

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSERVAÇÃO DA FAUNA

LAIS RODRIGUES PEREIRA

**USO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS PARA AVALIAÇÃO
PRELIMINAR DA MASTOFAUNA DA FAZENDA DO ZOOLOGICO
DE SÃO PAULO, EM ARAÇOIABA DA SERRA/SP, COMO SUBSÍDIO
PARA A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA E CONSERVAÇÃO DA
FAUNA**

São Carlos

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSERVAÇÃO DA FAUNA

LAIS RODRIGUES PEREIRA

**USO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS PARA AVALIAÇÃO
PRELIMINAR DA MASTOFAUNA DA FAZENDA DO ZOOLOGICO
DE SÃO PAULO, EM ARAÇOIABA DA SERRA/SP, COMO SUBSÍDIO
PARA A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA E CONSERVAÇÃO DA
FAUNA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Conservação da Fauna, para obtenção do título de mestra profissional em Conservação da Fauna.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Nivert Schindwein

São Carlos

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Conservação da Fauna

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Lais Rodrigues Pereira, realizada em 23/06/2017:

Prof. Dr. Marcelo Nivert Schlindwein
UFSCar

Prof. Dr. Vladimir Jose Rocha
UFSCar

Prof. Dr. Helbert Medeiros Prado
USP

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que, de alguma forma, me ajudaram a trilhar esse longo, curto, corrido, intenso, feliz mestrado. De forma especial à minha turma, na qual nos descobrimos as melhores psicólogas uma das outras que poderíamos ter (rs). Cada uma foi para um canto depois da imersão no “Zuu”, mas nem por isso nos desacompanhamos. O mestrado trouxe não só a realização de um sonho, mas a gratidão por aqueles encontros certos na vida. A cada uma dessas mulheres incríveis, muito obrigada, assim como aos amigos de antes e de sempre.

Ao meu orientador Marcelo pelo apoio e paciência nessa caminhada que começou com a predação de ninhos artificiais e principalmente, por ter me aberto os olhos pra uma questão tão essencial na conservação da fauna. Com certeza meu horizonte foi ampliado graças à sua orientação!

À dupla Luisa e Vinícius que me s a l v a r a m na primeira campanha e ao quase ajudante de campo Thiago Dias, muito obrigada!

À UFSCar por esta e todas as outras oportunidades desde a graduação, à FPZSP pelo fomento e por promover o período de imersão, que deixa muita saudade pelos momentos únicos com cada espécie. Pra quem é apaixonada pela fauna, foi um período simplesmente inesquecível. Aos técnicos por todo conhecimento compartilhado e pela paciência com a “turma do manejo”. Aos responsáveis pelos setores de aves, répteis e mamíferos por terem permitido a minha esticada na imersão. Ao pessoal da Fazenda pelo apoio, especialmente aos tratadores pela companhia, risadas e por ajudar em tudo que precisei.

À minha família que, certamente, se não fossem os esforços desprendidos lá atrás talvez hoje eu não tivesse chegado aonde cheguei. *In memoriam* aos amores da minha vida, minhas referências, minhas melhores lembranças, dona Maria e seu Riba, que adorariam ver isso... e certamente veêm de onde estão.

RESUMO

Cerca da metade da superfície terrestre do planeta é voltada para atividades da agropecuária, evidenciando seu impacto sobre a manutenção da biodiversidade. A Mata Atlântica é um dos biomas mais devastados que, ainda assim, apresenta um alto índice de diversidade e endemismo. Dentre diversas pressões antrópicas, a agricultura e a agropecuária são consideradas as maiores causas de degradação ambiental. Diante desse cenário, é necessário aprimorar políticas e incentivar um modelo de desenvolvimento agrícola que mantenha a produtividade, porém de forma sustentável preservando o ambiente e a biodiversidade, como propõe a agroecologia. Além desse agravante da perda de habitat, outra ameaça silenciosa da agricultura convencional é a contaminação pelos agrotóxicos e é nesse contexto que a agroecologia e a biologia da conservação se encontram em interesses comuns a fim de preservar a fauna presente nesses espaços. Esse trabalho, por sua vez, apresenta um recorte da riqueza de mamíferos da Fazenda do Zoo de São Paulo, localizada em Araçoiaba da Serra/SP, por meio de armadilhas fotográficas. Foram amostradas tanto parcelas voltadas para a agricultura como fragmentos de mata. Entre junho e setembro de 2016, foram realizadas duas campanhas amostrais utilizando-se 30 armadilhas fotográficas simultaneamente. No total, foram analisados mais de 17 mil vídeos e registradas 13 espécies de mamíferos, destacando-se o tamanduá-bandeira, animal considerado vulnerável (VU) na avaliação de risco de extinção para o Estado de São Paulo. Entendendo a Fazenda do Zoo de São Paulo como um espaço potencial para a conservação da fauna silvestre, os dados levantados nesse trabalho visam subsidiar a proposta da transição agroecológica, destacando a ferramenta de Sistemas Agroflorestais (SAF).

Palavras-chave: Agroecologia. Armadilha fotográfica. Conservação *in situ*. Sistema agroflorestal.

ABSTRACT

About half of the Earth's land surface is focused on farming activities, showing its impact on biodiversity conservation, with Atlantic Forest being one of the most devastated biomes, yet presenting an index of diversity and endemism. Among several anthropogenic pressures, agriculture and husbandry are considered the major causes of environmental degradation. Before this scenario, it is necessary to improve policies and encourage a model of agricultural development that maintains productivity, but in a sustainable way preserving the environment and biodiversity, as is proposed by agroecology. Another aggravating threat from conventional agriculture is the contamination by pesticides and it is in this context that agroecology and conservation biology meet in common interests in order to preserve the fauna present in these spaces. This work, in turn, presents a survey of mammals from the Farm of São Paulo Zoo, located in Araçoiaba da Serra / SP, through camera traps. Were sampled plots aimed at both agriculture and forest fragments. Between June and September 2016, two sample campaigns were carried out using 30 camera traps simultaneously. In total, more than 17 thousand videos were analyzed and 13 species of mammals were registered, especially the giant anteater, an animal considered vulnerable (VU) in the extinction risk assessment for the State of São Paulo. Understanding the farm as a potential space for the conservation of wild fauna, the data collected in this work aim to subsidize the proposal of the agroecological transition, highlighting the Agroforestry Systems tool.

Keywords: Agroecology. Agroforestry System. Camera trap. *In situ* conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da Fazenda do Zoológico de São Paulo, localizada no município de Araçoiaba da Serra e fazendo divisa com Sorocaba e Salto de Pirapora (fonte: elaborado pelo autor).....	10
Figura 2: Imagem da Fazenda do Zoológico de São Paulo, contornada em preto, localizada na cidade de Araçoiaba da Serra/SP. É possível observar que a área é cercada por outras propriedades agrícolas e bairros rurais.	11
Figura 3: Área da sede da Fazenda do Zoo de São Paulo (contorno em preto) indicando as seis porções (nomeadas em amarelo) que foram amostradas: citricultura (pomar), bananal, canavial, pinus, vegetação nativa (remanescente de Mata Atlântica) e área em regeneração natural.	12
Figura 4: Fotos das seis porções amostradas na Fazenda do Zoo de São Paulo: a) pomar, b) bananal, c) canavial, d) área de pinus, e) área em regeneração natural e f) remanescente de Mata Atlântica (foto: Lais R. Pereira).	14
Figura 5: Armadilhas fotográficas ou cameras trap da marca Bushnell Cam HD com etiquetas de identificação e um equipamento aberto contendo quatro pilhas e um absorvente íntimo (foto: Lais R. Pereira).	17
Figura 6: a) pegada de <i>Mazama gouazoubira</i> próximo ao bananal, b) toca em barranco na área em regeneração, c) pegada de um gato pequeno no canavial, d) fezes com presença de pelos no fragmento de Mata Atlântica (Fotos: Lais R. Pereira).....	19
Figura 7: Imagem da porção agrícola da Fazenda do Zoo de São Paulo amostrada na pesquisa, contendo o pomar (citricultura), o bananal e o canavial. O pontilhado sinaliza o caminho de acesso às áreas, onde a maioria das pegadas foi encontrada.	20
Figura 8: Tamanduá-bandeira (na parte inferior da imagem) e gato-do-mato-pequeno registrados na área em regeneração natural da Fazenda do Zoo de São Paulo.	23
Figura 9: Espécime de <i>Mazama gouazoubira</i> registrado no canavial e na área em regeneração natural na Fazenda do Zoo de São Paulo.....	25
Figura 10: Foto de um <i>Euphractus sexcinctus</i> , saindo do canavial, registrado durante a amostragem piloto na Fazenda do Zoo de São Paulo.....	25
Figura 11: Curva de rarefação (entre as curvas do desvio padrão) de cada área e da amostragem geral realizada na Fazenda do Zoo de São Paulo, apresentando a relação entre o número de espécies registradas em função do número de dias amostrados.	31

Figura 12: Índice de Frequência Relativa (IFR) dos registros de cada espécie, considerando toda a Fazenda do Zoo de São Paulo (IFR geral) e por tipo de área, sendo as abertas (IFR áreas abertas) sinônimas das porções agrícolas (pomar, bananal, canavial) e as fechadas (IFR áreas fechadas) sinônimas das porções florestais (pinus, área em regeneração, remanescente de Mata Atlântica).	34
Figura 13: Espécimes de arara-azul-de-lear, mico-leão-da-cara-dourada e tamanduá-bandeira (com filhote) mantidos no Centro de Conservação da Fauna do Estado de São Paulo - CECFau, da Fazenda do Zoo de São Paulo (foto: Lais R. Pereira).	38
Figura 14: Mapa de uso e ocupação da Fazenda do Zoológico de São Paulo, apresentando a finalidade de cada porção do terreno. São sinalizados os plantios de cana, laranja, trigo, napiê roxo, hortaliças, feijão, banana e milho, o qual representa a maior cultura. Os galpões, casas e a sede estão inseridos no item “áreas construídas” enquanto o CECFau é apontado separadamente (Fonte: ArcGis® 10.2, 2016).	39
Figura 15: Imagens das mudas durante o processo de reflorestamento na Fazenda do Zoo de São Paulo pela ONG SOS Mata Atlântica em 2016 (Foto: Lais R. Pereira).....	41
Figura 16: Dupla de raposas se alimentando em um cacho de banana e outra passando pelo pomar na Fazenda do Zoo de São Paulo.....	44
Figura 17: Imagens, de um mesmo vídeo, do canídeo em que é possível notar a falta de pelos, principalmente na região basal da cauda.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Espécies de mamíferos registradas, por armadilhas fotográficas, nas áreas do pomar (Po), bananal (Ba), canavial (Ca), pinus (Pi), área em regeneração natural (Reg) e no remanescente de Mata Atlântica (Rem) na Fazenda do Zoo de São Paulo, em Araçoiaba da Serra/SP.	21
Tabela 2: Espécies encontradas nas áreas agrícolas/abertas (pomar, bananal e canavial) e nas áreas florestais/fechadas (pinus, regeneração, fragmento) na Fazenda do Zoo de São Paulo..	22
Tabela 3: Número de disparos totais das câmeras e dos registros efetivos de fauna, por área amostrada e por campanha.	26
Tabela 4: Número de espécies observadas em cada área amostrada e os valores fornecidos pelos estimadores Chao 2, Jackknife 1 e Jackknife 2.....	32
Tabela 5: Comparativo entre a frequência observada de cada espécie e a frequência ajustada, contendo os registros independentes, os quais respeitaram o intervalo de cinco minutos para a contagem dos mesmos.	33
Tabela 6: Índices de Jaccard para similaridade entre as áreas quanto a composição de espécies, dispostos em matriz a fim de comparar as seis áreas amostradas. Entende-se que 1 é muito similar e 0 pouco similar.	36

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1.1 O manejo agrícola e a conservação da fauna	3
1.2 O Uso de armadilhas fotográficas para o levantamento de mamíferos	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3 MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1 Área de Estudo	9
3.2 Metodologia de Amostragem	15
3.3 Análise de dados	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Vestígios e avistamentos de mamíferos	18
4.2 Dados das armadilhas fotográficas	20
4.2.1 Riqueza de mamíferos	20
4.2.2 Relação entre o número de disparos e tipo de área amostrada	26
4.2.3 Limitações das armadilhas fotográficas e falhas na amostragem	28
4.3 Esforço amostral, Curvas de rarefação e Índices de riqueza	29
4.4 Sucesso amostral, Índice de Frequência Relativa (IFR) e Similaridade entre as áreas	33
4.5 Subsídios para a transição agroecológica da Fazenda do Zoo de São Paulo	37
4.5.1 Fauna in situ e ex situ: a Fazenda do Zoo e o CECFau	37
4.5.2 Sistemas Agroflorestais: corredor de fauna, conservação e produção	38
4.6 Propostas para futuros trabalhos na Fazenda do Zoo de São Paulo	43
4.6.1 Hibridização entre as espécies <i>Lycalopex gymnocercus</i> e <i>Lycalopex vetulus</i>	43
4.6.2 Impactos de animais domésticos sobre os silvestres	44
4.6.3 Uso da cauda por <i>Didelphis albiventris</i> para carregar material vegetal	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6 REFERÊNCIAS	47
7 APÊNDICE - A	54

INTRODUÇÃO

Não somente no Brasil, a fauna tem sofrido grandes pressões advindas de ações antrópicas. Como já amplamente difundido, a grande causa disso se deve a destruição ambiental impulsionada pelo tipo de desenvolvimento econômico vigente através de atividades como urbanização, mineração, pastagem, agricultura e hidrelétricas. Tais atividades levam a fragmentação de ambientes naturais, deixando as populações isoladas, dificultando a variabilidade genética das espécies e tornando-as mais vulneráveis a extinção (AYRES et al., 2005). No tocante a agricultura, o manejo da terra para este fim é apontado como uma das maiores causas de degradação ambiental (BALMFORD; GREEN; PHALAN et al., 2013; BENAYAS; BULLOCK, 2012; BENTON; VICKERY; WILSON, 2003; PYWELL et al., 2012; VERDADE, 2011).

O uso da terra para a produção de alimentos por meio da agricultura convencional obedece diretrizes da economia capitalista e assim, prioriza a maximização da produção e conseqüentemente do lucro. Para isso, tal modelo coloca em prática um conjunto de ações que desconsidera os impactos ao ambiente, à biodiversidade e a viabilização da produtividade futura, mostrando-se claramente ser um modelo insustentável (GLIESSMAN, 2000). Aproximadamente 5% da superfície terrestre mundial não é manejada pelo homem, enquanto ações antrópicas como a agricultura e produção animal representam 50% do uso terrestre do planeta, evidenciando o impacto que o setor agrícola assume sobre a biodiversidade, tornando urgente o pensar sobre meios sustentáveis de produção (PIMENTEL et al., 1992) que alimentem um mundo em crescimento e que preserve os serviços vitais prestados à humanidade pelo ecossistema natural (TILMAN, 1999).

Diante desse cenário, a agroecologia e a biologia da conservação se encontram em interesses comuns, já que preservar a biodiversidade e manter a produção agrícola se resume no manejo dessas áreas a fim de que os habitats sejam restaurados, sendo uma das práticas a criação de Sistemas Agroflorestais, conhecidos como SAF's (GLIESSMAN, 2000). Esses sistemas constituem uma tentativa de amenizar os impactos das atividades agrícolas nas áreas naturais, sendo promotores de serviços ambientais. Visto que a atual crise do sistema agrícola convencional deve-se em grande parte ao declínio da biodiversidade nesses espaços, meios alternativos de produção como os SAF's tem despertado interesse por englobarem diversos tipos de manejo baseados em dinâmicas ecológicas naturais. Assim, diante da complexidade desse modelo, há o aumento da sua resiliência e equilíbrio, viabilizando não somente o

manejo dos recursos naturais, mas também a conservação da biodiversidade (PIÑA-RODRIGUES et al., 2013).

No Brasil, um dos biomas mais afetados pelo agrossistema é a Mata Atlântica, que é reconhecida internacionalmente e ocupa a 5ª posição na lista dos 25 *hotspots* do mundo, termo que classifica áreas altamente ameaçadas e que exigem maiores esforços para a conservação (MYERS et al., 2000). Instituições com diferentes abordagens trabalham para a recuperação e manutenção desse bioma, como é o caso do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), que desenvolveu um projeto de Sistemas Agroflorestais como corredores de biodiversidade no Pontal do Paranapanema/SP, em parceria com os produtores rurais. O projeto visa conciliar a restauração florestal com sistemas que gerem renda, recuperando a Mata Atlântica e contribuindo para a conservação de espécies ameaçadas que vivem na região, como o mico-leão-preto (IPÊ, 2017).

Além do desmatamento e fragmentação que acarretam na perda de habitat de diversas espécies, aumenta, juntamente com a caça, a pressão sobre os mamíferos, principalmente os de médio e grande porte, evidenciando a urgência em se obter mais dados sobre esses animais através de levantamentos e diagnósticos ambientais (PARDINI et al., 2006). Existem diferentes técnicas empregadas no levantamento de fauna que constituem a forma mais direta de acesso à parte da diversidade animal de um local, em um determinado espaço e tempo que vai resultar em uma amostra, ou seja, uma parte que represente a totalidade do grupo de estudo (SILVEIRA, 2010).

Para mamíferos terrestres não voadores, pode se delimitar parcelas de areia contendo iscas para registro de pegadas, focagem noturna, transectos lineares, entre outras técnicas como o uso de armadilhas fotográficas. Visto a dificuldade de avistar a maioria dos mamíferos brasileiros devido aos seus hábitos predominantemente noturnos, (PARDINI et al., 2006), as *cameras trap* ou armadilhas fotográficas contribuem significativamente uma vez que permitem o acesso a informações no campo de forma não perturbadora e em diversas condições ambientais (KUCERA; BARRETT, 2011).

Para exemplificar a problemática entre produção agrícola convencional e conservação biológica, o Zoológico de São Paulo, além de ser o maior da América Latina, possui uma propriedade agrícola na cidade de Araçoiaba da Serra/SP, responsável pela produção de alimentos que são destinados aos animais tanto do Zoológico de São Paulo, do Zoo Safári assim como aos próprios animais cativos da fazenda. Localizada em uma área de Mata Atlântica altamente degradada, a Fazenda do Zoo é uma propriedade convencional de mais de

500ha que em 2015 inaugurou o *Centro de Conservação da Fauna do Estado de São Paulo*, o CECFau, uma iniciativa ímpar responsável pelo manejo reprodutivo de espécies ameaçadas. Além de iniciativas conservacionistas *ex situ*, ou seja, voltadas para espécies em cativeiro, o Zoo também apoia projetos de conservação com animais de vida livre, ou seja, *in situ*, através de parcerias com programas atuantes em campo.

Diante dessa perspectiva de conservação *in situ*, a fim de saber quais espécies de mamíferos estão presentes na Fazenda do Zoo, nos meses de junho e agosto/setembro de 2016 foi realizado um levantamento por meio de armadilhas fotográficas, considerado um recorte da riqueza em questão. Foram amostrados seis ambientes envolvendo porções agrícolas e fragmentos florestais. Tais dados visam subsidiar a transição agroecológica da fazenda a fim de contribuir para a conservação da fauna local.

1.1 O manejo agrícola e a conservação da fauna

Os avanços científicos e tecnológicos aplicados à agricultura, principalmente a partir da metade do século XX, levaram a criação de novas variedades de plantas, ao uso de fertilizantes e agrotóxicos, os quais aumentaram o rendimento de grãos básicos, satisfazendo assim, a demanda crescente de alimentos, caracterizando uma revolução de benefícios (TILMAN et al., 2002). No entanto, as mesmas técnicas que promoveram tantos avanços há algumas décadas, hoje protagonizam um cenário ambiental desastroso dentro do próprio sistema de produção global de alimentos que fora criado, uma vez que degradam os recursos naturais dos quais a agricultura depende. Tal agricultura moderna (ou convencional) busca o lucro e a maximização da produção através de uma cadeia de práticas gerando o uso intensivo do solo, as monoculturas, o uso de fertilizantes inorgânicos e o controle químico de pragas (GLIESSMAN, 2000).

Aliás, já é muito bem conhecido o fato de que plantas cultivadas em monoculturas geneticamente homogêneas não possuem os mecanismos de defesa para resistirem aos impactos das pragas, levando ao aumento da necessidade de insumos (ALTIERI; NICHOLLS, 2005). No contexto capitalista, a obtenção do lucro na agricultura advém das grandes monoculturas e, com a consolidação dos transgênicos, as multinacionais conseguiram, portanto, vender um kit completo contendo sementes, fertilizantes e os respectivos “defensivos agrícolas”, venenos, dos quais em 2009 o Brasil se tornou campeão mundial no consumo (BOMBARDI, 2011; LONDRES, 2011). Além do peso do Brasil no

mercado internacional de insumos, que o apoiando economicamente impulsiona o crescimento do agronegócio, por ser um país em desenvolvimento implica na entrada de agrotóxicos barrados em países desenvolvidos, visto a vulnerabilidade social e ambiental existente e assim, as pessoas e o ecossistema em geral ficam mais suscetíveis aos efeitos tóxicos desses produtos (FRIEDRICH, 2013).

As atividades relacionadas à agricultura causam muitos impactos à fauna, como a destruição e fragmentação (GEHRING; SWIHART, 2004; VERDADE et al., 2011). As monoculturas tomaram o espaço de ecossistemas naturais que antes continham centenas de espécies de plantas e vertebrados, levando a homogeneização e simplificação do sistema (TILMAN, 1999). Uma paisagem natural transformada em um mosaico de fragmentos, ou manchas de habitats isoladas, é uma das consequências da expansão agrícola convencional, (GLIESSMAN, 2000), podendo levar a redução dos movimentos dos animais entre esses fragmentos (CHIARELLO, 2000).

Como se não bastasse a conversão do habitat natural em agroecossistemas, a fauna que permeia esses espaços ainda esbarra na ameaça da contaminação pelos agroquímicos. Derivados de pesticidas, além de causar a morte de forma direta ou mais lentamente, são conhecidos por causar toxicidade aguda nos mamíferos, como efeitos neurológicos, alteração de comportamento, do metabolismo, imunotoxicidade levando ao aumento de infecções e, principalmente, desregulação endócrina, afetando a biologia reprodutiva (BERNY, 2007; BOTHA, 2015; KÖHLER; TRIEBSKORN, 2013; LUZARDO et al., 2014; MANGINI; MEDICE; FERNANDES-SANTOS, 2012; RATTNER, 2009).

A demanda por estes produtos acarreta mudanças drásticas, alterando muito rapidamente as áreas tropicais e levando a perda de suas características únicas (CONSTANTINE, 2015). Claramente, esse cenário não é apenas composto por questões ambientais, visto a influência de determinados grupos no setor político-econômico que impulsionam o serviço da agricultura nacional para o mercado internacional (ALTIERI; NICHOLLS, 2005). Somente a produção dos chamados “defensivos agrícolas”, por exemplo, estão sob o domínio de algumas empresas estrangeiras que, com uma receita líquida bilionária, fomentam um processo chamado de internacionalização da agricultura pelo qual, mesmo não produzindo diretamente, encontram formas de se agregarem ao processo uma vez que agricultores de diversas escalas utilizam insumos industrializados para subsidiar sua produção (BOMBARDI, 2011).

A problemática da contaminação da fauna e do ambiente por pesticidas passou a ter maior atenção da comunidade científica a partir do trabalho de Rachel Carson, “Primavera Silenciosa”, publicado em 1962. Nessa época, enquanto pesquisas identificavam os impactos ambientais da contaminação, a alta mortalidade de aves e peixes levantou a discussão sobre o uso e abuso dos pesticidas nos países mais desenvolvidos (KÖHLER; TRIEBSKORN, 2013). Se por um lado a produção agrícola é essencial para a humanidade, os serviços dos ecossistemas também o são para a qualidade de vida. Porém, as práticas que maximizam a produção impactam profundamente o ambiente, destacando a importância de mais métodos sustentáveis (TILMAN et al., 2002).

Como observado, as práticas da agricultura convencional comprometem a produtividade futura por meio da poluição e exploração demasiada dos recursos naturais, conduzindo a declínios na biodiversidade e perturbando o equilíbrio natural dos ecossistemas, evidenciando claramente não ser um modelo de desenvolvimento sustentável. De forma geral, sustentabilidade é a capacidade de perpetuamente obter biomassa do ambiente uma vez que sua capacidade de renovação não foi comprometida, sendo alcançada através do conhecimento dos processos ecológicos aplicados na agricultura, por meio de práticas alternativas (GLIESSMAN, 2000).

As discussões acerca do conceito de sustentabilidade suscitaram a necessidade de grandes ajustes na agricultura a fim de torná-la mais social, econômica e ecologicamente viável (ALTIERI; NICHOLLS, 2005). Além disso, a agricultura moderna exige um alto aporte energético nesses processos a fim de aumentar o rendimento no campo. No entanto, vale lembrar que sua origem é na maioria das vezes combustíveis fósseis não renováveis, evidenciando o fato de que essa forma de agricultura não pode ser sustentável no futuro, sem que existam mudanças nos meios de uso intensivo da energia (GLIESSMAN, 2000).

Desenvolver a agricultura e manter a biodiversidade ainda é interpretado como um duelo, no qual os dois componentes disputam pela terra. No entanto, mesmo as áreas não manejadas pelo homem sendo classificadas de extrema importância para a conservação, elas sozinhas não garantem esse objetivo (CAUDILL et al., 2014). Assim, é necessário aplicar as estratégias de conservação ambiental também nos ambientes agrícolas (PIMENTEL et al., 1992), visto que tais práticas de manejo intensivo, visando o aumento da produção, impactam a vida silvestre na área de cultivo (GREEN et al., 2005). Ironicamente, a agricultura depende dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela biodiversidade (VERDADE et al., 2011), uma vez que esta impacta os processos e propriedades no ambiente, conforme as espécies e

indivíduos diferem na sua produtividade e, conseqüentemente, nas funções no ecossistema (WOOD et al., 2015).

Apesar de a agricultura tradicional fornecer práticas para um modelo sustentável, essa não tem condições de abastecer mercados globais, sendo necessária uma nova abordagem, a qual inclua um desenvolvimento agrícola baseado na conservação dos recursos naturais, consistindo dessa forma, nos objetivos da agroecologia. Essa ciência, derivada da ecologia e agronomia, foi definida pelos ecologistas nos anos 1930, a partir do interesse nas condições ambientais de plantas cultivadas, mas foi no final dos anos 1950 que o amadurecimento sobre ecossistemas forneceu um fundamento teórico para que a agricultura recebesse uma análise ecológica (GLIESSMAN, 2000).

A agricultura, dependendo de como é realizada, pode desempenhar papel fundamental na conservação da biodiversidade. No sentido da agroecologia, mudanças profundas acontecem com relação às práticas agrícolas, como a inclusão do manejo integrado de pragas, assim como o controle biológico em substituição aos fertilizantes e agrotóxicos (GLIESSMAN, 2000). Elementos que, como já apontado, poluem o meio ambiente e impactam direta e indiretamente a fauna, uma vez que interfere em mudanças nas interações bióticas, como nas relações entre parasita-hospedeiro, presa-predador e na polinização (KÖHLER; TRIEBSKORN, 2013).

Um dos métodos abordados pela agroecologia é o chamado *Sistema Agroflorestal* (SAF), que consiste em integrar ao agrossistema um componente florestal, o qual pode oferecer proteção e produção, consistindo em um dos melhores exemplos de como explorar a as vantagens da diversidade através do processo de sucessão na área agrícola. Na grande maioria desses sistemas, o objetivo consiste em aproveitar os efeitos das interações a fim de obter maior diversidade de produtos, diminuindo os impactos das práticas agrícolas, podendo haver a combinação de elementos florestais com culturas (agrossilvicultura); produção animal (silvopastoris) ou os três elementos simultaneamente (agrossilvopastoris) (GLIESSMAN, 2000).

Como abordado nesse tópico, o desenvolvimento agrícola alterou tão bruscamente a relação do homem com o ambiente natural, que o que antes era agricultura tradicional em pequena escala, imersa na paisagem natural, hoje deu lugar a extensas monoculturas contendo manchas de habitats naturais. Realidade, que por sua vez, orientou os esforços de conservação da biodiversidade para tais espaços antropizados, os quais possuem um enorme potencial de sustentar a diversidade de espécies e que precisa ser explorado. Nesse sentido, a agroecologia

compartilha com a biologia da conservação muitas metas em comum, já que ambas direcionam-se a fim de preservar a biodiversidade, com práticas de produtividade que não sejam ambientalmente destrutivas (GLIESSMAN, 2000).

Com relação à fauna, esta se desloca por diversas razões, como para conseguir recursos alimentares, fugir de predadores, evitar competição e acasalamento (FAHRIG, 2007). Quando ambientes naturais são transformados em paisagens agrícolas, as espécies que habitavam tais espaços dependem de sua capacidade de adaptação frente esses impactos, obtendo sucesso aquelas que conseguirem se adaptar às mudanças, enquanto as demais certamente sofrerão o risco de desaparecer, se não forem de importância para os seres humanos. A associação entre tais processos de extinção uma vez relacionados à expansão agrícola levou à ideia de que agroecossistemas não poderiam ser considerados habitats, configurando-se somente como um espaço de deslocamento de fauna, sendo áreas não habitadas como colocou Fahrig (2001, 2007). No entanto, muitas espécies de vertebrados podem ser consideradas residentes de agroecossistemas (VERDADE et al., 2011).

Tais padrões exemplificam a necessidade de direcionar os esforços de conservação da fauna também para as paisagens agrícolas, ficando evidente a necessidade de uma análise ecológica sobre os agroecossistemas, não os considerando somente como campos de produção, mas os entendendo como potenciais refúgios de biodiversidade (VERDADE et al.; 2011).

1.2 O Uso de armadilhas fotográficas para o levantamento de mamíferos

Como um instrumento da sociedade moderna, o uso das câmeras possui longa história no campo da medicina e astronomia, sendo adotada posteriormente nos estudos da conservação, tornando-se anos depois um dos instrumentos preferidos em amostragem de população animal, aumentando a compreensão sobre suas relações ecológicas nos últimos anos. Atualmente, há centenas de trabalhos que utilizaram as armadilhas fotográficas, seja em parques urbanos até em florestas, amostrando desde espécies comuns a outras consideradas raras, difíceis de encontrar (O'CONNELL; NICHOLS; KARANTH, 2011). O desejo humano de observar animais selvagens com a menor perturbação possível vem desde os caçadores coletores que se camuflavam e hoje, tal habilidade foi aperfeiçoada com o desenvolvimento de câmeras digitais pequenas, leves e portáteis (KUCERA, BARRETT, 2011).

Um dos primeiros registros de fotografia na natureza para fins científicos foi de pinguins-de-penacho-amarelo (*Eudyptes chrysocome*), no século 19 e, no século seguinte com as tentativas de George Shiras, já existiam mecanismos em que os animais tiravam suas próprias fotos, uma vez que eram atraídos para frente da câmera e assim acabavam por puxar o fio de disparo. Tal técnica permitiu observações muito difundidas atualmente quando se trata do uso dessa ferramenta, que são a identificação de indivíduos e análises comportamentais. Frank Chapman, um dos precursores em 1927, chegou a concluir que uma das fotografias de puma, dentre as várias que tinha do mesmo animal, tratava-se de outro indivíduo visto suas marcas naturais e, observou também, que vários felinos pareciam perceber o fio de disparo da câmera e assim desviavam, enquanto os porcos não tinham esse cuidado (KUCERA, BARRETT, 2011).

Por volta da metade do século 20, o desenvolvimento de tecnologias aplicadas às câmeras as tornou mais populares e assim, muitos trabalhos foram publicados sobre diversos grupos e com diferentes objetivos, como por exemplo, documentar a avifauna, obter dados sobre predação de ninhos; saber da utilização de passagens de fauna; monitorar serpentes; acessar o padrão de atividade de ratos; identificar tigres individualmente e entender sobre o uso do habitat entre lobos e raposas; são alguns exemplos (KUCERA, BARRETT, 2011). Principalmente na última década, tem aumentado o número de estudos com *camera trap* em várias partes do mundo (SRBEK-ARAUJO; CHIARELLO, 2013), evidenciando uma característica intrínseca dessa ferramenta que é o baixo nível de interação entre o observador e os animais (GUIL et al.,2010). Ademais, desde que não sejam utilizadas iscas, pode ser considerado um método não intruso (SRBEK-ARAUJO; CHIARELLO, 2005).

As armadilhas fotográficas atuais permitem uma variedade de estudos, podendo ser programadas para diferentes aplicações e objetivos de acordo com o ambiente em que serão dispostas. Em comparação com outras metodologias, uma das vantagens é que essas apresentam dados precisos sem a presença do pesquisador e sem a necessidade da captura do animal e, diferentemente de observações diretas, armadilhas ou rastros, são dados que podem ser revisados também por outros pesquisadores (SWANN; KAWANISHI; PALMER, 2011).

Historicamente, as câmeras são mais difundidas em trabalhos com mamíferos, os quais visam obter dados sobre a relação desses animais com o habitat, comportamento e especialmente, detectar a presença de espécies raras e de animais presumidos como extintos na natureza (GALVÃO, 2015; KUCERA, BARRETT, 2011). Com relação aos mamíferos brasileiros, uma das dificuldades em realizar trabalhos com esse grupo, deve-se ao fato de que

grande parte deles possui hábitos noturnos, áreas de vida geralmente extensas e baixas densidades populacionais (PARDINI et al., 2006). Por essas e outras razões, essa foi a ferramenta definida para a identificação das espécies de vida livre na Fazenda do Zoo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho foi realizar um breve levantamento de mamíferos na Fazenda do Zoo de São Paulo, a fim de subsidiar a proposta de uma futura transição agroecológica visando a conservação da fauna presente na área de estudo.

2.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos desse trabalho:

- Realizar um recorte da riqueza de mamíferos através de armadilhas fotográficas;
- Discutir sobre a relevância da conservação da fauna no contexto da fazenda;
- Propor estratégias para a transição agroecológica da fazenda visando a conservação da fauna local.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

Também chamada de Divisão de Produção Rural (DPR), a Fazenda do Zoo é uma área agrícola de 574ha pertencente à Fundação Parque Zoológico de São Paulo (FPZSP). Localizada na cidade de Araçoiaba da Serra/SP, faz divisa com os municípios de Sorocaba/SP e Salto de Pirapora/SP (Figura 1). Concedida à Fundação no ano de 1982, anteriormente a área pertencia à Companhia Paulista de Trigo e somente após 20 anos de abandono, durante os quais ficou sujeita a diversas invasões, é que começaram as reconstruções para viabilizar os plantios na DPR, uma região de Mata Atlântica altamente degradada (Figura 2) (SÃO PAULO, 2012). A fazenda situa-se nas coordenadas geográficas 23°34'33" S latitude e

47°32'16" W longitude, com classificação climática de Köppen tipo Cwa, com chuvas no verão e seca no inverno (CEPAGRI, 2017).

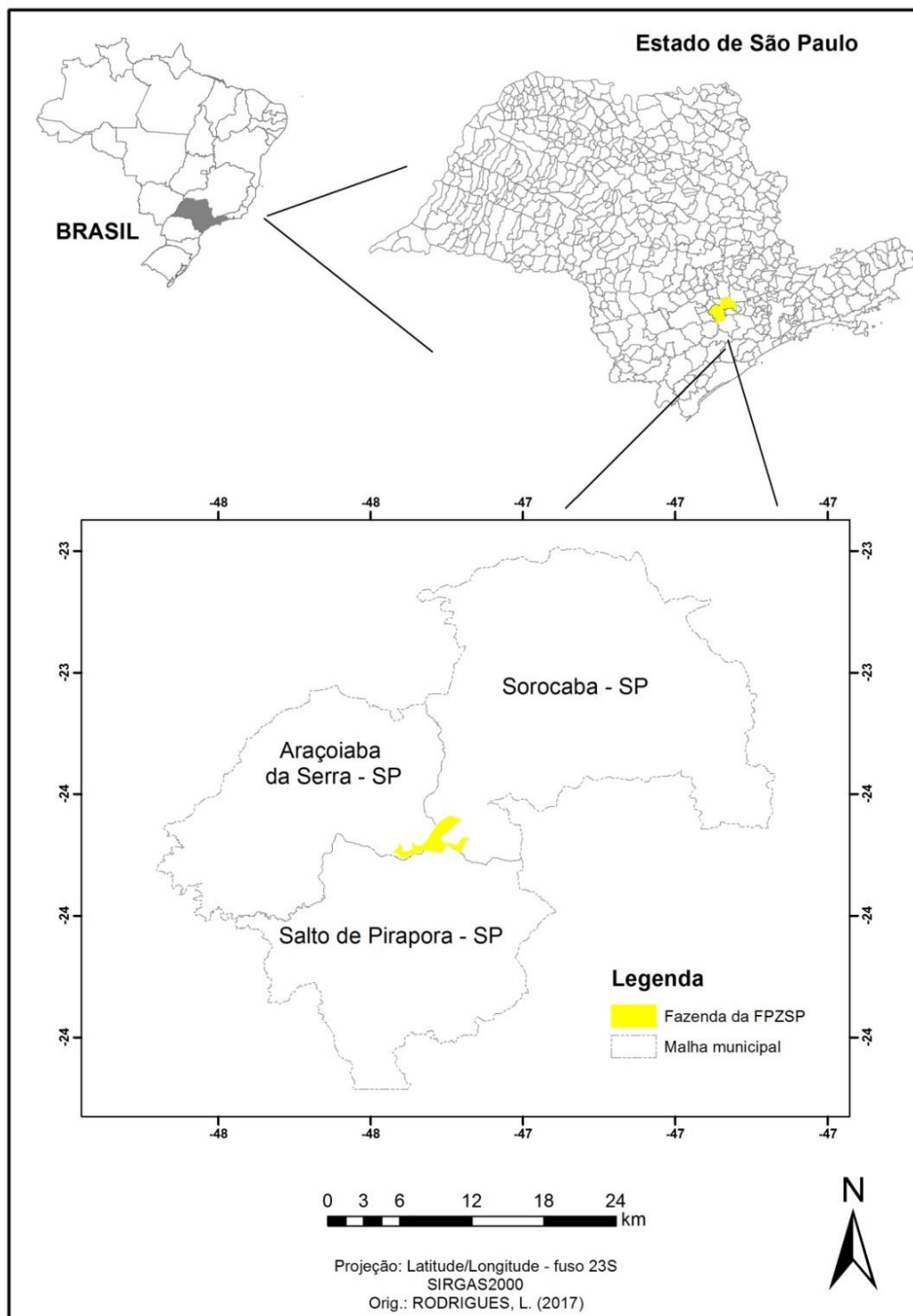


Figura 1: Mapa de localização da Fazenda do Zoológico de São Paulo, localizada no município de Araçoiaba da Serra e fazendo divisa com Sorocaba e Salto de Pirapora (fonte: elaborado pelo autor).

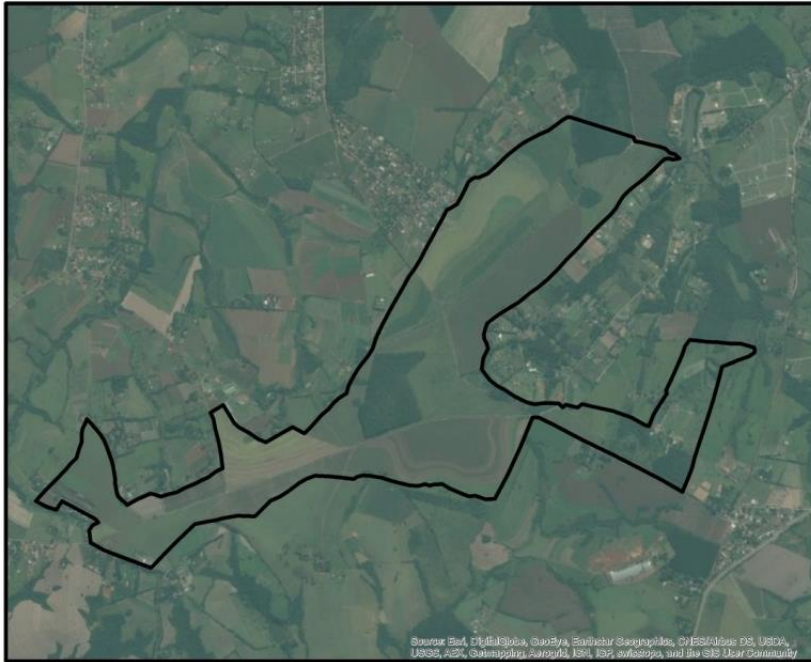


Figura 2: Imagem da Fazenda do Zoológico de São Paulo, contornada em preto, localizada na cidade de Araçoiaba da Serra/SP. É possível observar que a área é cercada por outras propriedades agrícolas e bairros rurais.

Com produção majoritariamente de milho, a fazenda é responsável pela alimentação de 80% dos animais do Parque Zoológico e do Zoo Safári, sendo a FPZSP o maior zoológico da América Latina com 824.529 m² e mais de três mil animais (SÃO PAULO, 2014). Os ambientes da fazenda que foram amostrados nesse trabalho são indicados na imagem abaixo (Figura 3). Tal porção, conhecida como a “área da sede”, compreende um reflorestamento de pinus, uma área em regeneração natural e um fragmento de Mata Atlântica localizados logo após a portaria. Passado o terreno onde foi construído o Centro de Conservação da Fauna (CECFau), estão as porções agrícolas de canavial, bananal e o pomar (citricultura).

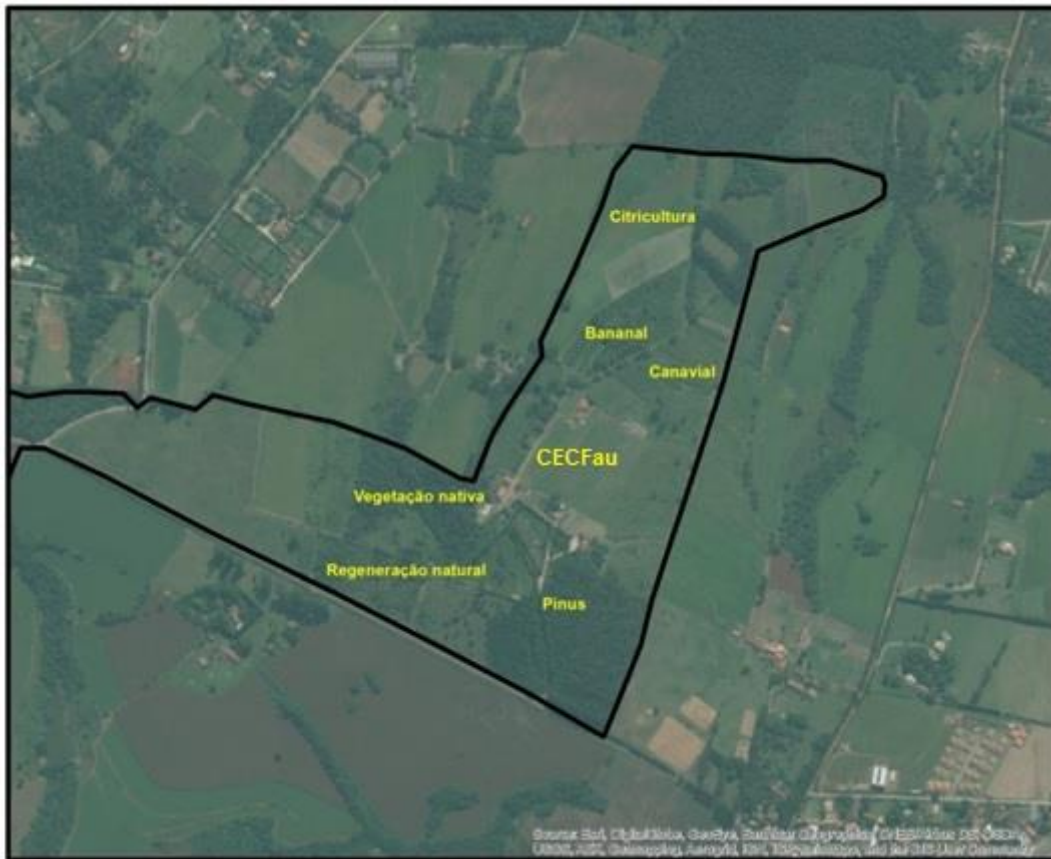


Figura 3: Área da sede da Fazenda do Zoo de São Paulo (contorno em preto) indicando as seis porções (nomeadas em amarelo) que foram amostradas: citricultura (pomar), bananal, canavial, pinus, vegetação nativa (remanescente de Mata Atlântica) e área em regeneração natural.

Os pontos amostrados se concentraram na área da sede da fazenda, de aproximadamente 55ha. Inicialmente, a intenção era amostrar porções mais distantes como as monoculturas de milho, assim como as áreas destinadas ao reflorestamento pela SOS Mata Atlântica, porém, por questões de segurança, não foi possível deixar as câmeras nesses locais.

Os seis ambientes amostrados são eventualmente agrupados, no decorrer do trabalho, em áreas abertas/agrícolas ou fechadas/florestais. Entende-se como áreas abertas o conjunto envolvendo o pomar (citricultura), bananal e canavial e como fechadas as áreas de pinus, a área em regeneração natural e o remanescente de Mata Atlântica (fragmento de mata nativa). Cada uma é descrita a seguir (Figura 4).

Área (4.a) pomar/citricultura: possui aproximadamente 1ha. Encontra-se em uma das extremidades da fazenda e está localizado ao lado de uma área destinada a culturas anuais como abóbora e aveia. Esta por sua vez, que no período das amostragens estava em descanso, separa o pomar do bananal.

Área **(4.b) bananal**: possui 3ha e apenas está separado do canavial por uma rua. Ao lado encontra-se um campo de futebol abandonado cercado por eucaliptos. Tanto no pomar como no bananal, as câmeras foram dispostas nas árvores e voltadas para as trilhas.

Área **(4.c) canavial**: possui 1,2ha e encontra-se próximo ao CECFau, fazendo divisa com outra propriedade. Nessa área as câmeras foram dispostas em algumas árvores e mourões de cerca, as quais rodeavam o plantio. Tanto o pomar, o bananal e o canavial recebem agrotóxicos e fertilizantes esporadicamente. A produção dessas áreas é destinada à alimentação nos animais cativos da própria fazenda, do Zoo e do Zoo Safári.

Área **(4.d) pinus**: possui 2,3ha e está ao lado da plantação de eucalipto, a qual faz divisa com o pasto da propriedade vizinha. Também está localizada ao lado do restaurante da sede. Estando próxima a portaria, essa parcela é também uma das extremidades e a rua de entrada na fazenda é o que a separa da área em regeneração natural. Proximidade que promove a invasão de *Pinus elliot* onde espécies nativas tem prioridade. Na área não é realizado o bosqueamento, ou seja, a retirada da massa vegetal existente no sub-bosque, assim como a retirada de qualquer árvore. Nessa área não há trilhas internas, portanto as câmeras eram alocadas preferencialmente em clareiras encontrados no bosque.

Área **(4.e) área em regeneração**: a área em processo de regeneração natural está próxima ao pinus e se estende paralela a Estrada Dr. Celso Charuri. A porção localizada mais próxima da sede está ao lado do remanescente de Mata Atlântica e na sua extremidade faz divisa com outras propriedades. Há parcelas mais abertas com predominância de gramíneas e parcelas onde a vegetação é mais arbórea e fechada. A área possui 17ha e não passa por nenhum tipo de manejo. As câmeras foram alocadas em mourões de cerca, voltadas o mais possível para porções sem a presença de gramíneas.

Área **(4.f) remanescente de Mata Atlântica**: o fragmento que possui aproximadamente 5ha, está ao lado da área em regeneração natural supracitada e próxima das construções como galpões e do silo de estocagem. A área possui uma nascente que corta o fragmento e deságua em uma represa já fora dos limites da fazenda (Figura 3). Existe uma trilha bem delimitada no fragmento, porém, como esta era rotineiramente utilizada na recepção de escolas para atividades de educação ambiental, as câmeras foram alocadas em troncos de árvores voltadas para o interior da mata.



Figura 4: Fotos das seis porções amostradas na Fazenda do Zoo de São Paulo: a) pomar, b) bananal, c) canalial, d) área de pinus, e) área em regeneração natural e f) remanescente de Mata Atlântica (foto: Lais R. Pereira).

3.2 Metodologia de Amostragem

Entre os dias 5 e 12 de maio de 2016 foi realizada uma amostragem piloto com seis armadilhas fotográficas, instaladas com diferentes configurações, a fim de analisar o desempenho de acordo com o ambiente para que fosse então definido o melhor formato padrão para as amostragens futuras. Foi possível observar diferenças no arranjo da câmera de acordo com o relevo e até a existência de elementos causadores de disparos “fantasmas” (falsos) nas diferentes áreas.

Um evento que contribuiu para a definição da configuração das câmeras foi um registro por vídeo, com duração de 10 segundos, de dois veados-catingueiro (*Mazama gouazoubira*), no qual o segundo indivíduo surge na gravação somente depois do 6º segundo. Assim, se ali estivesse uma câmera programada para gravar com cinco segundos, talvez não fosse possível o registro do segundo animal, uma vez que existia o tempo de intervalo e o *delay* (atraso) de inicialização da câmera. Tal evento mostra como é interessante realizar uma observação prévia da área de estudo, pois além de ajudar na identificação de elementos peculiares de cada ambiente, eventos não esperados acabam contribuindo para a definição da configuração da câmera assim como na determinação dos pontos a serem amostrados futuramente.

Como havia 30 armadilhas disponíveis, foi possível colocar cinco em cada uma das áreas e, sendo o pomar a menor delas, este acabou definindo uma distância padrão de 50 metros entre as armadilhas. A distância entre elas foi estimada no Google Earth e depois as coordenadas foram passadas para um GPS. No momento de instalação das câmeras, em situações em que não era possível alocá-las exatamente nos pontos pré-determinados no Google Earth, foi admitida uma margem de no máximo 8 metros a fim de escolher um ponto mais apropriado.

Os pontos amostrados nas duas campanhas permaneceram os mesmos nas áreas do bananal, pomar, pinus e na área em regeneração natural. Já no canavial, dois pontos foram remanejados uma vez que na primeira amostragem ficaram escondidos dentro de uma clareira no canavial, de difícil acesso, enquanto havia uma trilha próxima na qual foram observadas diversas pegadas. Assim, na segunda amostragem essas duas câmeras foram remanejadas, respeitando a distância padrão já pré-determinada de 50 m entre elas, a fim de maximizar o número de registros (SRBEK-ARAUJO; CHIARELLO, 2005).

A mesma justificativa se aplica à mudança de todos os cinco pontos do remanescente de Mata Atlântica. Visando melhorar os pontos de disposição das armadilhas, na segunda amostragem todos foram alterados uma vez que era um ambiente que apresentava maiores possibilidades de instalação em pontos com maior potencial para os registros (KARANTH; NICHOLS; CULLEN Jr, 2006).

Foram realizadas duas campanhas com duração de 16 dias contínuos cada uma. Em cada campanha foram utilizadas, simultaneamente, 30 armadilhas fotográficas ou *cameras trap*, quais foram instaladas e retiradas do campo em dois dias de trabalho. A primeira amostragem foi realizada entre os dias 13 e 29 de junho de 2016 e a segunda ocorreu entre os dias 24 de agosto e 9 de setembro de 2016. Tal período de amostragem esteve relacionado à disponibilidade das câmeras que também eram requisitadas em outros projetos do Laboratório de Ecologia e Conservação (LECO) da UFSCar/Sorocaba.

No total, seis parcelas diferentes da fazenda foram amostradas: bananal, canavial, pomar, área de pinus, área em regeneração natural e um remanescente de Mata Atlântica. Em cada uma dessas áreas foram dispostas cinco câmeras da marca “Bushnell Trophy Cam HD”, sem iscas para que o comportamento de determinadas espécies não fosse influenciado (TOMAS; MIRANDA, 2006). Em cada parcela, as câmeras ficaram a 50 metros uma da outra, amarradas com o próprio cordão em árvore ou mourão de madeira e entre 35 e 50 cm do solo. Todas as armadilhas trabalharam com quatro pilhas Duracel AA, novas a cada amostragem, e com cartões de memória de 2, 8 e 32 GB, sendo estes retirados para checagem somente ao fim de cada campanha.

A partir dos testes do piloto, todos os equipamentos foram configurados no modo vídeo de tamanho 320x240, com duração e intervalo de 10 e 30 segundos, respectivamente, LED modo “low”, obturador modo “high”, sensor modo “high”, em atividade 24 horas por dia. Utilizando pedaços de fita crepe, tanto as câmeras (interna e externamente) quanto os cartões de memória foram identificados com a sigla referente ao ponto e à área em que seriam instalados (p. e. no bananal: Ba1, Ba2 e assim por diante) e na última casa de pilhas de cada equipamento, foi disposto um absorvente íntimo no intuito de amenizar eventuais problemas em caso de chuva, já que pode acarretar acúmulo de água dentro do aparelho (Figura 5).



Figura 5: Armadilhas fotográficas ou cameras trap da marca Bushnell Cam HD com etiquetas de identificação e um equipamento aberto contendo quatro pilhas e um absorvente íntimo (foto: Lais R. Pereira).

Algumas pegadas encontradas durante os períodos de instalação foram moldadas a partir da mistura de pó de gesso com água. A mistura, ao ficar pastosa, cuidadosamente era depositada sobre a pegada qual, dependendo da condição do solo, era ou não cercada por um recorte de garrafa PET.

3.3 Análise de dados

A partir dos dados obtidos das armadilhas fotográficas, foram descritas questões referentes à riqueza de mamíferos, sobre a relação entre o tipo de área amostrada e a quantidade de disparos, assim como uma breve discussão sobre as limitações da metodologia utilizada e recomendações para trabalhos futuros. O esforço amostral foi calculado para o levantamento como um todo, considerando as duas campanhas de amostragem. Este foi definido em armadilhas-dias (cam.dia) e calculado multiplicando o número de dias amostrais (1 dia = 24 horas) pelo número de armadilhas utilizadas (COLWELL; CODDINGTON, 1994; SRBEK-ARAUJO; CHIARELLO, 2013).

O esforço foi analisado a partir das curvas de rarefação, as quais foram construídas para cada uma das seis áreas amostradas assim como uma curva geral para a Fazenda do Zoo, considerando todas as parcelas. O software utilizado foi o PAST® versão 1.0 pelo método de Mao Tau com intervalo de confiança de 95% (MAGURRAN, 2004). Para cálculos

envolvendo o número de registros das espécies, foi realizada uma contagem dos vídeos considerando um intervalo de tempo de cinco minutos a fim de se obter registros independentes. Assim, se dentro desse intervalo estipulado a mesma espécie fosse registrada novamente, esse vídeo era anulado da contagem (SRBEK-ARAÚJO; CHIARELLO, 2005).

Dessa forma, o sucesso amostral e o Índice de Frequência Relativa (IFR) dos registros foram calculados considerando não os valores brutos de ocorrência, mas sim o número de registros independentes de cada espécie. Portanto, o sucesso amostral foi calculado dividindo o número de registros independentes de mamíferos pelo esforço amostral, multiplicado por 100 e expresso em porcentagem (SRBEK-ARAÚJO; CHIARELLO, 2005). Já o IFR foi calculado dividindo o número de registros independentes da espécie pelo total de registros independentes de mamíferos, multiplicado por 100 e expresso em porcentagem.

Após uma breve discussão sobre os índices de riqueza, apresentada nos resultados abaixo, o estimador de índice de riqueza escolhido foi o Jacckknife 1, calculado através do software PAST® versão 1.0. Através do mesmo software, foi elaborada uma matriz de similaridade para as áreas amostradas quanto à composição de espécies. Foi utilizado o Índice de Jaccard que analisa a presença e ausência das espécies nas amostras comparadas (FREITAS; FRANCINI; BROWN Jr, 2006). No mais, imagens de áreas e mapas foram obtidos por meio do programa ArcGis® versão 10.2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Vestígios e avistamentos de mamíferos

Durante as campanhas para instalação das câmeras, foram encontrados vestígios como tocas, fezes e pegadas (Figura 6). As que foram fotografadas ou moldadas correspondem aos registros obtidos pelas câmeras em cada área de ocorrência, corroborando fortemente algumas identificações (BECKER; DALPONTE, 1999). A maioria das pegadas foi encontrada na área agrícola, como de *Mazama gouazoubira* e de pequenos canídeos e felinos (Figura 7). Já na área em regeneração eram encontradas muitas tocas em barrancos enquanto no remanescente de Mata Atlântica havia mais registros de fezes.



Figura 6: a) pegada de *Mazama gouazoubira* próximo ao bananal, b) toca em barranco na área em regeneração, c) pegada de um gato pequeno no canavial, d) fezes com presença de pelos no fragmento de Mata Atlântica (Fotos: Lais R. Pereira).

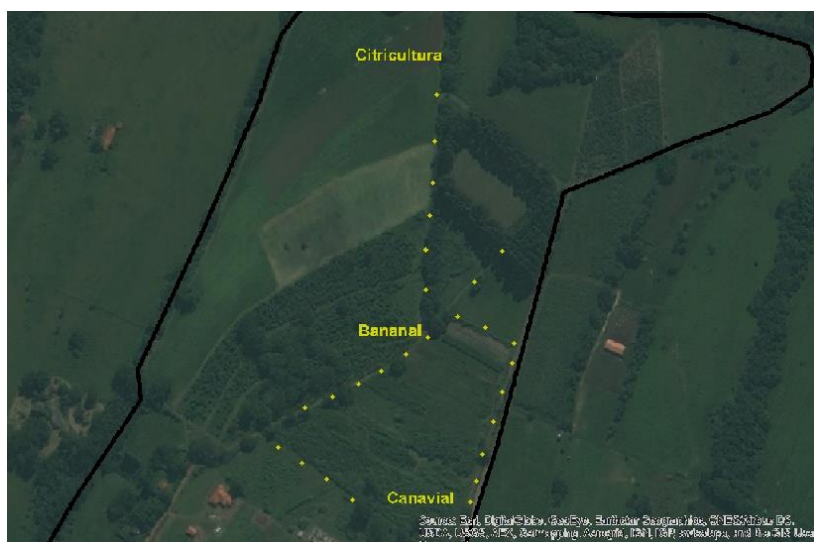


Figura 7: Imagem da porção agrícola da Fazenda do Zoo de São Paulo amostrada na pesquisa, contendo o pomar (citricultura), o bananal e o canavial. O pontilhado sinaliza o caminho de acesso às áreas, onde a maioria das pegadas foi encontrada.

Muitas pegadas foram encontradas parcialmente ou totalmente destruídas nos caminhos de acesso às áreas amostradas devido à passagem de maquinários da Fazenda do Zoo, os quais também adentravam nas plantações, entre linhas das culturas para colheita ou para aplicar algum insumo agrícola. Ademais, em outras áreas mais próximas da sede, também havia grande circulação não somente de tratores, mas de carros, motos dos vigilantes e pedestres. Dessa forma, por ser uma área com grande influência antrópica, optou-se por não realizar a sistematização dos vestígios encontrados, assim como não utilizar caixas de areia para a coleta de pegadas, visto também a questão logística de acesso à fazenda (KARANTH; NICHOLS; CULLEN Jr, 2006).

Quanto aos avistamentos no bananal, foi possível observar dois indivíduos das espécies *Mazama gouazoubira* e *Lycalopex* sp, durante a primeira campanha e segunda, respectivamente. Em conversas informais, os tratadores dos animais da fazenda que trabalham no local há décadas, relatavam avistar espécies como o *Puma yagouaroundi*, *Lontra longicaudis* e, na época da última amostragem, também tinham visto *Hydrochoerus hydrochaeris*. Em um trabalho de aprimoramento profissional (L. G. Vieira, comun. pessoal), utilizando caixas de areia, foram identificadas outras espécies como o *Procyon cancrivorus* e *Dasyprocta azarae* e dessa forma, tais relatos apoiam a necessidade de mais amostragens, uma vez que são espécies não registradas pelas câmeras durante a pesquisa.

4.2 Dados das armadilhas fotográficas

4.2.1 Riqueza de mamíferos

Os mamíferos registrados nesse levantamento por armadilhas fotográficas, incluindo as duas campanhas, são apresentados a seguir sendo possível visualizar qual espécie foi registrada e em qual porção amostrada (Tabela 1). Registros de pequenos roedores foram desconsiderados uma vez que não foi possível a identificação a nível de espécie. Assim, a única espécie de pequeno mamífero registrada foi o esquilo (< 1 kg, conforme SRBEK-ARAUJO; CHIARELLO, 2005).

Tabela 1: Espécies de mamíferos registradas, por armadilhas fotográficas, nas áreas do pomar (Po), bananal (Ba), canavial (Ca), pinus (Pi), área em regeneração natural (Reg) e no remanescente de Mata Atlântica (Rem) na Fazenda do Zoo de São Paulo, em Araçoiaba da Serra/SP.

Ordem/família/espécie	Nome comum	Po	Ba	Ca	Pi	Reg	Rem
DIDELPHIMORPHIA							
Didelphidae							
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	gambá-de-orelha-branca				x		x
XENARTHRA							
Myrmecophagidae							
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758	tamanduá-bandeira	x				x	
Dasypodidae							
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	tatu-galinha	x	x		x	x	x
LAGOMORPHA							
Leporidae							
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	lebre-européia			x			
CARNIVORA							
Felidae							
<i>Leopardus guttulus</i> Hensel, 1872	gato-do-mato-pequeno			x	x	x	x
<i>Felis catus</i> Linnaeus, 1758	gato doméstico		x	x	x		
Canidae							
<i>Cerdocyon thous</i> Linnaeus, 1766	cachorro-do-mato	x	x	x		x	x
<i>Lycalopex sp</i> Burmeister, 1854	raposa	x	x	x			
<i>Canis familiaris</i> Linnaeus, 1758	cão doméstico	x		x	x	x	x
Procyonidae							
<i>Nasua nasua</i> Linnaeus, 1766	quati					x	x
ARTIODACTYLA							
Cervidae							
<i>Mazama gouazoubira</i> Fischer, 1814	veado-catingueiro	x	x	x		x	x
RODENTIA							
Sciuridae							
<i>Guerlinguetus brasiliensis</i> Gmelin, 1788	caxinguelê				x		
Cuniculidae							
<i>Cuniculus paca</i> Linnaeus, 1758	paca					x	x
Total de espécies	13	6	5	7	6	8	8

Fonte: elaborado pelo autor.

Diferenciando a riqueza encontrada nas áreas agrícolas (pomar, bananal, canavial) e nas áreas florestais (pinus, regeneração, remanescente), na primeira foram registradas nove espécies enquanto na segunda foram 11 (Tabela 2), podendo-se notar que tais ambientes não compartilharam espécies como a *Lepus europaeus*, *Lycalopex* sp (encontradas somente nas áreas agrícolas), *Didelphis albiventris*, *Nasua nasua* e *Guerlinguetus brasiliensis* (encontradas somente nas áreas florestais).

Tabela 2: Espécies encontradas nas áreas agrícolas/abertas (pomar, bananal e canavial) e nas áreas florestais/fechadas (pinus, regeneração, fragmento) na Fazenda do Zoo de São Paulo.

Áreas amostradas	Espécies registradas
Áreas agrícolas	
Pomar; bananal; canavial.	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> ; <i>Dasybus novemcinctus</i> ; <i>Lepus europaeus</i> ; <i>Leopardus guttulus</i> ; <i>Felis catus</i> ; <i>Cerdocyon thous</i> ; <i>Lycalopex</i> sp; <i>Canis familiaris</i> ; <i>Mazama gouazoubira</i> .
Áreas florestais	
Pinus; área em regeneração; fragmento.	<i>Didelphis albiventris</i> ; <i>Myrmecophaga tridactyla</i> ; <i>Dasybus novemcinctus</i> ; <i>Leopardus guttulus</i> ; <i>Felis catus</i> ; <i>Cerdocyon thous</i> ; <i>Canis familiaris</i> ; <i>Nasua nasua</i> ; <i>Mazama gouazoubira</i> ; <i>Guerlinguetus brasiliensis</i> ; <i>Cuniculus paca</i> .

Fonte: elaborado pelo autor.

Foram registradas 13 espécies de mamíferos distribuídas em seis ordens e 10 famílias incluindo exóticas (lebre) e domésticas (cão e gato). Optou-se por não retirá-las da lista uma vez que, tratando-se de um ambiente antropizado, tais espécies podem facilmente ter algum tipo de contato com as silvestres, interferindo na relação destas com o ambiente ou até dispersando alguma doença, hipótese discutida no tópico 4.5.2 desse trabalho.

Com base nos critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), no Estado de São Paulo encontra-se ameaçadas de extinção 38 espécies de mamíferos, estando nove na categoria “ criticamente em Perigo (CR)”, seis “Em Perigo (EN)” e 23 no grupo “Vulnerável (VU)”. Das espécies de mamíferos silvestres amostradas nesse trabalho, o tamanduá-bandeira e o gato-do-mato-pequeno pertencem à categoria “Vulnerável

(VU)” (Figura 8), e a paca na categoria de “Quase Ameaçadas (NT)” juntamente com mais 21 espécies de mamíferos no Estado de São Paulo, salientando a importância do monitoramento dessas espécies para que não venham fazer parte da lista das que estão ameaçadas em algum grau (PERCEQUILLO; KIERULFF, 2009).



Figura 8: Tamanduá-bandeira (na parte inferior da imagem) e gato-do-mato-pequeno registrados na área em regeneração natural da Fazenda do Zoo de São Paulo.

Foi surpreendente a presença do tamanduá-bandeira visto que não era uma das espécies que os tratadores da fazenda relatavam ter observado. Dos dois registros obtidos, um foi no pomar e o outro na área em regeneração. A expansão agrícola, a caça, queimadas, ataques por cães e o aumento da malha rodoviária são algumas das ameaças à sobrevivência da espécie. Não obstante, o envenenamento indireto por agrotóxicos aplicados para o controle de insetos é outro fator de risco para o grupo, que se alimenta principalmente de formigas e cupins (BRAGA, 2010; CÁCERES et al., 2010; LUNA; HOSSOTANI; MOREIRA, 2014).

Sobre o gato-do-mato-pequeno, vale mencionar o reconhecimento de populações de *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775) do nordeste e sudeste do Brasil como espécies distintas, mantendo esta para o Nordeste e *L. guttulus* para o Sul e Sudeste (TRIGO et al., 2013). A espécie foi registrada em todas as áreas amostradas, exceto no pomar e bananal, sendo o único representante dos felídeos silvestres.

A conversão de habitats naturais em áreas agrícolas, fragmentação e urbanização causam sérios impactos nas populações de felídeos assim como nas de suas presas. Outro ponto é a exposição a doenças transmitidas por carnívoros domésticos, geralmente consequência da aproximação humana às áreas selvagens (LOVERIDGE et al, 2011),

fazendo-se necessário um monitoramento sanitários dos animais domésticos para evitar a transmissão de patógenos (PERCEQUILLO; KIERULFF, 2009). Ademais, a presença dessa espécie nas áreas em regeneração e no remanescente de Mata Atlântica da Fazenda do Zoo, evidencia a necessidade de se preservar tais espaços, visto a capacidade de manutenção dos felídeos neotropicais em áreas agrícolas contando que existam as áreas de mata nas proximidades (DOTTA; VERDADE, 2011). Em estudos sobre o impacto da agricultura em comunidades de vertebrados, tal afirmação também é pontuada, evidenciando a necessidade de preservação dessas áreas (CAMPOLIM, 2011; ROSA, 2015; PÜTZ et al, 2012).

Algumas espécies aqui apresentadas, como *Nasua nasua*, *Cuniculus paca* e *Cerdocyon thous* não possuem uma dependência relacionada a um tipo de habitat específico, ocupando assim de forma homogênea tanto áreas mais abertas como florestais (PERCEQUILLO; KIERULFF, 2009). No entanto, nesse trabalho *Cuniculus paca* e *Nasua nasua* apareceram somente nas áreas mais fechadas como os fragmentos em regeneração natural e no remanescente de mata, como também observou Oliveira (2010) sobre *C. paca*. Já *C. thous* marcou presença em todas as áreas exceto na porção de pinus.

Uma espécie exótica registrada, *Lepus europaeus*, é considerada praga no Estado de São Paulo por causar prejuízos econômicos na agricultura (CAVALCANTI, 2006). Capaz de se adaptar a diferentes habitats como pastagens e áreas reflorestadas com pinus e eucalipto, a lebre-europeia acaba danificando algumas plantações como as de melancia, repolho, café, maracujá e beterraba (AURICCHIO; OLMOS, 1999) e, na Fazenda do Zoo, a lebre foi registrada somente no canavial.

Outra espécie bem adaptada a ambientes antropizados e comumente registrada tanto em áreas agrícolas como florestais é *Mazama gouazoubira* (Figura 9), sendo registrado na Fazenda do Zoo em todos os ambientes com exceção da porção de pinus. Embora vivam solitários, eventualmente são vistos aos pares e na Fazenda foram registrados nas duas situações. A espécie sofre grande pressão de caça e tem ampla distribuição no Brasil, no entanto é considerada ameaçada nos estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (TIEPOLO; TOMAS, 2006).



Figura 9: Espécime de *Mazama gouazoubira* registrado no canavial e na área em regeneração natural na Fazenda do Zoo de São Paulo.

Durante o piloto realizado anteriormente às campanhas de levantamento, um espécime de tatu-peba (*Euphractus sexcinctus* Linnaeus, 1758) foi fotografado somente uma vez saindo do canavial no período noturno (Figura 10).



Figura 10: Foto de um *Euphractus sexcinctus*, saindo do canavial, registrado durante a amostragem piloto na Fazenda do Zoo de São Paulo.

A espécie acima está classificada como “Pouco Preocupante (LC)” pela IUCN e nacionalmente, sendo um animal amplamente distribuído pela América do Sul e tolerante a alterações ambientais (ICMBio, 2017). É comumente encontrada em plantações de cana-de-açúcar, corroborando com Dalponte e Tavares-Filho (2004) e Dotta e Verdade (2007).

4.2.2 Relação entre o número de disparos e tipo de área amostrada

O uso das câmeras fotográficas nos estudos com animais silvestres é relativamente novo, apesar de vir sendo extensivamente usadas pelos pesquisadores (KARANTH; NICHOLS; CULLEN Jr, 2006). Com várias possibilidades de programação, as câmeras são ajustadas de acordo com os objetivos da pesquisa e, juntamente a outros fatores como quantidade e tempo de uso em campo, essa ferramenta pode gerar um número grande de dados para serem posteriormente analisados.

Nesse trabalho foi observada uma grande discrepância quanto ao número de disparos entre áreas florestais (pinus, regeneração e remanescente) e agrícolas (bananal, canavial e pomar), promovendo uma breve discussão a fim de orientar trabalhos futuros em um cenário ambiental semelhante. A tabela abaixo (Tabela 3) diferencia número de disparos e número de registros por área amostrada e por amostragem. Vale colocar que foram desconsiderados os primeiros e últimos vídeos de cada cartão de memória devido ao manuseio da câmera no momento de instalação e retirada.

Tabela 3: Número de disparos totais das câmeras e dos registros efetivos de fauna, por área amostrada e por campanha.

Áreas amostradas	Total de disparos 1ª amostragem	Registros de fauna 1ª amostragem	Total de disparos 2ª amostragem	Registros de fauna 2ª amostragem
Pomar	1.532	13	4.942	27
Bananal	724	34	2.931	112
Canavial	1.594	68	5.397	22
Pinus	94	71	80	54
Regeneração	34	17	275	12
Remanescente	94	58	95	30
Total	4.072	261	13.720	257

Fonte: elaborado pelo autor.

A tabela 3 fornece uma ideia melhor do quão cuidadosa deve ser a instalação das câmeras, visto a quantidade de disparos possíveis e do quanto isso pode influenciar no esforço

posterior de análise. Como diferenciado acima, para um melhor entendimento, os valores sobre “disparos” referem-se ao total bruto de vídeos realizados pelas câmeras, ou seja, o total de vídeos encontrados nos cartões de memória. No entanto, “registros de fauna” são os vídeos nos quais apareceu alguma ave ou mamífero (não foi registrado nenhum réptil).

Observando os dados, há uma diferença notável entre as áreas abertas (agrícolas) e fechadas (florestais) quanto ao número de disparos, sendo o canavial o ambiente com maior número de disparos (6.991) seguido do pomar (6.474) e bananal (3.655). Já entre as áreas mais fechadas, é possível notar um maior equilíbrio entre a quantidade de disparos e registros de fauna, sendo a área em regeneração com o maior valor de disparos (309), seguida do remanescente (189) e da área de pinus (174). Retirando desses valores os registros de fauna, o restante caracteriza-se como vídeos “fantasmas”, que são disparos provenientes da movimentação de gramíneas, galhos pendurados em frente às câmeras ou devido à alta incidência solar sobre o equipamento.

Sobre esse aspecto, devido ao fato de que as armadilhas disparam com a diferença de temperatura, a alta incidência solar sobre os equipamentos nas áreas abertas, acarretou na maior quantidade de vídeos, sendo observado que havia um aumento de disparos fantasmas entre às 11 e 14 horas. Além da temperatura, o vento balançava as gramíneas que acionavam as câmeras, sendo as protagonistas nas áreas abertas. Mesmo diante de um grande número de vídeos nessas áreas, os registros de fauna foram pouco superiores, somando 276 enquanto nas áreas fechadas foram 242 vídeos. Ao todo, foram 17.792 vídeos analisados e dentre eles, 392 foram de mamíferos.

Vale lembrar que um dos itens da configuração das câmeras certamente contribuiu para o número elevado de disparos, que foi o nível de sensibilidade a movimentos, disposto no mais alto (sensor modo “high”), justamente para aproveitar ao máximo o tempo de amostragem e assim, não correr o risco de perder o registro de alguma espécie. Uma observação relacionada à quantidade de disparos refere-se à capacidade dos cartões de memória. Foram utilizados cartões com memória de 2, 8 e 32 GB e como na amostragem piloto já havia sido notada a discrepância entre as áreas fechadas e abertas, optou-se, por uma questão de segurança, destinar os cartões com maior capacidade para estas áreas. No entanto, vale colocar que cartões de 2 GB também foram utilizados em áreas abertas e foram suficientes, como por exemplo, uma câmera alocada no canavial continha 694 vídeos e quando observado os espaços no cartão de memória, havia 596 MB de espaço usado e 1,25 GB ainda livre.

Tais dados sobre a diferença na quantidade de disparos das áreas abertas e fechadas pode servir para direcionar futuros trabalhos que venham utilizar armadilhas fotográficas, preparando o pesquisador para adequar da melhor forma a amostragem de acordo com o ambiente, com a quantidade de pilhas, capacidade dos cartões de memória, etc. Ademais, a Tabela 3 também fornece uma ideia da paciência necessária ao pesquisador que se propõe a analisar fotos ou vídeos, pois dependendo da programação da câmera e do ambiente amostrado, o resultado pode ser um extenso conjunto de dados que exige tempo e muita atenção no momento da análise.

4.2.3 Limitações das armadilhas fotográficas e falhas na amostragem

Trabalhar com armadilha fotográfica também é aceitar os riscos de perda de dados, uma vez que é um equipamento sujeito a falhas. Muitos fatores podem contribuir para o mal desempenho, desde a falta de habilidade e experiência do usuário até ao tempo mal calculado que ficarão em campo sem vistoria, condições ambientais, danos por animais e aparelho com problemas técnicos (SWANN; KAWANISHI; PALMER, 2011). Nesse trabalho, foram constatadas algumas falhas, tanto técnicas como humanas referente ao manejo do equipamento. Durante a primeira campanha, uma câmera disposta no remanescente de Mata Atlântica não foi acionada, fato percebido somente ao final para a retirada da mesma.

Outra observação importante, mas a respeito da disposição das câmeras, refere-se ao suporte em que as mesmas serão fixadas. Uma das câmeras no canal foi amarrada em um conjunto de caules, parecendo firme em um primeiro momento. Durante a análise dos vídeos, por conta da ventania à noite, a câmera saiu da posição inicialmente colocada, mas operou normalmente. Falhas técnicas consistiram na gravação normal de 10 segundos, porém, sem o registro de hora e data. Esses erros ocorreram durante a primeira amostragem na área do canal e com duas armadilhas, as quais foram substituídas na segunda campanha. Uma dica importante refere-se à checagem do material. Para esse trabalho, todas as câmeras foram previamente testadas, juntamente com os cartões de memória.

Nos dias de campanha, ao configurá-las no momento da instalação, algumas câmeras apresentaram falhas e tiveram que ser substituídas. É fundamental ter unidades extras, de câmeras, cartões e pilhas para que o desenho amostral não seja afetado e sofra modificações de última hora. Falhas humanas ou técnicas fazem parte da pesquisa, no entanto, muitas delas

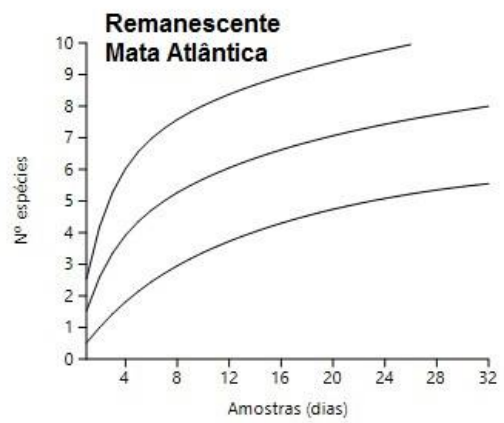
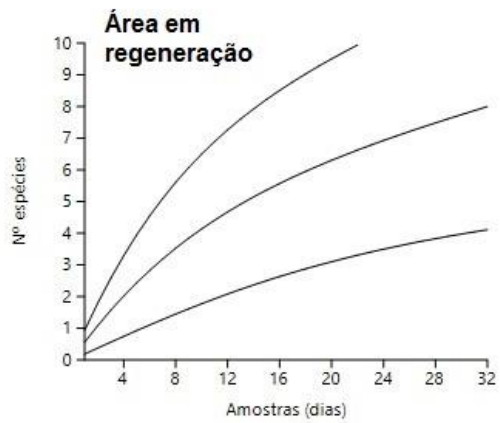
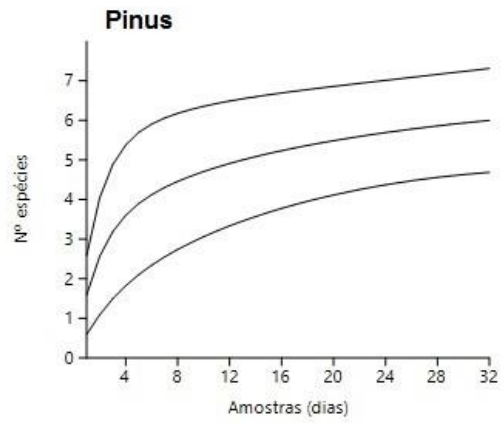
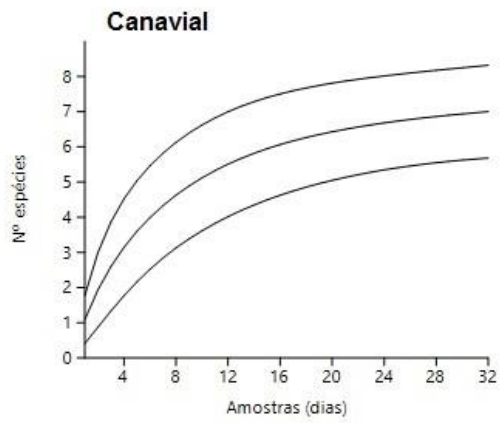
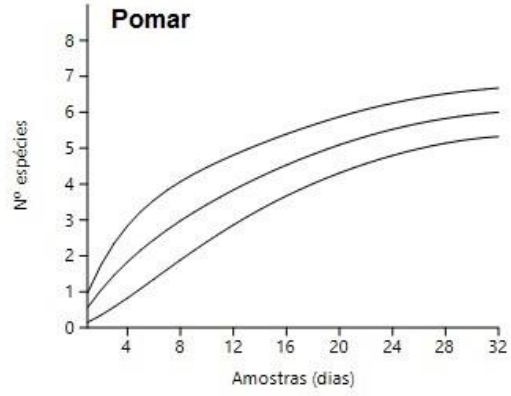
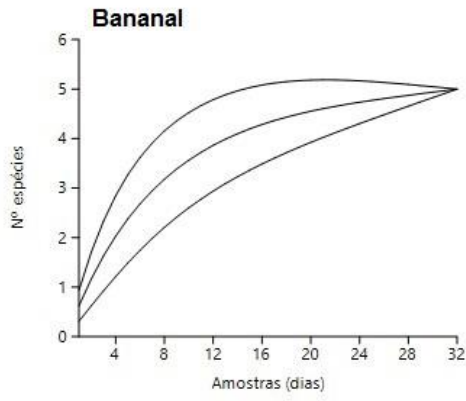
omitem tais dicas que poderiam otimizar futuros trabalhos, evitando a repetição de erros comuns.

Com isso, algumas recomendações são pontuadas a seguir a fim de orientar especialmente pesquisadores que não possuem larga experiência com essa metodologia: 1) Checar sistematicamente, anotando em uma planilha, confirmando que cada armadilha foi acionada, 2) Levar material extra (pilhas, câmeras e cartões de memória) para os sítios de amostragem, 3) Dispor as armadilhas somente em suportes que não ofereçam qualquer movimento levando estacas de madeira caso haja necessidade, 4) Testar todos os equipamentos previamente a fim de eliminar ao máximo os que estão mais propensos a apresentar alguma falha técnica, 5) Como sempre recomendado a qualquer trabalho de campo, nunca realizar campanhas desacompanhado (a), visto os perigos inerentes a essas atividades como possíveis acidentes, encontro com espécies peçonhentas e com pessoas mal intencionadas (dependendo da proximidade do local com áreas urbanizadas). Ademais, uma segunda pessoa contribui muito no momento de instalação das câmeras, auxiliando na conferência dos processos e no posicionamento das mesmas.

4.3 Esforço amostral, Curvas de rarefação e Índices de riqueza

O esforço amostral, analisado pelas curvas de rarefação geradas, foi calculado multiplicando o número de dias amostrais (1 dia = 24 horas) pelo número de armadilhas resultando, portanto, um esforço em cada campanha de 480 câmera.dia (30 câmeras x 16 dias), totalizando um esforço de 960 câmera.dia. As curvas de rarefação constituem-se de repetidas amostragens aleatórias, gerando o número esperado de espécies, representando uma expectativa estatística. Assim nota-se a tendência da curva, se é ascendente ou se estabiliza, formando uma reta ao final, também chamada de assíntota (GOTELLI; COLWELL, 2001; MAGURRAN, 2004).

Dessa forma, é possível analisar se o esforço empregado para a realização da amostragem foi ou não satisfatório, ou seja, se a riqueza de determinada área foi ao máximo amostrada, desconsiderando possíveis variações devido à adição de amostras muito heterogêneas (SANTOS, 2006). Ademais uma das vantagens consiste em visualizar graficamente a relação entre riqueza de espécies e esforço de amostragem (WALTHER; MARTIN, 2001). Abaixo seguem as curvas de rarefação referentes a cada uma das seis áreas amostradas assim como um gráfico geral, considerando todas as parcelas (Figura 11).



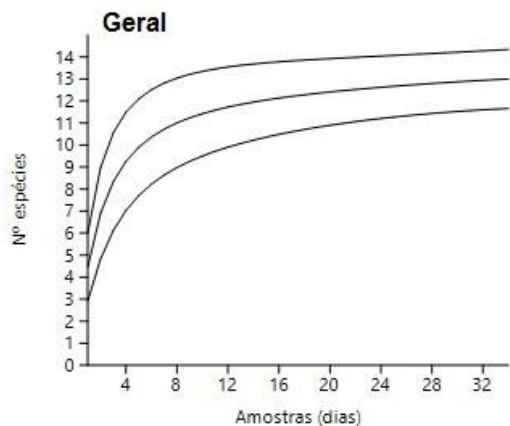


Figura 11: Curva de rarefação (entre as curvas do desvio padrão) de cada área e da amostragem geral realizada na Fazenda do Zoo de São Paulo, apresentando a relação entre o número de espécies registradas em função do número de dias amostrados.

Caso fosse analisada somente a curva geral, poderia admitir-se que o levantamento por muito pouco não atingiu uma assíntota, ou seja, uma reta ao final da curva, indicando que, de uma forma geral todas as espécies foram amostradas. No entanto, ao se analisar cada área amostrada individualmente, a área em regeneração apresenta a curva mais aberta, ou seja, mais distante de se estabilizar, assemelhando-se ao remanescente de Mata Atlântica, indicando claramente a necessidade de mais amostragens nesses ambientes, enquanto as curvas do pinus e canavial se mostram mais próximas de se estabilizar. Tal amostragem em diferentes ambientes vai ao encontro de orientações propostas para o armadilhamento fotográfico de mamíferos (SRBEK-ARAÚJO, CHIARELLO; 2007).

Quanto aos estimadores de riqueza, uma breve discussão é colocada a fim de compreender melhor qual é o mais apropriado para os dados desse trabalho. Cowell e Coddington (1994) apontaram que para um conjunto de poucas amostras, os estimadores Jackknife 2 e Chao 2 fornecem estimativas menos tendenciosas, seguidos pelo Jackknife 1, sendo que Chao 2, que requer apenas dados de ausência e presença, aparenta ser extremamente preciso com relação a verdadeira riqueza de espécies. Da mesma forma, Walther e Martin (2001) concluíram que os estimadores Chao tiveram melhor performance, seguidos pelos Jackknife. Entretanto, Srbek-Araujo e Chiarello (2013) utilizaram Jackknife 1, devido ao viés reduzido e melhor performance com dados derivados de longas amostragens

envolvendo armadilhas fotográficas e também por ser um estimador baseado na presença ou na ausência de uma espécie e não na abundância de espécies.

Ademais, uma das dificuldades que os cálculos de índice de riqueza apresentam, é a possibilidade de perda de espécies no esforço amostral, tendo que ser considerado, portanto, o número de espécies encontradas como um limite inferior ao número de espécies na comunidade (HELTSHE; FORRESTER, 1983). Abaixo é apresentado o número de espécies encontradas em cada área amostrada, seguido dos estimadores de riqueza a fim de comparação, sendo que o estimador Jackknife 1 é o que melhor se relaciona com o desenho amostral desse trabalho (Tabela 4).

Tabela 4: Número de espécies observadas em cada área amostrada e os valores fornecidos pelos estimadores Chao 2, Jackknife 1 e Jackknife 2.

Áreas amostradas	Nº espécies			
	observadas	Chao 2	Jackknife 1	Jackknife 2
Pomar	6	6	6,96	4,27
Bananal	5	5	5,96	6,90
Canavial	7	7	7,96	7,99
Pinus	6	6	6,96	6,99
Regeneração	8	10,90	11,87	14,71
Remanescente	8	8,48	9,93	10,90
Fazenda (total)	13	13	13,97	13,99

Fonte: elaborado pelo autor.

Pode-se observar que o estimador Chao 2 aponta valores idênticos para quase todas as áreas, inclusive para o valor total, fornecendo uma estimativa realmente maior somente para a área em regeneração. Já Jackknife 2 subestima o pomar uma vez que fornece um índice abaixo do número observado de espécies, enquanto apresenta o valor mais alto para a área em regeneração. Para a fazenda total, Jackknife 2 e Jackknife 1 apresentam valores muito semelhantes, porém, quando analisados os índices por área, este se mostra mais equilibrado, especialmente para as áreas em regeneração e o remanescente. Devido às características do levantamento, o qual não se configura como uma amostragem extensa quando comparada com outros trabalhos e, por não terem sido utilizadas outras metodologias, é de se esperar que existam mais espécies do que as registradas e assim, o estimador Jackknife 1 é o que melhor se aplica aos dados aqui apresentados.

4.4 Sucesso amostral, Índice de Frequência Relativa (IFR) e Similaridade entre as áreas

Para as análises a seguir, a fim de obter registros independentes, a contagem dos vídeos se deu respeitando um intervalo de cinco minutos, descartando o registro de espécie repetida dentro desse tempo. Assim, ao invés de considerar o número total de registros de mamíferos sendo 392, o valor foi ajustado para 285, acarretando em um sucesso amostral de 29,7%. A seguir é possível observar o impacto do intervalo assumido na frequência observada de cada espécie (Tabela 5).

Tabela 5: Comparativo entre a frequência observada de cada espécie e a frequência ajustada, contendo os registros independentes, os quais respeitaram o intervalo de cinco minutos para a contagem dos mesmos.

Espécies	<i>D. albiventris</i>	<i>M. tridactyla</i>	<i>D. novemcinctus</i>	<i>L. europaeus</i>	<i>L. guttulus</i>	<i>F. catus</i>	<i>C. thoous</i>	<i>Lycalopex</i> sp.	<i>C. familiaris</i>	<i>N. nasua</i>	<i>M. gouazoubira</i>	<i>G. brasiliensis</i>	<i>C. paca</i>	Total
Frequência observada	45	2	66	11	16	27	62	83	18	2	24	15	21	392
Frequência ajustada	38	2	51	10	14	10	36	53	17	2	17	14	20	284

Assim, com base nos registros independentes (frequência ajustada), foi calculado o Índice de Frequência Relativa dos mesmos. Abaixo nota-se o índice geral e das áreas abertas e áreas fechadas, a fim de propiciar uma análise mais detalhada (Figura 12).

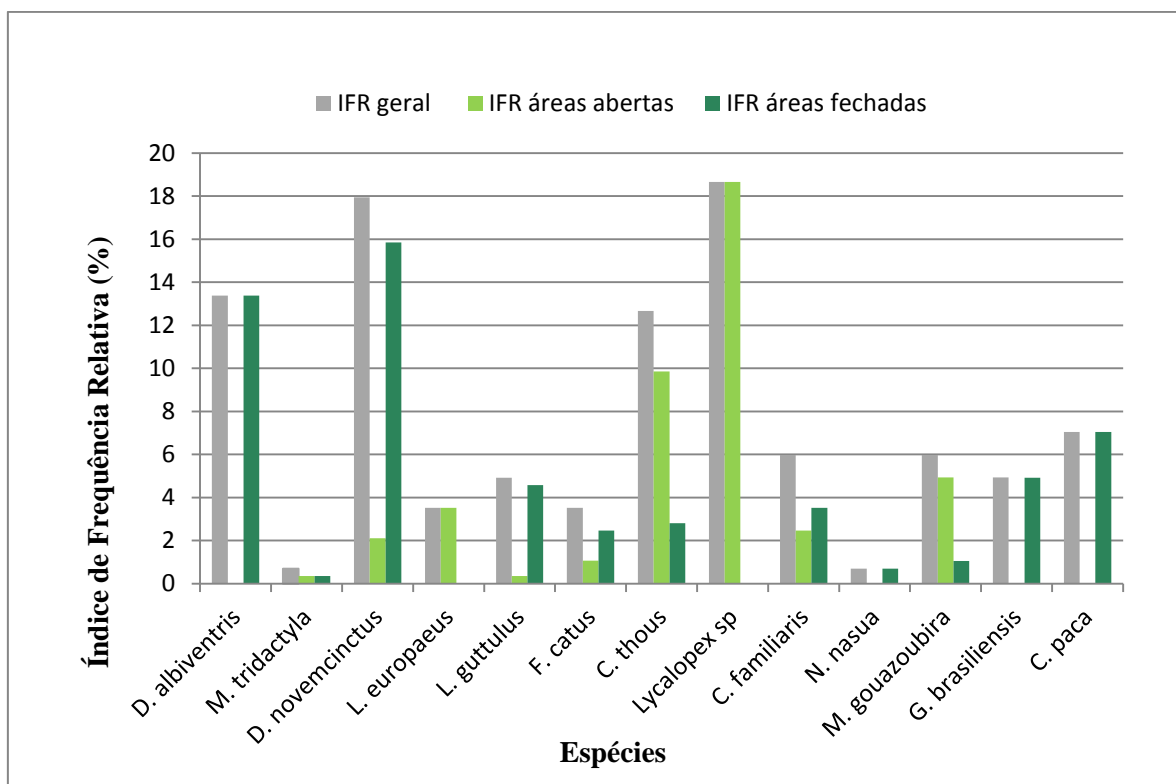


Figura 12: Índice de Frequência Relativa (IFR) dos registros de cada espécie, considerando toda a Fazenda do Zoo de São Paulo (IFR geral) e por tipo de área, sendo as abertas (IFR áreas abertas) sinônimas das porções agrícolas (pomar, bananal, canavial) e as fechadas (IFR áreas fechadas) sinônimas das porções florestais (pinus, área em regeneração, remanescente de Mata Atlântica).

A espécie com maior Índice de Frequência Relativa de registros foi o a raposa, representada pelo gênero *Lycalopex sp* (18,66%), registrada somente na área agrícola, assim como *L. europaeus*. Em seguida aparece *D. novemcinctus* (17,95%) que foi mais registrado nas áreas fechadas (15,84%). Somente nesse tipo de área foram registrados *D. albiventris* (13,38%), *C. paca* (7,04%) e *N. nasua* (0,7%). Quanto às espécies domésticas, os registros de cachorro levaram ao maior índice de frequência geral e juntamente com o gato, concentraram-se nas áreas fechadas. Com apenas um registro em cada área (0,35%), o *M. tridactyla* compartilha com *N. nasua* o mesmo índice geral (0,7%).

Vale apontar que não foi realizada a identificação individual dos animais registrados pelas câmeras e assim, optou-se por não considerar o IFR da espécie, mas sim dos registros, apenas para uma melhor visualização dos dados obtidos. Outro ponto importante refere-se ao fato de se não poder afirmar a ausência de outras espécies. As armadilhas fotográficas possuem falhas de detecção e a chance de registro é proporcional a características como o padrão de atividade e densidade populacional de cada espécie (O'BRIEN, 2011, SRBEK-

ARAÚJO; CHIARELLO, 2013), juntamente ao fato do pouco conhecimento ainda sobre a sensibilidade destas aos efeitos da fragmentação (CROOKS, 2002). Portanto, nesse trabalho é mais apreciado quais espécies foram registradas, para subsidiar a discussão de transição agroecológica, sendo considerado um recorte da riqueza da Fazenda do Zoo.

Encontrar 13 espécies de mamíferos em uma área amostrada de aproximadamente 55ha foi surpreendente, visto a ação antrópica intensa existente na Fazenda do Zoo, ao manejo agrícola que é realizado e ao fato de ter sido utilizada uma única metodologia de amostragem. Com um esforço amostral de 960 cam.dia ou o equivalente a 23.040 horas de armadilhamento, a riqueza observada de 13 espécies desse trabalho supera as nove encontradas em uma reserva biológica no Estado de São Paulo, com um esforço de 6.660 horas (de CARVALHO, 2011). Com um esforço de até 259 cam.dia, Srbek-Araujo e Chiarello (2007) encontraram, em uma área prioritária para a conservação da Mata Atlântica cerca de 18 espécies, compartilhando com esse trabalho o tatu-galinha, cachorro-do-mato, quati, paca, veado-catingueiro e uma espécie ameaçada de extinção, o gato-do-mato-pequeno.

Também em uma área protegida de Mata Atlântica, com um esforço de 1.849 cam.dia e sucesso de 20%, Srbek-Araujo e Chiarello (2005) encontraram 22 espécies, compartilhando com esse trabalho, no qual o sucesso amostral foi de 29,7%, espécies como o tatu-peba, tatu-galinha, tamanduá-bandeira, cão, cachorro-do-mato, quati e esquilo. Outro ponto a ser comparado, é o número de espécies da Ordem Carnívora que nesse trabalho contabilizou cinco (38% do total) enquanto no de Srbek-Araujo e Chiarello (2005) foram oito (38% do total), corroborando os autores quanto à eficiência das armadilhas uma vez que essa ordem é considerada normalmente rara e tímida à presença humana.

Com o esforço despendido nesse trabalho, foi possível registrar o tamanduá-bandeira, o qual no trabalho de Paolino et al. (2016) em uma reserva de Cerrado em São Paulo, este também foi registrado diante de um esforço de 3.150 cam.dia e no trabalho de Beisiegel (2009) a espécie apareceu somente no dia número 220 da amostragem realizada em área protegida de Mata Atlântica. Igualmente, a paca foi somente registrada em área de mata fechada enquanto o cachorro-do-mato e o veado-catingueiro foram registrados em áreas mais antropizadas (PAOLINO et al., 2016). Já em uma área de preservação também do bioma Mata Atlântica, assim como nesse trabalho foram registradas espécies como o cachorro-do-mato, paca, quati, tatu-galinha, veado-catingueiro e o lebrão, com um esforço de mais de 15 mil horas (CARVALHO, ADANIA, ESBÉRARD; 2013).

O levantamento abordou seis diferentes áreas da Fazenda do Zoo e, mesmo sendo próximas umas das outras, foi visto que estas compartilham algumas espécies enquanto outras foram registradas em apenas um ambiente. Para visualizar a similaridade entre essas áreas em termos de composição de espécies, foi criada uma matriz (Tabela 6) que apresenta valores entre 0 e 1, sendo 0 o indicador de pouca semelhança e 1 para áreas muito semelhantes. Foi utilizado o Índice de Jaccard, que analisa a presença e ausência das espécies nas amostras comparadas (FREITAS; FRANCINI; BROWN Jr, 2006).

Tabela 6: Índices de Jaccard para similaridade entre as áreas quanto a composição de espécies, dispostos em matriz a fim de comparar as seis áreas amostradas. Entende-se que 1 é muito similar e 0 pouco similar.

Áreas	Pomar	Bananal	Canavial	Pinus	Regeneração	Remanescente
Pomar	1	0,57	0,44	0,2	0,55	0,4
Bananal	0,57	1	0,5	0,22	0,3	0,3
Canavial	0,44	0,5	1	0,3	0,36	0,36
Pinus	0,2	0,22	0,3	1	0,27	0,4
Regeneração	0,55	0,3	0,36	0,27	1	0,77
Remanescente	0,4	0,3	0,36	0,4	0,77	1

Pode-se notar que, o valor 1 na matriz corresponde a similaridade total, uma vez que trata-se das mesmas áreas. Já as áreas menos similares entre si na composição de espécies são “pinus” e “pomar” com o valor mais próximo de 0 (0,2) seguidas de “pinus” e “bananal” (0,22) e de “regeneração” e “pinus” (0,27). Já as que apresentaram maior similaridade são “remanescente” e “regeneração” (0,77) seguidas de “bananal” e “pomar” (0,57) e de “regeneração” e “pomar” (0,55).

O fato das áreas “remanescente” e “regeneração” serem as mais similares não é surpreendente uma vez que apresentam características semelhantes e estão próximas, assim como acontece com “bananal” e “pomar”. Interessante notar a similaridade existente entre este último e “regeneração”, que juntamente com a observação da Tabela 2, evidencia que há maior número de espécies compartilhadas entre as áreas do que o contrário. Seja pela proximidade entre as áreas ou pela própria adaptação da fauna a ambientes antropizados, este fato vai ao encontro da ideia de se estender o propósito da conservação para além dos fragmentos de mata nativa, necessidade reforçada por esse trabalho diante da presença do tamanduá-bandeira nesses dois ambientes.

4.5 Subsídios para a transição agroecológica da Fazenda do Zoo de São Paulo

4.5.1 Fauna in situ e ex situ: a Fazenda do Zoo e o CECFau

Esse trabalho trouxe um recorte da riqueza de mamíferos da Fazenda do Zoo de São Paulo, qual por sua vez levantou a discussão da conservação da fauna em paisagens agrícolas. No entanto, tais dados tornam-se especiais uma vez que não se trata de qualquer propriedade agrícola do Estado, mas sim, da fazenda do maior zoológico da América Latina. A FPZSP sempre buscou ser mais do que um espaço de exposição, investindo no bem-estar animal, no manejo reprodutivo de espécies ameaçadas e recentemente, dispondo de materiais e técnicos do setor da veterinária para atuarem em outros estados em pesquisas *in situ*. Nesse contexto, inserem-se dois pontos fortes da Fundação que são o CECFau e o NAIS.

Além de desempenhar um papel fundamental no fornecimento da base alimentar dos animais, a Fazenda do Zoo se destaca por abrigar o *Centro de Conservação da Fauna do Estado de São Paulo* (CECFau). Com 81m², o Centro foi inaugurado em 2015, apresentando recintos de reprodução, setor de alimentação e estruturas voltadas para as demandas laboratoriais, biológicas e veterinárias. Fazendo parte do Programa Integrado de Conservação desenvolvido pelo corpo técnico, o CECFau é um núcleo de conservação *ex situ* voltado para a reprodução de espécies ameaçadas de extinção com intuito de reintroduzi-las futuramente em seus habitats naturais. Já estão acomodados espécimes de arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*), mico-leão-de-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) (Figura 13) e mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) (SÃO PAULO, 2014).



Figura 13: Espécimes de arara-azul-de-lear, mico-leão-da-cara-dourada e tamanduá-bandeira (com filhote) mantidos no Centro de Conservação da Fauna do Estado de São Paulo - CECFau, da Fazenda do Zoo de São Paulo (foto: Lais R. Pereira).

A Fundação também fomenta expedições a campo para pesquisas com espécies ameaçadas por meio do Núcleo de Ações *In Situ* (NAIS), criado em 2015. Tal iniciativa destaca nacional e internacionalmente o Zoo de São Paulo, sendo o primeiro do país a ter um setor voltado somente para a conservação *in situ*, alinhando-se aos mais modernos conceitos de zoológicos, tendo a missão de desenvolver atividades de conservação da fauna em seu hábitat natural (SÃO PAULO, 2015). Dessa forma, tem-se uma instituição empenhada no aprimoramento da conservação *ex situ* e *in situ*, porém a própria fazenda não recebe o merecido enfoque de esforços desta perspectiva.

Certamente, a construção do CECFau eleva a necessidade da FPZSP de se preocupar com o manejo agrícola da fazenda por uma questão de coerência ideológica, onde investiu-se milhões em um empreendimento que demanda esforços para a conservação de espécies emblemáticas da fauna brasileira, estando o mesmo em um espaço manejado contrariamente à ideologia da conservação ambiental. Contribuindo para essa questão, esse trabalho trouxe um recorte da riqueza de mamíferos que circulam pelas áreas agrícolas da Fazenda.

Como visto, foram encontradas 11 espécies silvestres dentre as quais duas estão ameaçadas, o gato-do-mato-pequeno e o tamanduá-bandeira. Ironicamente, esta última está presente na Fazenda tanto em vida livre como em cativeiro, usufruindo de condições para a sua conservação totalmente diferentes. Enquanto no CECFau há um trabalho brilhante de manejo reprodutivo para aumentar a população cativa, visando futuramente sua reintrodução na natureza, solto na fazenda o outro permeia culturas tratadas convencionalmente, podendo até representar o futuro cenário que aguarda o primeiro, para a qual é despendido tantos cuidados. Diante disso, esse trabalho traz uma proposta referente ao manejo agrícola da Fazenda do Zoo que de alguma forma, vai ao encontro de um dos seus objetivos já em andamento.

4.5.2 Sistemas Agroflorestais: corredor de fauna, conservação e produção

Atualmente, a fazenda produz cerca de 1.500 toneladas de alimento/ano, oferecendo hortaliças, frutas, forrageiras, tubérculos e a base para a ração dos animais que é produzida na

fábrica de ração no Zoo em São Paulo (SÃO PAULO, 2012). Assistindo ao próprio plantio, a Fundação apresenta uma das consequências mais importantes que é o controle da qualidade dos alimentos em todas as etapas do processo, sendo a única área agrícola do estado que possui um Sistema de Gestão Ambiental e Certificação ISO 14.001. Outro ponto positivo é que a fazenda usa como principal fertilizante o adubo fornecido pela Unidade de Produção de Composto Orgânico (UPCO), instituído no parque em São Paulo, que processa todos os resíduos orgânicos gerados no Zoo (SÃO PAULO, 2014).

Com o intuito de visualizar mais facilmente as dimensões da fazenda e de identificar como é feita sua ocupação, foi gerado um mapa de uso e ocupação qual apresenta a finalidade de cada porção do terreno, incluindo parcelas voltadas tanto para a agricultura como para o reflorestamento junto a SOS Mata Atlântica e áreas construídas (Figura 14).

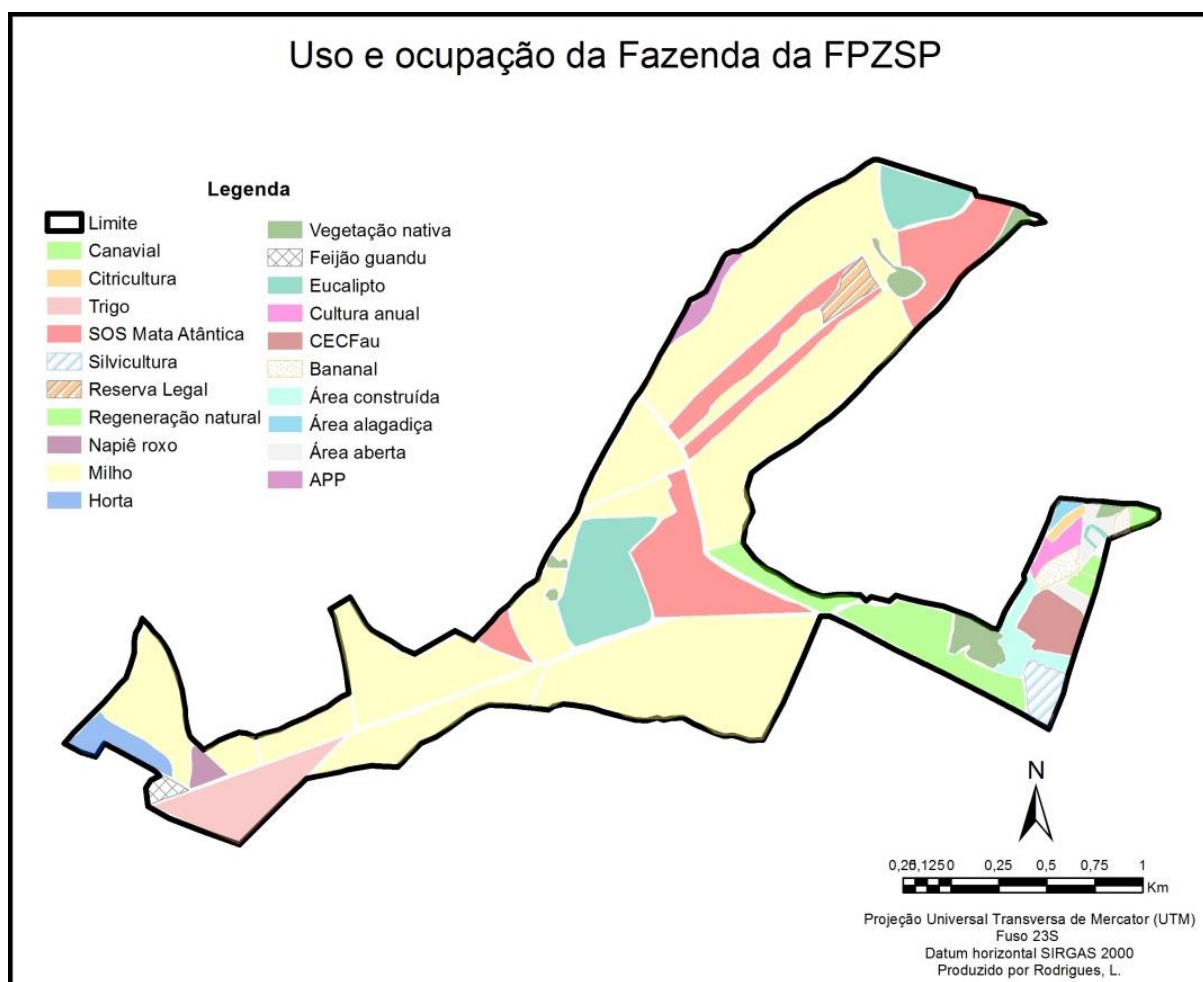


Figura 14: Mapa de uso e ocupação da Fazenda do Zoológico de São Paulo, apresentando a finalidade de cada porção do terreno. São sinalizados os plantios de cana, laranja, trigo, napiê roxo, hortaliças, feijão, banana e milho, o qual representa a maior cultura. Os galpões, casas e a sede estão inseridos no item “áreas construídas” enquanto o CECFau é apontado separadamente (Fonte: ArcGis® 10.2, 2016).

Como pode ser observada no mapa, a área de alta produtividade é representada pelo cultivo de milho (em amarelo), que é convencional e predominante em relação às demais culturas como canavial, citricultura, trigo, nabiê roxo, hortaliças, feijão guandu e bananal. A produtividade de milho chega a 1.500 toneladas/ano (25 mil sacas), das quais cerca de 20% é direcionado ao zoológico para a produção de ração e o restante é vendido, meio pelo qual a fazenda se tornou autossustentável, não exigindo assim verba advinda da bilheteria do Zoo (S. E. Saliba, comun. pessoal).

Um ponto essencial diz respeito à adequação ambiental da Fazenda do Zoo. A Reserva Legal (RL) está quase completamente cumprida. Como previsto no Código Florestal Brasileiro, para o Estado de São Paulo deve haver a destinação equivalente a 20% da propriedade para a RL (BRASIL, 2002). A fazenda, por possuir 574ha, tem que destinar 114ha para a reserva. Somando o tamanho de todos os fragmentos e áreas em processo de reflorestamento junto a ONG SOS Mata Atlântica, que é responsável por reflorestar 68.4ha, chega-se ao valor de 110ha aproximadamente, restando dessa forma, apenas 4ha para o cumprimento da legislação (valor intitulado no mapa como Reserva Legal, apresentado separadamente das áreas da SOS).

O acordo com a SOS Mata Atlântica surgiu no momento em que a fazenda se disponibilizou para servir como área de compensação florestal. Não somente a ONG em questão, mas também proprietários de diversas regiões do estado encontraram na fazenda espaço para esse fim. O reflorestamento junto a SOS (Figura 15) começou a ser discutido em 2012, porém o processo começou a ser concretizado em 2016 e terá acompanhamento por dois anos (S. E. Saliba, comun. pessoal).



Figura 15: Imagens das mudas durante o processo de reflorestamento na Fazenda do Zoo de São Paulo pela ONG SOS Mata Atlântica em 2016 (Foto: Lais R. Pereira).

A proposta da Fundação para o reflorestamento é que seja criado um corredor que conecte fragmentos existentes na parte superior da fazenda (ver mapa), passando pela monocultura de milho até encontrar a área em regeneração natural, já no limite da sede (S. E. Saliba, comun. pessoal). Por fim, na porção direita no mapa (em formato de “v”), encontram-se as construções como a portaria, a sede (administração e refeitório), o silo, os galpões, o CECFau e as áreas amostradas nesse trabalho. É justamente nesse ponto em que a proposta aqui apresentada vai ao encontro do reflorestamento já em andamento: tornar essas áreas agrícolas em um Sistema Agroflorestal (SAF), conectando-o com as áreas florestais nativas que, como colocado, conecta-se ao reflorestamento da SOS, formando um único corredor.

Tal proximidade se mostra interessante uma vez que aumenta a probabilidade de se aproveitar os serviços ambientais dos fragmentos de vegetação, em especial no controle natural de pragas, justamente pela atração de inimigos naturais como as formigas e redução de insetos herbívoros (OLIVEIRA et al, 2015). Além da redução de ataque por pragas, a transição de uma monocultura para um sistema mais complexo como o SAF, auxilia na recuperação dos recursos naturais, há o aumento de organismos do solo, descompactação do mesmo e maior potencial de retenção de água (JUNQUEIRA et al, 2013). De forma geral, é uma ferramenta que usa o consórcio entre culturas diversas, estratificação, sucessão natural, utiliza apenas insumos e adubos orgânicos e espécie funcional, podendo ser protetiva (sombreamentos, quebra-ventos, refúgio) ou produtiva (alimento, madeira, forragem) (SOLLBERG; SCHIAVETTI; MORAES, 2014).

Ademais, na Fazenda do Zoo, uma pequena porção que poderia ser considerada uma área experimental para a elaboração de um SAF, são os 4ha apontados no mapa de uso e ocupação como Reserva Legal, que nada mais é que a área restante para o cumprimento dos 20% conforme prevê a legislação. O conceito de agrofloresta engloba muitas formas de uso da terra, pelas quais árvores cobre uma significativa parcela do ambiente, interferindo no microclima, nos ciclos da matéria, de energia e dos processos bióticos (SCHROTH et al, 2004), entendendo que há interações físicas e químicas de plantas e animais com o ambiente, uma vez modificado pelo homem para a produção (ALTIERI; NICHOLLS, 2005).

Modelos de sistemas agroflorestais (SAF's) são considerados os mais favoráveis à conservação principalmente em regiões de Mata Atlântica, por possuírem características que

permitem a coexistência entre a produção e a conservação (SCHROTH et al, 2011), servindo até como estratégia para superar obstáculos ecológicos e socioeconômicos na restauração (VIEIRA; HOLL; PENEIREIRO, 2009). Ademais, áreas ligadas por corredores dentro de uma matriz que concilie o uso da terra com a biodiversidade florestal representa uma moderna diretriz no planejamento da conservação da biodiversidade (TABARELLI et al, 2010), sendo as práticas agroecológicas fundamentais para a esse fim (MIRANDA, 2006), auxiliando inclusive na dispersão da fauna (PEREIRA et al, 2010; PREVEDELLO; VIEIRA, 2010).

Diante de um cenário ambiental composto por paisagens desmatadas e fragmentadas, como no qual a Fazenda do Zoo está inserida, os SAF's desempenham papel importante uma vez que estabelecem habitats, conectam a paisagem e fornecem recursos para a fauna silvestre. Ademais, tais modelos reforçam o seu potencial uma vez que contribuem para a manutenção da cobertura arbórea, diminuem o impacto sobre os fragmentos remanescentes tanto no entorno destes quanto nos pontos de conectividade (PIÑA-RODRIGUES et al., 2013). Dessa forma, colocando a Fazenda do Zoo em uma perspectiva de conservação, nada mais coerente do que entender que tal conceito deve ser o cerne orientador também das práticas agrícolas.

A FPZSP integra organizações internacionais de conservação como o World Association of Zoos and Aquariums (WAZA) e a Asociación Latinoamericana de Parques Zoológicos y Acuarios (ALPZA), tendo seu reconhecimento por representar o maior zoológico da América Latina. Além disso, como visto, investiu cerca de 5 milhões em um projeto ambicioso como o CECFau, voltado para a reprodução de espécies ameaçadas e investe recursos financeiros, materiais e humanos em pesquisas de campo também com espécies ameaçadas em outros estados. Diante de todas essas grandiosas iniciativas, é difícil deixar de imaginar como a Fundação seria vista nesse cenário internacional se desse o primeiro passo para a conversão agroecológica. Como seu status resplandeceria se na fazenda fosse plantada, literalmente, a coerência da conservação da fauna, encontrando no seu próprio centro construído, subsídios mais que suficientes que, juntamente com a fauna de vida livre, irrigam tal ideologia.

Dessa forma, cuidar da adequação ambiental da fazenda, inventariar e monitorar a fauna livre ali presente e estabelecer estratégias de conservação considerando o manejo agrícola, eleva o comprometimento da Fundação com a conservação da fauna, servindo como modelo para outras propriedades. No mais, foi nesse contexto de jogar luz sobre a fauna da

fazenda que eventos curiosos, como os descritos abaixo, evidenciam o potencial do “quintal” da FPZSP a ser explorado.

4.6 Propostas para futuros trabalhos na Fazenda do Zoo de São Paulo

Como já explorado, a utilização de armadilhas fotográficas podem gerar resultados além dos já esperados. Como nesse trabalho, o objetivo que era fazer um levantamento de mamíferos acabou resultando em outras observações que surgiram ao longo das amostragens e que, certamente, possuem potencial para serem futuras pesquisas desenvolvidas na Fazenda do Zoo.

4.6.1 Hibridização entre as espécies *Lycalopex gymnocercus* e *Lycalopex vetulus*

Um dos animais registrados nas áreas abertas foi uma raposa (Figura 16), facilmente distinguível do cachorro-do-mato, inicialmente identificada como o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus* Fischer, 1814) devido ao tamanho e outras características que refutavam a possibilidade de ser a espécie endêmica do Cerrado, raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus* Lund, 1842). Anteriormente a esse levantamento, um espécime da fazenda foi capturado pela equipe técnica do Zoo de São Paulo para fins de identificação e, analisada algumas características do animal e visto a região de ocorrência do graxaim-do-campo, foi coletada amostra de material biológico e enviada para análise genética, no intuito de uma identificação mais correta (L. N. Vieira, comun. pessoal). Dessa forma, como nesse trabalho não foi possível confirmar a espécie, foi decidido indicar a raposa somente pelo gênero *Lycalopex* (TCHAIKA, et al., 2016; ZUNINO, et al., 1995).



Figura 16: Dupla de raposas se alimentando em um cacho de banana e outra passando pelo pomar na Fazenda do Zoo de São Paulo.

Tais dúvidas quanto à identificação da raposa encontrada na fazenda, vão ao encontro de pesquisas que buscam entender mais sobre a distribuição das espécies assim como as possíveis interações e suas consequências. Por muitos anos até a atualidade, diversas classificações foram propostas, evidenciando uma instabilidade taxonômica decorrente da incerteza sobre os limites geográficos das espécies e, mesmo diante de pesquisas moleculares, ainda há dificuldade em definir uma filogenia robusta para o grupo (TCHAIKA, et al., 2016). Justamente quanto à extensão geográfica, a espécie *L. vetulus* é encontrada principalmente nas áreas de Cerrado no Centro-Sul do Brasil, chegando ao nordeste do país e oeste do Estado de São Paulo (DALPONTE, 2009), enquanto *L. gymnocercus* ocorre no sul do Brasil, do Paraná até Rio Grande do Sul (LUCHERINI; VIDAL, 2008).

No entanto, em 2011 dois indivíduos do Estado de São Paulo fenotipicamente identificados como sendo *L. vetulus*, apresentaram haplótipos de mtDNA provenientes de *L. gymnocercus* (FAVARINI, 2011), levantando hipóteses sobre a identificação errônea da espécie e, portanto, a inesperada presença de *L. gymnocercus* na região ou que de fato ocorreu a hibridação entre as espécies, evento depois confirmado mais especificamente para o Estado de São Paulo (GARZES, 2015).

4.6.2 Impactos de animais domésticos sobre os silvestres

Manter ou restaurar a saúde de um ecossistema é um dos grandes objetivos da conservação que acaba se tornando um desafio diante de ameaças como a perda de habitats naturais, doenças infecciosas e a invasão de espécies exóticas. Enquanto sobre algumas ameaças já se tem um vasto conhecimento, outras são pouco estudadas, como o impacto na vida silvestre por cães ferais, sendo que as poucas pesquisas sobre tal questão evidenciam um efeito negativo sobre a interação com as espécies nativas (YOUNG et al., 2011). Interações como casos de predação de animais selvagens por cães, competição entre cães e carnívoros silvestres, hibridização (HUGHES; MACDONALD, 2013; LESSA et al., 2016; YOUNG et al., 2011) e até mesmo morte de animais nativos diante do estresse de uma perseguição (RANGEL; NEIVA, 2013).

Uma observação curiosa decorrente da segunda amostragem realizada na Fazenda do Zoo foi o registro de um canídeo aparentemente com poucos pêlos, provavelmente um

cachorro-do-mato. Embora seja mais fácil a visualização no vídeo, na imagem também é notável principalmente na região basal da cauda (Figura 17), visto que a imagem difere bastante de outros registros de canídeos. Tal registro ocorreu na área em regeneração natural, na qual teve a presença tanto de cachorro-do-mato quanto de cão doméstico, aparentemente normais, sendo este o único vídeo com essa característica.



Figura 17: Imagens, de um mesmo vídeo, do canídeo em que é possível notar a falta de pelos, principalmente na região basal da cauda.

A presença de cães domésticos em cinco das seis áreas amostradas nesse trabalho, juntamente com esse registro, levanta outra consequência da interação entre espécies silvestres e domésticas, a questão sobre a transmissão de doenças entre elas (BUTLER; TOIT; BINGHAM, 2004; LACERDA; TOMAS; MARINHO-FILHO, 2009). Cães domésticos são como reservatórios de patógenos tanto para populações animais quanto humanas, podendo agir como vetores de cinomose, parvovírus, leishmaniose, raiva e dirofilariose, ameaçando as espécies nativas (LESSA et al., 2016). No Brasil, essa preocupação ganha espaço nas pesquisas especialmente com animais emblemáticos como no caso do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus* Illiger, 1815), sendo que uma das metas do Plano de Ação Nacional (PAN) para a conservação da espécie é ampliar os estudos acerca da epidemiologia das doenças (de PAULA; MEDICE; MORATO; 2008).

A região da Fazenda do Zoo é altamente degradada e fragmentada, fato que contribui para o contato entre espécies nativas e domésticas, que por sua vez podem espalhar doenças rapidamente (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Na fazenda vivem alguns cães assistidos pela equipe veterinária porém, em determinados períodos são soltos na área da sede e, além destes,

por ser uma área rural rodeada de outras propriedades, torna-se fácil a entrada de cães vizinhos. Nesse contexto, a castração e vacinação de cães domésticos são ações primárias para reduzir o risco de transmissão de doenças (WHITEMAN, et al., 2007), uma vez que o alto nível de simpatria entre o cão e o cachorro-do-mato em algumas regiões expõe a ampla oportunidade de infecção (COURTENAY; QUINNELL; CHALMERS, 2001).

4.6.3 Uso da cauda por *Didelphis albiventris* para carregar material vegetal

Uma das vantagens em utilizar as armadilhas fotográficas, é a possibilidade de obter registros muito interessantes referentes ao comportamento das espécies. Na área de pinus amostrada nesse trabalho, um espécime de gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) foi flagrado em alguns vídeos carregando folhas com a cauda. Durante uma pesquisa bibliográfica e consulta a alguns especialistas, foi observada a ausência de tal descrição para essa espécie na literatura científica, o que desencadeou a elaboração de uma nota científica (Apêndice - A).

Tais observações aqui colocadas destacam a vantagem do uso de armadilhas fotográficas, as quais, mesmo quando não empregadas com a finalidade de registrar comportamentos, acabam fornecendo informações únicas sobre determinadas espécies que seriam pouco prováveis de se obter por meio de outra metodologia (KUCERA; BARRETT, 2011). Diante desse trabalho aqui apresentado, seria muito interessante a continuação e monitoramento das espécies encontradas na Fazenda do Zoo, uma vez que é uma ferramenta de caráter não invasivo capaz de acumular dados em grandes áreas com pouco esforço (SOLLMANN et al., 2013).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Registros como os descritos, são dados que evidenciam como a Fazenda do Zoo de São Paulo em si pode ser considerada um campo para pesquisas mais prolongadas, desde a aumentar o esforço amostral quanto ao levantamento até estudar mais a fundo a presença das raposas do gênero *Lycalopex*. A fazenda pode ser um lugar de pesquisas *in situ*, corroborando com as iniciativas da própria fundação e, aproveitando que o presente trabalho foi baseado em armadilhas fotográficas, seria interessante o monitoramento das espécies aqui previamente

levantadas. De fato, encontrar 13 espécies em uma pequena porção amostrada da Fazenda do Zoo, superou as expectativas, sendo surpreendente, diante dos registros de espécies ameaçadas de extinção, em especial o tamanduá-bandeira. A presença desse animal nas amostragens finais sugere fortemente não só a continuação desse trabalho, mas também atença a urgente reflexão sobre aplicar técnicas de manejo na agricultura que venham ao encontro da ideologia de conservar a fauna, estimulada e já exercida pela Fundação em outras frentes. Que esse trabalho seja um primeiro debate, um primeiro olhar que venha colocar em discussão a necessária transformação do manejo agrícola da fazenda em pról da vida silvestre, fazendo-se questionar: a fazenda *tem* um centro de conservação da fauna, por que não *ser* um?

6 REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture**. Mexico: Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean, 2005, 290p.
- AURICCHIO, P.; OLMOS, F. Northward range extension for the European hare, *Lepus europaeus* Pallas, 1778 (Lagomorpha-Leporidae) in Brazil. **Publ. Avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural**, n.2, p.2-5, 1999.
- AYRES, J. M. et al. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005, 256p.
- BALMFORD, A.; GREEN, R.; PHALAN, B. What conservacionists need to know about farming. **Proceedings of the Royal Society B**, v.279, p.2714-2724, 2012.
- BECKER, M.; DALPONTE, J. C. **Rastros de Mamíferos Silvestres Brasileiros**. Brasília: UNB, 1999, 180p.
- BEISIEGEM, B. M. First camera trap record of bush dogs in the state of São Paulo, Brazil. **Canid News**, v.12, n.5, 2009.
- BENAYAS, J. M. R.; BULLOCK, J. M. Restoration of biodiversity and ecosystem services on agricultural land. **Ecosystems**, v.15, p.883-899, 2012.
- BENTON, T. G.; VICKERY, J. A.; WILSON, J. D. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? **Trends in Ecology and Evolution**, v.18, n.4, p.182-188, 2003.
- BERNY, P. Pesticides and the intoxication of wild animals. **J. Vet. Pharmacol. Therap.**, v.30, p.93-100, 2007.
- BOMBARDI, L. M. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. **Boletim DATALUTA**, 2011.

BOTHA, C. J. et al. Confirmed organophosphorus and carbamate pesticide poisonings in South African wildlife (2009-2014). **Journal of the South African Veterinary Association**, v.86, n.1, 2015.

BRAGA, F. G. **Ecologia e comportamento de tamanduá-bandeira *Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758 no município de Jaguariaíva, Paraná**. 104f. Tese de doutorado (Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2010.

BRASIL. Lei 12.651 de 25 de maio de 2002. **Novo Código Florestal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 06 de jan. 2017.

BUTLER, J. R. A.; TOIT, J. T.; BINGHAM, J. Free-ranging domestic dogs (*Canis familiaris*) as predators and prey in rural Zimbabwe: threats of competition and disease to large wild carnivores. **Biological Conservation**, v.115, p.369-378, 2004.

CÁCERES, N. C. et al. **Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions (Atlantic Forest and Cerrado) in south-western in Brazil**. *Zoologia*, v.27, n.5, p.709-717, 2010.

CAMPOLIM, M. G. **Utilização de sistemas agrícolas (tangerinas, *Citrus reticulata*) por aves na região de Pilar do Sul, São Paulo**. 59f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós Graduação em Diversidade Biológica e Conservação), Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba/SP, 2011.

CAUDILL, S. A.; DeCLERCK, F. J. A.; HUSBAND, T. P. Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: does shade coffee provide habitat for mammals? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.199, p.85-93, 2014.

CARVALHO, W.D.; ADANIA, C. H.; ESBÉRARD, C. E. L. Comparison of two mammalian surveys made with camera traps in southeastern Brazil, focusing the abundance of wild mammals and domestic dogs. **Braz. J. Biol.**, v.73, n.1, p.29-36, 2013.

CARVALHO, W. D. de. **Mamíferos não-voadores da Reserva Biológica da Serra do Japi, São Paulo – avaliação da eficiência e metodologia de captura**. 92f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 2011.

CAVALCANTI, S, M, C. Manejo e controle de danos causados por espécies da fauna. In: VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R.; CULLEN Jr, L. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: ed UFPR, 2006, p.203-242.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. **Outras informações**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_033.html>. Acesso em: 22 fev. 2017.

CHIARELLO, A. G. Conservation value of a native forest fragment in a region of extensive agriculture. **Revista Brasileira de Biologia**, v.60, n.2, p.237-247, 2000.

COSTANTINE, D. Land-use changes and agriculture in the tropics: pesticides as an overlook threat wildlife. **Biodiversity and Conservation**, v.24, p.1837-1839, 2015.

COURTENAY, O.; QUINNELL, R. J.; CHALMERS, W. S. K. Contact rates between wild domestic canids: no evidence of parvovirus or canine distemper virus in crab-eating foxes. **Veterinary Microbiology**, v.81, p.9-19, 2001.

- COWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v.345, n.1311, p.101-118, 1994.
- CROOKS, K. R. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. **Conservation Biology**, v.16, n.2, p.488-502, 2002.
- DALPONTE, J. C. *Lycalopex vetulus* (Carnivora:Canidae). **Mammalian Species**, v.847, p.1-7, 2009.
- DALPONTE, J. C.; TAVARES-FILHO, J. A. Diet of the yellow armadillo, *Euphractus sexcinctus*, in South-Central Brazil. **BioOne**, n.6, p.37-41, 2004.
- DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Felids in an agricultural landscape in São Paulo, Brazil. **CATnews**, v.51, p.22-25, 2011.
- DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Trophic categories in a mammal assemblage: diversity in an agricultural landscape. **Biota Neotropica**, v.7, n.2, p.287-292, 2007.
- FAHRIG, L. How much habitat is enough? **Biological Conservation**, v.100, p.65-74, 2001.
- FAHRIG, L. Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. **Functional Ecology**, v.21, p.1003-1015, 2007.
- FAVARINI, M. O. **Relações filogenéticas entre espécies do gênero *Lycalopex* (Mammalia, Canidae) inferidas com o uso de marcadores do DNA mitocondrial**. 32 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2011.
- FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN Jr, K. S. Insetos como indicadores ambientais. In: VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R.; CULLEN Jr, L. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: ed UFPR, 2006, p.125-151.
- FRIEDRICH, K. Desafios para a avaliação toxicológica de agrotóxicos no Brasil: desregulação endócrina e imunotoxicidade. **Revista Visa em Debate: sociedade, ciência e tecnologia**, v.2, p.2-15, 2013.
- GALVÃO, C. A. **Predação de ninhos artificiais nas diferentes paisagens do bioma Mata Atlântica, no Estado de São Paulo**. 42f. Dissertação (Mestrado em Conservação da Fauna), Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba/SP, 2015.
- GARCEZ, F. S. **Filogeografia e história populacional de *Lycalopex vetulus* (Carnivora:Canidae), incluindo sua hibridização com *L. gymnocercus***. 49 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2015.
- GEHRING, T. M.; SWIHART, R. K. Home range and movements of long-tailed weasels in a landscape fragmented by agriculture. **Journal of Mammalogy**, v.85, n.1, p.79-86, 2004.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000, 653p.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v.4, p.379-391, 2001.
- GREEN, R. E. et al. A. Farming and the fate of wild nature. **Science**, v.307, 2005.

GUIL, F. et al. Factors conditioning the camera-trapping efficiency for the Iberian lynx (*Lynx pardinus*). **Eur. J. Wildl. Res.** v.56, p.633-640, 2010.

HELTSHE, J. F.; FORRESTER, N. E. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics*, v.39, n.1, p.1-11, 1983.

HUGHES, J.; MACDONALD, D. W. A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. **Biological Conservation**, v.157, p.341-351, 2013.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Fauna brasileira**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/7109-mamiferos-euphractus-sexcinctus-tatu-peba>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

IPÊ. Instituto de Pesquisas Ecológicas. **Projetos**. Disponível em: <<http://www.ipe.org.br/projetos/pontal-do-paranapanema/80-sistemas-agroflorestais-para-agricultura-familiar-como-corredores-de-biodiversidade>>. Acesso em: 29 mai 2017.

JUNQUEIRA, A. C. et al. Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.1, p.102-115, 2013.

KARANTH, U.; NICHOLS J. D.; CULLEN Jr, L. Armadilhamento fotográfico de grandes felinos: algumas considerações importantes. In: VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R.; CULLEN Jr, L. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: ed UFPR, 2006, p.268-284.

KÖHLER, H-R.; TRIEBSKORN, R. Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond? **Science**, v.341, p.759-765, 2013.

KUCERA, T. E.; BARRETT, R. H. A history of camera trapping. In: O'CONNELL, A. F. NICHOLS, J. D.; KARANTH, K. U. **Camera traps in animal ecology: methods and analyses**. Springer, 2011, p.9-22.

LACERDA, A. C. R.; TOMAS, W. M.; MARINHO-FILHO, J. Domestic dogs as na edge effect in the Brasília National Park, Brazil: interactions with native mammals. **Animal Conservation**, v.12, p.477-487, 2009.

LESSA, I. et al. Domestic dogs in protected areas: a threat to Brazilian mammals? **Natureza e Conservação**, v.14, p.46-56, 2016.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para a ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2011, 190p.

LOVERIDGE, A. J. et al. People and felids: conservation of cats and management of conflicts. In: MACDONALD, D. W.; LOVERIDGE, A. J. **Biology and conservation of wild felids**. New York: Oxford University Press, 2011, p.161-196.

LUCHERINI, M.; VIDAL, E. M. L. *Lycalopex gymnocercus* (Carnivora:canidae). **Mammalian Species**, v.820, p.1-9, 2008.

LUNA, H. S.; HOSSOTANI, C. M. S.; MOREIRA, F. M. A. Esforços para a conservação da espécie *Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758: tecnologias aplicadas à reprodução. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.38, n.1, p.10-14, 2014.

- LUZARDO, O. P. Methodology for the identification of 117 pesticides commonly involved in the poisoning of wildlife using GC–MS-MS and LC–MS-MS. **Journal of Analytical Toxicology**, v.38, p.155-163, 2014.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Science, 2004, 256p.
- MANGINI, P. R.; MEDICE, E. P.; FERNANDES-SANTOS, R. C. Tapir health and conservation medicine. **Integrative Zoology**, v.7, p.331-345, 2012.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, n.24, p.853-858, fev. 2000.
- MIRANDA, J. R. Avaliação da biodiversidade faunística em agroecossistemas de cana-de-açúcar orgânica. **Bioikos**, v.20, n.1, p.15-23, 2006.
- O'BRIEN, T. G. Abundance, density and relative abundance: a conceptual framework. In: O'CONNELL, A. F.; NICHOLS, J. D.; KARANTH, K. U. **Camera traps in animal ecology: methods and analyses**. Springer, 2011, p.71-96.
- O'CONNELL, A. F.; NICHOLS, J. D.; KARANTH, K. U. Introduction. In: O'CONNELL, A. F.; NICHOLS, J. D.; KARANTH, K. U. **Camera traps in animal ecology: methods and analyses**. Springer, 2011, p.1-8.
- OLIVEIRA, D. M. et al. Mirmecofauna em agroecossistemas e sua função na transição agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.3, 2015.
- OLIVEIRA, I. M. **Riqueza, abundância de espécies e uso de hábitat por mamíferos de médio e grande porte em cinco unidades de conservação no cerrado**. 91f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2010.
- PAOLINO, R. M. et al. Buffer zone use by mammals in a Cerrado protected area. **Biota Neotropica**, v.16, n.2, 2016.
- PARDINI, R. et al. Levantamento de mamíferos terrestres de médio e grande porte. In: VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R.; CULLEN Jr, L. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: ed UFPR, 2006, p.181-201.
- PAULA, R. C.; MEDICE, P.; MORATO, R. G. Plano de Ação Nacional para a conservação do lobo-guará: análise de viabilidade populacional e de habitat. Brasília: **Ibama**, 158p, 2008.
- PERCEQUILLO, A. R.; KIERULFF, M. C. M. Mamíferos. In: BRESSAN, P. M., KIERULFF, M. C. M.; SUGIEDA, A. M. **Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: vertebrados**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2009, p.32 - 85.
- PEREIRA, J. M. et al. Integrated farm environmental management and biodiversity conservation: a case study in the Caratinga Biological Station (Minas Gerais State, Brazil). **Pesq. Agropec. Trop.**, v.40, n.4, p.401-413, 2010.
- PHALAN, B. et al. Crop expansion and conservation priorities in tropical countries. **Plos One**, v.8, n.1, 2013.
- PIMENTEL, D. et al. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. **BioScience**, v.42, n.5, p.354-362, 1992.

- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M., et al. **Conservação ex situ**: dos bancos de germoplasma aos sistemas agroflorestais. In: PIRATELLI, A. J.; FRANCISCO, M. R. **Conservação da biodiversidade**: dos conceitos às ações. Rio de Janeiro: ed. Technical Books, 2013, 272p.
- PIWELL, R. F. et al. Wildlife-friendly farming benefits rare birds, bees and plants. **Biology Letters**, 2012.
- PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Plantation rows as dispersal routes: a test with didelphid marsupials in the Atlantic Forest, Brazil. **Biological Conservation**, v.143, p.131-135, 2010.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: ed. Planta, 2001, 328p.
- PÜTZ, C. C. et al. La fauna chaqueña de Córdoba (Argentina) afectada por la transformación agrícola. **Ecología Aplicada**, v.11, n.2, 2012.
- RANGEL, C. H.; NEIVA, C. H. M. B. Predação de vertebrados por cães *Canis lupus familiaris* (Mammalia: Carnivora) no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.3, n.2, p.261-269, 2013.
- RATTNER, B. A. History of wildlife toxicology. **Ecotoxicology**, v.18, p.773-783, 2009.
- ROSA, M. C. **Utilização de sistemas agrícolas por aves: estudo de caso em pomares de caqui (*Diospyros kaki*, Ebenaceae)**. 45f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós Graduação em Diversidade Biológica e Conservação), Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba/SP, 2015.
- SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R.; CULLEN Jr, L. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: ed UFPR, 2006, p.19-41.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Fundação Parque Zoológico de São Paulo. **Relatório Anual 2012**. Disponível em: < http://www.zoologico.com.br/wp-content/uploads/2013/07/relatorio_2012.pdf >. Acesso em: 23 mar 2015.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Fundação Parque Zoológico de São Paulo. **Relatório Anual 2014**. Disponível em: < http://www.zoologico.com.br/wp-content/uploads/2013/07/RelatorioAnualZoologico_2014-INTERNET.pdf >. Acesso em: 26 out 2015.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Fundação Parque Zoológico de São Paulo. **Relatório Anual 2015**. Disponível em: < http://www.zoologico.com.br/wp-content/uploads/2013/07/relatorioanualzoologico_2015_internet.pdf >. Acesso em: 28 mai 2017.
- SCHROTH, G. et al. Introduction: the role of agroforestry in biodiversity conservation in tropical landscapes. In: **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004.
- SCHROTH, G. et al. Conservation in tropical landscapes mosaics: the case of the cacao landscape for southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.20, n.8, p.1635-1654, 2011.
- SILVEIRA, L. F. Em busca de protocolos para estudos ambientais. In: BEISIEGEL, B. M. et al. Para que servem os inventários de fauna? **Estudos avançados**, v.24, n.68, 2010.
- SOLLBERG, I.; SCHIAVETTI, A.; MORAES, M. E. B. Manejo agrícola no Refúgio de Vida Silvestre de Una: agroflorestas como uma perspectiva de conservação, **Revista Árvore**, v.38, n.2, p.241-250, 2014.

- SOLLMANN, R. et al. Risky business or simple solution: relative abundance indices from camera-trapping. **Biological Conservation**, v.159, p.405-412, 2013.
- SRBEK-ARAÚJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.3, p.647-656, 2007.
- SRBEK-ARAÚJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Influence of camera-trap sampling design on mammal species capture rates and community structures in southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v.13, n.2, 2013.
- SRBEK-ARAÚJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.21, n.01, 2005.
- SWANN, D. E.; KAWANISHI, K.; PALMER, J. Evaluating types and features of camera traps in ecological studies: a guide for researchers. In: O'CONNELL, A. F.; NICHOLS, J. D.; KARANTH, K. U. **Camera traps in animal ecology: methods and analyses**. Springer, 2011, p.27-43.
- TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v.143, p.2328-2340, 2010.
- TCHAICKA, L. et al. Molecular assessment of the phylogeny and biogeography of a recently diversified endemic group of South American canids (Mammalia: Carnivora: Canidae). **Genetics and Molecular Biology**, v.39, n.3, p.442-451, 2016.
- TIEPOLO, L. M.; TOMAS, W. M. Ordem Artiodactyla. In: REIS, N. R. et al. **Mamíferos do Brasil**. Londrina: 2006, 437 p.
- TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v.418, n.8, p.671-677, 2002.
- TILMAN, D. Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, p.5995-6000, 1999.
- TOMAS, W. M.; MIRANDA, G. H. B. Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais. In: VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R.; CULLEN Jr, L. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: ed UFPR, 2006, p.243-267.
- TRIGO, T. C. et al. Molecular data reveal complex hybridization and a cryptic species of neotropical wild cat. **Current Biology**, v.23, n.24, p.1-6, 2013.
- VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D.; PENEIREIRO, F. M. Agro-successional restoration as a strategy to facilitate tropical forest recovery. **Restoration Ecology**, v.17, n.4, p.451-459, 2009.
- VERDADE, L. M. et al. The conservation value of agricultural landscapes. In: ROSALINO, L. M.; GHELIER-COSTA, C. **Middle-sized carnivores in agricultural landscapes**. New York: Nova Science Publishers, 2011, p.91-102.
- WALTHER, B. A.; MARTIN, J. L. Species richness estimation of birds communities: how to control for sampling effort? **Ibis**, v.143, p.413-419, 2001.

WHITEMAN, C. H. et al. Human and domestic animal populations as a potential threat to wild carnivore conservation in a fragmented landscape from the Eastern Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v.138, p.290-296, 2007.

WOOD, S. A. et al. Functional traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services. **Trends in Ecology & Evolution**, v.30, n.9, p.531-539, 2015.

YOUNG, J. K. et al. Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. **BioScience**, v.61, n.2, p.125-132, 2011.

ZUNINO, G. E. et al. Taxonomy of the genus *Lycalopex* (Carnivora: Canidae) in Argentina. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v.108, n.4, p.729-747, 1995.

7 APÊNDICE - A

TAIL USE BY *Didelphis albiventris* (DIDELPHIMORPHIA-DIDELPHIDAE) TO CARRY VEGETABLE MATERIAL IN A PINE GROVE IN THE SOUTHEASTERN BRAZIL

Lais R. Pereira¹, Marcelo N. Schlindwein¹

¹Laboratório de Ecologia e Conservação, Universidade Federal de São Carlos. Rodovia João Leme dos Santos (SP-264), Km 110, Itinga, Sorocaba, São Paulo, Brazil, CEP 18052-780 [Lais Rodrigues Pereira <laisrp@yahoo.com.br>].

Short title: TAIL USE BY *Didelphis albiventris*

ABSTRACT. Despite the wide geographical distribution and longstanding research on South American marsupials, opossums still surprise scientists due to their behavioral repertoire. This note aims to add a piece of information about *Didelphis albiventris* species. With this intention, a free living specimen using its tail to carry vegetable material was recorded by a camera trap. Only a picture was found in literature regarding such behavior for this species without further information.

RESUMO. Apesar da ampla distribuição geográfica e das pesquisas de longa data sobre os marsupiais da América do Sul, os gambás ainda surpreendem com seu repertório comportamental. Essa nota pretende acrescentar uma informação sobre a espécie *Didelphis albiventris*. Com esse intuito, um espécime de vida livre foi registrado por uma armadilha fotográfica usando a cauda para carregar material vegetal. Sobre tal comportamento dessa espécie foi encontrada somente uma imagem na literatura sem maiores informações.

Key words: Behavior. Camera trap. *Didelphis albiventris*. Prehensile tail. White-eared-opossum.

Palavras-chave: Armadilha fotográfica. Cauda preênsil. Comportamento. Gambá-de-orelha-branca.

South America stands out for presenting the highest diversity of marsupials with some species even reaching Central and North America (Eisenberg & Redford 1999; Voss & Jansa, 2009). The genus *Didelphis* Linnaeus, 1758 is widely distributed from Canada to Argentina, but mainly found in the Neotropics (Harder & Fleck, 1997; Cáceres, 2005). The *Didelphis albiventris* Lund 1840 species belongs to Didelphimorfia Gill, 1872 order and Didelphidae Gray, 1821 family, which has 19 genera and approximately 100 species (Gardner, 2008). The *Didelphis* genus includes the largest individuals with up to 1m and 7kg (Cerqueira & Tribe, 2008).

Among *Didelphis* species, the black-eared opossums are represented by *D. virginiana* Kerr, 1792 that can be found from North America to Costa Rica; *D. marsupialis* Linnaeus, 1758 that is present in Central and South America with significant distribution in Amazonia (Emmons & Feer, 1997); and *D. aurita* Wied-Neuwied, 1826 that dwells in the southeast of Brazil, in Paraguay and in the extreme northeast of Argentina (Eisenberg & Redford, 1999; Cerqueira & Tribe, 2008), being more associated with preserved forest environments and being sensitive to fragmentation in Atlantic Forest (Cáceres et al., 2007).

The white-eared opossums group includes *D. imperfecta* Mondolfi e Pérez-Hernández, 1984 that can be found in isolated populations in Venezuela, Surinam and French Guiana; *D. pernigra* Allen, 1990 that is distributed in the Andes from Venezuela to Bolivia; and *D. albiventris* that is mainly found in South America (Cerqueira & Tribe, 2008). In Brazil, this species is present in the region of Caatinga, Cerrado, Pantanal, Pampa and in transition areas with the Atlantic Forest (Cerqueira & Tribe, 2008).

Among marsupials, opossums from *Didelphis* genus have a well-developed pouch (Voss & Jansa, 2009). After a short gestation period of about fifteen days, the young migrate to the nipples, which they grasp, continuing the development for five or six weeks until they unstick and thus start receiving maternal care in the nest (Eisenberg & Redford, 1999). They are generalists: they take advantage of the resource abundance when foraging and if it becomes scarce, they keep searching for another source to be exploited, assigning this strategy to a nomadic feature (Streilein, 1981). They feed on invertebrates, small vertebrates, and some fruits (Emmons & Feer, 1997). These animals are solitary, nocturnal, mainly terrestrial, even though having the ability to climb very well, and are considered small to medium sized mammals with *D. albiventris* reaching 2 kg (Emmons & Feer, 1997). These species's head

and ears are white with a black mask around the eyes, as well as a range also black between the ears (Rossi et al., 2012).

Besides the adaptation facility to anthropogenic environments (Becker & Dalponte, 2015), characteristics such as resistance to inbreeding, and the fact that a small group of animals is enough to found a colony, contribute to the significant dispersion of opossums (Jansen, 2002). Specimens of *D. albiventris*, for example, usually are very close to humans due to the resistance to anthropogenic disturbance and thus, they can take advantage of leftover, scavenge waste and take shelter in house lining (Jansen, 2002; Aragona & Marinho-Filho, 2009). Consequently, they can be trivialized when in fact they - mainly Neotropical marsupials (Harder & Fleck, 1997) - represent an important source of data on evolution, ecology and diversity (Jansen, 2002; Aragona & Marinho-Filho, 2009).

This species is not typical from tropical forest but occupies nearby open areas, being cultivated or degraded (Emmons & Feer, 1997), and due to the easy adaptation, it plays an important role of pioneer plants dispersers, contributing to the regeneration of these environments (Cáceres, 2002). Due to the abundance of the species in some areas, several behaviors are considered irrelevant, which are not described in scientific publications and thus, interesting information about its biology are not spread. In this note, we report an apparent behavior not described yet of *Didelphis albiventris* species, with the recording of an individual carrying vegetable elements with its tail at two different times.

These records were part of a wildlife survey, through camera traps, that was carried out in a farm located in the city Araçoiaba da Serra, São Paulo, Brazil (23°34'33.75"S e 47°32'16.33"O). The goal was to identify the mammals species present in different environments, including areas used for crop, fragments of Atlantic Forest and a reforestation area of pine (*Pinus elliottii*). In each area five cameras "Bushnell Trophy Cam HD" without bait were placed, with 50 m from each other and between 35 and 50 cm from the ground. All camera traps were configured in size 320x240, video mode with length and timespan of 10 and 30 seconds, respectively, LED mode "low", shutter mode "high", sensor mode "high", in activity 24 hours a day.

In June and September 2016, were conducted surveys lasting 15 days without change of the sampled points. The images below (Fig. 1) are from the videos with better definition, being possible to see the date and time of recordings. Analyzed the memory cards of all sampled areas, *D. albiventris* was the unique opossum species recorded, appearing in the fragment of Atlantic Forest and in the pine reforestation area, being the latter where the event

occurred. This area has 2.3 ha and is bordered by an internal road, with a fragment of natural regeneration, with a pasture and the farmhouse.

In the recording of the first sampling (A), the opossum passes in front of the camera carrying with its tail what appears to be an amount of leaves, and then, it is shown to be about to climb a tree in the right corner of the video. In the final seconds of another recording it is possible to see the animal really climbing up the tree with leaves in the tail. In the recording obtained in the second sampling (B), the opossum walks toward the camera with vegetable material in the tail. Other records of the same period revealed interesting behaviors, such as an individual leaning on its hind legs, and another one that apparently puts something in the pouch and immediately rolls leaves on the tail.



Fig. 1. Recording of *D. albiventris* (circled in yellow) obtained in the first (A) and second (B) sampling, both in a pine grove.

In both videos exemplified above, the white-eared opossum uses the tail to do the behavior discussed in this work. Overall, the tail of opossums is a thin, muscular organ, usually longer than the length of the head and body together and the exposed skin presents gray or brown pigmentation (Voss & Jansa, 2009). The tip is strong enough to grasp objects and *D. albiventris*'s tail is a bit shorter than the measure of body and head (Emmons & Feer, 1997), and, being prehensile, it helps the legs in the process to hold and climb (Cunha & Vieira, 2002).

Young individuals of *D. albiventris*, *D. aurita* and *D. marsupialis* morphologically resemble, however, the ear color as well as the length of the tail pelage clearly differentiates these species when adult, once the *D. albiventris* tail has some centimeters of coats from the base, while the other two species are practically absent (Eisenber & Redford, 1999).

Therefore, the tail is also important in comparison and identification, as a diagnostic feature to the taxonomy of this group of marsupials (Rossi et al., 2012).

Behavior studies with opossums have gained significant space since it began to be observed similar characteristics between generalist marsupials and generalists eutherian mammals (Kimble, 1997). Thus, the description of behavioral events reinforces the relevance of studies with marsupials, especially with *Didelphis* genus. As mentioned earlier, behavior of *D. albiventris* is often trivialized and, thus, not published, resulting in an outdated understanding about the biology of these animals. As an example of this issue, a recent study has described a group with 13 individuals resting together, without agonistic behavior, introducing a discussion on the solitary habit always pointed in the behavior repertoire of the specie (Ástua et al., 2015).

Regarding tail use to carry vegetable material, a publication recently reported such behavior for *D. marsupialis* which also used the pouch for the same purpose (Delgado-V et al., 2014). Unlike *D. virginiana*, which builds nest with the tail, the same was not observed for captive specimens of *D. albiventris* in Caatinga region (Streilein, 1982). Furthermore, the absence of nest material in natural den sites of this species, found in rock fissure and under boulders, was probably due to these ready shelters that offered protection from predators, moderate temperature and high humidity (Streilein, 1982).

Before the mammals survey that foments this note, *D. albiventris* was recorded in two nearby areas, but the behavior regarding tail use was only observed in the pine grove. This fact reinforces the need for further research in order to understand whether this behavior is natural of the species or if it is associated with environmental variables and anthropogenic influences, confirming the importance of becoming available through scientific articles behaviors considered common by also common species. Until this moment, it was only found a picture about tail use by *D. albiventris* in the photo gallery of a book in Portuguese (Cáceres, 2012, p. 511), which also does not provide more information on the record.

(Note: It is possible access the videos by contacting the main author).

Acknowledgements. We greatly thank Prof. Ana Paula Carmignotto for her assistance, Prof. Mercival Roberto Francisco for sharing the camera traps, Prof. Luiz Eduardo Moschini for the support along the Federal University of São Carlos for the financial assistance, the Zoological

Park Foundation of São Paulo for the master's scholarship and the friends Luisa and Vinícius for the help in the field.

LITERATURE CITED

ARAGONA M, MARINHO-FILHO J. 2009. História natural e biologia reprodutiva de marsupiais no Pantanal, Mato Grosso, Brasil. *Zoologia* 2:220-230.

ASTÚA D, CARVALHO RA, MAIA PF, MAGALHÃES AR, LORETTO D. 2015. First evidence of gregarious denning in opossums (Didelphimorfia, Didelphidae), with notes on their social behaviour. *Biology Letters* 11:1-5.

BECKER M, DALPONTE JC. 2015. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo. Technical Books, Rio de Janeiro, 3ªed.

CÁCERES NC. 2005. Comparative lengths of digestive tracts of seven didelphid marsupials (Mammalia) in relation to diet. *Revista Brasileira de Zoologia* 1:181-185.

CÁCERES NC, CHEREM JJ, GRAIPEL ME. 2007. Distribuição geográfica de mamíferos terrestres na região sul do Brasil. *Ciência e Ambiente* 35:167-180.

CÁCERES NC. 2002. Food habitats and seed dispersal by the white-eared opossum *Didelphis albiventris* in southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37:1-8.

CÁCERES NC. 2012. Os Marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação. UFMS, Mato Grosso, 2ª ed.

CERQUEIRA R, TRIBE CJ. 2008. Genus *Didelphis* Linnaeus, 1758 Pp 17-25, in: *Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats.* (AL Gardner, 2008). University of Chicago Press, Chicago v.1.

CUNHA AA, VIEIRA MV. 2002. Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic forest of Brazil. *The Zoological Society of London* 258:419-426.

DELGADO-V CA, ALZATE AA, ARANGO AS, LONDOÑO JDS. 2014. Uso de la cola y el marsúpio en *Didelphis marsupialis* y *Metachirus nudicaudatus* (Didelphimorfia:Didelphidae) para transportar material de anidación. *Mastozoología Netropical*, Mendoza 1:129-134.

EISENBERG JF, REDFORT KH. 1999. *Mammals of the neotropics.* The University of Chicago Press, Chicago v.3.

EMMONS LH, FEER F. 1997. *Neotropical rainforest mammals: a field guide.* The University of Chicago Press, Chicago 2ª ed.

GARDNER AL. 2008. *Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats.* University of Chicago Press, Chicago v.1.

HARDER JD, FLECK DW. 1997. Reproductive ecology of new world marsupials. Pp 175-204, in: Marsupial Biology: recent research, news perspectives (N Saunders, L Hinds, eds). University of New South Wales Press, Sidney.

JANSEN AM. 2002. Marsupiais didelfídeos: gambás e cuícas. Pp 167-173, em: Animais de laboratório: criação e experimentação (A andrade, SC Pinto, RS Oliveira, orgs). Editora FIOCRUZ, Rio de Janeiro.

KIMBLE DP. 1997. Didelphid behavior. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, Eugene 3:361-369.

ROSSI RV, BRANDÃO MV, CARMIGNOTTO AP, MIRANDA CL, CHEREM JJ. 2012. Diversidade morfológica e taxonômica de marsupiais didelfídeos, com ênfase nas espécies brasileiras Pp 23-72, em: Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação (NC Cáceres, org). UFMS, Campo Grande 2^a ed.

STREILEIN KE. 1982. Behavior, ecology, and distribution of South American marsupials. Pp 231-250, in: Mammalian biology in South America. Series: special publication series (Pymatuning Laboratory of Ecology) (MA Mares, HH, Genoways, eds). University of Pittsburgh, Linesville v. 6.

VOSS RS, JANSA SA. 2009. Phylogenetic relationships and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of a new world metatherian mammals. Bulletin of the American Museum of Natural History.