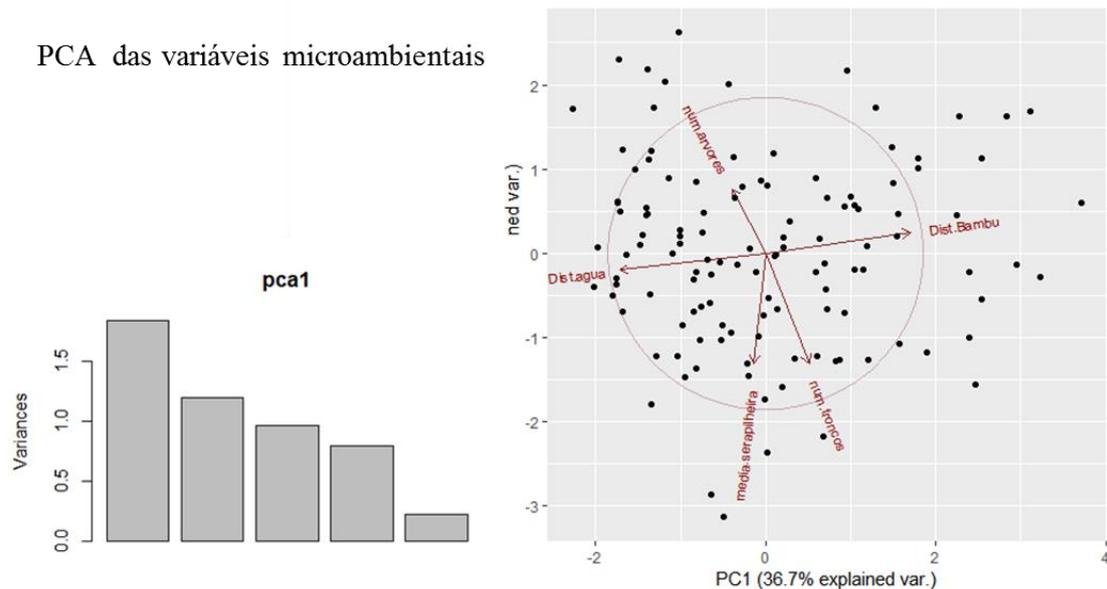


Figura 8 : Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis microambientais mensuradas em 121 pontos amostrais do gride para captura de pequenos mamíferos na Estação Ecológica de Caetetus (SP-Brasil). O gráfico de barras à esquerda é o *screeplot* indicando as variâncias de cinco componentes principais e o *biplot* à direita indica a relação entre os dois primeiros componentes.

Já na segunda PCA gerada a partir das observações mensuradas em 48 pontos amostrais do gride onde foram dispostas as armadilhas fotográficas, o eixo um representou 31% da variância dos dados e o eixo dois, em conjunto com o eixo um, apresentam 61 % da variância dos dados (Fig. 9). A distância ao bambu e número de registros de competidores contribuíram positivamente para o eixo um. Já a altura média da serapilheira, número de troncos caídos e número de registros de predadores contribuíram negativamente para o eixo dois. apresentaram maior variância. Assim como na primeira PCA (Fig. 8), a variável distância à água e a variável distância ao bambu estão negativamente relacionados.

PCA das variáveis microambientais e dos médios e grandes mamíferos

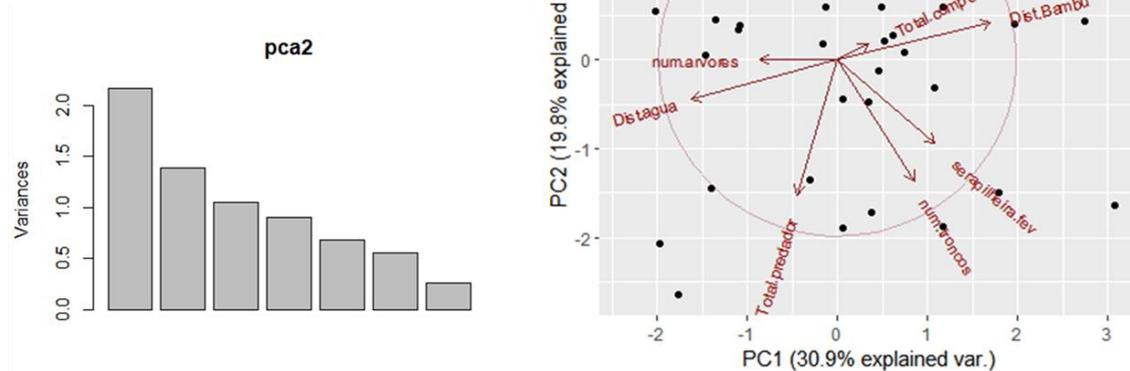


Figura 9: Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis microambientais mensuradas em 48 pontos amostrais do gride para captura de pequenos mamíferos na Estação Ecológica de Caetetus (SP-Brasil). O gráfico de barras à esquerda é o *screeplot* indicando as variâncias de cinco componentes principais e o *biplot* à direita indica a relação entre os dois primeiros componentes.

No que tange a distribuição espacial das variáveis (Figura MS-5), a variável troncos e a variável captura encontram-se presentes em quase todos os pontos ao longo do gride. Cabe ressaltar que, na parte mais baixa do gride, alguns pontos apresentaram mais capturas quando comparado aos pontos mais altos. Já as variáveis, água, presença de bambu e árvores encontram-se concentradas em pontos específicos do gride.

3.3.2- Modelo geral com as fatores microambientais

O modelo considerado mais plausível incluiu o bambu e o número de troncos caídos. No entanto, outros quatro modelos foram considerados igualmente plausíveis considerando um delta AIC <4 (Tabela 4). A média dos modelos mais plausíveis indicou uma maior importância da variável **bambu**, que apareceu em 100% dos melhores modelos apresentando um efeito negativo sobre o número total de capturas (Tabela 5).

Tabela 4: Conjunto dos modelos mais plausíveis do número de capturas dos pequenos mamíferos em relação às variáveis microambientais em 121 pontos amostrais do gride na Estação Ecológica de Caetetus. O conjunto contem cinco melhores modelos com $\Delta AIC < 4$ em ordem crescente de AIC do modelo geral e ΔAIC . A campanha e o tipo de armadilha estão considerados como efeitos aleatórios em todos os modelos.

Modelos	AIC	ΔAIC
captura geral ~ bambu+ troncos caídos + (1 Campanha) + (1 Armadilha)	850,69	0
captura geral ~ bambu+ (1 Campanha) + (1 Armadilha)	852,38	1,69
captura geral ~ bambu+ troncos caídos + árvores + (1 Campanha) + (1 Armadilha)	852,5	1,81
captura geral ~ bambu+ frutos +troncos caídos + (1 Campanha) + (1 Armadilha)	852,68	1,99
captura geral ~ bambu+ árvores + (1 Campanha) + (1 Armadilha)	853,85	3,16

Tabela 5: Valor médio e importância dos parâmetros após a aplicação da abordagem de média a partir dos cinco modelos plausíveis (Tabela 4).

	Bambu	Troncos caídos	Árvores	Frutos
Estimativa	- 1,2905	0,1494	- 0,0429	-0,5295
Importância	1	0,71	0,28	0,25
Total de modelos	5	4	3	3

3.3.3- Modelo com os médios e grandes mamíferos e os fatores microambientais

O modelo considerado mais plausível incluiu número de árvores, número de registros de competidores e a presença de bambu. No entanto, outros quatro modelos foram considerados igualmente plausíveis considerando um delta AIC < 4 (Tabela 6). A média dos modelos mais plausíveis indicou uma maior importância da variável **competidor**, que apareceu em 100% dos melhores modelos apresentando um efeito negativo sobre o número total de capturas (Tabela 7).

Tabela 6: Conjunto dos modelos mais plausíveis do número de capturas dos pequenos mamíferos em relação à ocorrência de predadores, competidores e variáveis microambientais em 48 pontos amostrais do gride onde foram dispostas as câmeras fotográficas na Estação Ecológica de Caetetus. O conjunto contém os cinco melhores modelos com $\Delta AIC < 4$ em ordem crescente de AIC do modelo geral e ΔAIC . A campanha e o tipo de armadilha estão considerados como efeitos aleatórios em todos os modelos.

Modelos	AIC	Δ AIC
captura dez e fev ~ árvores + competidores+ bambu + (1 Campanha) + (1 Armadilha)	167,98	0
captura dez e fev ~ competidor + bambu + (1 Campanha) + (1 Armadilha)	168,33	0,35
captura dez e fev ~ competidor + bambu + predador + árvore + (1 Campanha) + (1 Armadilha)	168,7	0,81
captura dez e fev ~ competidor + bambu + predador + (1 Campanha) + (1 Armadilha)	168,79	0,82
captura dez e fev ~ competidor + bambu + árvores + frutos (1 Campanha) + (1 Armadilha)	169,13	1,15

Tabela 7 : Importância das variáveis para o modelo dos médios e grandes mamíferos e os fatores microambientais.

	Competidor	Bambu	Árvores	Predador	Frutos
Estimativa	- 1,0649	- 1,2176	0,1735	0,2457	- 0,8634
Importância	1	0,97	0,56	0,41	0,34
Total de modelos	5	4	14	12	12

4.0- Discussão

O presente estudo teve como uma das suas contribuições a geração de conhecimento sobre as principais espécies de pequenos mamíferos presentes na Estação Ecológica de Caetetus, que é um dos últimos e maiores remanescentes preservados de Floresta Atlântica semidecidual (Tabanez *et al.*, 2005). De maneira geral, a diversidade de espécies nessa unidade de conservação foi menor do que o esperado frente às comunidades de pequenos mamíferos em outros fragmentos florestais. A presença de bambu foi a principal variável microambiental que influenciou negativamente a comunidade de pequenos mamíferos. Ela se manteve importante em ambos os modelos geral (121 sítios, apenas considerando as variáveis microambientais) e reduzido (48 sítios, considerando médios e grandes mamíferos e variáveis microambientais). Esperava-se uma relação positiva entre o bambu e o número de capturas, visto que as manchas de bambu podem funcionar como esconderijo contra predadores e competidores. Ademais, esperávamos encontrar uma influência positiva das demais variáveis microambientais na abundância das espécies de pequenos mamíferos (**Hipótese 2**). Além da presença de bambu, a maior ocorrência de competidores de médio e grande porte influenciou a comunidade de pequenos mamíferos negativamente, levando à diminuição da captura dos indivíduos. É possível que através do controle *top down* esses mamíferos maiores venham a influenciar os níveis tróficos abaixo. Em

contrapartida, os predadores não influenciaram a comunidade como hipotetizamos inicialmente (**Hipótese 1**).

4.1- Caracterização da comunidade de pequenos mamíferos

O resultado do índice de Simpson para a Estação Ecológica de Caetetus teve o valor de diversidade mais baixo (0,68), o que implica na existência de maior número de gêneros \ espécies dominantes na comunidade de 11 gêneros \ espécies, sendo elas: *Didelphis albiventris*, *Oligoryzomys* sp., *Akodon* sp. Em contrapartida, a comunidade mais diversa foi a Mata Ribeirão Cachoeira (0,88), apresentando, portanto, menor dominância de espécies. No que diz respeito às armadilhas, as de queda foram de grande relevância para a captura dos roedores. Principalmente, as espécies de hábito fossorial, como, *Thaptomys* sp., que não foi capturado nos demais tipos de armadilha. Nesse sentido, é preciso destacar que, sem o uso das armadilhas de queda a comunidade seria subamostrada (Bovendorp *et al.*, 2017). É válido mencionar que, as espécies arborícolas não foram capturadas, por conta de não ter sido adicionado as armadilhas do tipo plataforma no dossel (Graipel, 2004). Existe, por exemplo, o registro da espécie do marsupial arborícola, *Caluromys lanatus*, na Estação Ecológica de Caetetus.

O gênero *Didelphis* sp. e *Oligoryzomys* sp. são comuns na Mata Atlântica. De acordo com o *dataset* dos pequenos mamíferos (Bovendorp *et al.*, 2017), esses foram os únicos gêneros que ocorreram em mais de 50% dos sítios desse bioma. As espécies dominantes, devido a sua capacidade reprodutiva elevada e hábito alimentar generalista, podem excluir as demais espécies da comunidade, por meio da sobreposição de nicho (Wright, 2000, Brady & Slade, 2001). É válido ressaltar que, além de serem espécies dominantes na comunidade, os gêneros *Akodon* sp., e o *Oligoryzomys* sp. são roedores sigmodontíneos, grupo que pode ser hospedeiro do hantavírus, trazendo riscos à saúde pública (Suzuki *et al.*, 2004).

4.2 - Contribuição dos médios e grandes mamíferos sobre a captura dos pequenos mamíferos

Os grandes e médios mamíferos competidores influenciaram negativamente a captura dos pequenos mamíferos de maneira significativa, inclusive, podendo influenciar na dominância de espécies (Cao *et al.*, 2016). Existem duas hipóteses sobre

como os grandes mamíferos competidores podem atuar nos níveis tróficos abaixo: A primeira seria por competição interespecífica, a partir da sobreposição de nicho entre os competidores e os pequenos mamíferos, tendo como consequência a exclusão competitiva dos últimos (Kessing, 1998). A segunda seria pela modificação do microhabitat, em que os competidores, a partir do pisoteio que exercem na vegetação (eg. *Tayassu pecary*), modificam o microhabitat dos pequenos mamíferos (Kessing, 1998). Por isso, a importância dos estudos com isótopos, para testar se ocorre a sobreposição de nicho entre competidores e os pequenos mamíferos. Caso não ocorra essa sobreposição, a hipótese mais parcimoniosa será a hipótese de modificação do micro-habitat. (Galetti *et al.*, 2016).

O controle exercido por predadores e competidores auxilia na manutenção da diversidade dos níveis tróficos abaixo, diminuindo a densidade das espécies dominantes na comunidade (Terborgh, 2003, Kartzinel, 2014, Galetti, 2015). Na literatura, entretanto, trabalhos demonstram que competidores, em excesso, em uma região podem diminuir a captura dos pequenos mamíferos, como é o caso do presente estudo (Kessing 1998, Cao *et al.*, 2016, Ostfield & Kessing, 2018). De acordo com um estudo realizado por Kessing (1998), no continente africano, os ungulados podem alterar a qualidade do alimento dos pequenos mamíferos, quando estão em número elevado de indivíduos, devido à competição por recursos alimentares. Além disso, competidores podem modificar o padrão de movimento de determinadas espécies de pequenos mamíferos e a evitação por áreas abertas, pelo fato dessas áreas permitirem maior exposição aos animais (Ostfield & Kessing, 2018). Esse padrão de movimento modificado para longas distâncias, pode trazer riscos à saúde pública, caso a espécie apresente algum tipo de zoonose (Ostfield & Kessing, 2018).

Na comunidade de pequenos mamíferos da E.E. de Caetetus, pode estar ocorrendo tanto a competição interespecífica quanto a modificação do microhabitat. Poucos indivíduos de hábito fossorial e/ou terrestre foram capturados (*Monodelphis* sp., *Necomys* sp., *Cerradomys* sp.) (Paglia *et al.*, 2012), o que pode indicar a influência de uma possível modificação do microhabitat pelos competidores, como o queixada (*Tayassu pecary*), um competidor de grande porte e engenheiro ecossistêmico (Keuroghlian & Eaton, 2009, Ostfield & Kessing, 2018). Como consequência, ocorre a diminuição na diversidade de pequenos mamíferos. Além disso, as espécies de

pequenos mamíferos generalistas (*Didelphis albiventris*, *Akodon* sp., *Oligoryzomys* sp.), com alto potencial reprodutivo, aumentam a sua abundância, levando à queda da diversidade, a partir da exclusão competitiva (Wright, 2000, Brady & Slade, 2001). Vale ressaltar que, essas espécies mais abundantes utilizam não apenas o chão como estrato da vegetação (Cunha & Vieira 2002), sofrendo, portanto, menos impacto dos médios e grandes competidores.

4.3-Influência dos fatores microambientais sobre a captura dos pequenos mamíferos

O bambu funciona como componente estrutural para os pequenos mamíferos (Bovendorp 2013, Puttker *et al.*, 2018). No presente estudo, foi encontrada uma correlação negativa entre a presença de bambu e a captura dos pequenos mamíferos. O resultado foi diferente do esperado, visto que os pequenos mamíferos costumam evitar áreas abertas como forma de se esconder de predadores e competidores, sendo o bambu um tipo de abrigo (Bovendorp 2013, Ostfield & Kessing, 2018, Puttker *et al.*, 2018).

Como foram capturados poucos indivíduos de hábito fossorial e/ou terrestre, a serapilheira não foi uma variável explicativa nos modelos. A presença de frutos no solo também não foi uma variável explicativa, por conta da baixa disponibilidade de frutos maduros nas árvores e caídos no solo durante os meses de captura. O mesmo se aplica à variável árvores frutíferas. Por fim, a presença dos troncos caídos funciona como fonte de alimento (e.g. fungos, invertebrados) e de abrigo (Naxara *et al.*, 2009), tendo importância de 70 % no modelo geral.

Diferentemente dos trabalhos anteriores (Bergallo & Magnusson, 1999, Naxara *et al.*, 2009, Pinotti *et al.*, 2011, Bovendorp, 2013), que encontraram influência de variáveis como, serapilheira, árvores frutíferas, troncos caídos e insetos, funcionando como fonte de recurso estrutural ou alimentar na comunidade de pequenos mamíferos, o presente trabalho encontrou apenas a influência do bambu como variável microambiental. Além disso, o controle *top down* exercido pelos competidores foi de relevância notável na diversidade da comunidade de pequenos mamíferos de Caetetus. É possível generalizar que, a presença dos competidores e do bambu afetam negativamente a captura dos pequenos mamíferos da Estação Ecológica de Caetetus. A realização de um estudo com as câmeras durante todo o ano seria interessante para

adicionar dados e corroborar o presente estudo. Por fim, valer ressaltar a importância da realização de mais pesquisas de monitoramento dos médios e grandes mamíferos e projetos que tenham como objetivo manejar o bambu da Estação Ecológica de Caetetus.

5.0 – Referências Bibliográficas

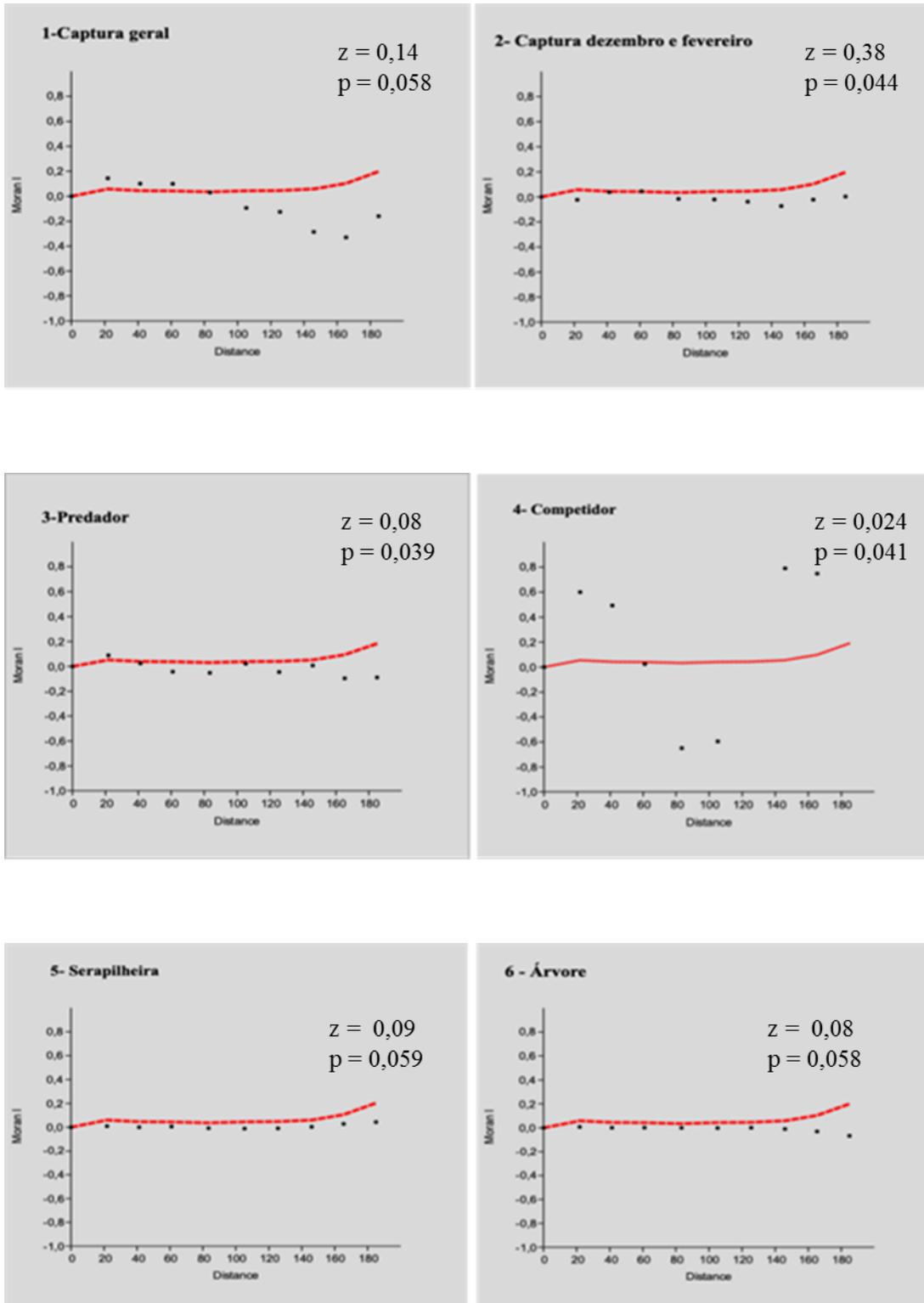
- ASTÚA (1996). Influence of baits, trap type and position for small mammal capture in a Brazilian lowland Atlantic Forest. **Bot. Mus. Biol**, 13:31-44.
- BANKS- LEITE *et al.*, 2014. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. **Science**, 341:1041-1045.
- BARROS *et al.*, (2015). Determinants of capture-recapture success: an evaluation of trapping methods to estimate population and community parameters for Atlantic forest small mammals. **Zoologia**, 32, 334-344.
- BARTON (2018). MuMIn: Multi model Inference. R package version: 1.42.1. {<https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>}
- BATES (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using (lme4). **Journal of Statistical Software**, 67: 1- 48.
- BRADY & SLADE (2001). Diversity of a Grassland Rodent Community at Varying Temporal Scales: The Role of Ecologically Dominant Species. **Mammalogy**, 82:974-983.
- BEGON *et al.*, (2007). *Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas*. 4ªed, Arned, Porto Alegre. (2005, 4ª ed. Blackwell, Oxford, 3a ed., 1996).
- BEN-MOSHE *et al.* (2001) Convergence in morphological patterns and community organization between Old and New World rodent guilds. **American Naturalist**, 158: 484–495
- BERGALLO & MAGNUSSON (2002). Effects of weather and food availability on the condition and growth of two species of rodents in southeastern **Brazil Mammalia**, 66:17–31.
- BOVENDORP (2013). História natural de duas espécies de roedores simpátricas da tribo Oryzomyini (Cricetidae :Sigmodontinae) na Floresta Atlântica. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.
- BOVENDORP *et al.*, (2017). Optimising sampling methods for small mammal communities in Neotropical rainforests. **Mammal Review**, 47: 148-158.
- BOVENDORP, et al., (2017). Atlantic small-mammal: a dataset of communities of rodents and marsupials of the Atlantic forests of South America. **Ecology**. 98:2225 – 2228.
- CABRAL *et al.*, (2006). Dieta do quiriquirei, *Falcos parverius* (Aves: Falconiformes) na Estação Ecológica de Itirapina, São Paulo. **Ararajuba**, 14:393-399.
- CASTRO-ARELLANO & LACHER (2009). Temporal niche segregation in two rodent assemblages of subtropical Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, .25: 593–603.
- CAO *et al.*, (2016). Effects of cattle grazing on small mammal communities in the Hulunber meadow steppe. **PeeJ**, 10: 18-22.
- CHESSON P. (2000) Mechanisms of Maintenance of Species Diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 31, 343-358 p.
- CUNHA & VIEIRA (2002). Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic forest of Brazil. **J. Zool**, 258:419-426.
- DORMANN (2007). Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. **Ecography**, 30: 609-628.
- DURIGAN *et al.*, (2000). Estrutura e diversidade do componente arbóreo da Floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Rev. Bras. Bot.**, 23: 371-383.
- FACURE & MONTEIRO-FILHO (1996). Feed in habits of the crab-eating fox, *Cerdocyonthous* (Carnivora, Canidae), in a suburban area of south eastern Brazil. **Mammalia**, 60:147-149.

- FONSECA & PATTON. (1996). Lista anotada dos mamíferos do Brasil. **Occ. Pap. Conserv. Biol**; Washington, DC, 4: 1-38.
- GALETTI *et al.*, (2015). Defaunation affects the populations and diets of rodents in Neotropical rainforests. **Biological Conservation**, 190, 2-7.
- GALETTI *et al.*, (2016). Trophic niche differentiation in rodents and marsupials revealed by stable isotopes. **Plos One**, 4,1-15.
- GLEN *et al.*, (2013). Optimising Camera Traps for Monitoring Small Mammals. **Plos One**, 8:1-7.
- GRAIPEL *et al.*, (2004). Capturando pequenos mamíferos arborícolas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia**, 30:2-10.
- HENDERSON *et al.*, (1987). Food habits of three colubrid tree snakes (genus *Uromacer*) on Hispaniola. **Herpetologica**, 43:241-248.
- HUTCHINSON (1957) Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology. 22: 415–427.
- HUTCHINSON (1959) Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? **American Naturalist**, 93: 145–159.
- IOB & VIEIRA (2008). Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) by small rodents in two areas with contrasting seed densities in the Brazilian Araucaria Forest. **Journal of Natural History**,45:843-854.
- JOLLIFFE & CADIMA (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. **Philos Trans A Math Phys Eng Sci.** , 374(2065): 20150202
- KARTZINEL *et al.*, (2014). Plant and small mammal responses to large herbivore exclusion in an African savanna: five years of the UHURU experiment. **Ecology**, 95, 787-787.
- KEUROGHLIAN & EATON. (2009) Removal of palm fruits and ecosystem engineering in palm stands by white-lipped peccaries. **Biodiversity Conservation**, 18: 1733-1750.
- KESSING (1998). Impacts of ungulates on the demography and diversity of small mammals in central Kenya. **Oecologia**,116,381-389.
- KURTEN. (2013). Cascading effects of contemporaneous defaunation on tropical forest communities. **Biological Conservation**, 163,22-32.
- LEGENDRE *et al.*, (2002). The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. **Ecography**, 23: 101 – 113
- LEGENDRE (1993). Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm. **Ecology**, 74: 1659–1673.
- LEITE *et al.*, (1996) Diet and vertical space use of three sympatric opossums in a Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, 3: 435-440.
- LIMA *et al.*, (2010). Small mammal community structure and microhabitat use in the austral boundary of the Atlantic Forest, Brazil. **Zoologia**, 1:99–105.
- MAC ARTHUR (1964) Environmental Factors Affecting Bird Species Diversity. **The American Naturalist**, 98: 387-397.
- NAXARA *et al.*, (2009). Seasonal Microhabitat Selection by Terrestrial Rodents in an Old-Growth Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, 90: 404-415.
- OKSANEN *et al.*, (2011). Vegan: Community Ecology Package. R package version :17-6. {<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>}

- PAGLIA *et al.*, (2012). Lista anotada dos mamíferos do Brasil 2ª Edição Annotated checklist of Brazilian mammals. **Occasional papers in conservation biology**, 6.
- PASSOS, (1997). Padrão de atividades, dieta e uso do espaço em um grupo de mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) na estação ecológica dos Caetetus, SP. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos.
- PIANKA (1994) Evolutionary ecology. New York, Harper Collins College Publishers, 5th , ed.,486 p.
- PINOTTI *et al.*, (2012). Habitat structure and food resources for wildlife across successional stages in a tropical forest. **Forest Ecology and Management**, 283:119-127.
- PREVEDELLO *et al.*, (2013). Population responses of small mammals to food supply and predators: a global meta-analysis. **Journal of Animal Ecology**, 82:927-936.
- PREVEDELLO *et al.*, (2010). Movement behaviour within and beyond perceptual ranges in three small mammals: effects of matrix type and body mass. **Journal of Animal Ecology**, 79:1315-1323.
- PUTTKER *et al.*, (2013). Habitat specialization interacts with habitat amount to determine dispersal success of rodents in fragmented landscapes. **Journal of Mammalogy**, 94:714-726.
- R_CORE_TEAM. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. {<http://www.r-project.org/http://www.R-project.org/>}.
- OSTEFIELD & KESSING (2018). Impacts of large mammals on movements of pouched mouse (*Saccostomos mearnsi*) in the central Kenya. **African Journal of Ecology**,1-8.
- SYMONDS (2011). A brief guide to model selection, multimodel inference and model averaging in behavioural ecology using Akaike's information criterion. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 65: 13-21.
- SUZUKI *et al.*, (2004). Identifying rodent hantavirus reservoirs, **Brazil. Emerg. Infect. Dis**, 10: 2127–2134.
- TABANEZ *et al.*, (2005). Plano de manejo da Estação Ecológica de Caetetus. **Secretaria do Meio Ambiente – Instituto Florestal**, n 20: 1 -104.
- TERBORGH (1992). Maintenance of diversity in tropical forests. **Biotropica**, 24, 283:292.
- TERBORGH (2001). Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments. **Science**, 1923 -1926.
- TOBLER (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. **Economic geography**, 46: 234-240,
- VIEIRA *et al.*, (1991). The common opossum, *Didelphis marsupialis*, as a pollinator of *Mabea fistulifera* (Euphorbiaceae). **Ciência and Cultura**, 43:390–393.
- VIEIRA *et al.*, (2013). Efficiency of small mammal trapping in an Atlantic Forest fragmented landscape: the effects of trap type and position, seasonality and habitat. **Braz. J. Biol.**, 3,538-544.
- VIEIRA & ASTÚA DE MORAES (2003). Carnivory and insectivory in neotropical marsupials. In: M. JONES; C. DICKMAN & M. ARCHERS (eds). Predators with pouches: the biology of carnivorous marsupials. Collingwood ,CSIRO Publishing, 271-281.
- VIEIRA & MONTEIRO-FILHO (2003). Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil .**Journal of Tropical Ecology**, 19, 501-507.
- WRIGHT *et al.*, (2000). Poachers alter mammal abundance, seed dispersal and seed predation in a neotropical forest. **Conservation Biology**, 14, 227-239.
- O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e com o apoio da Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Código de Financiamento - Processo FAPESP 2014/ 01986-0.

6.0 – Material suplementar

6.1 - Teste de Moran – Autocorrelação espacial



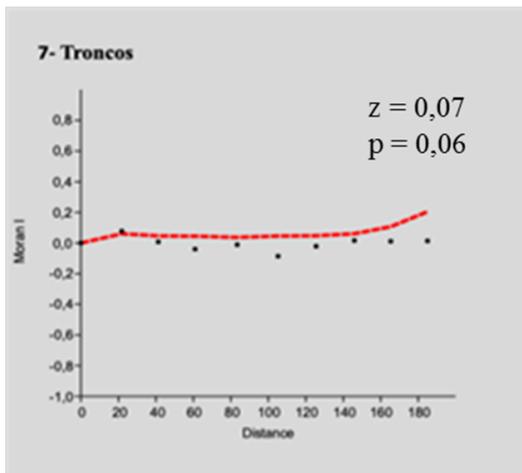


Figura 1: Correlogramas do Teste de Moran, das variáveis predictoras e das variáveis resposta. Os pontos são a média de distância entre as amostras e a linha em vermelho indica a tendência da média das amostras de cada variável.

6.2 – Captura dos pequenos mamíferos

A **figura 2** representa a captura dos pequenos mamíferos da ordem Didelphimorphia e Rodentia por tipo de armadilha. Os baldes foram fundamentais para a captura dos roedores. Por outro lado, a maioria dos Didelphimorphia foram capturados nas armadilhas do tipo Tomahawk.

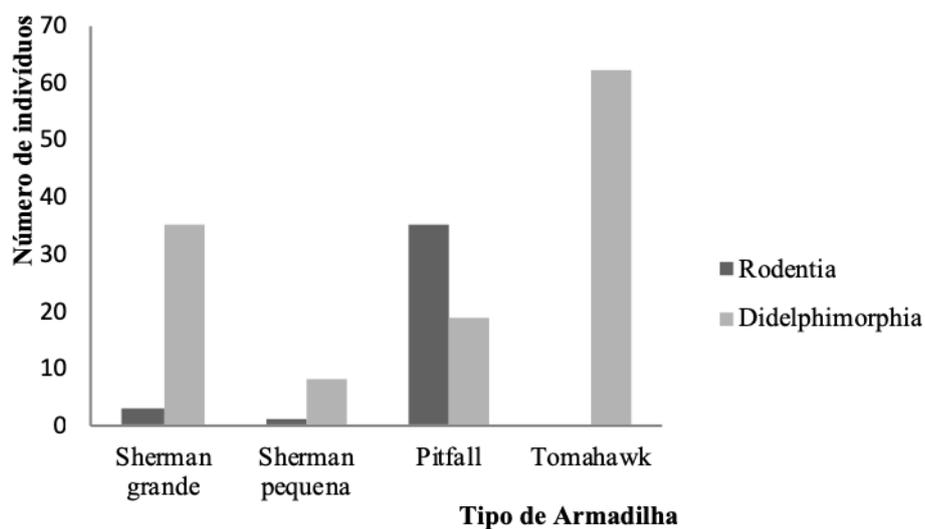


Figura 2: Captura dos pequenos mamíferos (Rodentia e Didelphimorphia) nos quatro diferentes tipos de armadilhas no gride presente na Estação Ecológica de Caetetus (SP).

A **figura 3** representa a variação da captura dos pequenos mamíferos ao longo das seis campanhas na Estação Ecológica de Caetetus.

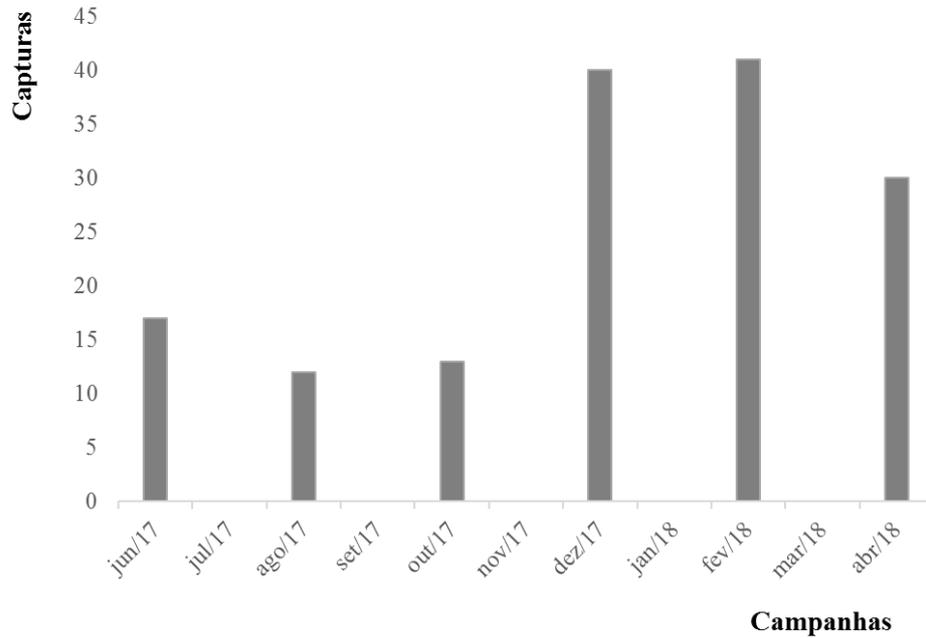


Figura 3: Captura dos pequenos mamíferos durante as seis campanhas no gride presente na Estação Ecológica de Caetetus (SP).

A **figura 4** representa a variação da captura dos pequenos mamíferos por peso (gramas). A armadilha do tipo balde capturou animais de menor peso, como pequenos roedores e marsupiais. Já a armadilha do tipo Tomahawk capturou animais de maior peso como, por exemplo, *Didelphis albiventris*.

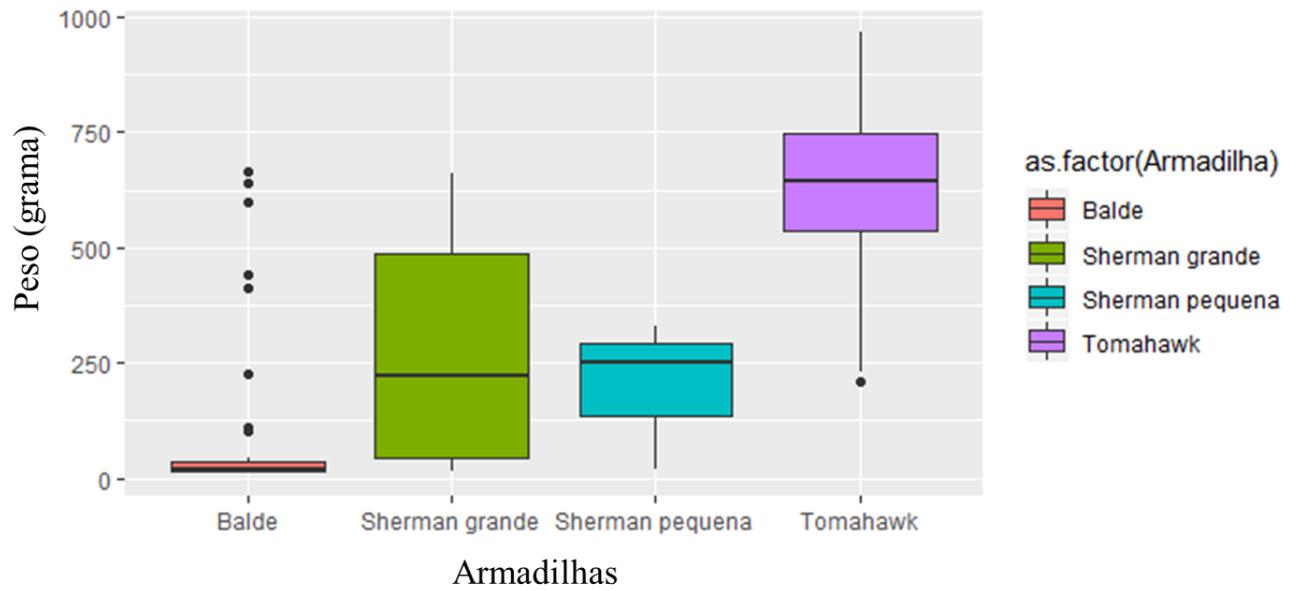


Figura 4: Peso (grama) dos pequenos mamíferos do gride presente na Estação Ecológica de Caetetus (SP) em função dos quatro diferentes tipos de armadilha (Sherman pequena, Sherman grande, Tomahawk e baldes).

6.3 – Distribuição espacial das variáveis ao longo do gride

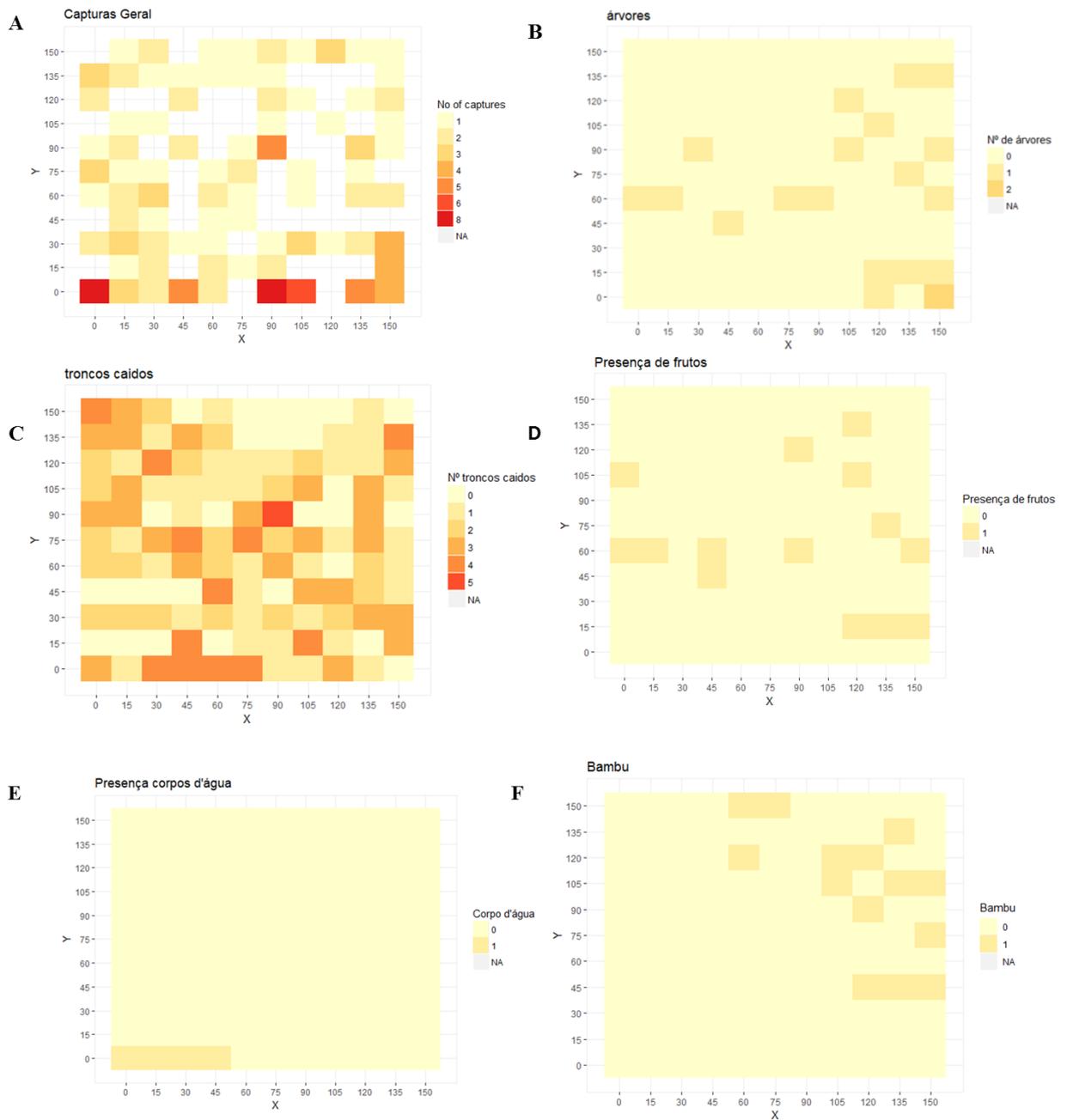


Figura 5: Distribuição das variáveis ao longo do gride **Figura A:** Captura dos pequenos mamíferos, **Figura B:** Árvores frutíferas, **Figura C:** Troncos caídos, **Figura D:** Presença de frutos no solo, **Figura E:** Presença de corpos d'água, **Figura F:** Presença de bambu. As cores mais escuras na escala representam maior quantidade da variável em questão no ponto de captura.

6.4 – Identificação dos indivíduos de pequenos mamíferos capturados no gride da Estação Ecológica de Caetetus

Tabela 1: Identificação (número do brinco) dos pequenos mamíferos capturados no gride da Estação Ecológica de Caetetus (SP-Brasil), com o número de recapturas em sequência correspondente. Cada indivíduo foi marcado com um brinco numerado de quatro dígitos.

Gênero / espécie	Número do brinco	Número de recapturas por indivíduo										
<i>Didelphis albiventris</i>	6976 6950 6933 6932 6952 6976 6932 6932 6932 6952	1	1	1	1	2	2	3	4	2	2	
	6950 6971 6932 6976 6953 6970 6934 6935 6934 6935	1	5	2	3	1	1	1	2	2	3	
	6934 7000 6956 6934 6997 6995 6996 6997 7029 6997	1	1	4	1	1	1	2	1	3	4	
	6997 7033 7035 7036 7033 7040 7038 7039 7035 7038	1	1	1	2	1	1	1	2	2	3	
	7033 7033 7035 7038 7038 7033 7039 7038 7042 7033	4	3	3	4	5	2	5	1	6	3	
	7039 7033 7036 7038 7048 7045 7038 7042 7039 7036	7	2	6	1	1	7	2	4	3	1	
	7001 7002 7001 7004 7002 7004 7014 7004 7015 7002	1	2	1	2	2	1	3	1	3	4	
	7004 7019 7021 7004 7004 7019 7002 7014 7009 7004	1	1	5	6	2	4	2	2	7	1	
	7022 7014 7025 7004 7002 7022 7052 7053 7022 7052	3	1	8	5	2	1	1	3	2	2	
	7053 7054 7052 7054 7025 7022 7053 7053 7074 7074	1	3	2	2	4	3	4	1	2	3	
	7054 7023 7014 7059 7074 7054 7072 7053 7052 7074	2	4	1	3	4	1	5	4	4	5	
	7022 7054 7072 7074 7025 7022 7074 7053	5	2	5	3	6	6	1				
	<i>Oligoryzomys</i> sp.	6975 6954 6954 6949 6998 7028 7030 7031 7034 7037	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
		7050 7050 7044 7006 7005 7011 7010 7012 7013 7017 7011	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	<i>Akodon</i> sp.	6999 7026 7032 7032 7048 7008 7016 7020 7055 7073	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
<i>Marmosa</i> sp.	7041 7041 7009 7024	1	2	1	1							
<i>Delomys</i> sp.	6973 6961	1	1									
<i>Momodelphis</i> sp.	241 7043	1	1									
<i>Calomys</i> sp.	7023	1										
<i>Cerradomys</i> sp.	7027	1										
<i>Gracilinanus</i> sp.	6959	1										
<i>Necomys</i> sp.	7049	1										
<i>Nectomys squamipes</i>	NA	NA										