

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 29/10/2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de São José do Rio Preto

Natália Ferreira Torello Viera

Herpetofauna de fragmentos florestais do município de São Paulo

São José do Rio Preto

2020

Natália Ferreira Torello Viera

Herpetofauna de fragmentos florestais do município de São Paulo

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof. Dr. Otavio A. V. Marques

São José do Rio Preto

2020

T678h Torello-Viera, Natália Ferreira
Herpetofauna de fragmentos florestais do município de São Paulo / Natália Ferreira Torello-Viera. -- São José do Rio Preto, 2020
117 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto
Orientador: Otavio Augusto Vuolo Marques

1. Anfíbios. 2. Répteis. 3. Diversidade. 4. Ecomorfologia. I. Título.

Natália Ferreira Torello Viera

Herpetofauna de fragmentos florestais do município de São Paulo

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto – SP.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Otavio A. V. Marques
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto/SP
Orientador

Prof^a. Dr^a. Denise de Cerqueira Rossa-Feres
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto/SP

Prof^a. Dr^a. Paula Hanna Valdujo
WWF – Brasil

Prof^a. Dr^a. Vanessa Kruth Verdade
UFABC – Câmpus de Santo André/SP

Prof. Dr. Marcio Roberto Costa Martins
USP – Câmpus Butantã de São Paulo/SP

São José do Rio Preto

29 de outubro de 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, por todo carinho e apoio incondicional que sempre tive para seguir na carreira acadêmica.

À minha mulher, Tassiana Souza, por aguentar um ano e meio de falta de companhia durante meus campos, por todo o suporte nas minhas crises de ansiedade, e por não deixar eu desistir.

Ao meu orientador, Otavio Marques, pela confiança depositada em mim na realização dessa tese e pelos ensinamentos desses mais de oito anos de trabalho.

Ao Michel Garey, antes de tudo, agradeço por me acolher e topar me co-orientar quando tive que mudar de projeto pela terceira vez. Agradeço também por me ensinar a fazer as análises, pelas correções atenciosas da minha tese, e principalmente por confiar na minha força e por todo apoio nesses últimos dias de escrita. Sua contribuição foi valiosíssima.

Ao Mauro Teixeira Jr., meu eterno agradecimento. Por me ajudar muito desde a coleta de dados até as discussões nas madrugadas. Obrigada por corrigir meus textos exaltando os pontos fortes, por se animar junto comigo, por fazer eu voltar acreditar no potencial do meu trabalho e no meu próprio potencial, especialmente nessa etapa final, durante o distanciamento social. Muito obrigada por dividir tantos chocolates, por compartilhar suas histórias de campos e de vida, e pela amizade.

À Karina Banci agradeço muito por todas as discussões e correções da minha tese. Mas principalmente à amizade e parceria profissional incríveis, por ser a pessoa que mais acredita em mim e me incentiva, por ser meu braço direito e esquerdo, minha marida, jabuticabinha, melhor companhia de campo, melhor amiga, meu porto seguro. Eu não teria chegado até aqui sem seu apoio.

Ao Lucas Siqueira agradeço a ajuda enorme nas análises estatísticas e discussões, e pela paciência comigo nesse processo. Agradeço também pelos churrascos e modas de viola, piadas sem graça (zueira hahaha), por assistir os jogos do time Bumbumtantan, pela “broderagem na life” e por ter um coração enorme.

À Silara Batista, pelas correções tão importantes da minha tese e pelo apoio enorme durante esse período tão difícil. Você é uma das melhores companhias de cerveja e “xoquinhas”, e um dos maiores exemplos de garra e dedicação que eu tive na pós graduação.

Agradeço também aos três (Karina, Lucas e Silara) pelo grupo de pesquisa tão unido que criamos, pela parceria inigualável e por tantas risadas juntos. Amo vocês!

Ao Leo Malagoli, por toda a paciência para explicar os problemas taxonômicos e me ajudar muito com as identificações dos anfíbios, além do grande apoio ao longo de todo o meu trabalho.

À Serena Migliore agradeço demais por me tirar tantas dúvidas sobre os *Enyalius*, por me ouvir falar tanto, pelos cappuccinos e bolos na FFLCH, pelos treinos de futebol e corrida, pela animação de sempre e por deixar qualquer rolê divertido.

Ao Rodrigo Castello, por ser um estagiário tão dedicado e responsável, que era exatamente o que eu precisava durante meus campos. Por me ensinar a ser a orientadora que eu queria (imperfeita com certeza, mas que tenta sempre olhar as necessidades do seu “filhote”). Obrigada por me ajudar a crescer como profissional, e por se tornar meu amigo. Também agradeço à Luiza Teixeira, que apesar do seu período de estágio ter sido mais curto, me ajudou muito nos trabalhos de campo e na minha formação como orientadora.

Aos vários amigos, colegas de laboratório, amigos de amigos e estudantes de biologia que me ajudaram em campo, especialmente os que me ajudaram na instalação dos *pitfalls*. Foram realmente muitos, portanto não vou listá-los para não esquecer de ninguém. Muito obrigada mesmo!

À Maria José da Silva, agradeço muito pelo auxílio na compra das lonas e ensinamentos profissionais, mas principalmente pela escuta atenciosa e empática durante esses anos tão difíceis.

À Mari, Igor, Sérgio, Bruna, Ju, João, Ingrid e Stephanie, pela companhia na sala de despejo, cafés da tarde e risadas.

À Selma Almeida-Santos, pelo auxílio com transporte e lanches de campo junto ao Instituto Butantan, e pelo incentivo desde 2010.

À Cybele Lisboa, por ceder algumas fotos para minha tese e por todo apoio e suporte nas coletas no Zoológico, que assim como a equipe técnica e seguranças dos parques, sempre foi tão gentil e prestativa.

À Andressa Alencar, pela ajuda imensa com a caracterização da vegetação do Parque da Previdência e todas as dúvidas tiradas sobre botânica, pelas viagens, conversas, forrós, e por ser tão querida.

Por fim, agradeço às meninas do Herpetologia segundo herpetólogas e tantas outras herpetólogas, por tudo que significam para as mulheres da nossa área, por exaltar e empoderar nosso trabalho e principalmente por me mostrar que eu não estou sozinha nessa luta contra o machismo, que quase me fez desistir da carreira acadêmica.

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

“Sapo é um pedaço de chão que pula.”

Manoel de Barros

RESUMO

A Floresta Atlântica é considerada um *hotspot* mundial, devido à sua riqueza de espécies, elevado número de endemismos e elevado grau de ameaça. Estima-se que restam de 11,4 a 16% de cobertura do bioma, devido, principalmente, à agricultura e expansão urbana, tendo sido reduzida a arquipélago de fragmentos florestais. Tais áreas tornam-se mais homogêneas, alterando as dinâmicas ecológicas e impactando a biodiversidade local. O município de São Paulo, localizado na região sudeste do Brasil, está inserido no bioma da Mata Atlântica, sofreu intensa fragmentação e é um bom exemplo de ambiente em que ocorrem mudanças ecológicas. Anfíbios e répteis são considerados grupos de grande importância como indicadores de mudanças ambientais, devido à sua reduzida mobilidade, alta especificidade de habitats e grandes exigências fisiológicas, sendo bons modelos de estudos em fragmentos florestais. Neste estudo, três fragmentos florestais da região metropolitana de São Paulo, de diferentes tamanhos e graus de isolamento, foram amostrados quanto à diversidade de herpetofauna. Além disso, a variação morfológica e o uso do habitat entre duas populações de *Enyalius perditus* (Squamata: Leiosauridae) foram analisados, também sob a perspectiva de tamanho e conectividade do fragmento florestal. A hipótese principal é de que o tamanho e conectividade destes fragmentos impacta a diversidade da herpetofauna, bem como a maneira como uma espécie de lagarto abundante utiliza o ambiente disponível. O Parque Estadual Serra da Cantareira (PEC), o maior fragmento amostrado, abriga considerável 39 espécies de anfíbios e 28 de répteis. No fragmento intermediário, o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), foram 26 e 23 espécies registradas de anfíbios e répteis, respectivamente. Por fim, no menor fragmento, Parque da Previdência (PP), 4 espécies de anfíbios e 9 espécies de répteis foram registradas. A extensa área de Mata Atlântica que cobre o PEFI, e principalmente o PEC, mantém a diversidade de guildas ecológicas dos grupos. Contudo, a riqueza e diversidade de guildas do PP são fortemente reduzidas. Em relação à ecologia de *E. perditus*, a morfologia e o uso do ambiente variaram entre sexos e populações. As variações ocorreram principalmente entre machos alopátricos, sendo que os do PEC apresentaram pernas e antebraços mais longos e exploraram mais o ambiente arbóreo quando comparados à população do PEFI. Tais aspectos parecem refletir as pressões de seleção natural e sexual que as populações

estão submetidas. Ademais, estrutura da vegetação do PEC parece exercer influência na morfologia do grupo mais arborícola. De maneira geral, o tamanho e a conectividade dos fragmentos influenciaram na herpetofauna das áreas amostradas, tanto no nível de comunidades quanto de populações. A fragmentação teve impacto principalmente nos anfíbios, porém lagartos parecem ser mais resilientes nas áreas amostradas, e algumas espécies podem se adaptar às diferentes pressões. Novos levantamentos de riqueza e diversidade de herpetofauna nesses e em outros fragmentos de Mata Atlântica podem contribuir grandemente para o esclarecimento do papel dessas áreas na manutenção da biodiversidade.

Palavras-chave: Herpetofauna. Fragmentação. Mata Atlântica. Comunidades. Populações.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is considered a global hotspot for conservation, due to its species richness, high number of endemic species and high human threat. It is estimated that only 11.4 to 16% of its original cover still remains, mainly due to agriculture and urban sprawl, having been reduced to archipelagos of forest fragments. Such areas become more homogeneous, resulting in changes in their ecological dynamics, ultimately impacting their local biodiversity. São Paulo municipality, which is located at southeastern Brazil, is inserted at the Atlantic Forest biome, and has undergone intense fragmentation, being a clear example of an impacted environment. Amphibians and reptiles are important indicators of environmental changes, due to their reduced mobility, high habitat specificity and physiological requirements, being model organisms for forest fragmentation studies. In this study, three forest fragments at the metropolitan region of São Paulo, with different sizes and degrees of isolation, had their herpetofauna sampled. In addition, morphological variation and habitat usage between two populations of *Enyalius perditus* (Squamata: Leiosauridae) were analyzed, also from a forest fragmentation perspective. The main hypothesis is that the size and connectivity of these fragments impact their herpetofauna diversity, as well as how an abundant lizard uses the available environment. At Serra da Cantreia State Park (PEC), the largest sampled fragment, 39 species of amphibians and 28 reptiles were recorded. In the intermediate fragment, Fontes do Ipiranga State Park (PEFI), 26 and 23 species of amphibians and reptiles, were recorded respectively. Finally, in the smallest fragment, Parque da Previdência (PP), 4 species of amphibians and 9 species of reptiles were recorded. The extensive Atlantic Forest area that covers PEFI, and especially PEC, manage to maintain their ecological guilds diversity. However, richness and guild diversity at PP are largely reduced. Regarding the ecology of *E. perditus*, its morphology and environment use varied between genders and populations. The variations occurred mainly among allopatric males, and those from PEC presented longer legs and forearms, and explored trees more often, when compared to those from PEFI. These aspects seem to reflect the natural and sexual selection pressures those populations are subjected to. Moreover, vegetation structure at PEC seems to influence morphology of the most arboreal group. In general, size and fragments connectivity influenced their herpetofauna, both at the community and

population levels. Fragmentation has had an impact mainly on amphibians, but lizards seem to be more resilient in the sampled areas, and some species may adapt to different pressures. New surveys focusing on herpetofaunal richness and diversity at those and other fragments at the Atlantic Forest can greatly contribute to clarify the role of these areas in maintaining its biodiversity.

Keywords: Herpetofauna. Fragmentation. Atlantic Forest. Communities. Populations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Parque Estadual da Serra da Cantareira (PEC), Parque da Previdência (PP) e Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI)	33
Figura 2 - Métodos de amostragem da diversidade de herpetofauna	34
Figura 3 - Pontos amostrados por armadilhas de interceptação e queda e funis, no Parque Estadual da Cantareira (A), Parque Estadual Fontes do Ipiranga (B), e Parque da Previdência (C).....	36
Figura 4 - Espécies de anfíbios registradas nos parques estudados	42
Figura 5 - Hábitos e modos reprodutivos dos anfíbios.	43
Figura 6 - Curva de rarefação por indivíduos das espécies de anfíbios	45
Figura 7 - Perfil de diversidade de anfíbios	45
Figura 8 - Dendrograma de agrupamento baseado na análise de UPGMA	45
Figura 9 - Abundância relativa das espécies de anfíbios	46
Figura 10 - Répteis registrados nos parques estudados.	50
Figura 11 - Hábitos dos répteis.....	51
Figura 12 - Curva de rarefação por indivíduos das espécies de répteis.....	52
Figura 13 - Perfil de diversidade de répteis	52
Figura 14 - Dendrograma de agrupamento baseado na análise de UPGMA ..	53
Figura 15 - Abundância relativa das espécies de répteis	53
Figura 16 - Indivíduos de <i>Enyalius perditus</i> do Parque Estadual da Cantareira	83
Figura 17 - Indivíduo de <i>Enyalius perditus</i> com o carretel de linha	85
Figura 18 - Variação morfológica em fêmeas e machos de <i>Enyalius perditus</i>	91
Figura 19 - Análise de Componentes Principais (ACP) da variação morfológica de fêmeas e machos de <i>Enyalius perditus</i>	92
Figura 20 - Proporção da distância percorrida no solo e vegetação por <i>Enyalius perditus</i> fêmeas (barras roxas) e machos (barras cinzas) do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC)	96

Figura 21 - Altura máxima do poleiro utilizado por <i>Enyalius perditus</i> fêmeas e machos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC)	96
Figura 22 - Distância média percorrida por dia pelos <i>Enyalius perditus</i> do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC)	97
Figura 23 - Distância máxima linear do ponto inicial de <i>Enyalius perditus</i> fêmeas e machos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC).....	97
Figura 24 - Área utilizada por fêmeas e machos de <i>Enyalius perditus</i> do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC)	97
Figura 25 - Análise de Componentes Principais (ACP) da estrutura da vegetação	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Esforço amostral de cada método utilizado nas amostragens de campo. Armadilhas de interceptação e queda (AIQ) e Funis com entrada dupla (FD) foram contabilizados por dia (dias-balde ou dias-funil), e Procura Visual Limitada por Tempo (PVLТ) por horas.	36
Tabela 2 - Lista de anfíbios do Parque da Cantareira (PEC), Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque da Previdência (PP).	40
Tabela 3 - Lista de répteis dos parques estudados.	48
Tabela 4 - Número de espécies registradas em campo em remanescentes da Mata Atlântica do planalto do Estado de São Paulo.	61
Tabela 5 - Descrição e método de amostragem das variáveis de vegetação do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC) obtidas dentro do polígono ocupado por cada indivíduo durante o monitoramento	85
Tabela 6 - Média e desvio padrão dos atributos morfológicos de <i>E. perditus</i> do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC)	88
Tabela 7 - Análises (ANOVA e ANCOVA) das variáveis morfológicas de <i>Enyalius perditus</i>	89
Tabela 8 - Autovetores de uma ACP para oito variáveis morfológicas de fêmeas e machos das populações de <i>Enyalius perditus</i> do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC)	93
Tabela 9 - Distância média percorrida (DP), altura máxima atingida (AA), distância do ponto inicial (DPI) e área utilizada pelos <i>Enyalius perditus</i> amostrados no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC)	95
Tabela 10 - Autovetores de uma ACP para oito variáveis morfológicas de fêmeas e machos das populações de <i>Enyalius perditus</i> do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e Parque Estadual da Cantareira (PEC)	99

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	16
1.1 Área de estudo	17
1.2 Herpetofauna no município de São Paulo	19
Capítulo 1 - Diversidade da herpetofauna de remanescentes florestais do município de São Paulo	25
RESUMO	26
ABSTRACT	27
1 INTRODUÇÃO	28
2 OBJETIVOS	31
3 MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1 Área de estudo	32
3.2 Amostragem da herpetofauna	34
3.3 Análise do material	37
3.4 Análise de dados	38
4 RESULTADOS	39
4.1 Biodiversidade de anfíbios	39
4.1.1 Lista de espécies e História Natural	39
4.1.2 Comparação da estrutura das comunidades de anfíbios	43
4.2 Biodiversidade de répteis	47
4.2.1 Lista de Espécies e História Natural	47
4.2.2 Comparação da estrutura das comunidades de répteis	51
5 DISCUSSÃO	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIAS	63
Capítulo 2 - Ecologia de <i>Enyalius perditus</i> de remanescentes florestais do município de São Paulo	76

RESUMO.....	77
ABSTRACT	78
1 INTRODUÇÃO	79
2 OBJETIVOS	81
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	82
3.1 Área de estudo	82
3.2 Espécie estudada.....	82
3.3 Delineamento amostral.....	83
3.4 Análises de dados	86
4 RESULTADOS	88
4.1 Morfologia.....	88
4.2 Uso do ambiente	93
4.3 Estrutura da vegetação	98
5 DISCUSSÃO	100
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
REFERÊNCIAS.....	105
APÊNDICE A.....	114
APÊNDICE B.....	115

1 INTRODUÇÃO GERAL

O processo de fragmentação florestal é um fator bastante influente na biodiversidade de um determinado local (WADE *et al.*, 2003), sendo considerado junto com os processos de matança indiscriminada da biodiversidade, introdução de espécies exóticas e de extinção, o os principais fatores responsáveis pela dramática perda de biodiversidade mundial (PIMM; GILPIN, 1998). Não obstante, o processo de fragmentação acarreta mudanças físicas e biológicas ao remanescente florestal, como diminuição da área de hábitat, aumento da área de borda e alteração do microclima e da estrutura da paisagem (LAURANCE, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2009; HADDAD *et al.*, 2015). Esta redução e alteração resultam numa diminuição no tamanho das populações que ocupavam originalmente estes fragmentos (CONNOR *et al.*, 2000). Além disso, a longo prazo, essa diminuição pode causar mudanças significativas em processos fundamentais, como polinização, predação e comportamentos territoriais e alimentares (RANTA *et al.*, 1998).

A urbanização tem papel fundamental no processo de fragmentação florestal, uma vez que contribui para o isolamento dos fragmentos, tornando-os mais homogêneos, alterando as dinâmicas ecológicas e impactando a riqueza de espécies (MCKINNEY, 2002, 2006). Assim, espécies em fragmentos urbanos são suscetíveis à uma gama maior de impactos prejudiciais, tais como o efeito espécie área (fragmentos maiores e/ou mais conectados suportam maior número de espécies) e a susceptibilidade a invasão de espécies exóticas (o que altera as dinâmicas de competição e predação), quando comparadas com as espécies que ocorrem em fragmentos florestais em área rurais de tamanho equivalente (SOULÉ, 1992; MCKINNEY, 2002, 2006).

Contudo, embora a fragmentação seja um processo relatado no mundo todo, florestas tropicais são particularmente afetadas (SKOLE; TUCKER, 1993). A Mata Atlântica, por exemplo, é considerada o bioma mais ameaçado do mundo e um dos que mais sofre com desmatamento e fragmentação (JENKINS *et al.*, 2013). A maior metrópole da América Latina, a região metropolitana do município de São Paulo, no estado de mesmo nome, está localizada dentro deste bioma, e sua expansão foi e ainda é responsável por parte considerável da perda de

mata nativa na região, bem como pela fragmentação e isolamentos das áreas vezes ainda existentes (MAZZEI 1999; PREZIA 2004; RAIMUNDO, 2006).

1.1 Área de estudo

O município de São Paulo está inserido no bioma da Mata Atlântica, localizado na região sudeste do Brasil, é um bom exemplo de ambiente em que ocorrem mudanças ecológicas. Historicamente, a área onde o município está localizada constituía um mosaico ambiental, apresentando desde floresta ombrófila densa, como aquelas encontradas na Serra do Mar, e florestas mesófilas e semidecíduas, como aquelas encontradas na Serra do Japi, até manchas de cerrado e áreas campestres, como os campos nebulares, atualmente restritos a Serra do Mar (USTERI, 1911; RAIMUNDO, 2006; BATISTA *et al.*, no prelo). Além disso, sua diversidade topográfica, apresentando desde áreas serranas como a Serra da Cantareira e Japi, com mais de mil metros de altura acima do nível do mar, até áreas de várzea e de morros, os conhecidos mares-de-morro na Serra do Mar, é um fator fundamental para a diversidade biológica encontrada na região (USTERI, 1911; RAIMUNDO, 2006).

Entretanto, atualmente o município de São Paulo possui a maior área urbana Brasil, totalizando 150.900ha, abriga a maior população, estimada em quase 12 milhões de habitantes (IBGE, 2017). Ademais, por conta do processo de conurbação com quase todos os municípios vizinhos, a metrópole ainda sofre inúmeras influências, por vezes antagônicas, de sua região metropolitana, tais como atração e expulsão populacional, crescimento econômico e pobreza e vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais (BÓGUS; PASTERNAK, 2009). Assim, com forte presença desse complexo urbano, a maior parte da cobertura florestal da região foi e ainda tem sido eliminada e fragmentada, desde a Serra da Cantareira até os limites da Serra do Mar (MANTOVANI, 2000), restando aproximadamente 21% da vegetação natural (CATHARINO; ARAGAKI, 2008). A intensa fragmentação causou mudanças físicas e bióticas, resultando na perda de hábitat e efeitos de insularização (LAURANCE, 1991; GASCON *et al.*, 2000; CATHARINO; ARAGAKI, 2008). Estima-se que dos cerca de 150.900ha de área, apenas 63.900ha constituam áreas verdes, protegidas ou

não, nas diversas categorias de unidades de conservação encontradas no município (TAKIYA, 2002), distribuídos em aproximadamente cem parques, sendo que muitos deles são totalmente cercados pela matriz urbana (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2018).

Dentro destas áreas protegidas, o Núcleo Pedra Grande do Parque Estadual da Cantareira (PEC), o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) e o Parque da Previdência (PP) foram escolhidos para amostragens desta tese (o Parque da Previdência não foi incluído no segundo capítulo devido a não ocorrência da espécie estudada). A escolha foi feita com base no tamanho dos fragmentos, bem como na logística de coleta de dados.

O PEC é uma Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral, localizado na região Norte do Município de São Paulo (SP) na divisa com Mairiporã, e ocupa aproximadamente 7916 ha. O parque corresponde a cerca de 12% de um dos maiores remanescentes florestais do Brasil, a Serra da Cantareira. Entretanto, o PEC situa-se numa área de intensa pressão de expansão urbana, evidenciado pelo desmatamento ocorrido durante a década de 1990 (TAKIYA, 2002). A vegetação atual do parque é bastante heterogênea, com áreas de altitude abrigando florestas mais baixas, densas e secas, e florestas mais úmidas nas partes mais baixas (LEONEL, 2009). Áreas em estágios mais maduros de recuperação se mesclam a áreas de capoeira e áreas degradadas. Porém, nas áreas mais preservadas, geralmente onde o terreno é mais montanhoso, chegam a existir árvores de grande porte, com até 25 m de altura (LEONEL, 2009).

O PEFI é uma Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral localizado na divisa dos municípios de São Paulo e Diadema, e ocupa aproximadamente 540 ha. Sua área hospeda diversas instituições, tais como o Jardim Botânico de São Paulo, a Fundação Jardim Zoológico e o Parque de Ciência e Tecnologia da USP (MATHEUS, 2008). O PEFI é um remanescente de floresta ombrófila, porém perturbada e em diferentes estágios de sucessão, e isolada pela matriz urbana (MATHEUS, 2008).

O PP é um Parque Municipal situado no oeste do município de São Paulo, rodeado pela matriz urbana, e ocupa aproximadamente 9,15 ha. Atualmente apresenta vegetação florestal principalmente em estágio inicial, e algumas

manchas, em estágio intermediário de sucessão (SVMA, 2020), e sofre forte influência do efeito de borda (NASCIMENTO, dados não publicados).

1.2 Herpetofauna no município de São Paulo

A rica diversidade vegetal encontrada, ainda que no passado, associada à sua variedade geomorfológica já citada aqui, propiciaram a rica biodiversidade animal encontrada até os dias atuais no município (MALAGOLI *et al.*, 2008). Quanto aos anfíbios, o município já abrigou pelo menos 75 espécies de anfíbios (MALAGOLI, 2008). Entretanto, este número pode não refletir necessariamente a diversidade atual deste táxon, uma vez que muito dos registros realizados neste levantamento são provenientes de áreas naturais, que hoje são completamente urbanizadas (MALAGOLI, 2008). O inventário de fauna realizado pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente em 2018 registrou 57 espécies de anfíbios para o município atualmente (SÃO PAULO, 2018). Contudo, esse tipo de inventário costuma ser deficiente, uma vez que é realizado a partir de observações esporádicas e não padronizadas.

Quanto aos répteis, 97 espécies foram registradas para o município (MARQUES *et al.*, 2009). Da mesma forma, o inventário de fauna realizado pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente em 2018 registrou apenas 49 espécies (SÃO PAULO, 2018). Entretanto, para esse táxon, além do problema já relatado sobre esse tipo de inventário público, há o fato de répteis serem naturalmente difíceis de amostrar e avistar na natureza, dado seus hábitos secretivos (*e.g.* BLOMBERG; SHINE, 2006).

Por outro lado, muitas paisagens naturais foram modificadas e os muitos dos fragmentos carecem de inventários específicos, o que poderia auxiliar na melhora dos inventários públicos fornecidos periodicamente (MALAGOLI, 2008). A partir da análise apresentada no mesmo, não é possível determinar em quais fragmentos cada espécie ocorre, por exemplo (SÃO PAULO, 2018).

Nesse âmbito, é importante ressaltar que os anfíbios e répteis constituem os grupos mais ameaçados de vertebrados terrestres (STUART *et al.*, 2004; IUCN, 2020). Assim, estudos que focados em aspectos sobre sua história natural e diversidade em localidades isoladas são de extrema importância, tanto para

manutenção da biodiversidade destes locais, como para a conservação destes táxons (RUGIERO, 2004; MACHADO *et al.*, 1999; MCKINNEY, 2008; SIQUEIRA; MARQUES, 2018). Além disso, dada a reduzida área de remanescentes de Mata Atlântica, associada à contínua pressão antrópica e a sensibilidade da herpetofauna a tais perturbações (SAZIMA; HADDAD, 1992), estudos que orientem estratégias de conservação tornam-se urgentes (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2003; VERDADE *et al.*, 2012).

Portanto, este estudo fornece dados originais, associados aqueles disponíveis na literatura visando (1) caracterizar a biodiversidade da herpetofauna dos três remanescentes florestais supracitados, formando o primeiro capítulo dessa tese; e (2) descrever a morfologia e uso do hábitat das populações de *Enyalius perditus*, explorando os fatores que impulsionam o uso espacial da espécie, formando o segundo capítulo da tese.

REFERÊNCIAS

BATISTA, S.F.; SAWAYA, R.J.; MARQUES, O.A.V. The role of spatial heterogeneity in diversity of squamate reptiles in the Atlantic Forest highlands of southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, no prelo.

BLOMBERG, S.; SHINE, R. Reptiles. *In*: SUTHERLAND, W.J. **Ecological census techniques**: a handbook. Cambridge: Cambridge University Press, 2^a ed., 2006, p. 297-307.

BÓGUS, L.; PASTERNAK, S. Mapa social de la región metropolitana de São Paulo: desigualdades espaciales. **Andamios**, Ciudad de Mexico, v.16, n. 39, p. 151-175, 2009.

CATHARINO, E. L. M.; ARAGAKI, S. A vegetação do município de São Paulo: de Piratininga à metrópole paulistana. *In*: WHATELY, M.; MALAGOLI, L. R.; BAJESTEIRO, F. B. (org.). **Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008, p. 54-91.

CONNOR, E.F.; COURTNEY, A.C.; YODER, J.M. Individuals–area relationships: The relationship between animal population density and area. **Ecology**, Washington, v. 81, n. 3, p. 734-748, 2000.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. *In*: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. **Mata Atlântica - Biodiversidade**. Ameaças e Perspectivas. Fundação SOS Mata Atlântica, Conservação Internacional, São Paulo, Belo Horizonte, p. 3–11, 2005.

GASCON, C.; WILLIAMSON, G. B.; DA FONSECA, G. A. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*, v. 288, n. 5470, p. 1356-1358, 2000.

HADDAD, N.M. *et al.* Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, New York, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**: agregado por setores censitários dos resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/. Acesso em: 30 ago. 2020.

IUCN 2020. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2020-2. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 10 set. 2020.

JENKINS, C. N.; PIMM, S. L.; JOPPA, L. N. Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. **PNAS**, Washington, v. 110, n. 28, p. 1-9. 2013.

LAURANCE, W.F. Ecological Correlates of Extinction Proneness in Australian Tropical Rain-Forest Mammals. **Conservation Biology**, Washington, v. 5, n. 1, p. 79-89, 1991.

LAURANCE, W.F. Conserving the hottest of the hotspots. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n. 6, p. 1137, 2009.

LEONEL, C. **Parque Estadual da Cantareira: Plano de Manejo**. São Paulo: Fundação Florestal do Estado de São Paulo, 2009.

MACHADO, R. A. *et al.* Análise comparada da riqueza de anuros entre duas áreas com diferentes estados de conservação no município de Londrina, Paraná, Brasil (Amphibia, Anura). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 16, n. 4, p. 997-1004, 1999.

MALAGOLI, L. Anfíbios do município de São Paulo: Histórico, conhecimento atual e desafios para a conservação. *In*: MALAGOLI, L.; BAJESTEIRO, F.B.; WHATELY, M. (Org.). **Além do concreto: Contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008, p. 204-231.

MALAGOLI, L.; BAJESTEIRO, F.B.; WHATELY, M. **Além do concreto: Contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.

MARQUES, O.A. *et al.* Os Répteis do Município de São Paulo: diversidade e ecologia da fauna pretérita e atual. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 139–150, 2009.

MATHEUS, D.R. **Parque Estadual Fontes do Ipiranga: plano de manejo**. São Paulo: Instituto de Botanica, 2008.

MAZZEI, K. **Manejo de unidades de conservação em áreas urbanas: Parque Estadual da Cantareira**: discussão para incorporação de novas áreas. 1999. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, São Paulo, 1999.

McKinney, M. L. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. **Urban ecosystems**, v. 11, n. 2, p. 161-176, 2008.

MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation**, Essex, v. 127, p. 247–260, 2006.

MCKINNEY, M. L. Urbanization, biodiversity, and conservation. **Bioscience**, Oxford, v. 52, p. 883–890, 2002.

PIMM, S.L.; GILPIN, M.E. Theoretical issues in conservation biology. *In*: Roughgarden, J. *et al.* **Perspectives in Ecological Theory**. Princeton: Princeton University Press, 1989. p. 287-305.

PMSP. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Inventário da Fauna Silvestre do Município de São Paulo**, 2018. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PUB_FAUNA_DIGITAL_2018%20download2.pdf. Acesso em: 10 de set. de 2020.

PREZIA, B. Os indígenas do planalto paulista. *In*: BUENO, E. **Os nascimentos de São Paulo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004. p. 53-84.

RAIMUNDO, S. A paisagem natural remanescente na região metropolitana de São Paulo. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 19-31, 2006.

RANTA, P. *et al.* The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity & Conservation**, v. 7, n. 3, p. 385-403, 1998.

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

RUGIERO, L. Composition of the reptile communities in five urban protected areas of different isolation degrees. **Herpetozoa**, v. 16, n. 3/4, p. 151-155, 2004.

SAZIMA, I.; HADDAD, C.F.B. Répteis da Serra do Japi: Notas sobre história natural. *In*: MORELLATO, L.P.C. **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. UNICAMP : FAPESP, Campinas, p. 212–236, 1992.

SIQUEIRA, L. H. C.; MARQUES, O. A. V. Effects of Urbanization on Bothrops jararaca Populations in São Paulo Municipality, Southeastern Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 52, n. 3, p. 299-306, 2018.

SKOLE, D.; TUCKER, C. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science**, New York, v. 260, p. 1905-1910, 1993.

SOULÉ, M. E.; ALBERTS, A. C.; BOLGER, D. T. The effects of habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. **Oikos**, p. 39-47, 1992.

STUART, S. N. *et al.* Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**, v. 306, n. 5702, p. 1783-1786, 2004.

SVMA. Secretaria do Verde e Meio Ambiente de São Paulo - Prefeitura de São Paulo. **Previdência**. 2020. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/regiao_centrooeste/index.php?p=5763. Acesso em: 10 de set. de 2020.

TAKIYA, H. **Atlas ambiental do município de São Paulo: Fase 1 - diagnóstico e bases para definição de políticas públicas para as áreas verdes no município de São Paulo**. SVMA: São Paulo, 2002. v. 1.

USTERI, A. **Flora der umgebung der stadt Sao Paulo in Brasilien**. Jena: G. Fischer, 1911.

VERDADE, V.K. *et al.* A leap further: the Brazilian Amphibian Conservation Action Plan. **Alytes International Journal of Batrachology**, v. 29, p. 28-43, 2012.

WADE, T. G. *et al.* Distribution and causes of global forest fragmentation. **Conservation Ecology**, v. 7, p.7, 2003.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas hipóteses foram confirmadas e alguns padrões inesperados foram revelados: as variáveis morfológicas mensuradas variam entre sexo e populações; apenas machos do PEC utilizam mais a vegetação do que as fêmeas; apenas machos do PEFI se deslocam mais na primavera, porém com um aumento no uso da vegetação; altura do poleiro está relacionada a diferenças intersexuais e interpopulacionais, contudo não houve relação com outros aspectos do uso espacial.

A morfologia e uso do ambiente de *E. perditus* refletem as pressões de seleção natural e sexual que estão submetidos. O padrão de cor mais visível dos machos parece ser atenuado pelas diferentes pressões do PEFI, reduzindo a pressão da seleção natural e aumentando as vantagens do sucesso reprodutivo.

O presente trabalho elucida a ecologia dos *E. perditus* com foco no uso espacial do ambiente, fornecendo informações chaves neste aspecto para conservação e manejo da espécie, e inexistentes para boa parte das espécies de lagartos da região Neotropical. Além disso, foi observada variação fenotípica e comportamental da espécie num hábitat fragmentado, dados fundamentais no contexto de intensa pressão antrópica atual. No mais, levantou-se outras questões, sendo fundamental estudos concomitantes de história natural, especialmente acerca da ecologia reprodutiva da espécie na região.

Compreender como os traços de história de vida divergem e os fatores que influenciam é crucial para aplicação de ações de conservação e manejo da vida selvagem, melhorando nossa capacidade de proteger espécies que são menos capazes de persistir em áreas urbanas.