

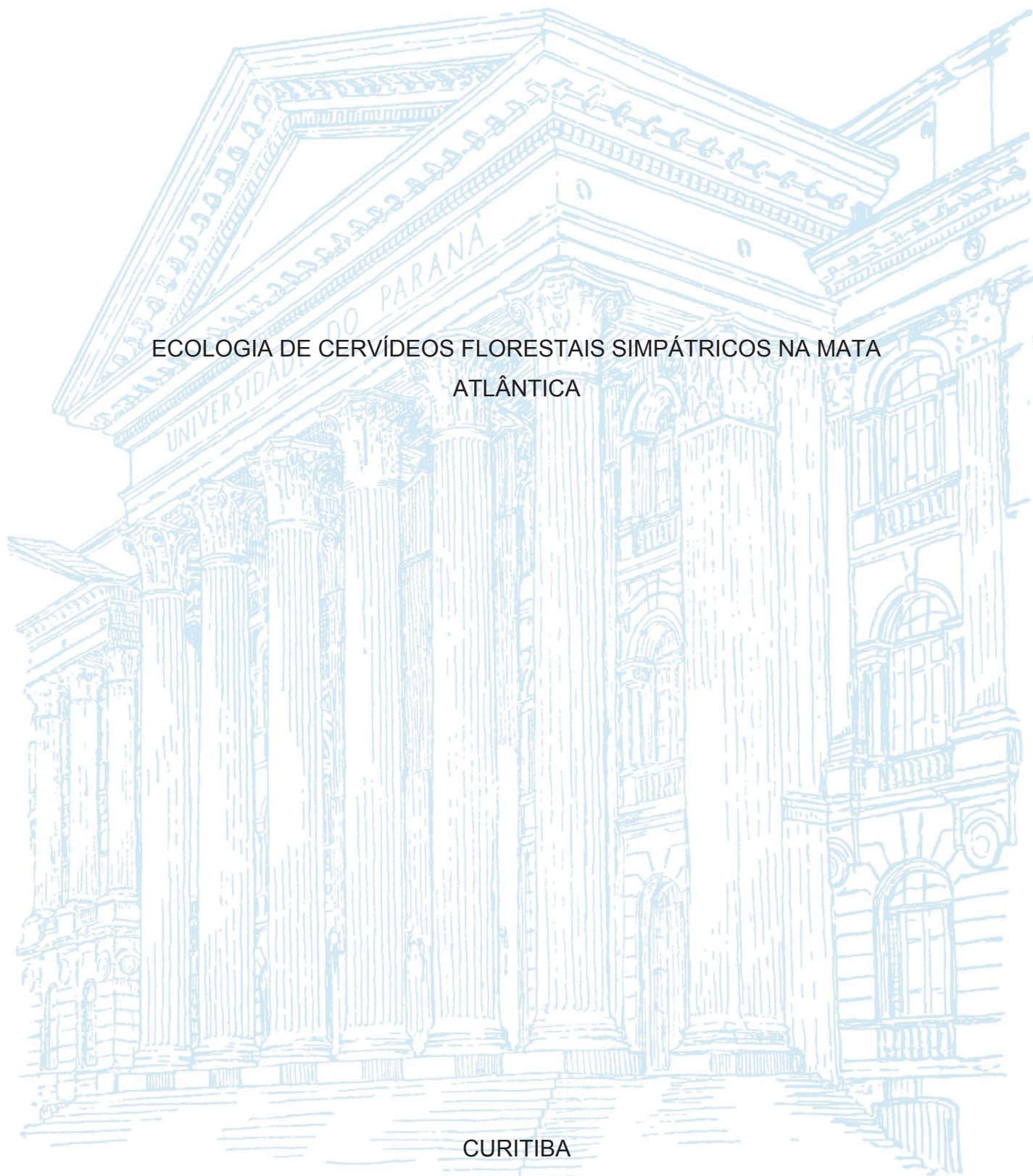
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FRANCISCO GROTTA NETO

ECOLOGIA DE CERVÍDEOS FLORESTAIS SIMPÁTRICOS NA MATA
ATLÂNTICA

CURITIBA

2020



FRANCISCO GROTTA NETO

ECOLOGIA DE CERVÍDEOS FLORESTAIS SIMPÁTRICOS NA MATA
ATLÂNTICA

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ecologia e Conservação, no Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Fernando de Camargo Passos

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Grotta Neto, Francisco
Ecologia de cervídeos florestais simpátricos na Mata Atlântica. /
Francisco Grotta Neto. – Curitiba, 2020.
113 p.: il.

Orientador: Fernando de Camargo Passos

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências
Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

1. Cervídeo. 2. Nicho (Ecologia). 3. Competição (Biologia). 4.
Biodiversidade (Conservação). I. Título. II. Passos, Fernando de Camargo,
1964-. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas.
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

CDD (22. ed.) 599.65

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **FRANCISCO GROTTA NETO** intitulada: **Ecologia de Cervídeos Florestais Simpátricos na Mata Atlântica**, sob orientação do Prof. Dr. FERNANDO DE CAMARGO PASSOS, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 24 de Julho de 2020.

Assinatura Eletrônica

27/07/2020 13:24:20.0

FERNANDO DE CAMARGO PASSOS

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

29/07/2020 09:05:30.0

MARCELO MAGIOLI

Avaliador Externo (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO
DA BIODIVERSIDADE)

Assinatura Eletrônica

03/08/2020 19:43:23.0

ALEXANDRE VOGLIOTTI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO
LATINO AMERICANA)

Assinatura Eletrônica

29/07/2020 16:53:27.0

GASTÓN ANDRÉS FERNANDEZ GINÉ

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ)

Assinatura Eletrônica

28/07/2020 20:57:53.0

MAURICIO OSVALDO MOURA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico este trabalho à minha primeira parceira de campo C4 (*in memoriam*), que foi fundamental para o desenvolvimento desta tese e na viabilidade deste doutorado. Foi mais que uma cadela farejadora, foi companheira nas viagens e parceira de trabalho nos momentos mais desafiadores de campo. Se este doutorado foi possível, foi graças à contribuição dela no início de tudo. Será lembrada sempre com muito carinho!

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Deus pelo dom da vida, saúde, família e amigos maravilhosos que me acompanharam ao longo do doutorado e pela oportunidade única de poder me aventurar e conhecer lugares incríveis, desafiadores e de belezas naturais indescritíveis, fazendo do meu trabalho algo prazeroso.

Aos meus pais Elizabeth e José por, simplesmente, tudo! Pode parecer um pouco falta de criatividade, mas não encontro outras palavras para descrever meu agradecimento. Assim como no Trabalho de Conclusão de Curso da graduação e na minha dissertação de Mestrado, agradeço aqui da mesma forma: Obrigado por permitir que a única preocupação que eu tenha na minha vida seja estudar!

Ao meu orientador, Fernando de Camargo Passos. Obrigado mais uma vez pelo aceite em me orientar e por ter confiado em mim e em meu trabalho. Obrigado pelo apoio nas minhas aventuras de campo e nas viagens repletas de desafios, mas com muita confiança e dedicação! Obrigado pelos ensinamentos e dicas de campo, pelo apoio das decisões a serem tomadas durante a pós! Obrigado por ter se convencido quando propus os trabalhos que me abriram uma oportunidade de mestrado, cuja parceria se alastrou pelo doutorado. Foi uma parceria incrível que espero durar ao longo de nossas carreiras acadêmicas.

Ao meu coorientador (extraoficial), Maurício Barbanti, pela continuação da parceria com o NUPECCE e por todo o acompanhamento científico. Obrigado pelos ensinamentos que vêm desde minha Iniciação Científica, pelas discussões da tese, pelas sugestões ao longo de todo o delineamento do doutorado e pelo apoio nos trabalhos de campo e de laboratório.

Aos meus irmãos, Elisiane e Júnior, pelo apoio durante as viagens e pelo cuidado dos nossos pais, casa, animais e plantas deixados em Jaboticabal.

Às minhas avós Elídia (*in memoriam*) e Zulmira, pelos cafés com prosa e por me servirem de inspiração, sempre!

Às minhas tias Doraci e Neuza, por serem outras mães para mim. Obrigado por estarem sempre preocupadas comigo, as vezes até demais, e por darem apoio em tudo.

Ao meu cunhado-irmão, Murilo, por ser um grande parceiro. Valeu pelas longas conversas por telefone, pelo apoio nas viagens, pela preocupação e pelas cervejas quando eu voltava para Jaboticabal.

À todos os integrantes do Laboratório de Biodiversidade, Conservação e Ecologia de Animais Silvestres (LABCEAS): Luiz computadorzinho, Maria Torres (irmanzita), André Luiz de Manaushsh, Fabi, Manu, Gabi e Maria Fernanda. Obrigado pelas parcerias durante as refeições do RU, cafés, bolos e conversas técnicas e também as nada científicas que tínhamos no laboratório. Vocês deixarão muita saudade e serão lembrados com carinho em uma fase importante e muito feliz da minha vida! Obrigado pela amizade!

À todos integrantes do Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE). São tantas pessoas que até tenho medo de esquecer algum nome, mas que jamais esquecerei da amizade, companheirismo e inúmeros cafés ao longo das minhas “férias” em Jaboticabal.

Aos ecólogos Nupeccianos Márcio e Pedro, pelas conversas descontraídas, discussões ecológicas, dicas de campo, ajudas no laboratório de genética e, principalmente, pelo apoio e força quando os campos e o laboratório não resultavam na maneira esperada. Mesmo de longe, vocês foram fundamentais nesse trabalho!

Aos meus parceiros fieis de campo C4 (*in memoriam*), Nicks e Thunder, pelos trabalhos de campo, por me proporcionarem uma tese, por serem companhia nos momentos mais desafiadores e por me fazerem mais feliz todos os dias quando estávamos juntos! Trabalhar com cães é uma experiência incrível e vocês tornaram meu doutorado ainda mais feliz!

Aos amigos ajudantes de campo: Raquel Costa, André Luiz, Itiberê, Fabielle, Gustavo Elste, Júnior Nadaline, Anatoly, Mike Alexandre, Daniel Castelhanos, Eduardo Zanette, Manu Twardowschy, Lili, Fernando Gerônimo, Jaque Paes, Gabi Vidolin, Tamara, Maria Torres e Laura Costa. Obrigado pela ajuda nos momentos mais tensos, por tornarem meu trabalho mais fácil, serem companheiros nas viagens e, principalmente, por serem apoio nos desafios de campo. Trabalhar na Mata Atlântica e Serra do Mar é um grande desafio e

vocês deixaram o conforto da casa de vocês e seus compromissos para me ajudar no trabalho (se bem que eu desconfio que seja mais pelo cachorro, mas tudo bem). Vocês contribuíram de forma significativa para o sucesso deste trabalho! Lembrarei sempre de vocês com muito carinho!

Aos chefes das Unidades de Conservação: Susan e Lilian (PN dos Campos Gerais), Rogério e Rodrigo (PN Saint-Hilaire/Lange), Michel Coutinho e Ado (PE das Lauráceas), Eleandro, Ederaldo e Eloise (PE de Campinhos), Aroldo (PN Guaricana), Samuel (RPPN Salto Morato) e Ana Barros (PE Pico do Marumbi/Mananciais da Serra). Obrigado pelo apoio logístico e dicas de campo.

Ao João Drosdek, por abrir as portas da Chácara Corta Vento para a coleta de fezes e monitoramento com armadilhas fotográficas.

Aos grandes parceiros de casa/república Dog Shore: Fernando, Alan e Zé! Obrigado por terem sido uma família em Curitiba, pelas inúmeras gargalhadas, festas, futebol, conversas sem sentido, cervejas até de madrugada, viagens à praia e, principalmente, por rirem das minhas piadas! Temos muitas histórias inesquecíveis e guardarei boas lembranças de todos!

Aos BETAs Luiz, Gabriel, Pedro e Israel, pelos bares, conversas nada sérias e um pouco ecológicas que tínhamos ao longo da semana, as vezes cedo demais, mas sempre repleto de risadas e descontração. Estou conseguindo me “permitir mais” e espero que possamos ter ainda muitas “reuniões” nos inícios das tardes.

Aos membros do Futebol das Pós em Ecologia, Zoologia e Entomologia, pelos jogos de quintas, cervejas e churrascos! As expectativas para os jogos de quinta deixavam as semanas mais leves e as faziam passar mais rapidamente.

Aos antigos moradores da República América: Antônio (Dino), Pablo e Emerson, pela parceria nas cervejas e churrascos.

À todos os amigos do PPGECO e do Departamento de Zoologia, parceiros de disciplina, discussões, simpósios e festas.

Aos “Last Ones” Renattho (vida boa) e Thiago (big), pela parceria que vem desde o mestrado, superou as defesas de mestrado e seleção de doutorado, e agora resiste às intermináveis correções e incertezas de final de

doutorado. Disciplinas, créditos, discussões de artigos, bares... Foram seis anos que passaram muito rápido e que deixarão muita saudade!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGECO-UFPR) e à todos os docentes. Obrigado pelas disciplinas fantásticas, pelos auxílios para as viagens de campo, pelos ensinamentos e por todo apoio ao longo do doutorado.

Aos amigos que contribuíram de alguma forma com o delineamento deste trabalho: Guto, André Guaraldo, Roberto Fusco e Marcelo Broto. Obrigado pelos conselhos e conversas sobre a melhor forma de trabalho com as coletas de fezes, armadilhas fotográficas e isótopos estáveis.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa ao longo de todo o doutorado.

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que, respectivamente, por meio do Edital Biodiversidade Paraná (Convênio nº 008/2017) e Projeto Temático (Processo nº 2017/07014-8), financiaram esta pesquisa.

RESUMO

Cervídeos do gênero *Mazama* (Mammalia; Cetartiodactyla) são um grupo de espécies que se dividem nos clados vermelho e cinza, convergiram morfologicamente e ocupam ambientes florestais semelhantes. A semelhança morfológica e comportamento elusivo são as principais causas de escassez de estudos dessas espécies em vida livre. Assim, questões evolutivas e ecológicas pairam sobre suas áreas de ocorrência e relações interespecíficas. Os dois capítulos desta tese têm, respectivamente, como objetivos centrais 1) avaliar a ocorrência de cervídeos *Mazama* em Planos de Manejo de Unidades de Conservação do Paraná e 2) caracterizar o nicho ecológico de espécies simpátricas na Mata Atlântica sob três dimensões: espacial, temporal e alimentar. Para isso, foram empregadas três ferramentas de estudo: DNA fecal, armadilhas fotográficas e isótopos estáveis. Entre 2017 e 2019, 145 amostras fecais foram coletadas em seis Unidades de Conservação da Mata Atlântica paranaense e duas espécies foram detectadas: veado-catingueiro (*M. bororo*) e veado-mateiro-pequeno (*M. gouazoubira*). Considerando as metodologias citadas nos Planos de Manejo e área de distribuição, as ocorrências dos *Mazama* na maioria das Unidades de Conservação paranaenses foram consideradas duvidosas e incompletas. Aumentar os esforços de campo e aplicar métodos de detecção cientificamente confiáveis são medidas essenciais para a prospecção de novas populações. As duas espécies apresentaram diferenças no uso de hábitat e no período de atividade, mas houve sobreposição no uso de recursos. Enquanto *M. bororo* apresentou atividade predominantemente noturna, menor amplitude de nicho espacial e relação com variáveis que indicam uso de florestas maduras, *M. gouazoubira* apresentou atividade predominantemente diurna e maior plasticidade no uso de hábitat. Assim, discussões relacionadas à autoecologia e nicho ecológico das espécies foram abordadas e hipóteses sobre a competição foram avaliadas. Com pouco mais de 10% de vegetação nativa e 80% de fragmentos inferiores às áreas de vida dos *Mazama*, as ameaças impostas na Mata Atlântica podem aumentar a homogeneização de hábitat, comprometendo a perpetuação e a conservação de populações de espécies distintas.

Palavras-chave: Armadilhas fotográficas. Competição interespecífica. DNA fecal. Isótopos. *Mazama*. Nicho ecológico. Relação interespecífica.

ABSTRACT

Neotropical deer species of the *Mazama* genus (Mammalia; Cetartiodactyla) belong either to the red or gray phylogenetic clade. The *Mazama* species converged morphologically and inhabit similar forest habitats. Their morphological similarities, along with their elusive behavior resulted in a significant lack of studies of free ranging species. Thus, many evolutionary and ecological questions regarding their distributional areas, as well as their interspecific interactions, are yet to be uncovered. This dissertation, divided in two chapters, has two main goals: 1) to evaluate the occurrence of *Mazama* deer species in Management Plans according to genetic identification in Protected Areas of Paraná state, Brazil, and 2) to characterize the ecological niche of sympatric species in the Atlantic Forest under spatial, temporal and dietary dimensions. For this purpose, three complementary tools were employed in this study: fecal DNA, camera traps, and stable isotopes. From 2017 to 2019, 145 fecal samples were collected in six Protected Areas of the Atlantic Forest of Paraná, in which two species were detected: small red brocket deer (*M. bororo*) and gray brocket deer (*M. gouazoubira*). The species occurrences in most of the Management Plans were previously considered doubtful and incomplete. Increasing field sampling efforts and applying scientifically reliable detection methods are essential in prospecting new populations. These two species differed in their habitat use and activity patterns, but overlapped in used resources. Additionally, *M. bororo* has predominantly nocturnal activity, was related to mature forest variables, and presented a smaller spatial dimension. In the other hand, *M. gouazoubira* presented predominantly diurnal activity and wider habitat plasticity. Thus, these results are discussed in light of the species autoecology and ecological niche partitioning, and hypotheses on competition between the two species are addressed. With just over 10% of the Atlantic Forest native vegetation left and 80% of remaining fragments smaller than *Mazama*'s home range, the habitat loss and homogenization may jeopardize long term perpetuation and conservation of different species populations.

Key-words: Camera traps. Interspecific competition. Ecological niche. Fecal DNA. Interspecific interactions. Isotopes. *Mazama*.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DO GÊNERO *Mazama* (CETARTIODACTYLA, MAMMALIA).....21
- FIGURA 2 – CINCO ESPÉCIES DE CERVÍDEOS DO GÊNERO *Mazama* ENCONTRADAS EM TERRITÓRIO BRASILEIRO.....23
- FIGURA 3 – ÁREAS DE DISTRIBUIÇÃO (IUCN 2020) DAS CINCO ESPÉCIES DE CERVÍDEOS DO GÊNERO *Mazama* DO CLADO VERMELHO (À ESQUERDA) E CLADO CINZA (À DIREITA) OCORRENTES NO BRASIL.....24
- FIGURA 1.1 – ÁREAS DE DISTRIBUIÇÃO (IUCN 2020) DAS ESPÉCIES DE CERVÍDEOS DO GÊNERO *Mazama* ENCONTRADAS NO BRASIL: *M. americana* (A), *M. bororo* (B), *M. nana* (C), *M. gouazoubira* (D) E *M. nemorivaga* (E) – FONTE: FOTOS ADQUIRIDAS DO ACERVO DO NÚCLEO DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CERVÍDEOS (NUPECCE – UNESP JABOTICABAL).....33
- FIGURA 1.2 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO ONDE AS ESPÉCIES DE *Mazama* FORAM IDENTIFICADAS POR MEIO DE DNA FECAL. OS NÚMEROS CORRESPONDEM ÀS LOCALIDADES DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DESCRITAS NA TABELA 1.1.....35
- FIGURA 1.3 – ILUSTRAÇÃO DOS RESULTADOS DE CORTES, EM GEL DE ELETROFORESE, DAS ENZIMAS DE RESTRIÇÃO SSPI, AFLIII E BSTN, RESPECTIVAMENTE, DAS AMOSTRAS DAS ESPÉCIES DE *Mazama gouazoubira* (M. G.), *M. americana* (M. A.), *M. bororo* (M. B.), *M. nana* (M. n.), *Ozotoceros beazoarticus* (O. b.) e *Blastocerus dichotomus* (B. d.) – ADAPTADO DE SOUZA ET AL. 2019.....36
- FIGURA 1.4 – QUANTIDADE DE OCORRÊNCIAS DE ESPÉCIES DE CERVÍDEOS DO GÊNERO *Mazama* CITADOS EM PLANOS DE MANEJO E IDENTIFICADAS POR DNA FECAL EM 17 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ.....39

FIGURA 1.5 – OCORRÊNCIAS DAS ESPÉCIES DE <i>Mazama</i> IDENTIFICADAS POR DNA FECAL DE ACORDO COM A FORMAÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DO PARANÁ. OS NÚMEROS CORRESPONDEM ÀS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DESCRITAS NA TABELA 1.1.....	40
FIGURA 1.6 – AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS EM PLANOS DE MANEJO SOBRE AS OCORRÊNCIAS DE ESPÉCIES DE CERVÍDEOS <i>Mazama</i> NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ AMOSTRADAS DE ACORDO COM A TABELA 1.2.....	41
FIGURA 2.1 – ÁREAS DE DISTRIBUIÇÃO (IUCN 2020) DAS CINCO ESPÉCIES DE CERVÍDEOS DO GÊNERO <i>Mazama</i> ENCONTRADAS NO BRASIL. AO LADO, DESTAQUE PARA O ESTADO DO PARANÁ, ONDE ABRIGA A REGIÃO COM MAIOR PROBABILIDADE DE SIMPATRIA DE QUATRO DAS CINCO ESPÉCIES (ÁREA HACHURADA).....	58
FIGURA 2.2 – BIOMAS BRASILEIROS E FORMAÇÕES DE MATA ATLÂNTICA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, ONDE FORAM COLETADAS AMOSTRAS FECAIS DE ESPÉCIES DE CERVÍDEOS <i>Mazama</i> COM AUXÍLIO DE CÃES FAREJADORES NO PERÍODO DE 2017 À 2019. OS NÚMEROS CORRESPONDEM ÀS ÁREAS DE ESTUDOS DETALHADAS NA TABELA 2.1.....	59
FIGURA 2.3 – CÃES FAREJADORES UTILIZADOS NESTA TESE PARA AS COLETAS DE AMOSTRAS FECAIS DE CERVÍDEOS BRASILEIROS EM CAMPO.....	60
FIGURA 2.4 – CARACTERIZAÇÃO EM CAMPO DA DENSIDADE HORIZONTAL DE VEGETAÇÃO PARA CADA PONTO DE AMOSTRA FECAL DE CERVÍDEO ENCONTRADA (A). APÓS OS REGISTROS, CADA FOTOGRAFIA TEVE SUAS CORES TRANSFORMADAS EM MODO BINÁRIO PARA A ESTIMATIVA DA DENSIDADE DE VEGETAÇÃO (B).....	62

FIGURA 2.5 - EXEMPLO DE DELINEAMENTO EM CAMPO DAS TOMADAS DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS PARA A ESTIMATIVA DA COBERTURA DE DOSSEL EM CADA PONTO (C - CENTRO, N - NORTE, L - LESTE, S - SUL E O - OESTE) DE AMOSTRA FECAL DE CERVÍDEO ENCONTRADA (A). APÓS A TOMADA DOS REGISTROS, AS FOTOGRAFIAS FORAM TRANSFORMADAS EM MODO BINÁRIO PELO PROGRAMA IMAGE J (B).....	63
FIGURA 2.6 - EXEMPLO DE TOMADA DE DADOS PARA A ESTIMATIVA DE DECLIVIDADE (α , EM GRAUS) DO TERRENO PARA CADA AMOSTRA FECAL ENCONTRADA.....	64
FIGURA 2.7 - MÉTODO DE MEDIÇÃO DOS ÂNGULOS DE ACORDO COM O PONTO MAIS ALTO DA COPA DA ÁRVORE (α) E SUA INSERÇÃO NO SOLO (β) PARA A ESTIMATIVA DE ALTURA DE DOSSEL.....	65
FIGURA 2.8 - RÉGUA DE BITTERLICH (A) UTILIZADA NA CONTAGEM DE ÁRVORES COM TRONCOS IGUAIS (EXEMPLO c) E MAIORES (EXEMPLOS b, d E e) QUE A ABERTURA DA RÉGUA APÓS UM GIRO DE 360° (B) ACIMA DO PONTO DE COLETA DA AMOSTRA FECAL. FONTE: SILVA E PAULANETO (1979).....	66
FIGURA 2.9 - COLOCAÇÃO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS EM CAMPO PARA A ESTIMATIVA DO PERÍODO DE ATIVIDADE DAS ESPÉCIES DE CERVÍDEOS DO GÊNERO <i>Mazama</i>	67
FIGURA 2.10 - ILUSTRAÇÃO EM GEL DE ELETROFORESE COM O MECANISMO DE AÇÃO DA DIGESTÃO (CORTE) DE FRAGMENTOS GENÉTICOS EXTRAÍDOS E AMPLIFICADOS DE AMOSTRAS FECAIS DE CERVÍDEOS BRASILEIROS NÃO-AMAZÔNICOS (M. g. = <i>M. gouazoubira</i> , M. a. = <i>M. americana</i> , M. b. = <i>M. bororo</i> , M. n. = <i>M. nana</i> , O. b. = <i>Ozotoceros bezoarticus</i> E B. d. = <i>Blastocerus dichotomus</i>) POR ENZIMAS DE RESTRIÇÃO (SSPI, AFLIII E BSTN) – ADAPTADO DE SOUZA ET AL.. 2009.....	69

- FIGURA 2.11 – DISTRIBUIÇÕES DAS DENSIDADES E *BOXPLOTS* PARA SEIS VARIÁVEIS DO USO DE HÁBITAT COM AS RESPECTIVAS SOBREPOSIÇÕES DE NICHOS DE PIANKA (O, CANTO SUPERIOR DIREITO) DE DUAS ESPÉCIES DE CERVÍDEOS DO GÊNERO *Mazama*: *M. bororo* E *M. gouazoubira*.....74
- FIGURA 2.12 – REPRESENTAÇÃO DA DIMENSÃO TEMPORAL DE NICHOS ESTIMADA POR ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS PELOS GRÁFICOS KERNEL CIRCULAR (A) E DE SOBREPOSIÇÃO (B) DA DIMENSÃO PARA *Mazama gouazoubira* E *Mazama bororo* NA MATA ATLÂNTICA. AS ÁREAS DESTACADAS (CINZAS + PRETAS) E DE COLORAÇÃO PRETA CORRESPONDEM, RESPECTIVAMENTE, AOS PERÍODOS COM CONCENTRAÇÃO DE 95% E 50% DE ATIVIDADE (A). EM B, A COLORAÇÃO PRETA CORRESPONDE A SOBREPOSIÇÃO TOTAL DE ATIVIDADE.....75
- FIGURA 2.13 – NICHOS ISOTÓPICOS DE CARBONO ($\Delta^{13}\text{C}$) E NITROGÊNIO ($\Delta^{15}\text{N}$) PARA *Mazama bororo* E *Mazama gouazoubira* COM AS RESPECTIVAS ÁREAS (A, ACIMA À DIREITA) E ÍNDICES DE SOBREPOSIÇÕES DE NICHOS QUE VARIAM DE 0 – PARTIÇÃO TOTAL – À 1 – SOBREPOSIÇÃO TOTAL (B).....76

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.1 – CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ ONDE ESPÉCIES DE CERVÍDEOS FORAM IDENTIFICADAS POR AMOSTRAGEM GENÉTICA NÃO INVASIVA COM O RESPECTIVO ESFORÇO AMOSTRAL. PE = PARQUE ESTADUAL, PN = PARQUE NACIONAL, RPPN = RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL, APA = ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL, EE = ESTAÇÃO ECOLÓGICA E RB = RESERVA BIOLÓGICA. OS NÚMEROS CORRESPONDEM ÀS LOCALIZAÇÕES DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA FIGURA 1.1.....34
- TABELA 1.2 – CLASSIFICAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE *Mazama* spp. CONSTATADAS NOS PLANOS DE MANEJOS (PM) DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO AMOSTRADAS COM DNA FECAL DO PARANÁ, BRASIL.....37
- TABELA 1.3 – ESPÉCIES DE CERVÍDEOS *Mazama* RELATADAS NOS PLANOS DE MANEJO E IDENTIFICADAS POR DNA FECAL (ÁREAS SOMBREADAS DE CINZA) COM A RESPECTIVA QUANTIDADE DE AMOSTRAS DE FEZES COLETADAS (N) EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ. *Mg* = *Mazama gouazoubira*, *Mb* = *Mazama bororo*, *Ma* = *Mazama americana*, *Mn* = *Mazama nana*, PN = PARQUE NACIONAL, PE = PARQUE ESTADUAL, APA = ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL, RB = RESERVA BIOLÓGICA, EE = ESTAÇÃO ECOLÓGICA E RPPN = RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL.....42
- TABELA 2.1 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ COM SUAS RESPECTIVAS CARACTERÍSTICAS E NÚMEROS DE LOCALIZAÇÕES NO MAPA (FIGURA 2.2), ONDE FORAM COLETADAS FEZES DE CERVÍDEOS *Mazama* PARA O ESTUDO DE NICHOS ECOLÓGICO. PN = PARQUE NACIONAL, PE = PARQUE ESTADUAL E RPPN = RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL.....59

TABELA 2.2 – ESFORÇO AMOSTRAL (MESTROS PERCORRIDOS), NÚMERO DE FEZES COLETAS (N), ESPÉCIES IDENTIFICADAS E AMOSTRAS NÃO IDENTIFICADAS EM LABORATÓRIO (NI) DE CERVÍDEOS <i>Mazama gouazoubira</i> E <i>Mazama bororo</i> EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. PN = PARQUE NACIONAL, PE = PARQUE ESTADUAL E RPPN = RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL.....	72
TABELA 2.3 – AMPLITUDES DE NICHOS DE LEVINS E ÍNDICES DE SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS DE PIANKA DE SEIS VARIÁVEIS DE HÁBITAT PARA <i>Mazama bororo</i> E <i>M. gouazoubira</i> EM SIMPATRIA NA MATA ATLÂNTICA.....	73

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	20
REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 1: AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE CERVÍDEOS FLORESTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ	29
RESUMO	29
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1 LOCAL DE ESTUDO.....	32
2.2 COLETA DE AMOSTRAS FECAIS.....	32
2.3 COLETA DE DADOS NA LITERATURA.....	33
2.4 IDENTIFICAÇÃO ESPECÍFICA.....	35
2.5 PLANOS DE MANEJO.....	36
3 RESULTADOS	38
4 DISCUSSÃO	43
4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO.....	45
REFERÊNCIAS	47
CAPÍTULO 2: NICHOS ECOLÓGICOS DE CERVÍDEOS FLORESTAIS EM SIMPATRIA NA MATA ATLÂNTICA	53
RESUMO	53
1 INTRODUÇÃO	54
2 MATERIAL E MÉTODOS	57
2.1 LOCAL DE ESTUDO.....	57
2.2 COLETA DE AMOSTRAS.....	60
2.3 CARACTERIZAÇÃO DE NICHOS.....	61
2.3.1 Dimensão espacial.....	61
2.3.1.1 Densidade horizontal de cobertura vegetal.....	61
2.3.1.2 Densidade vertical de cobertura vegetal (cobertura de dossel).....	62
2.3.1.3 Declividade.....	63
2.3.1.4 Altura de dossel.....	64

2.3.1.5 Altitude.....	65
2.3.1.6 Densidade basal.....	65
2.3.2 Dimensão temporal.....	66
2.3.3 Dimensão alimentar.....	67
2.4 IDENTIFICAÇÃO ESPECÍFICA.....	68
2.5 ANÁLISE DE DADOS.....	69
2.5.1 Dimensão espacial.....	69
2.5.2 Dimensão temporal.....	70
2.5.3 Dimensão alimentar.....	70
3 RESULTADOS.....	72
4 DISCUSSÃO.....	77
4.1 SOBREPOSIÇÕES NAS DIMENSÕES DE NICHO E COMPETIÇÃO.....	80
4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO.....	84
REFERÊNCIAS.....	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
REFERÊNCIAS.....	99

INTRODUÇÃO GERAL

Há 2,5 milhões de anos atrás, no final do Plioceno, quando a América do Norte era conectada com a América do Sul, por volta de oito táxons da família Cervidae (Cetartiodactyla, Mammalia) atravessaram o Istmo do Panamá (STEHLI e WEBB, 1985) e encontraram no continente sul-americano um ambiente desprovido de outros ruminantes (WEBB, 2000) e de potenciais competidores de grande porte. Isso permitiu que os táxons se diversificassem como resultado de adaptações à inúmeros ambientes (EISENBERG e REDFORD, 1999; EISENBERG, 2000; WEBB, 2000; GILBERT et al., 2006; DUARTE et al., 2008). O processo de expansão dos cervídeos pela América do Sul possibilitou uma série de interações com outras espécies e locais que ocasionou inúmeros eventos evolutivos ao longo dos anos (EISENBERG, 2000). Assim, esse período permitiu que aqueles oito táxons divergissem em, ao menos, 17 espécies altamente adaptadas à diferentes ambientes (DUARTE e GONZÁLEZ, 2010).

Dentre as espécies de cervídeos neotropicais, o grupo mais diverso e, ao mesmo tempo, com maior instabilidade taxonômica é o do gênero *Mazama* (EISENBERG 2000). As espécies deste grupo são encontradas desde o sul do México até o centro da Argentina (EISENBERG e REDFORD, 1999, Figura 1), onde habitam diferentes tipos de habitats que variam desde topos de cordilheiras até ambientes de várzea e serra do mar. Este gênero é um grupo polifilético que se divide em dois clados, vermelho e cinza, cujas espécies convergiram morfológicamente e habitam ambientes florestais semelhantes (DUARTE et al., 2008). Aliada à grande semelhança morfológica, a taxonomia complexa do gênero impõe questões quanto ao número verdadeiro de espécies (EISENBERG, 2000). Atualmente, são conhecidas 10 espécies de *Mazama*, mas pesquisas recentes mostram que esse número pode ser maior (LUDUVÉRIO, 2018; RINCÓN et al., 2020).

Embora diverso, a convergência morfológica resultou em espécies com muitas similaridades morfológicas, as quais dificultam a identificação por meio da visualização e registros fotográficos. Adicionalmente, as espécies possuem comportamento elusivo e habitam ambientes de difícil acesso, como florestas de vegetação densa e terrenos íngremes. Assim, a identificação, captura e

monitoramento dos animais em vida livre é um enorme desafio para pesquisadores. Na Mata Atlântica, por exemplo, a captura do veado-mateiro-pequeno (*Mazama bororo*) durou quatro anos e somente três indivíduos foram capturados, sendo que nenhum dos 11 tipos de armadilhas foram consideradas eficientes para a captura (VOGLIOTTI, 2003). Conseqüentemente, muitas lacunas ainda permanecem sobre os aspectos ecológicos e comportamentais das espécies na natureza, comprometendo ações de manejo e planos de conservação.

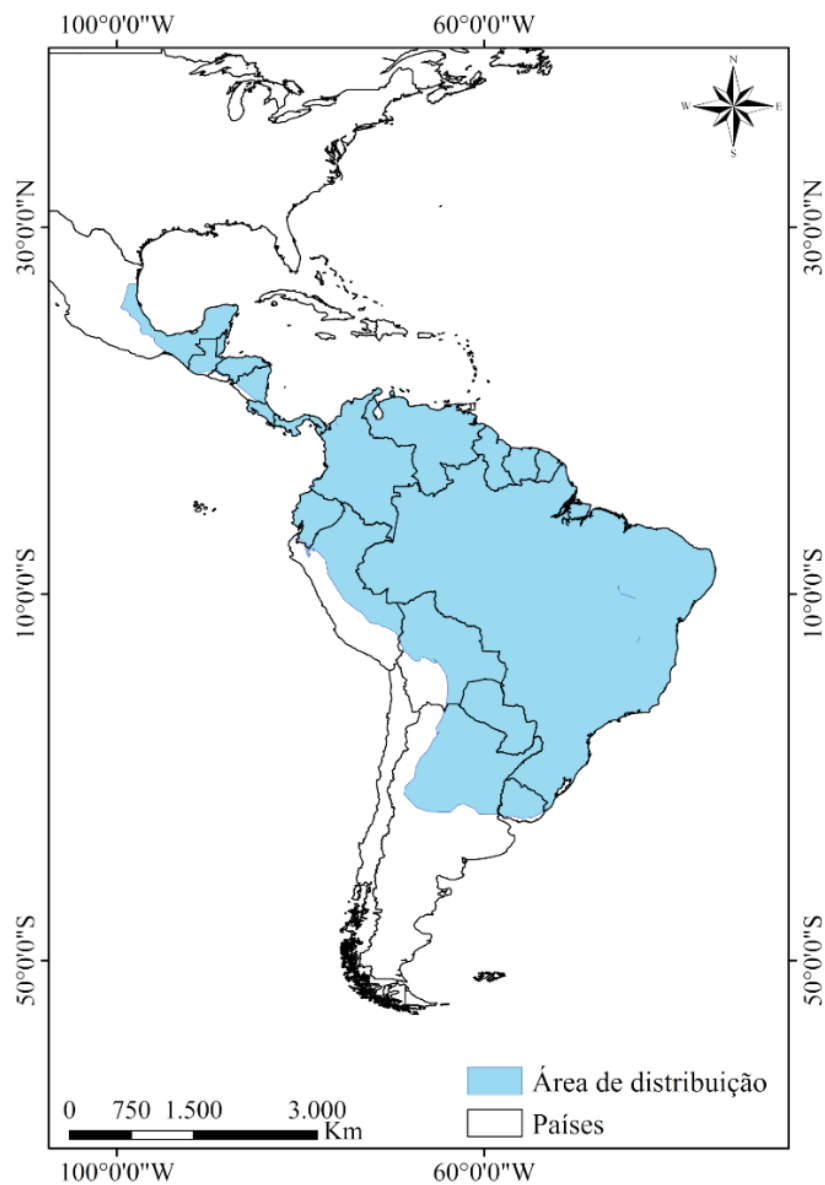


FIGURA 1 – Área de distribuição do gênero *Mazama* (Cetartiodactyla, Mammalia).

Assim como todos os cervídeos, os *Mazama* são ruminantes com estômago dividido em diferentes câmaras, onde o material vegetal é fermentado (EMMONS e FEER, 1990). Ainda com poucos detalhes sobre a dieta das espécies em vida livre, a alimentação desses animais é basicamente composta por folhas e frutos (BRANAN et al., 1985; BODMER, 1990, 1991; EMMONS e FEER, 1990). Recentemente, foi revelado também que o ritmo circadiano deste gênero possui restrição filogenética, sendo a atividade das espécies do clado vermelho predominantemente noturna e das espécies do clado cinza predominantemente diurna (OLIVEIRA et al., 2016). Já o uso de hábitat tem sido avaliado por armadilhas fotográficas (VOGLIOTTI, 2003; GROTTA-NETO et al., 2020), transectos lineares (FERREGUETTI et al., 2015) e DNA fecal (PERES, 2015). Embora o conhecimento das espécies vem aumentando, restam ainda muitas questões ecológicas sobre as espécies em vida livre, principalmente relacionadas às interações com outras espécies do gênero.

Cinco espécies de *Mazama* são encontradas no Brasil: veado-mateiro (*M. americana*), veado-mão-curta (*M. nana*), veado-mateiro-pequeno (*M. bororo*), veado-catingueiro (*M. gouazoubira*) e veado-roxo (*M. nemorivaga*) (Figura 2). As três primeiras espécies pertencem ao clado vermelho, enquanto as duas últimas ao clado cinza (DUARTE et al., 2008). O veado-mateiro é a maior espécie do gênero, podendo pesar até 65kg (JULIÁ e RICHARD, 2001), enquanto o veado-mateiro-pequeno pesa em média 25kg (VOGLIOTTI e DUARTE, 2010), o veado-catingueiro pesa até 24kg (ANTUNES, 2012), o veado-roxo alcança no máximo 15,5kg (ROSSI et al., 2010) e, por fim, o veado-mão-curta, menor *Mazama* brasileiro, alcança no máximo 15kg (CHEBEZ e VARELA, 2001).



FIGURA 2 – Cinco espécies de cervídeos do gênero *Mazama* encontradas em território brasileiro.

Essas cinco espécies estão distribuídas em diferentes porções do território brasileiro (Figura 3), sendo que a região leste do Paraná possui alta probabilidade de simpatria de até quatro espécies. Essa região abriga muitas Unidades de Conservação e constitui parte do maior contínuo de Mata Atlântica brasileira, bioma considerado *hotspot* de biodiversidade (MYERS et al., 2000). Assim, conhecer quais espécies ocorrem e compreender os mecanismos ecológicos atrelados nessa região é fundamental para a preservação local,

podendo servir de base para tomadas de decisões em ações de conservação das espécies, a fim de que se possa garantir a perpetuação de suas populações.

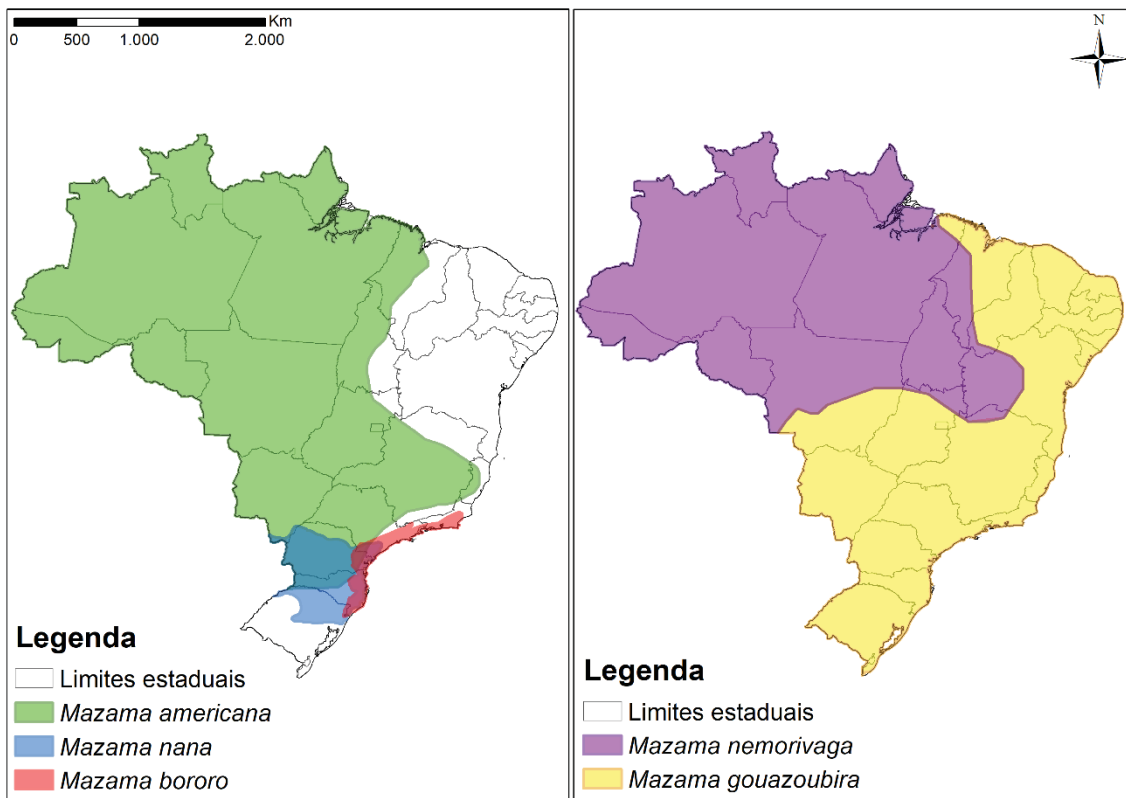


FIGURA 3 – Áreas de distribuição (IUCN 2020) das cinco espécies de cervídeos do gênero *Mazama* do clado vermelho (à esquerda) e clado cinza (à direita) ocorrentes no Brasil.

Esta tese é apresentada em dois capítulos. O primeiro deles, intitulado **Avaliação da ocorrência de cervídeos florestais em Unidades de Conservação do Paraná**, relata as ocorrências das espécies de *Mazama* encontradas em Unidades de Conservação do estado do Paraná por DNA fecal. Adicionalmente, os Planos de Manejo dessas áreas foram revisados e uma discussão foi realizada considerando a área de distribuição e metodologia de detecção. Esse capítulo é fruto, principalmente, do projeto **Levantamento de espécies de cervídeos *Mazama* ameaçadas em Unidades de Conservação no Paraná**, aprovado no edital *Biodiversidade do Paraná* (Chamada Pública 11/2016). Com o título **Nicho ecológico de cervídeos florestais em simpatria na Mata Atlântica**, o segundo capítulo aborda o tema central desta tese e traz uma discussão sobre o nicho ecológico das espécies

de *Mazama* que coocorrem. Essa discussão é baseada nas caracterizações de nicho sob três dimensões: espacial (uso do hábitat), temporal (período de atividade) e alimentar (isótopos estáveis de carbono e nitrogênio). Assim, essas três dimensões são discutidas em relação à autoecologia das espécies e hipóteses de competição interespecífica são abordadas e discutidas.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, V. S. **Área de uso e seleção de habitats por veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*; Fisher, 1814) no Pantanal da Nhecolândia-MS, 2012.** Universidade de São Paulo.
- BODMER, R. E. Responses of ungulates to seasonal inundations in the amazon floodplain. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, n. 2, p. 191–201, 1990.
- BODMER, R. E. Influence of digestive morphology on resource partitioning in Amazonian ungulates. **Oecologia**, v. 85, n. 3, p. 361–365, 1991.
- BRANAN, W. V. .; WERKHOVEN, M. C. . M. .; MARCHINTON, R. . L. Food Habits of Brocket and White-Tailed Deer in Suriname. **Journal of Wildlife Management**, v. 49, n. 4, p. 972–976, 1985.
- CHEBEZ, J. C.; VARELA, D. Corzuela enana. In: C. M. Dellafiore; N. Maceira (Orgs.); **Los ciervos autóctonos de la Argentina y la acción del hombre.** p.51–56, 2001. Buenos Aires, Argentina: Panca.
- DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S. **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer.** Jaboticabal: Funep/IUCN, 2010.
- DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E. The surprising evolutionary history of South American deer. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 49, n. 1, p. 17–22, 2008. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2008.07.009>>.
- EISENBERG, J. The contemporary Cervidae of Central and South America. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation.** p.189–202, 2000. London: Yale University Press.
- EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. Order Artiodactyla (Even-toed

Ungulates). In: 3 (Org.); **Mammals of the Neotropics**. p.332–355, 1999. Chicago: The University of Chicago Press.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: A field guide**. Chicago: The University of Chicago Press, 1990.

FERREGUETTI, Á. C.; TOMÁS, W. M.; BERGALLO, H. G. Density, occupancy, and activity pattern of two sympatric deer (*Mazama*) in the Atlantic Forest, Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 96, n. 6, p. 1245–1254, 2015.

GILBERT, C.; ROPIQUET, A.; HASSANIN, A. Mitochondrial and nuclear phylogenies of Cervidae (Mammalia, Ruminantia): Systematics, morphology, and biogeography. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 40, n. 1, p. 101–117, 2006.

GROTTA-NETO, F.; PERES, P. H. F.; PIOVEZAN, U.; PASSOS, F. C.; DUARTE, J. M. B. Camera trap feasibility for ecological studies of elusive forest deer. **Wildlife Society Bulletin**, 2020. DOI: 10.1002/wsb.1121.

IUCN. The IUCN red list of threatened species. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 26/5/2020.

JULIÁ, J. P.; RICHARD, E. Corzuela colorada. In: C. M. Dellafiore; N. Maceira (Orgs.); **Los ciervos autóctonos de la Argentina y la acción del hombre**. p.27–34, 2001. Buenos Aires, Argentina: Panca.

LUDUVÉRIO, D. J. **O Status taxonômico de *Cervus rufus* Illiger 1811 e sua caracterização genética e morfológica.**, 2018. Universidade Estadual Paulista.

MYERS, N.; FONSECA, GUSTAVO A B; MITTERMEIER, R. A; FONSECA, G A B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. February, p. 853–8, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10706275>>.

OLIVEIRA, M. L.; PERES, P. H. DE F.; VOGLIOTTI, A.; et al. Phylogenetic signal in the circadian rhythm of morphologically convergent species of Neotropical deer. **Mammalian Biology**, v. 81, n. 3, p. 281–289, 2016. Elsevier GmbH. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2016.01.004>>.

PERES, P. H. F. **Uso do espaço pelo veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*; Fisher, 1814): uma comparação entre colares GPS e DNA fecal**, 2015. Universidade de São Paulo.

RINCÓN, A. C.; MORALES-DONOSO, J. A.; TOMAZELLA, E. D. P. S. I. M.; et al. Designation of a neotype for *Mazama americana* (Artiodactyla: Cervidae) reveals a cryptic new complex of brocket deer species. **ZooKeys**, 2020.

ROSSI, R. V.; BODMER, R.; DUARTE, J. M. B.; TROVATI, R. G. Amazonian brown brocket deer *Mazama nemorivaga* (Cuvier 1817). In: J. M. B. Duarte; S. González (Orgs.); **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer**. p.202–2010, 2010. Jaboticabal: Funep/IUCN.

STEHLI, F. G.; WEBB, S. D. **The Great American Biotic Interchange**. New York: Plenum, 1985.

VOGLIOTTI, A. História natural de *Mazama bororo* (Artiodactyla; Cervidae) através da etnozootologia, monitoramento fotográfico e rádio-telemetria. **Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada)**, p. 99, 2003.

VOGLIOTTI, A.; DUARTE, J. M. B. Small red brocket deer *Mazama bororo* (Duarte 1996). In: J. M. B. Duarte; S. González (Orgs.); **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer**. p.172–176, 2010. Jaboticabal: Funep/IUCN.

WEBB, S. D. Evolutionary history of new world Cervidae. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation**. p.38–64, 2000. London: Yale University Press.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE CERVÍDEOS FLORESTAIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ

RESUMO

A detecção e a correta identificação taxonômica de espécies são bases primordiais para avaliação da biodiversidade e para auxiliar nas decisões de gestão e conservação das populações. No entanto, a semelhança morfológica, comportamentos elusivos e raridade de alguns grupos taxonômicos são os principais motivos de erros de detecção e escassez de informações de ocorrência. Cervídeos do gênero *Mazama* são um grupo de espécies com alta similaridade morfológica e comportamento elusivo, impedindo o uso de muitas ferramentas para a detecção e identificação de espécies. Considerando isso, a meta deste trabalho foi avaliar as identificações de espécies de *Mazama* em Planos de Manejo de Unidades de Conservação do estado do Paraná. Os objetivos específicos foram 1) identificar geneticamente a ocorrência de cervídeos *Mazama* em Unidades de Conservação do Paraná, 2) comparar esse levantamento com as ocorrências citadas nos Planos de Manejo e 3) avaliar as metodologias empregadas nestas identificações. Cento e quarenta e cinco amostras fecais, provenientes de seis Unidades de Conservação, foram coletadas entre 2017 e 2019 para a identificação de espécie por meio de DNA fecal. Adicionalmente, levantamentos realizados por meio de DNA fecal feitos por outros estudos em outras 11 áreas foram incorporadas neste trabalho, totalizando 17 Unidades de Conservação avaliadas e 454 amostras fecais coletadas. Das 10 reservas com Planos de Manejo, uma não relata a ocorrência de *Mazama* e apenas quatro informam a metodologia utilizada na detecção. Cinco espécies foram relatadas nos Planos de Manejo, sendo *M. americana* a espécie mais citada. Por outro lado, *M. bororo* não foi relatado em nenhum Plano de Manejo, mas foi a espécie mais identificada por DNA fecal. Considerando a metodologia empregada e área de distribuição, as ocorrências dos *Mazama* na maioria dos Planos de Manejo foram consideradas duvidosas e incompletas quando comparadas com as encontradas por DNA fecal. O uso de métodos confiáveis e ferramentas cientificamente testadas devem ser aplicados nos inventários realizados pelos gestores de Unidades de Conservação. A genética é a ferramenta mais confiável na detecção dos *Mazama*, mas registros fotográficos podem ser utilizados com cautela. Além disso, esforços de campo devem ser aprimorados no sentido de adquirir amostras biológicas representativas de grandes extensões, a fim de auxiliar na prospecção de áreas prioritárias para a conservação *in situ* dessas espécies.

Palavras-chave: Armadilhas fotográficas. Comportamento elusivo; DNA fecal. Levantamento de espécies. *Mazama*. Método de detecção. Planos de manejo. Riqueza de espécies.

1 INTRODUÇÃO

A composição e a riqueza de espécies de uma área são alguns dos fatores mais relevantes na ecologia de comunidades e importantes fontes para tomadas de decisão em ações de conservação de espécies (LEIBOLD et al., 2004). Para isso, a detecção de espécies é a base primordial nas decisões sobre a gestão e conservação das populações (LEWINSOHN e PRADO, 2005; MACE et al., 2008; SHEA et al., 2011). Contudo, a frequência e as circunstâncias em que as espécies possuem detecção errônea em levantamentos ecológicos não são bem conhecidas (ELPHICK, 2008), sendo a semelhança morfológica, comportamentos elusivos e raridade de grupos taxonômicos alguns dos fatores que podem comprometer a identificação correta. Conseqüentemente, existem questões importantes em torno da precisão dos registros das espécies e possíveis erros devem ser considerados quando as informações são usadas nas tomadas de decisões (AUSTEN et al., 2016).

Cervídeos do gênero *Mazama* (Rafinesque, 1817) são um grupo de mamíferos de médio e grande porte encontrados desde o sul do México até a região central da Argentina, onde ocorrem em uma variedade de habitats, incluindo florestas tropicais de planícies e savanas (EISENBERG e REDFORD, 1999). Os *Mazama* são um grupo polifilético que convergiu morfológicamente em razão da habitação de ambientes florestais parecidos (DUARTE et al., 2008). Conseqüentemente, as espécies são crípticas, tornando a identificação específica uma tarefa bastante difícil (DUARTE e MERINO, 1997; DUARTE et al., 2008; GROTTA-NETO et al., 2020). Nesse sentido, o uso de ferramentas tradicionais, como transectos lineares e armadilhas fotográficas, não é recomendado em levantamentos destas espécies. Além disso, a identificação baseada em morfometria fecal e de pegadas são inapropriadas e, também, não devem ser utilizadas (VOGLIOTTI, 2008; ANGELI et al., 2014; COSTA et al., 2017). Assim, para maior confiabilidade na identificação das espécies de *Mazama*, são recomendadas técnicas genéticas não invasivas (COSTA et al., 2017).

O DNA fecal oferece uma gama de aplicações em pesquisa com animais selvagens, podendo ser aplicado para estimativas populacionais

(HEDGES et al., 2013; MORIN et al., 2018; CHETRI et al., 2019; SILVA et al., 2020), composição de dieta (DODD et al., 2012; MCVEY et al., 2013; BOBROWIEC et al., 2015) e modelagem de áreas de distribuição (DUARTE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2019, 2020). No entanto, encontrar amostras fecais no campo pode ser um desafio para muitos pesquisadores. Isso é uma realidade para os cervídeos neotropicais, uma vez que as fezes dessas espécies são inconspícuas e se confundem com a serapilheira (OLIVEIRA, 2015). Para superar esse desafio, foi proposto o uso de cães farejadores devidamente treinados para encontrar amostras fecais em campo (SMITH et al., 2001). Cães farejadores vêm sendo utilizados com bastante sucesso em levantamento, estimativas de área de vida, uso de hábitat e modelagens de distribuição com espécies do gênero *Mazama* (PERES, 2015; DUARTE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2019, 2020). Assim, considerando o comportamento elusivo e similaridade morfológica, o DNA fecal representa a ferramenta mais eficiente e confiável na identificação de *Mazama* spp. em vida livre, sendo a utilização de cães farejadores indispensável para o encontro de amostras fecais em campo.

A meta deste trabalho foi avaliar as identificações de espécies de *Mazama* em Planos de Manejo de Unidades de Conservação do estado do Paraná. Os objetivos foram 1) identificar a ocorrência de cervídeos do gênero *Mazama* por técnica genética não-invasiva em Unidades de Conservação do Paraná, 2) comparar esse levantamento com as ocorrências descritas nos Planos de Manejo e 3) avaliar as metodologias empregadas nestas identificações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

O estado do Paraná tem vegetação composta por, aproximadamente, 85% de Mata Atlântica, bioma considerado *hotspot* de biodiversidade (MYERS et al., 2000). Os principais tipos de vegetações que compõem a Mata Atlântica no Paraná são: Floresta Ombrófila Densa, que se estende desde a região costeira do Brasil para as terras altas da Serra do Mar; Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Mata de Araucárias; e Floresta Estacional Semidecidual (SOSMA e INPE, 2014). Juntas, essas formações abrigam ao menos 78 Unidades de Conservação das esferas estadual e federal, abrangendo mais de um milhão de hectares no Paraná (IAP, 2020). Além disso, o estado possui um dos maiores contínuos de Mata Atlântica do Brasil, composto especialmente pelas Áreas de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba e Guaratuba que, de forma conjunta, contribuem para a preservação de uma grande diversidade biológica.

Seis Unidades de Conservação do Paraná foram amostradas: Parque Nacional (PN) Saint-Hilaire/Lange, PN Guaricana, Parque Estadual (PE) de Campinhos, PE das Lauráceas, PE Pico do Marumbi e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Salto Morato. Essas reservas estão localizadas dentro ou próximas às APAs de Guaraqueçaba e de Guaratuba, abrangendo a região com alta probabilidade de simpatria de até quatro das cinco espécies de *Mazama* encontradas no Brasil: veado-catingueiro (*M. gouazoubira*), veado-mateiro-pequeno (*M. bororo*), veado-mão-curta (*M. nana*) e veado-mateiro (*M. americana*) (Figura 1.1).

2.2 COLETA DE AMOSTRAS FECAIS

O levantamento das espécies de cervídeos foi realizado por meio de identificação molecular do DNA contido nas fezes. Para isso, este trabalho contou com o auxílio de cães farejadores devidamente treinados para encontrar fezes de todas as espécies de cervídeos brasileiros. A busca de amostras fecais foi feita percorrendo trajetos distribuídos com objetivo de abranger a

maior extensão possível dentro das Unidades de Conservação, de modo a evitar a dependência dos pontos e a abranger a maior variedade possível de fitofisionomias. Dessa maneira, foi aplicado um esforço mínimo de coleta de cinco amostras fecais ou sete dias de busca em cada reserva, de modo que o esforço máximo foi de acordo com a logística de acesso de cada área e possibilidade de abranger a maior heterogeneidade fitofisionômica e extensão geográfica possível de cada Unidade de Conservação.

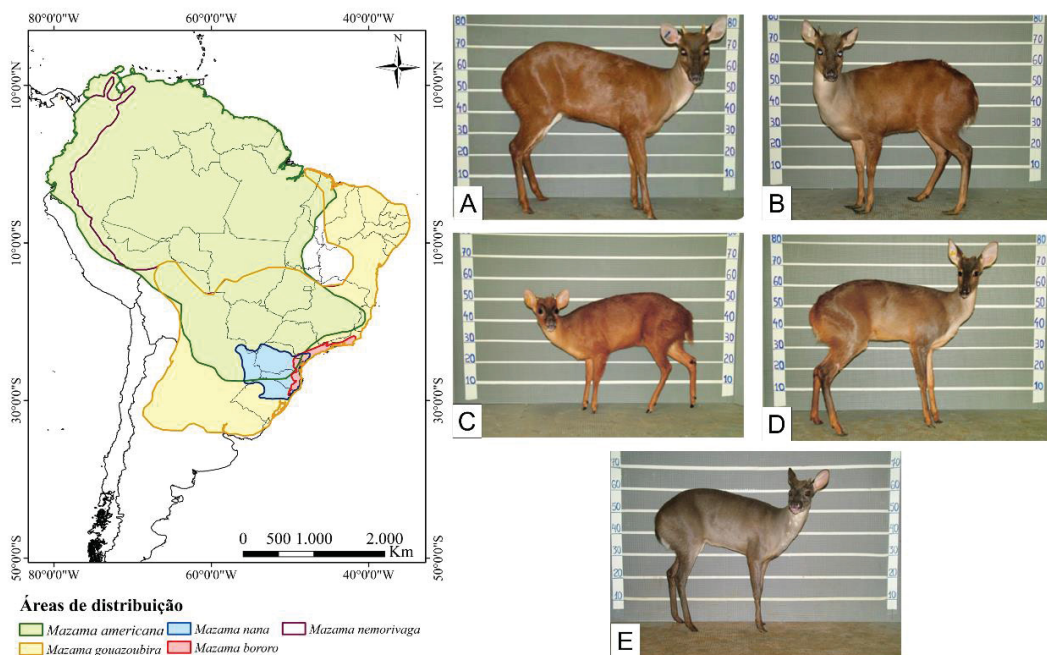


FIGURA 1.1 – Áreas de distribuição (IUCN 2020) das espécies de cervídeos do gênero *Mazama* encontradas no Brasil: *M. americana* (A), *M. bororo* (B), *M. nana* (C), *M. gouazoubira* (D) e *M. nemorivaga* (E) – Fonte: Fotos adquiridas do acervo do Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE – Unesp Jaboticabal).

2.3 COLETA DE DADOS NA LITERATURA

Dados de outros dois estudos que identificaram espécies de *Mazama* por DNA fecal, em Unidades de Conservação do Paraná, foram incorporados neste estudo (Tabela 1.1, Figura 1.2).

TABELA 1.1 – Características das Unidades de Conservação do Paraná onde espécies de cervídeos foram identificadas por amostragem genética não invasiva com o respectivo esforço amostral. PE = Parque Estadual, PN = Parque Nacional, RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural, APA = Área de Proteção Ambiental, EE = Estação Ecológica e RB = Reserva Biológica. Os números correspondem às localizações das Unidades de Conservação na Figura 1.2.

Localização no mapa	Unidade de Conservação	Tamanho (ha)	Formação Florestal	Esforço amostral (m)	Referência
1	PE das Lauráceas	30.001	Ombrófila densa	9.780	Este estudo
2	PE de Campinhos	581	Ombrófila mista	6.990	Este estudo
3	RPPN Salto Morato	819	Ombrófila densa	11.300	Este estudo
4	PE Pico do Marumbi	8.881	Ombrófila densa/mista	4.210	Este estudo
5	PN Guaricana	49.283	Ombrófila densa	11.270	Este estudo
6	PN Saint-Hilaire/Lange	24.352	Ombrófila densa	26.470	Este estudo
7	PE Pau Oco	905	Ombrófila densa/mista	ND*	DUARTE et al., 2016
8	APA Guaratuba	199.596	Ombrófila densa/mista	ND*	DUARTE et al. 2016
9	PE Lago Azul	1.749	Estacional semidecidual /Ombrófila mista	ND*	DUARTE et al., 2016
10	RPPN Fazenda Monte Alegre	3.852	Ombrófila mista	ND*	DUARTE et al., 2016
11	PN do Iguaçu	182.262	Estacional semidecidual	ND*	DUARTE et al., 2016
12	RPPN Corredor do Iguaçu	5.151	Estacional semidecidual /Ombrófila mista	ND*	DUARTE et al., 2016
13	PE das Araucárias	ND*	Ombrófila mista	ND*	DUARTE et al., 2016
14	EE Caiuá	1.450	Estacional semidecidual	ND*	DUARTE et al., 2016
15	PE São Camilo	385	Estacional semidecidual	2.426	OLIVEIRA et al., 2019
16	RB das Perobas	8.716	Estacional semidecidual	1.265	OLIVEIRA et al., 2019
17	PE Vila Rica do Espírito Santo	354	Estacional semidecidual	24.013	OLIVEIRA et al., 2019

*Informação não disponível.

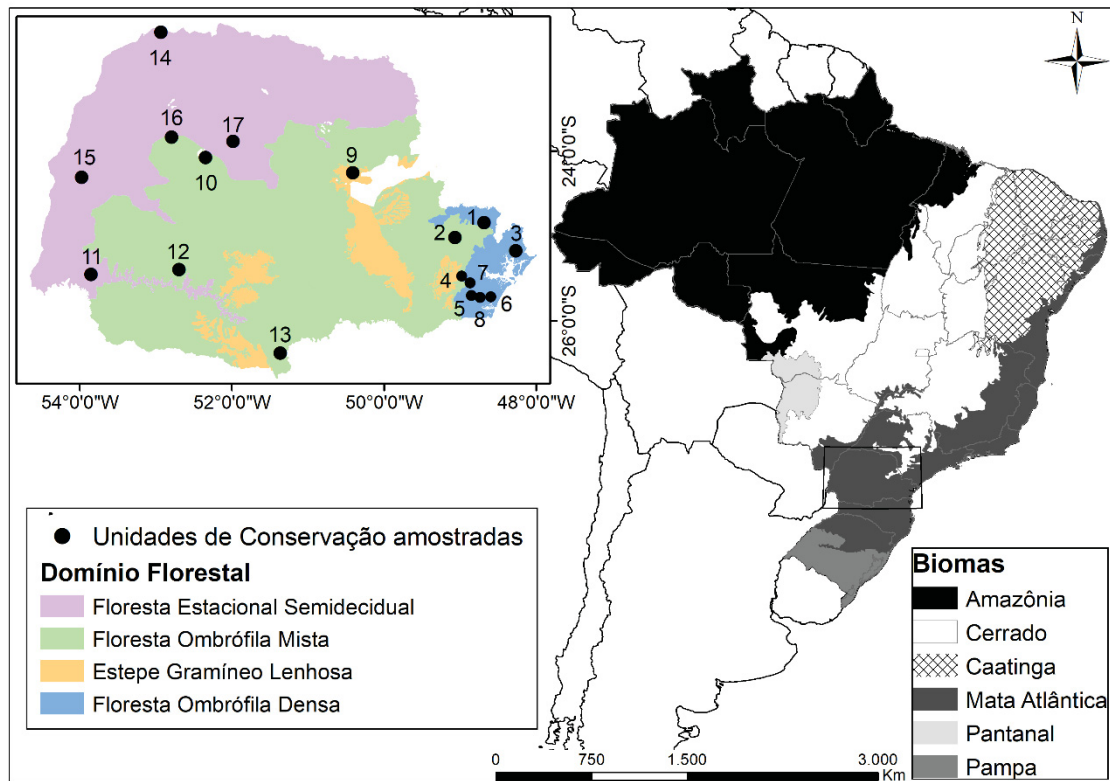


FIGURA 1.2 – Unidades de Conservação onde as espécies de *Mazama* foram identificadas por meio de DNA fecal. Os números correspondem às localidades das Unidades de Conservação descritas na tabela 1.1.

2.4 IDENTIFICAÇÃO ESPECÍFICA

As análises moleculares de identificação das espécies ocorreram no laboratório molecular do Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE) da Universidade Estadual de Paulista (UNESP), campus de Jaboticabal, São Paulo. A extração do DNA fecal foi realizada utilizando o QIAamp Fast DNA Stool Mini Kit QIAGEN®. Um fragmento de 224 pb do gene mitocondrial citocromo b foi amplificado por meio da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), com iniciadores capazes de amplificar amostras de todas as espécies de cervídeos. Após a confirmação da amplificação, os produtos foram submetidos à hidrólise com as enzimas de restrição SspI, AFLIII e BstNI, as quais promovem o corte específico em fragmentos de tamanhos diferentes, respectivamente, das espécies *M. gouazoubira*, *M. americana* e *M. bororo* (Figura 1.3; GONZÁLEZ et al., 2009; SOUZA et al., 2013). Posteriormente, os produtos das digestões pelas enzimas foram submetidos à eletroforese em gel de agarose e a identificação realizada por comparação de tamanho de bandas.

Ainda, foi constatado uma probabilidade de mutação entre as bases nitrogenadas A e G para 0,9% das amostras de *M. bororo*, o que resulta na não digestão do fragmento pelas enzimas de restrição (GONZÁLEZ et al., 2009). Nesse sentido, considerando que os fragmentos não digeridos pelas três enzimas resultam em *M. nana* (Figura 1.3), todos os produtos de PCR para as amostras identificadas inicialmente como *M. nana* foram sequenciadas no Centro de Recursos Biológicos e Biologia Genômica (CREBIO) da UNESP de Jaboticabal.

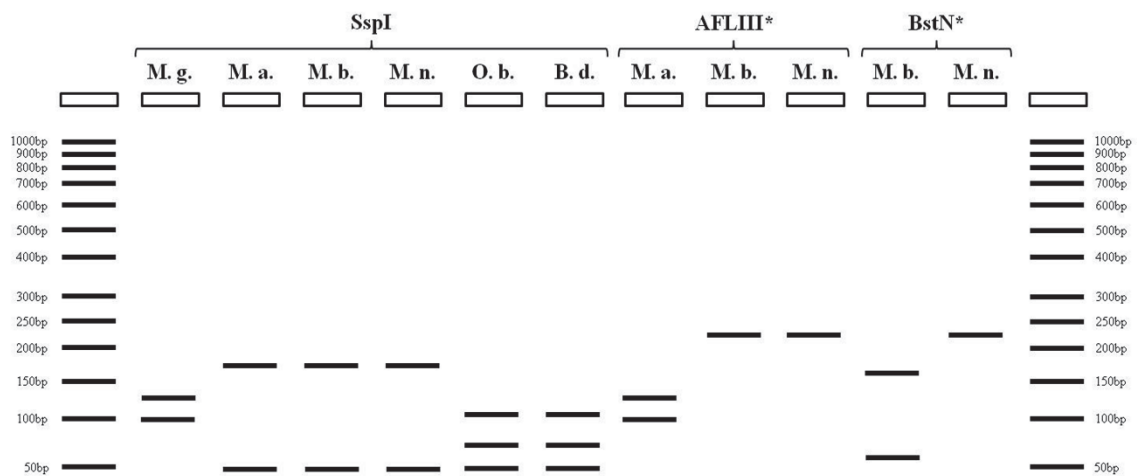


FIGURA 1.3 – Ilustração dos resultados de cortes, em gel de eletroforese, das enzimas de restrição SspI, AFLIII e BstN, respectivamente, das amostras das espécies de *Mazama gouazoubira* (M. g.), *M. americana* (M. a.), *M. bororo* (M. b.), *M. nana* (M. n.), *Ozotoceros bezoarticus* (O. b.) e *Blastocerus dichotomus* (B. d.) – adaptado de SOUZA et al., 2019.

2.5 PLANOS DE MANEJO

Os Planos de Manejo das áreas amostradas foram obtidos nas plataformas digitais do Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2020) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2020). Foram anotadas informações sobre a ocorrência das espécies de *Mazama* e o respectivo método de detecção. Desse modo, as ocorrências nos Planos de Manejo foram avaliadas e classificadas de acordo com a metodologia empregada, área de distribuição e espécies identificadas geneticamente (Tabela 1.2).

TABELA 1.2 – Classificação das ocorrências de *Mazama* spp. constatadas nos Planos de Manejos (PM) de Unidades de Conservação amostradas com DNA fecal do Paraná, Brasil.

Ocorrência	Descrição
Ausente	Quando o Plano de Manejo (PM) não relata a ocorrência de <i>Mazama</i> spp.
Duvidosa	Quando a metodologia utilizada na identificação de <i>Mazama</i> spp. não é relatada no PM ou recomendada (visualizações, informações e pegadas – COSTA et al., 2018; PERES et al., submetido).
Incompleta	Quando consta no PM apenas alguma(s) das espécies identificadas geneticamente ou somente à nível de gênero.
Incorreta	Quando o PM relata espécie(s) fora de sua área de distribuição.
Completa	Quando o PM relata a(s) espécie(s) identificada(s) geneticamente.

3 RESULTADOS

Cento e quarenta e cinco amostras fecais foram coletadas e identificadas entre setembro de 2018 e julho de 2019. Do total de amostras coletadas, as espécies de *Mazama* foram identificadas em 142, representando um sucesso de mais de 98% de identificação molecular. As identificações iniciais por enzimas de restrição resultaram também na ocorrência de *M. nana*. No entanto, todas as amostras fecais identificadas inicialmente como *M. nana* mostraram ter mutação em um dos sítios de restrição (GONZÁLEZ et al., 2009), sendo posteriormente identificadas como *M. bororo*. Assim, as identificações em laboratório por enzimas de restrição e sequenciamento revelaram duas espécies de *Mazama*: *M. bororo* e *M. gouazoubira* (Tabela 1.3).

Com relação aos dados dos demais trabalhos que utilizaram DNA fecal (DUARTE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2019), foram adicionadas as ocorrências de *M. americana*, *M. nana* e, também, *M. gouazoubira* nas outras 11 Unidades de Conservação (Tabela 1.3; Figura 1.4). Considerando os erros implícitos na identificação por enzima de restrição, os *M. nana* identificados nos locais próximos às áreas de coleta do presente estudo (PE Pau Oco e APA Guaratuba) foram corrigidos e confirmados como *M. bororo*. Dessa forma, as quatro espécies de *Mazama* ocorrentes no Paraná foram identificadas por DNA fecal em diferentes formações florestais do estado (Figura 1.5).

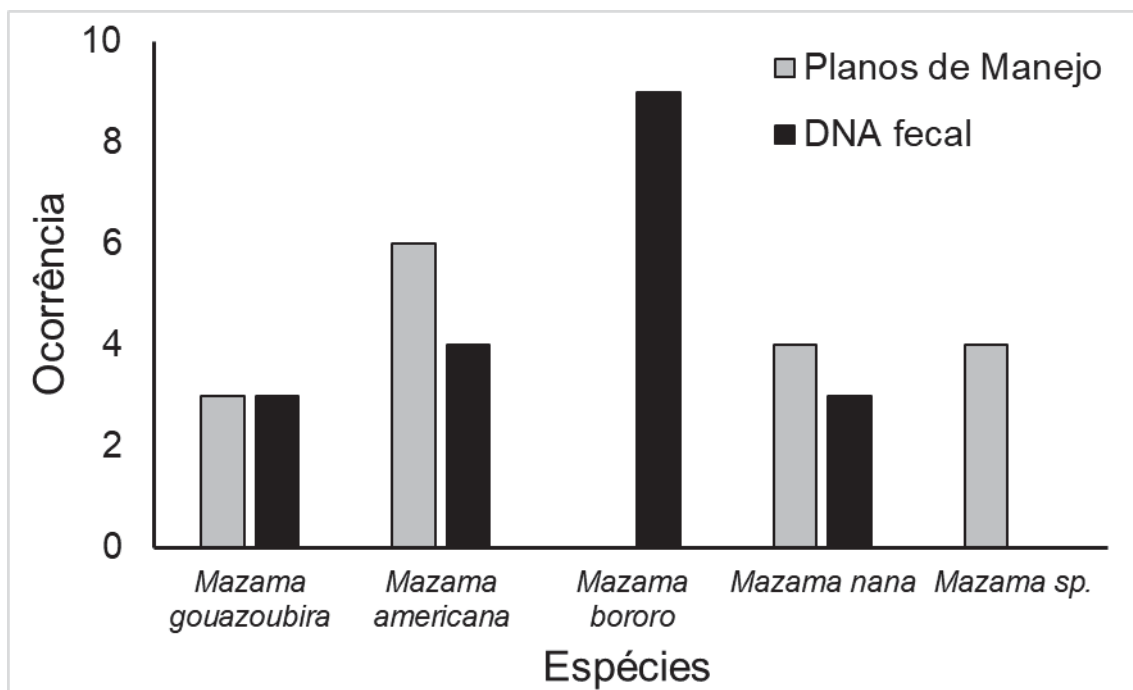


FIGURA 1.4 – Quantidade de ocorrências de espécies de cervídeos do gênero *Mazama* citadas em Planos de Manejo e identificadas por DNA fecal em 17 Unidades de Conservação do estado do Paraná.

Das 17 áreas amostradas com DNA fecal, 10 possuem Planos de Manejo. Destes, um não relata a presença de *Mazama* spp. e sete apontam a ocorrência em nível de espécie de *M. americana*, *M. nana* e *M. gouazoubira*. Adicionalmente, foram constatadas nos Planos de Manejo da RPPN Salto Morato e EE Caiuá a espécie *M. rufina*, que é uma sinônimoia de *M. nana* (EISENBERG, 2000; ABRIL et al., 2010).

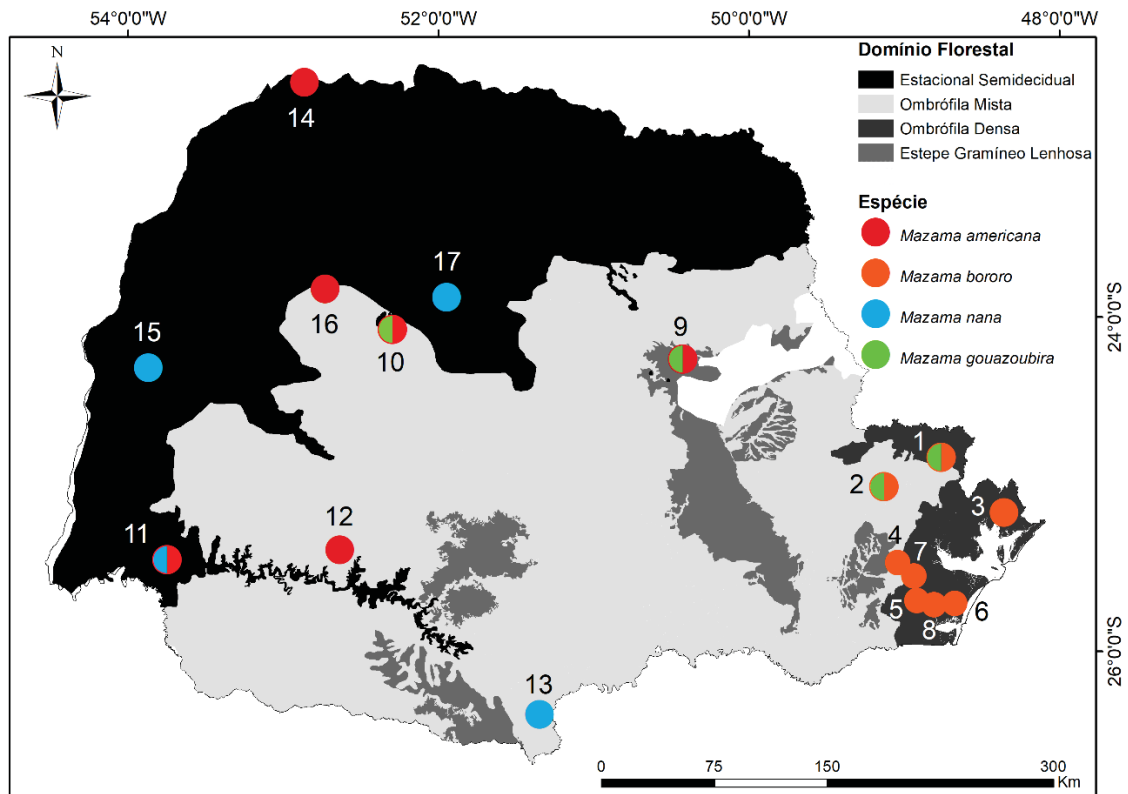


FIGURA 1.5 – Ocorrências das espécies de *Mazama* identificadas por DNA fecal de acordo com a formação florestal do estado do Paraná. Os números correspondem às Unidades de Conservação descritas na tabela 1.1.

Em relação aos métodos, apenas quatro Planos de Manejo descrevem a técnica empregada na identificação das espécies. Pegadas ($n = 1$), visualização ($n = 3$) e fotografia ($n = 1$) foram os únicos métodos descritos. Desse modo, as ocorrências dos *Mazama* na maioria das áreas foram consideradas duvidosas e incompletas quando a metodologia utilizada foi contrastada com os resultados obtidos com o DNA fecal (Tabela 1.3; Figura 1.6).

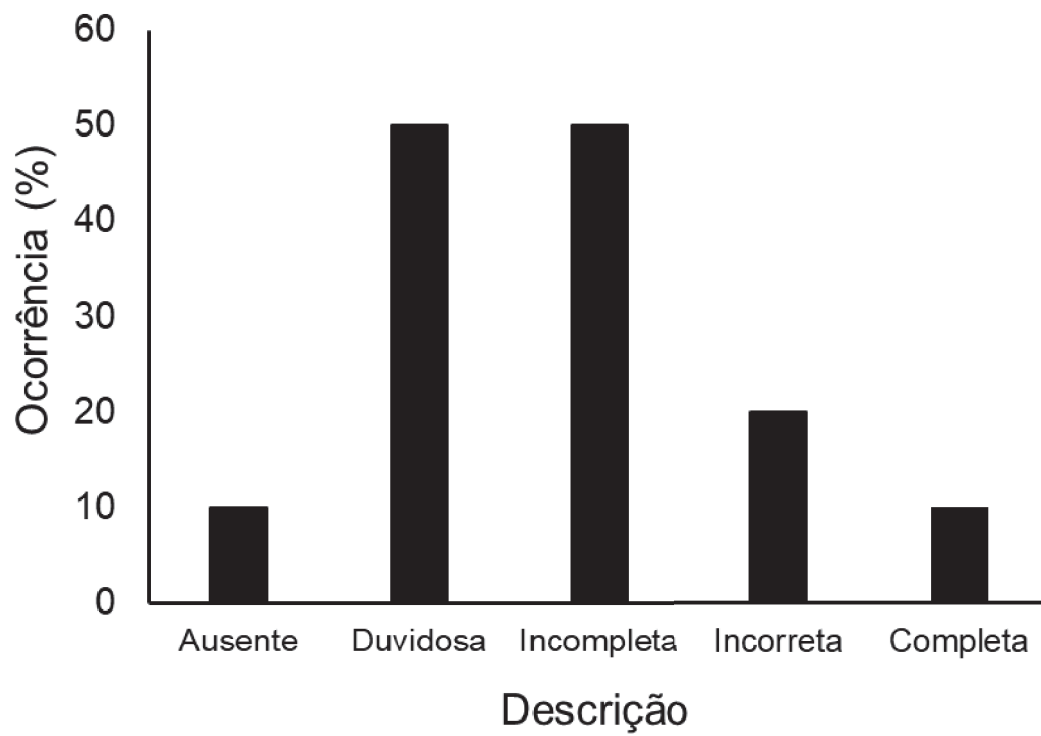


FIGURA 1.6 - Avaliação das informações disponíveis em Planos de Manejos sobre as ocorrências de espécies de cervídeos *Mazama* nas Unidades de Conservação do Paraná amostradas de acordo com a tabela 1.2.

TABELA 1.3 – Espécies de cervídeos *Mazama* relatadas nos planos de manejo e identificadas por DNA fecal (áreas sombreadas de cinza) com a respectiva quantidade de amostras de fezes coletadas (n) em Unidades de Conservação do Paraná. *Mg* = *M. gouazoubira*, *Mb* = *M. bororo*, *Ma* = *M. americana*, *Mn* = *M. nana*, PN = Parque Nacional, PE = Parque Estadual, APA = Parque Estadual, APA = Área de Proteção Ambiental, RB = Reserva Biológica, EE = Estação Ecológica e RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Localização no Mapa-UC	Planos de Manejo					DNA fecal				
	<i>Mazama</i> sp.	<i>Mg</i>	<i>Mb</i>	<i>Ma</i>	<i>Mn</i>	n	<i>Mg</i>	<i>Mb</i>	<i>Ma</i>	<i>Mn</i>
1 - PE das Lauráceas						55	27	27		
2 - PE de Campinhos						17	13	04		
3 - RPPN Salto Morato						37		36		
4 - PE Pico do Marumbi						05		05		
5 - PN Guaricana						13		13		
6 - PN Saint-Hilaire/Lange						18		17		
7 - PE Pau Oco						1		1		
8 - APA Guaratuba						6		6		
9 - PE Lago Azul						9	4		5	
10 - RPPN Fazenda Monte Alegre						13	12		1	
11 - PN do Iguaçu						112			80	20
12 - RPPN Corredor do Iguaçu						1			1	
13 - PE das Araucárias						4				3
14 - EE Caiuá						5			5	
15 - PE São Camilo						14				10
16 - RB das Perobas						20			14	
17 - PE Vila Rica do Espírito Santo						124				59
TOTAL						454	56	109	106	92

4 DISCUSSÃO

A identificação de populações na natureza é a base para qualquer medida conservacionista. Com isso, a identificação correta das espécies é pré-requisito para ações de manejo e planos de conservação eficientes. Muitos dos locais de ocorrência de espécies servem de base para a prospecção de áreas para a conservação de populações viáveis. No entanto, métodos inadequados têm sido utilizados sistematicamente na detecção e identificação de ungulados, principalmente para as espécies do gênero *Mazama* (PERES et al., submetido). Conseqüentemente, as incertezas da identificação comprometem a confiabilidade de pesquisas e prejudicam planos de conservação das espécies em Unidades de Conservação. Neste trabalho, a ausência de informações sobre as ferramentas de detecção, observada na maioria dos Planos de Manejo, levanta questões sobre a confiabilidade dos dados. Considerando todos os biomas, 38% dos Planos de Manejo não informam o método de detecção de espécies da família Cervidae, enquanto os demais Planos de Manejo empregam técnicas que são consideradas inadequadas para a detecção de *Mazama* spp. (PERES et al., submetido). Nesse sentido, apenas dois planos de manejo do presente estudo foram cautelosos na identificação, deixando-a somente à nível de gênero.

O veado-catingueiro foi reportado em três áreas por meio de pegadas, visualização e fotografias. Pegadas e visualização são metodologias inadequadas, mas fotografias podem ser usadas com cautela (PERES et al., submetido). Isso porque o veado-catingueiro é a espécie mais distinta dentre os demais *Mazama* (EISENBERG e REDFORD, 1999), possuindo coloração parda com pelagem mais clara em populações de ambientes mais áridos e acinzentada escura em ambientes florestais (PINDER e LEEUWENBERG, 1997). A espécie mais semelhante morfológicamente é o veado-roxo (*M. nemorivaga*), mas sua distribuição está localizada na região amazônica e estados do Espírito Santo e Bahia (OLIVEIRA et al., 2020). Além disso, o período predominantemente diurno de atividade do veado-catingueiro (OLIVEIRA et al., 2016; GROTTA-NETO et al., 2019) possibilita mais chances de visualização e de obter detalhes em registros fotográficos, os quais podem facilitar a identificação da espécie. No entanto, *M. gouazoubira* teve sua ocorrência confirmada por DNA fecal apenas na reserva com ausência de informação sobre a ferramenta empregada na identificação em seu Plano de

Manejo, embora sua ocorrência nos demais parques corrobora com a área de distribuição e tipos de vegetação em que a espécie é encontrada.

Em contrapartida, espécies do clado vermelho são predominantemente noturnas (OLIVEIRA et al., 2016) e mais difíceis de serem identificadas por visualizações e registros fotográficos. Isso é especialmente válido entre *M. americana* e *M. bororo*, espécies que possuem traços morfológicos muito semelhantes. *Mazama americana* foi a espécie mais relatada nos Planos de Manejo, sendo três relatos correspondentes às áreas amostradas neste estudo, onde não foram encontradas amostras fecais da espécie. A presença de *M. americana* na Serra do Mar foi observada no litoral de São Paulo (DUARTE et al., 2016), mas não no litoral do Paraná. Neste estado, a espécie parece estar restrita às formações Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual (VOGLIOTTI, 2008; DUARTE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2019) e não foi encontrada na Floresta Ombrófila Densa, onde apenas *M. bororo* foi detectada. As distribuições parecem ser parapátricas e, embora os mecanismos de competição sejam difíceis de serem testados e comprovados em vida livre, as semelhanças morfológicas e ecológicas sugerem que as espécies sobrepõem em muitos eixos de nicho (Capítulo 2 desta tese).

Por sua vez, *M. bororo* é o maior animal endêmico terrestre do Brasil e provavelmente com a menor distribuição geográfica dentre os cervídeos neotropicais (VOGLIOTTI e DUARTE, 2010). No Paraná, sua distribuição está relacionada à Floresta Ombrófila Densa e à Serra do Mar, sendo encontrado frequentemente em áreas com alto grau de declividade (VOGLIOTTI, 2003). A presença de *M. bororo* não foi relatada em nenhum Plano de Manejo, mesmo que 50% dos parques correspondam às áreas propícias de ocorrência. O fato da espécie estar restrita às áreas montanhosas e íngremes pode colaborar para a escassez dos dados de ocorrência, uma vez que estudos nesses locais são mais desafiadores e difíceis de serem realizados. Ainda, todos os Planos de Manejo dos parques situados na Serra do Mar relatam a presença de *M. americana*, onde, como discutido, provavelmente a espécie não ocorre. Assim, em virtude da alta semelhança morfológica, as ocorrências de *M. americana* em regiões de Serra do Mar citadas nos Planos de Manejo são falhas nas identificações de *M. bororo*.

O porte pequeno de até 15kg (CHEBEZ e VARELA, 2001) e a coloração avermelhada mais homogênea (DUARTE, 1997) distingue *M. nana* dos demais *Mazama* do clado vermelho. Somente os Planos de Manejo do PN do Iguaçu e do

PE das Lauráceas citam a presença da espécie, mas não informam o método de detecção. Possivelmente, *M. nana* é o cervídeo mais ameaçado da região Neotropical (ABRIL et al., 2010) e um dos menos estudados (VOGLIOTTI, 2008). Os poucos estudos mostram que a espécie parece preferir áreas com vegetação de sub-bosque fechada, com vegetação rasteira de bambu e com alta densidade de vegetação herbácea/arbustiva (EISENBERG e REDFORD, 1999; CHEBEZ e VARELA, 2001; VOGLIOTTI, 2008). *Mazama nana* é encontrada nas formações de Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucárias) e Floresta Estacional Semidecidual (ABRIL et al., 2010), as quais compõem grandes extensões do Paraná, sendo este o estado com maior quantidade de áreas prioritárias para a conservação da espécie (OLIVEIRA et al., 2019).

A identificação de *M. nana* utilizando enzimas de restrição tem sido relatada em áreas de Serra do Mar (DUARTE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2019). A mutação presente em alguns indivíduos da população de *M. bororo* pode inativar o corte da enzima de restrição (GONZÁLEZ et al., 2009), resultando na falsa ocorrência de *M. nana*. Com exceção do PE de Campinhos, essa mutação foi confirmada em indivíduos de *M. bororo* nas populações do PN Saint-Hilaire/Lange, PN Guaricana, PE das Lauráceas, PE Pico do Marumbi e RPPN Salto Morato. Nesse sentido, a identificação errônea de *M. nana* por enzima de restrição foi corrigida para *M. bororo* por sequenciamento genético, sendo a correção também feita para as identificações realizadas na APA Guaratuba e PE Pau Oco (DUARTE et al., 2016) (Figura 1.5). Portanto, recomenda-se realizar as identificações de *M. bororo* e *M. nana* por sequenciamento genético em vez de enzimas de restrição.

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO

A ocorrência de quatro espécies de *Mazama* no Paraná ressalta a importância de áreas protegidas do estado na preservação das espécies mais ameaçadas do Brasil, *M. nana* e *M. bororo* (DUARTE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2019). A ausência de informações de ocorrência de *M. bororo* nos Planos de Manejo avaliados é resultado do emprego de metodologias inadequadas e também dos desafios implícitos em estudo de locais íngremes e de difícil acesso onde a espécie é encontrada. Adicionalmente, as ocorrências duvidosas ou incorretas em 70% dos Planos de Manejo analisados podem comprometer ações de manejo e planos de

conservação eficientes. Vale ressaltar que, assim como para outros métodos, a não detecção por DNA fecal nas áreas amostradas não implica na ausência da espécie, uma vez que vieses na amostragem, pequenas áreas de uso e baixa densidade populacional, podem colaborar para a não detecção.

Tais características não são restritas aos *Mazama*. Outras espécies crípticas, florestais e elusivas, como felinos do gênero *Leopardus*, pequenos roedores e marsupiais, também podem estar sendo afetados por vieses na detecção e falsas ocorrências. Para contornar esse problema, torna-se fundamental a elaboração de Planos de Manejo que empreguem métodos adequados e com eficiências cientificamente comprovadas para cada grupo taxonômico e que tais informações estejam disponíveis para a comunidade. Nesse sentido, maior rigor científico deve ser aplicado nos inventários realizados pelos gestores, de modo a apoiar a gestão local como base de políticas públicas de conservação (PERES et al., submetido). Para isso, esforços de campo devem ser aprimorados pelos pesquisadores no sentido de adquirir amostras biológicas representativas de grandes extensões, a fim de aumentar a quantidade de informações de ocorrência que auxiliem na prospecção de áreas prioritárias para a conservação de espécies crípticas e elusivas, como as do gênero *Mazama*.

REFERÊNCIAS

- ABRIL, V. V.; VOGLIOTTI, A.; VARELA, D. M.; DUARTE, J. M. B.; CARTES, J. L. Brazilian dwarf brocket deer *Mazama nana* (Hensel 1872). In: J. M. B. Duarte; S. González (Orgs.); **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer**. p.160–165, 2010. Jaboticabal: Funep/IUCN.
- ANGELI, T.; OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. Differentiation of deer species of the genus *Mazama* by track morphometry. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 493, n. July 2015, p. 199–203, 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/loi/nnfe20%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1080/01650521.2014.958898%5Cnhttp://%5Cnwww.tandfonline.com/>>.
- AUSTEN, G. E.; BINDEMANN, M.; GRIFFITHS, R. A.; ROBERTS, D. L. Species identification by experts and non-experts: comparing images from field guides. **Scientific Reports**, v. 6, n. August, p. 33634, 2016. Disponível em: <<http://www.nature.com/articles/srep33634>>.
- BOBROWIEC, P. E. D.; LEMES, M. R.; GRIBEL, R. Prey preference of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*, Chiroptera) using molecular analysis. **Journal of Mammalogy**, v. 96, n. 1, p. 54–63, 2015.
- CHEBEZ, J. C.; VARELA, D. Corzuela enana. In: C. M. Dellafiore; N. Maceira (Orgs.); **Los ciervos autóctonos de la Argentina y la acción del hombre**. p.51–56, 2001. Buenos Aires, Argentina: Panca.
- CHETRI, M.; ODDEN, M.; SHARMA, K.; FLAGSTAD, Ø.; WEGGE, P. Estimating snow leopard density using fecal DNA in a large landscape in north-central Nepal. **Global Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2480, 2019. Elsevier Ltd.
- COSTA, E. B. V.; DE OLIVEIRA, M. L.; PERES, P. H. DE F.; et al. Low accuracy of identifying Neotropical deer species by scat morphology. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 52, n. 1, p. 37–42, 2017. Taylor & Francis. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2016.1263418>>.

DODD, L. E.; CHAPMAN, E. G.; HARWOOD, J. D.; LACKI, M. J.; RIESKE, L. K. Identification of prey of *Myotis septentrionalis* using DNA-based techniques. **Journal of Mammalogy**, v. 93, n. 4, p. 1119–1128, 2012.

DUARTE, J. M. B. **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. Jaboticabal: FUNEP, 1997.

DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E. The surprising evolutionary history of South American deer. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 49, n. 1, p. 17–22, 2008. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2008.07.009>>.

DUARTE, J. M. B.; MERINO, M. L. Taxonomia e Evolução. In: J. M. B. Duarte (Org.); **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. p.2–23, 1997. Jaboticabal: FUNEP.

DUARTE, J. M. B.; TALARICO, Â. C.; VOGLIOTTI, A.; et al. Scat detection dogs, DNA and species distribution modelling reveal a diminutive geographical range for the Vulnerable small red brocket deer *Mazama bororo*. **Oryx**, p. 1–9, 2016. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0030605316000405>.

EISENBERG, J. The contemporary Cervidae of Central and South America. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation**. p.189–202, 2000. London: Yale University Press.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. Order Artiodactyla (Even-toed Ungulates). In: 3 (Org.); **Mammals of the Neotropics**. p.332–355, 1999. Chicago: The University of Chicago Press.

ELPHICK, C. S. How you count counts: The importance of methods research in applied ecology. **Journal of Applied Ecology**, v. 45, n. 5, p. 1313–1320, 2008.

GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E.; ORTEGA, J.; et al. Identification of the

endangered small red brocket deer (*Mazama bororo*) using noninvasive genetic techniques (Mammalia; Cervidae). **Molecular Ecology Resources**, v. 9, n. 3, p. 754–758, 2009.

GROTTA-NETO, F.; PERES, P. H. F.; PIOVEZAN, U.; PASSOS, F. C.; DUARTE, J. M. B. Influential factors on gray brocket deer (*Mazama gouazoubira*) activity and movement in the Pantanal, Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 100, n. 2, p. 454–463, 2019.

GROTTA-NETO, F.; PERES, P. H. F.; PIOVEZAN, U.; PASSOS, F. C.; DUARTE, J. M. B. Camera trap feasibility for ecological studies of elusive forest deer. **Wildlife Society Bulletin**, 2020. DOI: 10.1002/wsb.1121.

HEDGES, S.; JOHNSON, A.; AHLERING, M.; TYSON, M.; EGGERT, L. S. Accuracy, precision, and cost-effectiveness of conventional dung density and fecal DNA based survey methods to estimate Asian elephant (*Elephas maximus*) population size and structure. **Biological Conservation**, v. 159, p. 101–108, 2013. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.12.010>>.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná: Dados sobre Unidades de Conservação, 2020. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1211>>. Acesso em: 26/5/2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: Unidades de Conservação, 2020. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros>>. Acesso em: 26/5/2020.

IUCN. The IUCN red list of threatened species. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 26/5/2020.

LEIBOLD, M. A.; HOLYOAK, M.; MOUQUET, N.; et al. The metacommunity concept: A framework for multi-scale community ecology. **Ecology Letters**, v. 7, n. 7, p. 601–

613, 2004.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How Many Species Are There in Brazil? *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 619–624, 2005.

MACE, G. M.; COLLAR, N. J.; GASTON, K. J.; et al. Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. *Conservation Biology*, v. 22, n. 6, p. 1424–1442, 2008.

MCVEY, J. M.; COBB, D. T.; POWELL, R. A.; et al. Diets of sympatric red wolves and coyotes in northeastern North Carolina. *Journal of Mammalogy*, v. 94, n. 5, p. 1141–1148, 2013.

MORIN, D. J.; WAITS, L. P.; MCNITT, D. C.; KELLY, M. J. Efficient single-survey estimation of carnivore density using fecal DNA and spatial capture-recapture: a bobcat case study. *Population Ecology*, v. 60, n. 3, p. 197–209, 2018. Springer Japan. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10144-018-0606-9>>.

MYERS, N.; FONSECA, GUSTAVO A B; MITTERMEIER, R. A; FONSECA, G A B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. February, p. 853–8, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10706275>>.

OLIVEIRA, M. L. **Distribuição e estimativa populacional do veado-mão-curta (*Mazama nana*) utilizando amostragem não invasiva**, 2015. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, M. L.; COUTO, H. T. Z.; DUARTE, J. M. B. Distribution of the elusive and threatened Brazilian dwarf brocket deer refined by non-invasive genetic sampling and distribution modelling. *European Journal of Wildlife Research*, v. 65, n. 21, 2019.

OLIVEIRA, M. L.; PERES, P. H. F.; GATTI, A.; et al. Faecal DNA and camera traps detect an evolutionarily significant unit of the Amazonian brocket deer in the Brazilian Atlantic Forest. *European Journal of Wildlife Research*, v. 66, n. 2, 2020.

OLIVEIRA, M. L.; PERES, P. H. F.; VOGLIOTTI, A.; et al. Phylogenetic signal in the circadian rhythm of morphologically convergent species of Neotropical deer. **Mammalian Biology**, v. 81, n. 3, p. 281–289, 2016. Elsevier GmbH. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2016.01.004>>.

PERES, P. H. DE F. **Uso do espaço pelo veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*; Fisher, 1814): uma comparação entre colares GPS e DNA fecal**, 2015. Universidade de São Paulo.

PERES, P. H. F.; GROTTA-NETO, F.; LUDUVÉRIO, D. J.; OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. Implications of unreliable species detection methods on Neotropical ungulates conservation. **submetido**.

PINDER, L.; LEEUWENBERG, F. Veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814). In: J. M. B. Duarte (Org.); **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. p.59–77, 1997. Jaboticabal: FUNEP.

SHEA, C. P.; PETERSON, J. T.; WISNIEWSKI, J. M.; JOHNSON, N. A. Misidentification of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionidae): contributing factors, management implications, and potential solutions. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 30, n. 2, p. 446–458, 2011.

SILVA, A. R.; OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. Incorporating the sampling effectiveness of detection dogs in the faecal standing crop method. **European Journal of Wildlife Research**, p. 1–5, 2020. European Journal of Wildlife Research.

SMITH, D. A.; RALLS, K.; DAVENPORT, B.; ADAMS, B.; MALDONADO, J. E. Canine assistants for conservationists. **Science**, v. 291, n. 5503, p. 435, 2001.

SOSMA; INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período 2012-2013. Relatório Técnico. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/103045/fundacao-divulga-novos-dados-sobre-situacao->

da-mata-%5Cnatlantica/#sthash.IDeMal9w.dpuf 2015>. Acesso em: 26/5/2020.

SOUZA, J. N.; DE OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. A PCR/RFLP methodology to identify non-Amazonian Brazilian deer species. **Conservation Genetics Resources**, v. 5, n. 3, p. 639–641, 2013.

VOGLIOTTI, A. História natural de *Mazama bororo* (Artiodactyla; Cervidae) através da etnozootologia, monitoramento fotográfico e rádio-telemetria. **Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada)**, p. 99, 2003.

VOGLIOTTI, A. Partição de habitats entre os cervídeos do Parque Nacional do Iguaçu. , p. 69, 2008.

VOGLIOTTI, A.; DUARTE, J. M. B. Small red brocket deer *Mazama bororo* (Duarte 1996). In: J. M. B. Duarte; S. González (Orgs.); **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer**. p.172–176, 2010. Jaboticabal: Funep/IUCN.

CAPÍTULO 2

NICHO ECOLÓGICO DE CERVÍDEOS FLORESTAIS EM SIMPATRIA NA MATA ATLÂNTICA

RESUMO

Espécies filogeneticamente próximas tendem a compartilhar similaridades morfológicas e ecológicas. Tais similaridades as levam à uma grande sobreposição de nicho e, conseqüentemente, maiores chances de competição. Cervídeos do gênero *Mazama* são espécies crípticas que convergiram morfológicamente como consequência da habitação de ambientes florestais semelhantes. A alta semelhança morfológica e o comportamento elusivo dificultam estudos com as espécies em vida livre. Assim, existem muitas questões evolutivas e ecológicas sobre suas relações interespecíficas. O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar o nicho ecológico de cervídeos *Mazama* em simpatria na Mata Atlântica sob três dimensões: espacial, temporal e alimentar. Além disso, foram testadas as hipóteses de I) maior amplitude na dimensão espacial para espécies com maior plasticidade no uso de hábitat, II) espécies do clado vermelho e cinza possuem, respectivamente, padrão de atividade predominantemente noturno e diurno e III) que espécies com maiores amplitudes no uso de hábitat possuem maiores amplitudes na dimensão alimentar. A dimensão espacial foi caracterizada por seis variáveis de hábitat, enquanto a dimensão temporal e alimentar foram avaliadas por armadilhas fotográficas e isótopos estáveis, respectivamente. Entre 2017 e 2019, 145 amostras fecais foram coletadas em seis Unidades de Conservação da Mata Atlântica paranaense. Foram detectadas duas espécies: *M. bororo* e *M. gouazoubira*, que apresentaram diferenças no uso de hábitat e no período de atividade, mas não nos valores isotópicos. A maior amplitude espacial e atividade predominantemente diurna para *M. gouazoubira* corroboraram a primeira e segunda hipóteses, enquanto seu menor nicho isotópico refutou a terceira hipótese. A ocorrência de *M. gouazoubira* em apenas dois parques e a sobreposição alimentar sugerem que as espécies podem estar se confrontando, principalmente considerando a natureza territorialista e seletiva de recursos dos *Mazama* spp. Discussões sobre a autoecologia das espécies e sobre hipóteses de competição são abordadas. Além disso, a diferença na escala de micro-hábitat parece favorecer a coocorrência entre ambas espécies. Nesse sentido, as ameaças impostas na Mata Atlântica, como exploração seletiva de madeira e fragmentação, podem aumentar a homogeneização de hábitat, ameaçando a conservação de populações de espécies distintas. Assim, a convergência morfológica nos *Mazama* teria limites evolutivos e, embora haja grandes semelhanças morfológicas entre eles, as espécies ainda resguardam diferenças ecológicas que as possibilitam coocorrer.

Palavras-chave: Armadilhas fotográficas. Competição. DNA fecal. Isótopos. *Mazama*.

1 INTRODUÇÃO

Espécies filogeneticamente próximas, principalmente quando do mesmo gênero, geralmente compartilham similaridades morfológicas, fisiológicas, comportamentais e ecológicas (DARWIN, 1859; WEBB, 2000; WEBB et al., 2006). Essas espécies possuem características tão similares que as fazem utilizar e ocupar uma gama de recursos e condições semelhantes no ambiente, levando à uma grande sobreposição de nichos (SCHOENER, 1974). Conseqüentemente, espécies congêneres que vivem em uma mesma área tendem a enfrentar competição interespecífica quando os recursos são limitados (DARWIN, 1859; PIANKA, 1994; PUTMAN, 1996; WEBB et al., 2006). Nesse sentido, a hipótese de Complementaridade de Nicho propõe que a alta sobreposição em um componente deve estar associada à baixa sobreposição em, ao menos, um outro componente entre duas espécies, a fim de que ambas possam coexistir (SCHOENER, 1974). A diferenciação em alguns eixos ou dimensões de nicho evita a exclusão competitiva, baseada no princípio de que essas diferenças estabilizam a diversidade e favorecem a coexistência de espécies em um ambiente em decorrência da diferença de seus nichos realizados (BEGON et al., 2006; LEVINE e HILLERISLAMBERS, 2009). Assim, a coexistência de espécies ecologicamente similares pode ser facilitada por meio da partição em alguma dimensão de nicho.

As caracterizações e partições de nicho são, tradicionalmente, avaliadas em três principais dimensões: espacial, temporal e alimentar (SCHOENER, 1974; PIANKA, 1994). As diferenças atreladas à dimensão espacial estão, muitas vezes, associadas ao uso e seleção de hábitat. Em alguns casos, o uso de hábitat entre espécies é tão semelhante que a diferença pode ser observada à nível de seleção de micro-hábitat (GOULART et al., 2009). A sobreposição na dimensão espacial pode ser compensada pela sobreposição reduzida em uma outra dimensão, como a temporal (MACARTHUR e LEVINS, 1967; SCHOENER, 1974; KRONFELD-SCHOR et al., 2001; KRONFELD-SCHOR e DAYAN, 2003; LUCHERINI et al., 2009). Esta dimensão é descrita pelo padrão de atividade, que é representado pela distribuição da atividade no período de 24 horas, sendo os padrões de atividade resultados de interações evolutivas entre forças ecológicas ou restrições filogenéticas (CAROTHERS e JAKSIĆ, 1984; KRONFELD-SCHOR e DAYAN, 2003; ROLL et al., 2006; WASSERBERG et al., 2006; DI-BITETTI et al., 2008; GOULART et al., 2009;

DI BITETTI et al. 2010; OLIVEIRA et al., 2016). Por fim, a coocorrência de espécies que possuem alta sobreposição em outras dimensões de nichos pode ser favorecida pela partição alimentar. Características distintas das espécies, como a locomoção e o uso diferencial de hábitat ou micro-hábitat, pode resultar em baixa sobreposição de recursos alimentares (GALETTI et al., 2016). Assim, espécies que compartilham o mesmo hábitat e sobrepõem o período de atividade podem coexistir quando particionam o uso de recursos.

Similaridades ecológicas podem ser encontradas entre as espécies de cervídeos do gênero *Mazama*. Esses cervídeos são um grupo de ruminantes com distribuição do sul do México ao centro da Argentina, onde ocorrem em uma variedade de hábitats incluindo florestas tropicais de planícies e savanas (DUARTE e MERINO, 1997; EISENBERG e REDFORD, 1999). Semelhanças morfológicas muito grandes são encontradas entre essas espécies, as quais sofreram um processo evolutivo de convergência morfológica (DUARTE et al., 2008). Análises filogenéticas revelaram que os *Mazama* compreendem um grupo polifilético que se divide em dois clados, vermelho e cinza (DUARTE et al., 2008). Espécies do primeiro clado, como o veado-mateiro (*M. americana*), veado-mão-curta (*M. nana*) e veado-mateiro-pequeno (*M. bororo*), estão relacionadas com ambientes florestais maduros (BODMER, 1997; VOGLIOTTI, 2003, 2008). Por exemplo, a probabilidade de ocupação de *M. americana* foi melhor descrita pela maior densidade de árvores com diâmetro na altura do peito maior que 50 cm e mais distante da borda florestal (FERREGUETTI et al., 2015), enquanto as áreas de uso de *M. bororo* são cobertas por vegetação nativa em bom estado de conservação (VOGLIOTTI, 2003). Por outro lado, espécies do clado cinza, como o veado-catingueiro (*M. gouazoubira*) e o veado-roxo (*M. nemorivaga*), estão associadas à ambientes vegetacionais mais abertos, como campos e savanas, e ambientes florestais degradados e antropizados (EISENBERG e REDFORD, 1999; RIVERO et al., 2005; DUARTE et al., 2008; RODRIGUES et al., 2017).

Recentemente, foi observado que o ritmo circadiano das espécies deste gênero possui restrição filogenética, com atividades predominantemente noturna e diurna para as espécies do clado vermelho e cinza, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2016). A dieta deste grupo é composta basicamente por folhas, ramos e frutos (BODMER, 1990, 1991; PINDER, 1997; ANTUNES, 2012), embora o conhecimento refinado para cada espécie seja bastante escasso. Adicionalmente, existem dúvidas

sobre como a partição de hábitat ocorre entre as diferentes espécies de *Mazama* e se a atual distribuição é influenciada por uma eventual competição (OLIVEIRA et al., 2019). Para elucidar isso, mais estudos de uso de hábitat, padrão de atividade e dieta dos *Mazama* sob condições de simpatria e alopatria são necessários para obter conclusões consistentes sobre os padrões ecológicos dessas espécies (FERREGUETTI et al., 2015). Dessa forma, os *Mazama* representam um bom modelo de estudos para compreender os mecanismos pelos quais espécies filogeneticamente próximas, morfologicamente similares e ecologicamente parecidas possam coocorrer.

A meta deste trabalho foi caracterizar o nicho ecológico de cervídeos *Mazama* em simpatria na Mata Atlântica sob três dimensões: espacial, temporal e alimentar. Os objetivos específicos foram 1) comparar o uso de hábitat entre as espécies (dimensão espacial), 2) verificar se há diferenças no padrão de atividade (dimensão temporal) e 3) determinar se há diferença na dieta (dimensão alimentar). Primeiramente, foi esperado que as espécies tenham diferenças expressivas em ao menos uma das 3 dimensões do nicho aqui estudadas. Diante disso, foram testadas três hipóteses. Considerando que *M. gouazoubira* possui maior plasticidade no uso de habitat (PINDER, 1997; PINDER e LEEUWENBERG, 1997; FERREGUETTI et al., 2015) do que *M. bororo*, I) foi esperado que *M. gouazoubira* possua maior amplitude de nicho na dimensão espacial, usando uma diversidade maior de ambientes, enquanto *M. bororo* seja mais restrito à ambiente florestais maduros. Em segundo, considerando o sinal filogenético do padrão de atividade (OLIVEIRA et al., 2016), II) espécies do clado cinza e vermelho possuem, respectivamente, atividade predominantemente diurna e noturna. Por fim, considerando que a amplitude na dimensão espacial tende a ser correlacionada com a variação da dieta, III) *M. gouazoubira* apresenta maior amplitude de nicho na dimensão alimentar, usando uma diversidade maior de recursos alimentares.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

A área de amostragem está situada na região com maior probabilidade de simpatria entre as espécies do gênero *Mazama*, podendo abranger até quatro das cinco espécies encontradas no Brasil: *M. gouazoubira*, *M. bororo*, *M. nana* e *M. americana* (Figura 2.1). Assim, seis Unidades de Conservação foram amostradas: Parque Nacional (PN) Saint-Hilaire/Lange, PN Guaricana, Parque Estadual (PE) de Campinhos, PE das Lauráceas, PE Pico do Marumbi e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Salto Morato (Figura 2.2; Tabela 2.1). Os parques estão localizados dentro ou próximos das Áreas de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba e de Guaratuba, pertencentes à maior extensão contínua de Mata Atlântica do Brasil, bioma considerado *hotspot* de biodiversidade (MYERS et al., 2000). As duas fitofisionomias principais de Mata Atlântica na área de estudo são representadas pelas formações Floresta Ombrófila Densa, que se estende desde a região costeira do Brasil até as terras altas da Serra do Mar, e Floresta Ombrófila Mista, conhecida também como Mata de Araucária (SOSMA e INPE, 2014).

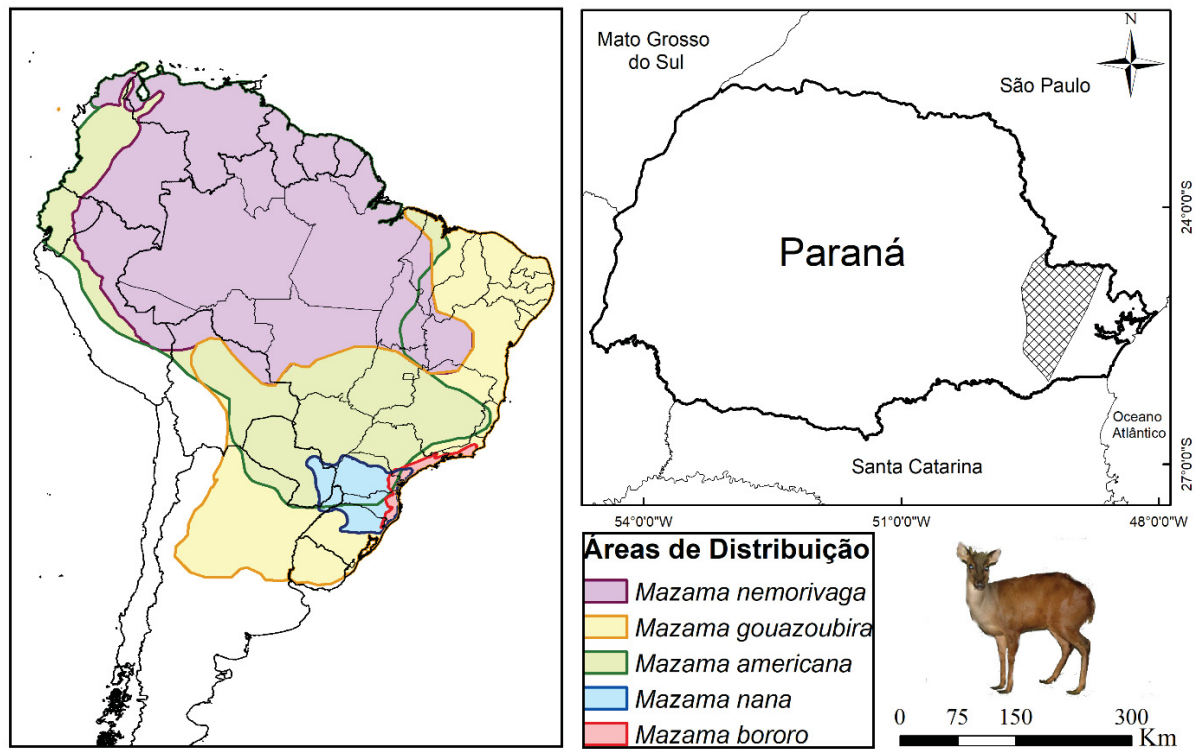


FIGURA 2.1 - Áreas de distribuição (IUCN, 2020) das cinco espécies de cervídeos do gênero *Mazama* encontradas no Brasil. Ao lado, destaque para o estado do Paraná, onde abriga a região com maior probabilidade de simpatria de quatro das cinco espécies (área hachurada).

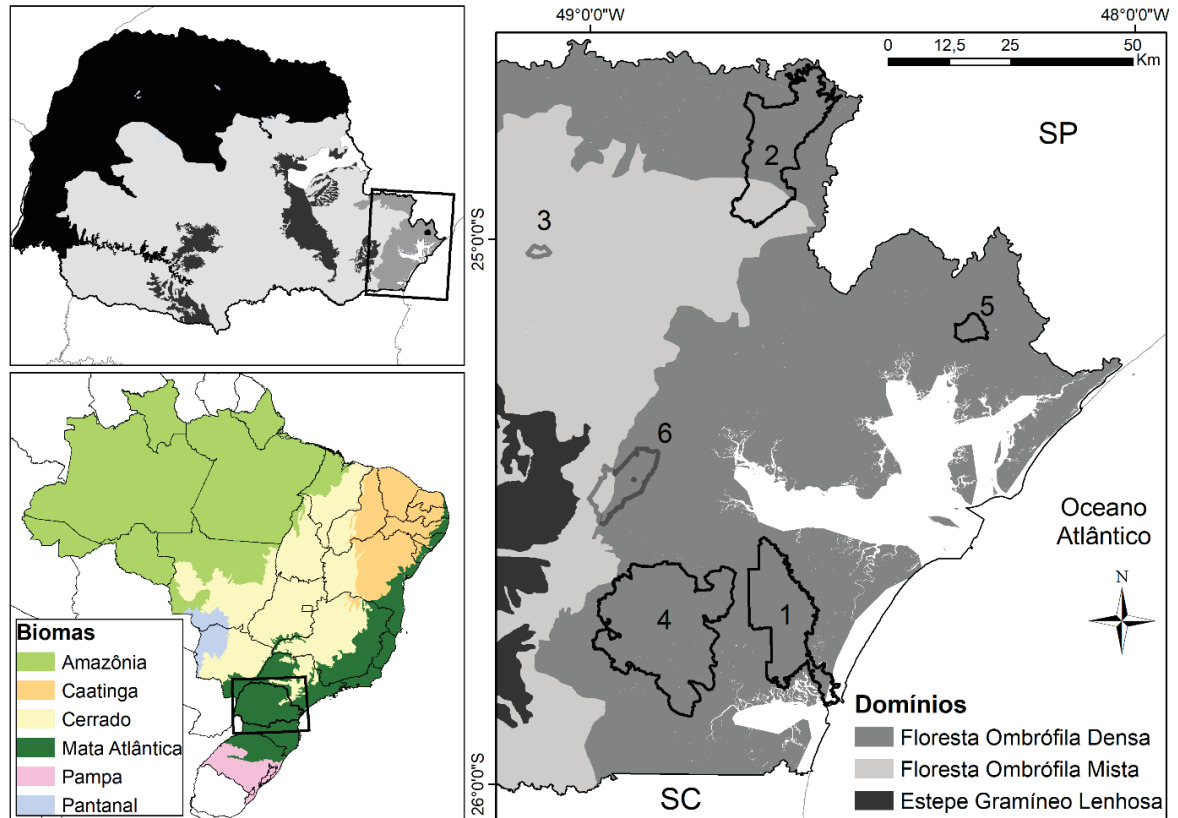


FIGURA 2.2 – Biomas brasileiros e formações de Mata Atlântica em Unidades de Conservação, onde foram coletadas amostras fecais de espécies de cervídeos *Mazama* com auxílio de cães farejadores no período de 2017 à 2019. Os números correspondem às áreas de estudos detalhadas na tabela 2.1.

TABELA 2.1 – Unidades de Conservação do Paraná com suas respectivas características e números de localizações no mapa (Figura 2.2), onde foram coletadas fezes de cervídeos *Mazama* para o estudo de nicho ecológico. PN = Parque Nacional, PE = Parque Estadual e RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Unidade de Conservação	Tamanho (ha)	Formação Florestal	Município
1 - PN Saint-Hilaire/Lange	24.352	Ombrófila densa	Matinhos
2 - PE das Lauráceas	30.001	Ombrófila densa	Adrianópolis/Tunas do Paraná
3 - PE de Campinhos	581	Ombrófila mista	Tunas do Paraná
4 - PN Guaricana	49.283	Ombrófila densa	Morretes/Guaratuba
5 - RPPN Salto Morato	819	Ombrófila densa	Guaraqueçaba
6 - PE Pico do Marumbi	8.881	Ombrófila densa/mista	Piraquara

2.2 COLETA DE AMOSTRAS

O levantamento das espécies de cervídeos foi realizado por meio de identificação molecular do DNA contido nas fezes, sendo atualmente a metodologia disponível mais confiável (COSTA et al., 2017). No entanto, as fezes de cervídeos são inconspícuas e confundem-se com a serrapilheira, sendo um grande desafio para humanos encontrá-las em campo por meio da visualização (OLIVEIRA et al., 2012). Nesse sentido, este trabalho contou com o auxílio de cães farejadores (Figura 2.3) devidamente treinados para encontrar fezes de cervídeos brasileiros, uma metodologia bastante confiável no levantamento dos cervídeos florestais (DUARTE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2019, 2020). A busca de amostras fecais foi feita percorrendo trajetos distribuídos a fim de abranger a maior extensão possível dentro das áreas, de modo a evitar a dependência dos pontos e a abranger a maior variedade possível de fitofisionomias. Dessa forma, o esforço mínimo de coleta de cinco amostras fecais ou sete dias de busca foi aplicado em cada reserva, de modo que o esforço máximo foi de acordo com a logística de acesso e possibilidade de abranger a maior heterogeneidade fitofisionômica e extensão geográfica possível de cada Unidade de Conservação.



C4



Nicks



Thunder

FIGURA 2.3 – Cães farejadores utilizados nesta tese para as coletas de amostras fecais de cervídeos brasileiros em campo.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DE NICHOS

2.3.1 Dimensão espacial

A dimensão espacial foi descrita pelo uso de hábitat. Cada amostra fecal encontrada foi considerada uma unidade amostral e um indicativo da presença da espécie com seu respectivo uso de hábitat. Para sua caracterização, foram medidas em cada ponto de coleta seis características do hábitat: 1) densidade horizontal de cobertura vegetal (%), 2) cobertura de dossel (%), 3) declividade (°), 4) altura de dossel (m), 5) altitude (m) e 6) densidade basal ($m^2/há$), sendo os critérios para a escolha dessas variáveis baseadas no conhecimento empírico e científico do grupo biológico (VOGLIOTTI, 2008; DUARTE e GONZÁLEZ, 2010). As variáveis escolhidas permitem caracterizar ambientes florestais dentro de um gradiente de estágio de sucessão ecológica e degradação, revelando a heterogeneidade fitofisionômica do uso de hábitat. Desse modo, florestas em estágios mais avançados de sucessão tendem a possuir maiores valores de densidade basal, cobertura e altura de dossel. A densidade horizontal de vegetação representa os estratos herbáceos e arbustivos do ambiente, de modo que áreas mais degradadas (florestas secundárias) e com dossel mais aberto tendem a possuir maior densidade horizontal de vegetação. A declividade foi utilizada pelo conhecido uso de terrenos íngremes por espécies de *Mazama*, principalmente considerando o relevo montanhoso do local de estudo (Serra do Mar). Por fim, a altitude foi medida em caráter exploratório como variável representante de fatores bióticos e abióticos que possam estar atrelados à sua variação, como tipo de vegetação e microclima.

2.3.1.1 Densidade horizontal de cobertura vegetal

A densidade horizontal de vegetação foi estimada por meio de fotografias paralelas ao solo, utilizando uma câmera fotográfica (Sony® Cybershot 16mp) posicionada 50 cm acima da amostra fecal encontrada. Essa altura foi baseada no tamanho médio dos *Mazama* brasileiros. Como plano de contraste, um pano de coloração alaranjada de dimensões 2 x 1,5m foi fixado nos quatro pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste) distantes cinco metros da câmera fotográfica (Figura

2.4A). Desse modo, quatro fotografias configuradas em modo automático e aproximação óptica de 5.2x foram tomadas para cada ponto amostral.

A densidade de vegetação horizontal foi estimada pelo software ImageJ (RASBAND, 2012). As fotografias foram transformadas em modo binário de cor baseado na sobreposição de vegetação com o anteparo de fundo alaranjado (Figura 2.4B). Assim, para cada ponto amostral, foi gerado um índice que varia de 0 (ausência total de vegetação) à 1 (cobertura total de vegetação), estimado pela média das quatro fotografias.



FIGURA 2.4 – Caracterização em campo da densidade horizontal de vegetação para cada ponto de amostra fecal de cervídeo encontrada (A). Após os registros, cada fotografia teve suas cores transformadas em modo binário para a estimativa da densidade de vegetação (B).

2.3.1.2 Densidade vertical de cobertura vegetal (cobertura de dossel)

A densidade vertical de cobertura vegetal, ou cobertura de dossel, foi aferida de forma semelhante à cobertura horizontal. Para cada amostra fecal, cinco registros fotográficos do dossel foram feitos a 50cm do solo, sendo uma acima das fezes e quatro nos pontos cardeais distantes cinco metros da amostra (Figura 2.5A). Todas as fotografias foram configuradas em modo automático e sem aproximação óptica.

A cobertura de dossel foi estimada de forma semelhante à densidade horizontal pelo software ImageJ (RASBAND, 2012), onde a imagem foi transformada

em modo binário de acordo com a cor clara do céu que serviu de anteparo às copas das árvores (Figura 2.5B). Dessa forma, a cobertura de dossel foi baseada na média de coloração escura que representou a vegetação nas cinco fotografias, estimada por um índice que varia de 0 (cobertura ausente) à 1 (cobertura total).

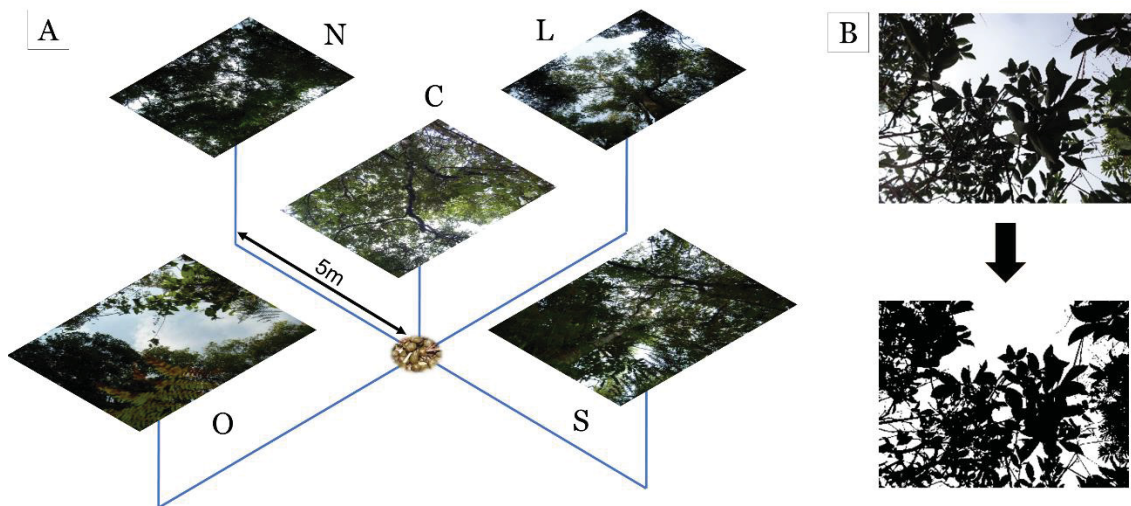


FIGURA 2.5 - Exemplo de delineamento em campo das tomadas de registros fotográficos para a estimativa da cobertura de dossel em cada ponto (C - Centro, N - Norte, L - Leste, S - Sul e O - Oeste) de amostra fecal de cervídeo encontrada (A). Após a tomada dos registros, as fotografias foram transformadas em modo binário pelo programa Image J (B).

2.3.1.3 Declividade

A declividade do terreno foi medida com base nos dois pontos cardeais distantes 5 m da amostra fecal com maior declividade. No ponto mais alto, foi posicionada uma estaca com marcação na altura dos olhos do observador situado no ponto mais baixo, onde a declividade foi aferida (em graus) com o auxílio de um clinômetro óptico Haglof® (Figura 2.6).

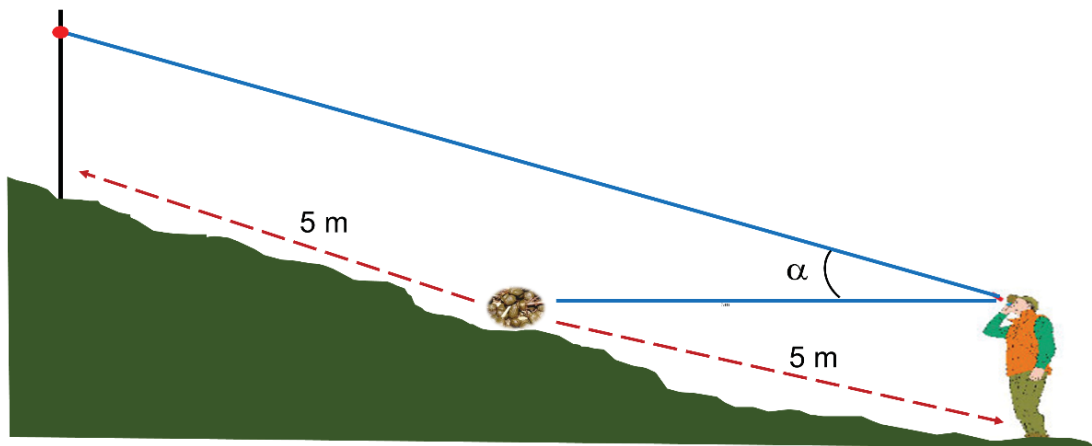


FIGURA 2.6 – Exemplo de tomada de dados para a estimativa de declividade (α , em graus) do terreno para cada amostra fecal encontrada.

2.3.1.4 Altura de dossel

A altura do dossel foi tomada tendo como referência a árvore mais próxima da amostra fecal que representasse a altura média de dossel. Um observador, distante cinco metros da árvore, mediu os ângulos ascendente e descendente com base, respectivamente, na copa da árvore e no contato do tronco com o solo (Figura 2.7). Assim, a altura de dossel foi medida conforme a equação: $AD = D \times \text{TAN} \times ((\alpha \times \pi) / 180) + D \times \text{TAN} \times ((\beta \times \pi) / 180)$, onde AD = altura de dossel, D = distância do observador à árvore, TAN = tangente, α = ângulo ascendente, $\pi = 3,14$ e β = ângulo descendente (VOGLIOTTI, 2008).

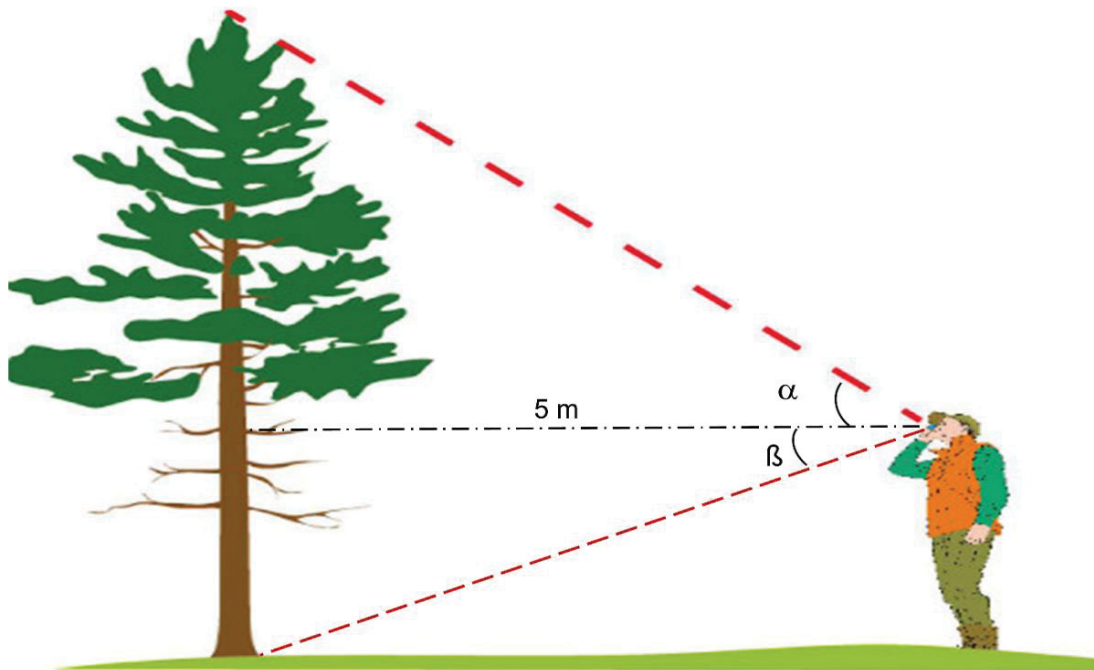


FIGURA 2.7 - Método de medição dos ângulos de acordo com o ponto mais alto da copa da árvore (α) e sua inserção no solo (β) para a estimativa de altura de dossel.

2.3.1.5 Altitude

A altitude (em metros) de cada amostra fecal em relação ao nível do mar foi tomada com o uso de GPS Garmin 60 CSx.

2.3.1.6 Densidade basal

A densidade basal por hectare foi estimada de acordo com a numeração angular de Bitterlich (SILVA e PAULA-NETO, 1979). Este método consiste em uma estimativa básica por meio de uma contagem simples de estratos arbóreos maiores e iguais ao diâmetro de 2 cm, o qual foi fixado na extremidade de uma haste de 1 metro de comprimento (Figura 2.8A). No local da amostra fecal encontrada o observador contabilizou, com um giro de 360° , os troncos maiores e iguais à abertura da ponta da haste até o máximo alcance visual (Figura 2.8B). As árvores maiores e iguais à abertura de 2 cm equivalem à 1 e 0,5, respectivamente, sendo o resultado final da soma (N) multiplicado por uma constante K que, neste caso, equivale a 1, e a densidade final (G) foi gerada em m^2/ha ($G = N \times K$).

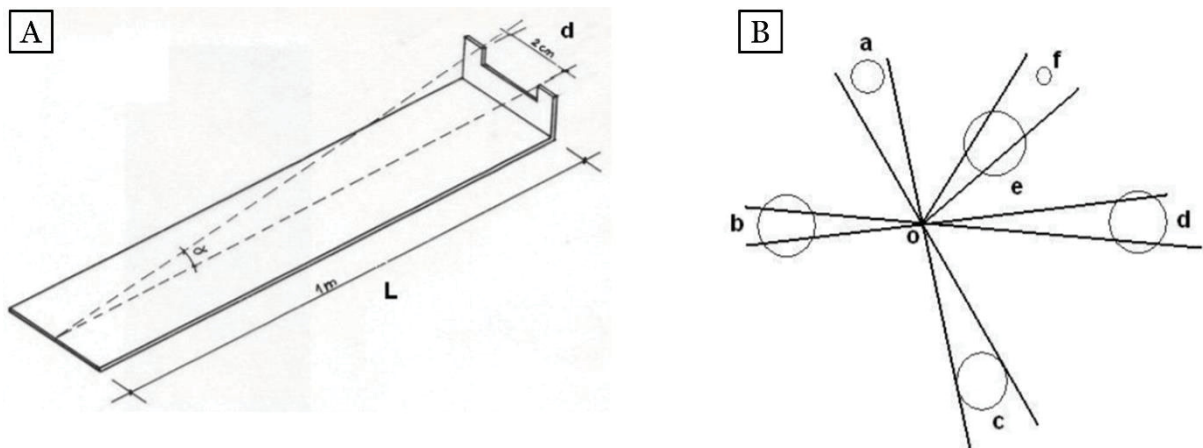


FIGURA 2.8 – Régua de Bitterlich (A) utilizada na contagem de árvores com troncos iguais (exemplo *c*) e maiores (exemplos *b*, *d* e *e*) que a abertura da régua após um giro de 360° (B) acima do ponto de coleta da amostra fecal. Fonte: SILVA e PAULA-NETO (1979).

2.3.2 Dimensão temporal

A dimensão temporal foi caracterizada com base no padrão de atividade, o qual foi estimado pela frequência de registros fotográficos das espécies ao longo das 24 horas do dia durante o período de agosto de 2019 à janeiro de 2020. Para isso, 29 armadilhas fotográficas foram dispostas em quatro Unidades de Conservação, sendo 12 no PE das Lauráceas, 3 no PE de Campinhos, 4 no PE Pico do Marumbi e 10 na RPPN Salto Morato. A escolha das reservas e a quantidade de armadilhas fotográficas disposta em cada área foram baseadas na composição de diferentes espécies e na logística para instalação, manutenção e segurança dos equipamentos. As armadilhas fotográficas foram posicionadas em árvores, à uma altura de aproximadamente 30cm do solo (Figura 2.9), em diferentes tipos de ambientes (fitofisionomias) e distantes 500 m entre si. Além disso, as coletas de amostras fecais foram tomadas como referências para aumentar o sucesso de registros e abranger todas as espécies.



FIGURA 2.9 – Colocação de armadilhas fotográficas em campo para a estimativa do padrão de atividade das espécies de cervídeos do gênero *Mazama*.

2.3.3 Dimensão alimentar

A dimensão alimentar foi caracterizada por meio da concentração de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio contidos nas fezes dos animais. Quarenta e sete amostras fecais frescas, sendo 32 de *M. bororo* e 15 de *M. gouazoubira*, provenientes às seis Unidades de Conservação, foram destinadas à análise de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio pelo Centro de Isótopos Estáveis da Universidade Estadual Paulista de Botucatu (IB/UNESP).

As amostras fecais foram secas em estufas e pesadas, em aproximadamente, entre 0,5 e 0,1 mg em cápsulas de estanho para análise da razão isotópica de $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ e $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, respectivamente. Posteriormente, as cápsulas foram inseridas em um sistema de espectrometria de massa de razão isotópica por fluxo contínuo CF-IRMS, utilizando um IRMS (Delta V, Thermo Scientific) acoplado a um analisador elementar – EA (Flash 2000, Thermo Scientific) por meio de uma interface de gases (ConFlo IV, Thermo Scientific). Os valores isotópicos de carbono e nitrogênio foram expressos em notação delta ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) em partes por mil (‰) em relação à razão isotópica (δ -value) com o padrão $\text{N}_{2\text{-air}}$ para $\delta^{15}\text{N}$ (equação 1) e VPDB para $\delta^{13}\text{C}$ (equação 2) (COPLIN, 2011).

$$\delta^{15}\text{N} = \left[\frac{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{amostra}}}{(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})_{\text{Ar}}} - 1 \right] \quad (1)$$

$$\delta^{13}\text{C} = \left[\frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{amostra}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{VPDB}}} - 1 \right] \quad (2)$$

A incerteza da medida foi estimada em $\pm 0,15\%$ e $\pm 0,20\%$ para $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ respectivamente. Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ foram normalizados a partir dos padrões IAEA-N-1 e NBS-22, respectivamente.

2.4 IDENTIFICAÇÃO ESPECÍFICA

As análises genéticas de identificação das espécies ocorreram no laboratório de genética molecular do Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Jaboticabal, São Paulo. A extração do DNA fecal foi realizada utilizando o kit de extração QIAamp Fast DNA Stool Mini Kit QIAGEN®. Um fragmento de 224 pb do gene mitocondrial citocromo b foi amplificado por meio da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), com iniciadores capazes de amplificar amostras de todas as espécies de cervídeos. Após a confirmação da amplificação, os produtos foram submetidos à hidrólise com as enzimas de restrição Sspl, AFLIII e BstN, as quais promovem o corte específico para cada espécie de cervídeos não-amazônicos (GONZÁLEZ et al., 2009; SOUZA et al., 2013, Figura 2.10). Posteriormente, o produto da digestão enzimática foi aplicado em gel de agarose e submetido novamente à eletroforese, sendo a identificação da espécie feita por meio comparação dos tamanhos de bandas (Figura 2.10). Adicionalmente, considerando a probabilidade de mutação entre as bases nitrogenadas A e G para 0,9% das amostras de *M. bororo*, o que resulta na não digestão do fragmento pela enzima BstN (GONZÁLEZ et al., 2009), todas as amostras inicialmente identificadas em *M. nana* por enzimas de restrição foram enviadas para sequenciamento genético no Centro de Recursos Biológicos e Biologia Genômica (CREBIO) da UNESP de Jaboticabal.

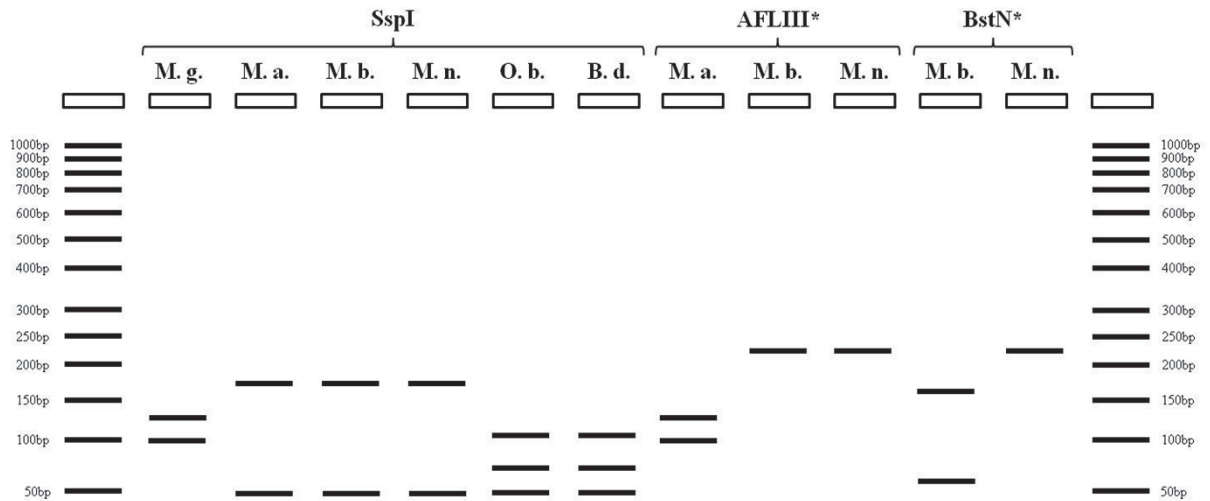


FIGURA 2.10 - Ilustração do gel de eletroforese com o mecanismo de ação da digestão (corte) de fragmentos genéticos extraídos e amplificados de amostras fecais de cervídeos brasileiros não-amazônicos (M. g. = *M. gouazoubira*, M. a. = *M. americana*, M. b. = *M. bororo* e M. n. = *M. nana*, O. b. = *Ozotoceros bezoarticus* e B. d. = *Blastocercus dichotomus*) por enzimas de restrição (*SspI*, *AFLIII** e *BstN**) – adaptado de SOUZA et al., 2009.

2.5 ANÁLISE DE DADOS

2.5.1 Dimensão espacial

Cada amostra fecal foi considerada uma unidade amostral independente, representando um indivíduo com um conjunto de variáveis ambientais que indica o uso de habitat para a espécie correspondente. Para testar a diferença de uso de habitat entre as espécies, foi utilizada uma análise multivariada de permutação de variância (Permanova) com 9999 permutações entre as seis variáveis espaciais. Posteriormente, foram estimadas, para cada variável, as amplitudes de nicho de Levins (Δ) e a sobreposição de nicho (O) de Pianka (PIANKA, 1973) para cada variável, que pode variar de 0 (partição total) à 1 (sobreposição total). A comparação de amplitude de nicho foi ilustrada com *raincloud plots* (ALLEN et al., 2018), os quais facilitam a comparação da dispersão dos dados. As análises foram feitas utilizando os pacotes *vegan* (OKSANEN et al., 2019) e *EcoSimR* (GOTELLI et al., 2015) do programa R versão 3.6.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019).

2.5.2 Dimensão temporal

A hipótese de diferença nos padrões de atividade foi avaliada com o teste não-paramétrico para dados circulares de Mardia-Watson-Wheeler (BATSCHELET, 1981). A atividade circadiana foi descrita por meio da análise de densidade Kernel para dados circulares (RIDOUT e LINKIE, 2009; OLIVEIRA-SANTOS et al., 2013). A função kernel circular é um modelo não-paramétrico que estima a amplitude da atividade com base na série temporal de registros fotográficos, sendo possível identificar estatisticamente os picos de atividade. O parâmetro de smoothing (k) foi selecionado com base na análise gráfica, como o menor valor de k que alcançou a estabilização da curva de amplitude de atividade com *isopleths* de 0,5 e 0,95. Posteriormente, foi realizada uma análise de sobreposição das atividades das espécies (λ) que varia de 0 (partição total) à 1 (sobreposição total). Para assegurar a independência dos registros fotográficos, foram excluídas as fotos tiradas para a mesma espécie com intervalos menores de 60 minutos em um mesmo ponto de amostragem. Todas as análises da atividade foram realizadas por meio do pacote *circular* (AGOSTINELLI e LUND, 2017) do programa R versão 3.6.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019).

2.5.3 Dimensão alimentar

As diferenças de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio entre as espécies foram testadas com análise de variância multivariada (MANOVA). Para isso, as premissas de normalidade e homocedasticidade dos dados foram avaliadas e validadas, respectivamente, com os testes de Shapiro-Wilk e Levene. Posteriormente, foi calculada a amplitude isotópica com uma análise de Densidade de Utilização Kernel – KUD (ECKRICH et al., 2019) e estimada a sobreposição do nicho isotópico, a qual também varia de 0 (partição total) à 1 (sobreposição total). As estimativas do KUD não possuem premissas e são menos sensíveis aos valores discrepantes, enquanto ainda consideram pontos extremos como parte da distribuição geral (SEAMAN et al., 1999). Além disso, uma quantidade mínima de 15 amostras é o suficiente para se obter estimativas não enviesadas (ECKRICH et al., 2019). Devido à proximidade filogenética e ausência de dados para as duas espécies, os fatores de fracionamento foram desconsiderados nas análises por

considerar valores semelhantes para ambas espécies, o que não interfere nas análises comparativas. As análises também foram realizadas pelo programa R versão 3.6.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019), sendo utilizados os pacotes *mvnormtest* (JAREK, 2012) para a análises de MANOVA e *r-KIN* (ECKRICH et al., 2019) para calcular o tamanho e a sobreposição de nichos isotópicos.

3 RESULTADOS

Cento e quarenta e cinco amostras fecais foram coletadas e identificadas entre setembro de 2018 e julho de 2019. Do total de amostras coletadas, 142 amostras tiveram sua identificação taxonômica ao nível de espécie, representando um sucesso de mais de 98% de identificação molecular. A identificação em laboratório detectou duas espécies: *M. bororo* e *M. gouazoubira*, sendo a coocorrência constatada em dois parques (Lauráceas e Campinhos), enquanto nos demais só *M. bororo* foi encontrada (Tabela 2.2). Adicionalmente, 235 registros fotográficos independentes foram feitos para as duas espécies, sendo 122 para *M. bororo* e 113 para *M. gouazoubira*. Por fim, os isótopos estáveis de carbono e nitrogênio foram estimados para 47 amostras fecais, sendo 32 de *M. bororo* e 15 de *M. gouazoubira*.

TABELA 2.2 – Esforço amostral (metros percorridos), número de fezes coletas (n), espécies identificadas e amostras não identificadas em laboratório (NI) de cervídeos *Mazama gouazoubira* e *Mazama bororo* em Unidades de Conservação da Mata Atlântica. PN = Parque Nacional, PE = Parque Estadual e RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Unidades de Conservação	Esforço amostral (m)	n	<i>Mazama gouazoubira</i>	<i>Mazama bororo</i>	NI
PN Saint-Hilaire/Lange	26.470	18	0	17	01
PE das Lauráceas	9.780	55	27	27	01
PE de Campinhos	6.990	17	13	04	--
PE Pico do Marumbi	4.210	05	0	05	--
PN Guaricana	11.270	13	0	13	--
RPPN Salto Morato	11.300	37	0	36	01
TOTAL	70.020	145	40	102	03

A análise de Permanova mostrou que o uso de hábitat foi distinto entre as espécies ($F_{140,1} = 18.6$; $R^2 = 0.12$; $P < 0.001$). Adicionalmente, foram encontrados valores maiores para *M. bororo* em relação à *M. gouazoubira* para as variáveis densidade basal ($15,2 \pm 5,7$ m²/ha e $9,7 \pm 9,9$ m²/ha, respectivamente), altura de dossel ($12,5 \pm 4$ m e $8,7 \pm 6,4$ m, respectivamente), cobertura de dossel ($79,3 \pm 11,2\%$ e $64,2 \pm 18\%$, respectivamente) e declividade ($8,8 \pm 7^\circ$ e $6,8 \pm 4,8^\circ$, respectivamente). Por outro lado, *M. bororo* apresentou menores valores em relação à *M. gouazoubira* para densidade horizontal de vegetação ($66,2 \pm 11\%$ e $70,2 \pm 22,4$, respectivamente) e altitude (426 ± 410 m e 879 ± 32 m, respectivamente). Em resumo, *M. gouazoubira* apresentou maiores amplitudes de nicho para a maioria das variáveis, como densidade basal, densidade horizontal de vegetação, altura e cobertura de dossel, com maior sobreposição de nicho para declividade e menor sobreposição para densidade horizontal de vegetação (Tabela 2.3, Figura 2.11).

TABELA 2.3 – Amplitudes de nicho de Levins e índices de sobreposição de nicho de Pianka de seis variáveis de hábitat para *Mazama bororo* e *M. gouazoubira* em simpatria na Mata Atlântica.

Variáveis	Amplitude de nicho de Levins		Sobreposição de nicho de Pianka (O)
	<i>Mazama bororo</i>	<i>Mazama gouazoubira</i>	
Densidade basal	5,5	8,9	0,48
Altura de dossel	5,9	6,2	0,52
Cobertura de dossel	2,6	6,9	0,77
Densidade horizontal de vegetação	5,6	8	0,47
Declividade	10,3	6,6	0,96
Altitude	3,3	1,7	0,55

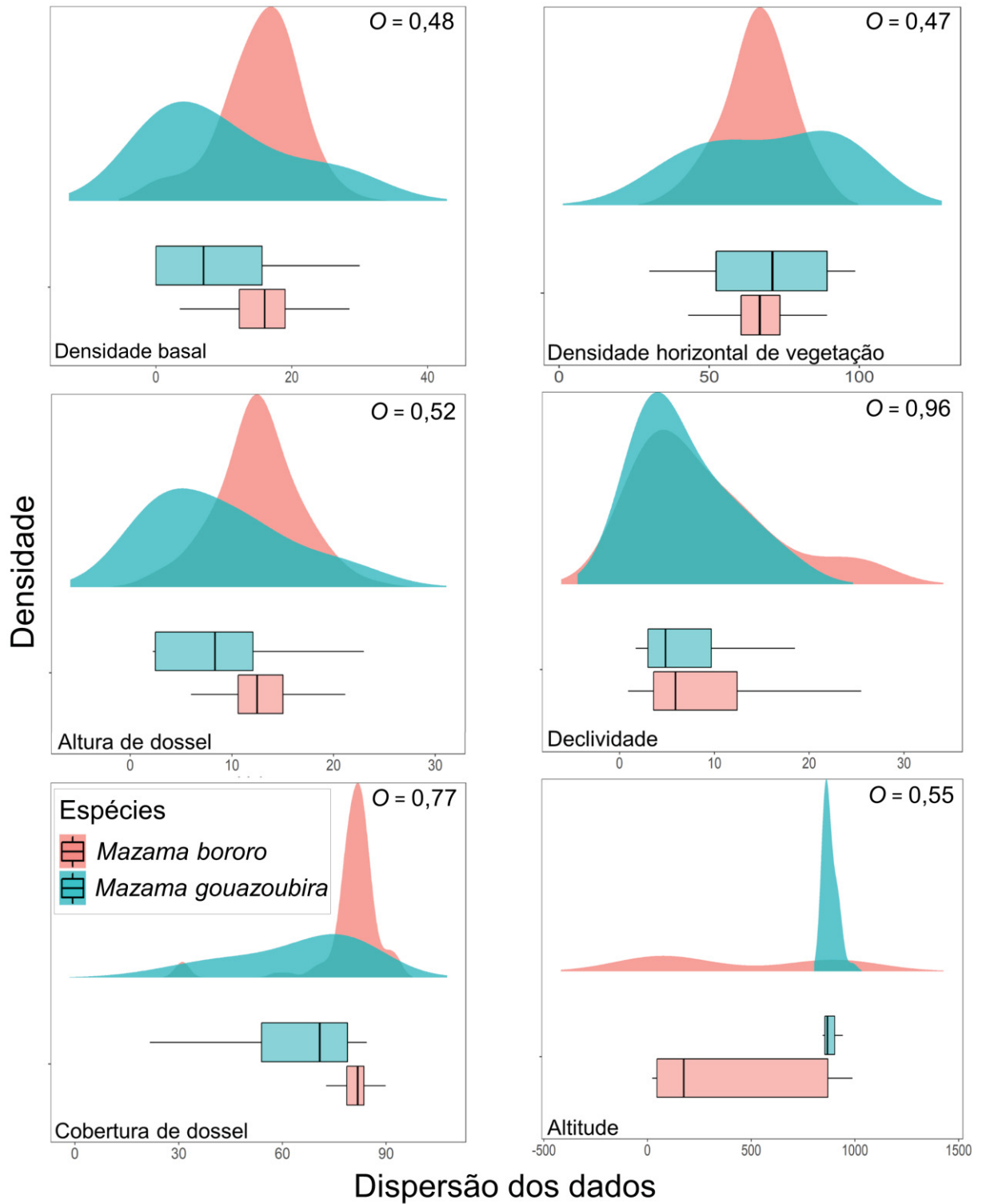


FIGURA 2.11 – Distribuições das densidades e *boxplots* para seis variáveis do uso de hábitat com as respectivas sobreposições de nicho de Pianka (O, canto superior direito) de duas espécies de cervídeos do gênero *Mazama*: *M. bororo* e *M. gouazoubira*.

Os resultados relacionados à dimensão temporal mostram um esforço total de 4.052 armadilhas/dia, sendo observados dois picos diurnos de atividade para *M. gouazoubira* e uma atividade predominantemente noturna para *M. bororo*, com 50% de atividade concentrada entre às 18 e 23 horas (Figura 2.11A). Assim, foram encontradas diferenças significativas ($W = 84,4$; $P < 0.001$) e uma baixa sobreposição ($\Delta = 0,46$) dos padrões de atividade entre essas duas espécies (Figura 2.12B).

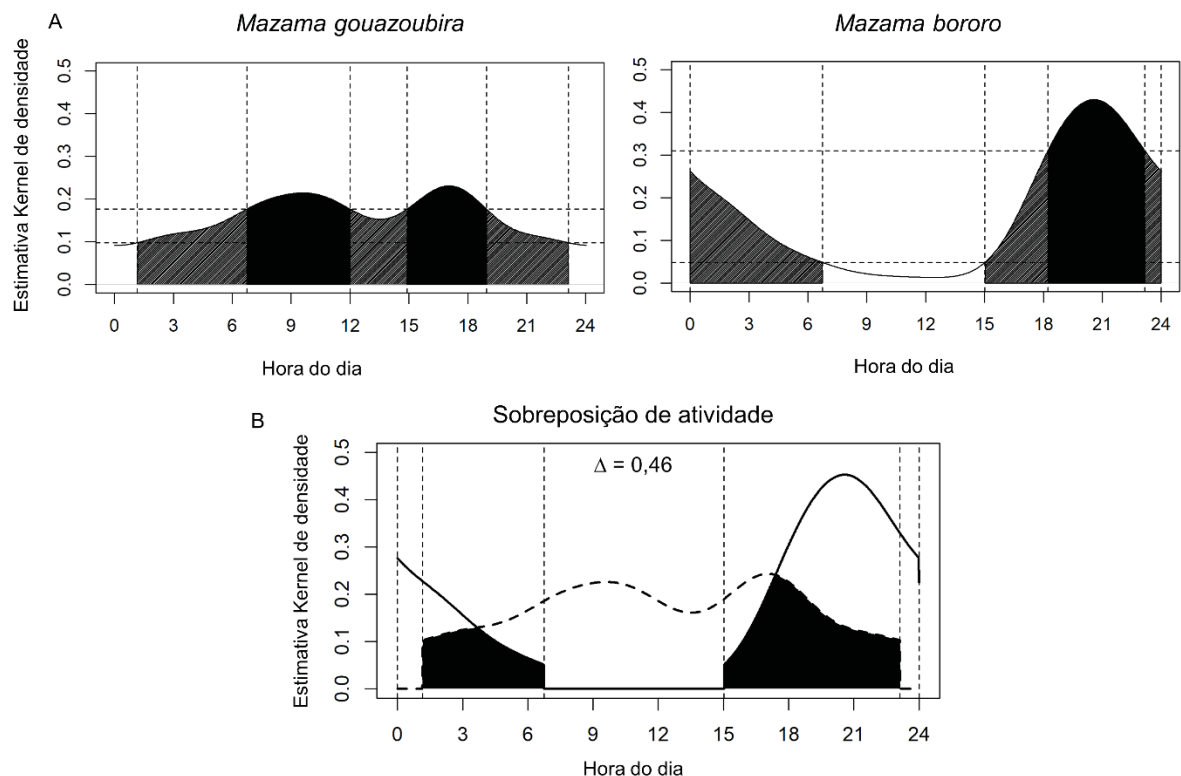


Figura 2.12 – Representação da dimensão temporal de nicho estimada por armadilhas fotográficas pelos gráficos Kernel circular (A) e de sobreposição (B) da dimensão para *Mazama gouazoubira* e *Mazama bororo* na Mata Atlântica. As áreas destacadas (cinzas + pretas) e de coloração preta correspondem, respectivamente, aos períodos com concentração de 95% e 50% de atividade (A). Em B, a coloração preta corresponde a sobreposição total de atividade.

As concentrações isotópicas mostram valores próximos de $\delta^{13}\text{C}$ (*M. bororo*: $-31,6 \pm 1,4$; *M. gouazoubira*: $-31,1 \pm 1,2$) e de $\delta^{15}\text{N}$ (*M. bororo*: $3,1 \pm 0,8$; *M. gouazoubira*: $3,4 \pm 0,5$) para as duas espécies. Com isso, não houve diferença significativa dos valores isotópicos entre as duas espécies (MANOVA: Wilk's $\lambda = 0.07$, $F_{44,1} = 1.6$, $P = 0.2$). Com relação ao tamanho do nicho isotópico, a maior área

encontrada foi para *M. bororo* ($A = 22.4$) em relação à *M. gouazoubira* ($A = 12$) - (Figura 2.13A). Assim, houve uma sobreposição de 0,88 (88%) do nicho isotópico de *M. gouazoubira* sobre *M. bororo*, o qual sobrepôs 0,48 (48%) o nicho isotópico de *M. gouazoubira* (Figura 2.13B).

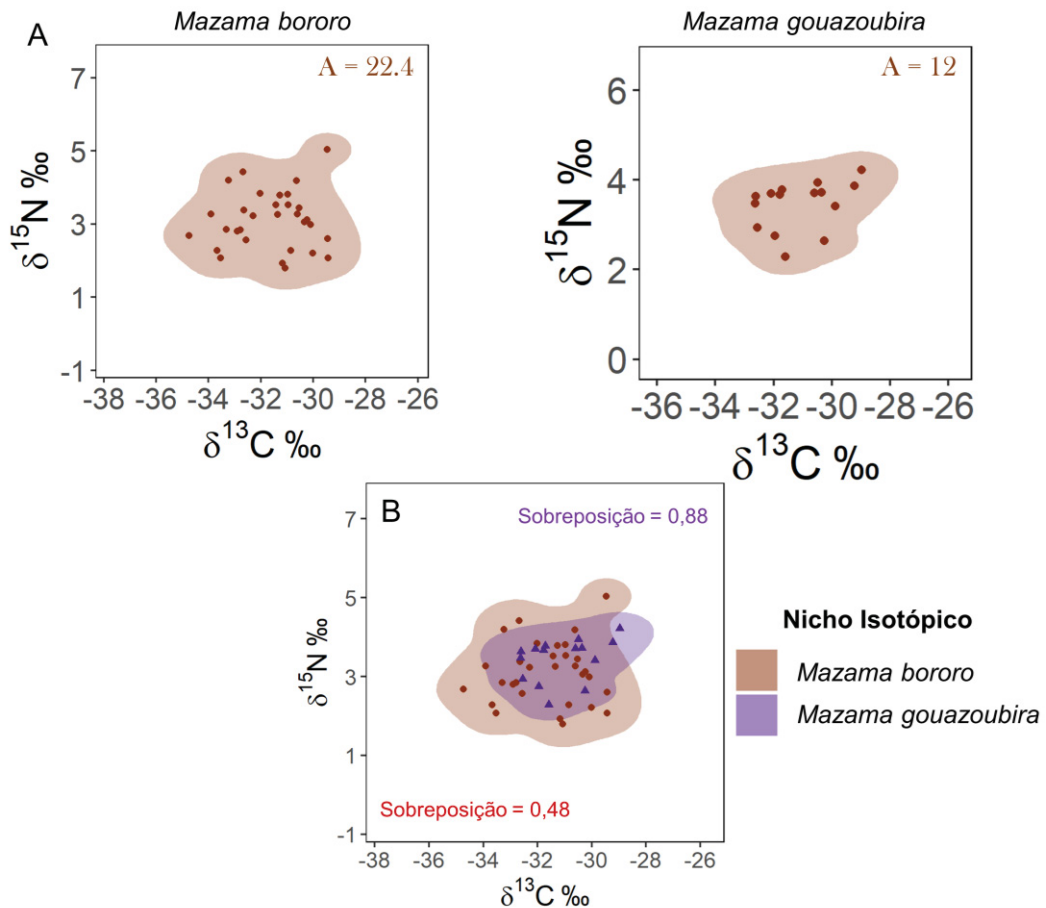


FIGURA 2.13 – Nichos isotópicos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) para *Mazama bororo* e *Mazama gouazoubira* com as respectivas áreas (A , acima à direita) e índices de sobreposições de nichos que variam de 0 – partição total – à 1 – sobreposição total (B).

4 DISCUSSÃO

O princípio básico da coexistência entre duas espécies é a partição de nicho em ao menos uma dimensão (SCHOENER, 1974; PIANKA, 1994; BEGON et al., 2006; LEVINE e HILLERISLAMBERS, 2009). Os resultados aqui apresentados mostram que *M. gouazoubira* e *M. bororo* se diferenciam em alguns eixos estudados de nicho. As dimensões mais distintas foram a temporal e a espacial, com maior amplitude desta última na maioria das variáveis para *M. gouazoubira*, não sendo encontrada diferença significativa na dimensão alimentar.

Os maiores valores de densidade basal, altura e cobertura de dossel para *M. bororo* revelaram maior probabilidade de ocupação em ambientes florestais maduros e conservados. Esses resultados indicam o uso de florestas maduras e em estágios avançados de sucessão para *M. bororo*, corroboram a primeira hipótese e condizem com os dados observados em outra área de Mata Atlântica, onde a espécie permaneceu restrita às áreas de florestas primárias e secundárias e evitou áreas antropizadas e com pouca cobertura florestal (VOGLIOTTI, 2003). *Mazama bororo* é o maior animal endêmico terrestre do Brasil e provavelmente com a menor distribuição geográfica entre os cervídeos neotropicais (VOGLIOTTI e DUARTE, 2010). Com uma plasticidade no uso do espaço menor do que o veado-catingueiro, sua distribuição geográfica restrita à ambientes remotos e com declive acentuado, como as cadeias montanhosas da Serra do Mar, parece ter restringido estudos com a espécie em vida livre. Assim, dados ecológicos de *M. bororo* estavam limitados à dois estudos (VOGLIOTTI, 2003; DUARTE et al., 2004).

Por outro lado, além de ter sido encontrado em ambientes com menores densidade de vegetação horizontal, cobertura e altura de dossel, o veado-catingueiro também mostrou maior desvio padrão em relação à todas as variáveis. Esses resultados indicam maior amplitude na dimensão espacial para o veado-catingueiro e, conforme a primeira hipótese, maior plasticidade no uso do hábitat. De fato, *M. gouazoubira* exibe uma maior variação no uso de hábitat, o qual pode variar desde bordas florestais até ambientes de dossel mais aberto e com arbustos (PINDER, 1997; EISENBERG e REDFORD, 1999; GROTTA-NETO et al., 2019). A ocupação da espécie em outra área de Mata Atlântica não mostrou relação com nenhuma variável e sem qualquer padrão de detecção com as variáveis analisadas, conferindo à espécie maior plasticidade quanto ao uso do hábitat (FERREGUETTI et

al., 2015). Ainda, a espécie é frequentemente encontrada em ambientes antropizados, podendo ser encontrado em mosaicos de paisagem com fragmentos de floresta e matrizes agrícolas (VOGLIOTTI, 2003; RODRIGUES et al., 2014, 2017). Esses resultados atribuem maior amplitude da dimensão espacial de nicho à *M. gouazoubira* em relação à *M. bororo*.

Em relação ao ritmo circadiano, a atividade predominantemente noturna para *M. bororo* e predominantemente diurna para *M. gouazoubira* resultaram na diferença e na baixa sobreposição da dimensão temporal entre ambas espécies, corroborando a segunda hipótese. Esses resultados também corroboram os dados encontrados em diferentes localidades e biomas (VOGLIOTTI, 2003; GÓMEZ et al., 2005; RIVERO et al., 2005; DI-BITETTI et al., 2008; TOBLER et al., 2009; FERREGUETTI et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016). Esse padrão de atividade está associado à trajetória evolutiva de cada grupo, sendo as espécies do clado vermelho e cinza, respectivamente, predominantemente noturnas e diurnas (OLIVEIRA et al., 2016).

O veado-catingueiro mostrou dois picos de atividade diurna entre às 9 e às 18 horas. Em outra região da Mata Atlântica, no Espírito Santo, a espécie teve picos de atividade nos períodos 6–9 e 13–17 horas (FERREGUETTI et al., 2015). No Pantanal, a espécie foi crepuscular diurna, com um pico de atividade entre às 3 e 9 horas e outro entre as 15 e 18 horas (GROTTA-NETO et al., 2020), enquanto que no Chaco boliviano o veado-catingueiro também exibiu atividades concentradas no início da manhã e final da tarde (RIVERO et al., 2005). Paralelamente como discutido entre *M. gouazoubira* no Pantanal e *M. nemorivaga* na Amazônia (OLIVEIRA et al., 2016), as atividades do veado-catingueiro concentradas mais no meio do dia na Mata Atlântica (este estudo; FERREGUETTI et al., 2015) e no início da manhã e final da tarde no Pantanal (GROTTA-NETO et al., 2020) e no Chaco boliviano (RIVERO et al., 2005) sugerem que, em ambientes de dossel aberto, a maior exposição dos animais à radiação solar faz com que a espécie concentre suas atividades em períodos de temperatura mais amena. Já em ambientes florestais, como a Mata Atlântica, a espécie pode ser mais ativa durante praticamente todo o período diurno. Desse modo, mudanças sutis na atividade podem ser encontradas para o veado-catingueiro em diferentes áreas.

Mazama bororo foi a espécie que apresentou atividade em um menor período, sendo 50% correspondente entre o período 18–23 horas. Um resultado

similar foi encontrado para a espécie na Mata Atlântica de São Paulo, onde 55% dos registros fotográficos ocorreu entre as 18–22 horas (VOGLIOTTI, 2003). Desse modo, *M. bororo* demonstra uma alta concentração da atividade no período noturno.

Em relação à dieta, a ausência de diferenças significativas entre os isótopos estáveis de carbono e nitrogênio apontam para a similaridade alimentar entre as duas espécies. No entanto, essa similaridade não necessariamente se refere à diversidade de itens alimentares (espécies e partes de plantas) consumidos, mas sim nas proporções de consumo de plantas C3 e C4. Os *Mazama* são considerados herbívoros/frugívoros (BRANAN et al., 1985; BODMER, 1990, 1991; PINDER, 1997; PAGLIA et al., 2012). No entanto, devido à alta elusividade das espécies, dados que relatam os itens alimentares sobre a dieta dos *Mazama* são escassos na literatura. Aproximadamente três famílias de plantas são relatadas para *M. bororo* (VOGLIOTTI, 2003; VOGLIOTTI e DUARTE, 2010), sendo as constatações da dieta para *M. gouazoubira* frutos de análises de conteúdos de rúmen e de raras observações visuais (STALLINGS, 1984; PINDER, 1997; ANTUNES, 2012).

Com o uso de isótopos estáveis, a determinação da origem dos recursos consumidos por mamíferos de diferentes guildas tróficas foi baseada em três intervalos isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ (MAGIOLI et al., 2019). De acordo com essa divisão, as médias de $\delta^{13}\text{C}$ encontradas para *M. gouazoubira* e *M. bororo* indicam uma alimentação baseada em remanescentes florestais (>70% de plantas C3; $\delta^{13}\text{C} = -32$ à -26‰). Assim, os resultados encontrados de $\delta^{13}\text{C}$ coincidem com este intervalo e indicam para ambas espécies um consumo majoritário de plantas C3.

Por outro lado, observações diretas indicaram o consumo de graminoides e sementes de gramíneas para *M. gouazoubira*, compondo até 27% da dieta na estação cheia do Pantanal (PINDER, 1997). Considerando a maior plasticidade em relação ao uso de hábitat, foi esperado encontrar maiores valores de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e, conseqüentemente, de amplitude de nicho para *M. gouazoubira* em relação à *M. bororo*. No entanto, o oposto foi observado, refutando a terceira hipótese. Uma relação oposta foi encontrada na Amazônia peruana, onde o aumento na amplitude de uso de hábitat foi positivamente correlacionado com o aumento na amplitude da dieta de ungulados, dentre eles, *M. americana* e *M. nemorivaga* (BODMER, 1991). Estas duas espécies diferiram quanto uso de hábitat, onde *M. americana* apresentou maior amplitude de nicho e de diversidade na dieta em relação à *M. nemorivaga* (BODMER, 1991). No entanto, essa correlação não foi encontrada no presente

trabalho, onde *M. gouazoubira* apresentou maior variação de uso de micro-habitat e menor amplitude de nicho isotópico.

Frugívoros e herbívoros apresentaram as menores quantidades de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ em áreas preservadas da Mata Atlântica, mas com aumento significativo dessas concentrações quando presentes em áreas com matrizes que abrangem pastagens e cultivos agrícolas (MAGIOLI et al., 2019). Assim, embora houvesse a expectativa de maiores valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ para *M. gouazoubira*, visto ser uma espécie facilmente encontrada em ambientes antropizados, fragmentos florestais e matrizes agrícolas (VOGLIOTTI, 2003; RODRIGUES et al., 2014, 2017), a menor amplitude do nicho isotópico pode ser em virtude das amostras de *M. gouazoubira* serem provindas de áreas bem preservadas.

Nesse sentido, a frugivoria em veado-catingueiro parece ser uma adaptação ao ambiente em vez de uma característica da espécie com a hipótese de que o veado-catingueiro adapta sua dieta de acordo com as características do ambiente (PINDER, 1997). Considerando a maior variação no uso do espaço em relação à *M. bororo*, duas hipóteses podem explicar a menor amplitude isotópica de *M. gouazoubira*. A primeira delas é que esta espécie consome maior diversidade de itens alimentares com valores próximos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$. Assim, a variação dietética não seria refletida na variação isotópica. A segunda hipótese é que, embora *M. gouazoubira* tenha maior plasticidade no uso do habitat, a boa qualidade de preservação das áreas de uso, aliado à distância de matrizes agrícolas, pode proporcionar certo oportunismo no uso de recursos. Os PEs das Lauráceas e de Campinhos são caracterizados por bons estados de conservação e estão distantes de matrizes agrícolas e de pastagens, sendo o uso de recurso menos variável que o uso do espaço. Assim, é hipotetizado que *M. gouazoubira* possua certo grau de seletividade de recursos alimentares quando possível e que, quando presentes em áreas com diferentes graus de perturbação, como pequenos fragmentos próximos à matrizes agrícolas e de pastagens, a espécie pode apresentar maiores variações nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$.

4.1 SOBREPOSIÇÕES NAS DIMENSÕES DE NICHOS E COMPETIÇÃO

A diversidade dos cervídeos tem estimulado o interesse de pesquisas em mecanismos adaptativos e morfológicos (EISENBERG, 2000; WEBB, 2000;

GILBERT et al., 2006; DUARTE et al., 2008) e os modos de coocorrência entre espécies de *Mazama* (RIVERO et al., 2005; DI-BITETTI et al., 2008; VOGLIOTTI, 2008; FERREGUETTI et al., 2015). No entanto, por se tratar de um grupo com poucos estudos, muitas questões evolutivas e ecológicas ainda permanecem sobre essas espécies. Considerando a alta sobreposição na dieta, grande similaridade morfológica e a partições temporal e espacial entre *M. bororo* e *M. gouazoubira*, surgem dúvidas sobre o porquê da não coocorrência em outros locais onde apenas uma espécie ocorre e sobre a atuação de processos de competição e exclusão competitiva em determinadas áreas.

Considerando a partição em ao menos um eixo de nicho para evitar a exclusão competitiva (SCHOENER, 1974; LEVINE e HILLERISLAMBERS, 2009), a partição temporal poderia favorecer a coexistência de espécies potencialmente competidoras (KRONFELD-SCHOR et al., 2001; LUCHERINI et al., 2009). No entanto, a dimensão espacial tende a ser mais importantes do que a dimensão alimentar, que por sua vez é mais importante que a dimensão temporal (SCHOENER, 1974). Isso pode ajudar a compreender porque espécies coexistentes que particionam o período de atividade também segregam o hábitat. Por exemplo, a partição temporal também foi acompanhada pela diferença no uso e probabilidade de ocupação de hábitat entre *M. americana* e *M. gouzoubira* (RIVERO et al., 2005; CHIARAVALLOTI et al., 2010; FERREGUETTI et al., 2015). Nesse sentido, as restrições filogenéticas podem impedir o efeito de forças seletivas sobre o ritmo de atividade para um determinado ambiente, mantendo padrões circadianos específicos em qualquer tipo de hábitat (OLIVEIRA et al., 2016). Isso restringe, por exemplo, a flexibilização do período de atividade por uma espécie competitivamente inferior, limitando o uso da partição temporal entre espécies potencialmente competidoras dentro de comunidades ecológicas (ROLL et al., 2006). Assim, a restrição filogenética do ritmo circadiano dos *Mazama* (OLIVEIRA et al., 2016), aliada a baixa coocorrência entre espécies de diferentes clados, sugere que outra dimensão de nicho deve estar atrelada a coocorrência.

A história evolutiva mostra que os *Mazama* convergiram morfológicamente como resultado da ocupação de ambientes florestais semelhantes (DUARTE et al., 2008). Cervídeos do gênero *Mazama* são espécies solitárias e provavelmente territorialistas (PUTMAN, 1988; BLACK-DÉCIMA, 2000) e, embora não haja evidências de marcações de território e defesas do espaço por espécies deste

grupo, essa territorialidade pode ser interpretada como a defesa da área em escala micro-habitat. A restrição no uso de espaço de uma espécie pode resultar nas diferenças de habitats encontradas entre os *Mazama* que coocorrem (BODMER, 1991; RIVERO et al., 2005; VOGLIOTTI, 2008; FERREGUETTI et al., 2015). Nesse sentido, a partição do micro-habitat pode ser fundamental e condicionante para a coocorrência dos *Mazama*, mesmo entre aqueles que particionam o período de atividade. Assim, a maior plasticidade no uso de habitat de *M. gouazoubira* possibilitaria sua coocorrência com outras espécies em função do nicho realizado se restringir à manchas florestais secundárias, onde *M. bororo* não é encontrada.

Cervídeos parecem segregar ecologicamente por partição de espaço em vez de recursos (GEIST, 2000). Surge, portanto, a dúvida se em uma paisagem homogênea, poderia uma espécie inferior competitivamente ficar restrita. As poucas áreas de coocorrência entre os *Mazama* indicam que sim. Essa baixa coocorrência sugere que as espécies podem estar se confrontando de maneira mais ou menos intensa de acordo com as características locais e, dessa forma, diferentes espécies podem coocorrer em cada local. Isso porque a heterogeneidade do ambiente proporciona inversões da vantagem competitiva em diferentes manchas espaciais e isso pode facilitar a coocorrência de espécies que competiriam prontamente pela exclusão em um ambiente mais homogêneo (PUTMAN, 1996). Nas duas áreas de coocorrência de *M. bororo* com *M. gouazoubira*, florestas primárias são compartilhadas com fragmentos de remanescentes em estágios sucessionais secundários, como capoeirões e árvores com até 5 m de altura que se assemelham à cerrados (PEL, 2002; PEC, 2003). Essa heterogeneidade é menos frequente na formação Ombrófila Densa da Serra do Mar, onde apenas *M. bororo* foi encontrada. Assim, a partição de micro-habitat entre *M. bororo* e *M. gouazoubira* pode não traduzir em coocorrência quando os habitats são homogêneos.

Inferir competição entre as espécies de *Mazama* é complexo, pois a alta sobreposição de nicho pode implicar em competição apenas se os recursos compartilhados são limitados (PUTMAN, 1996). Assim, a competição parece ser mais provável entre cervídeos de áreas temperadas, onde os invernos rigorosos parecem limitar severamente os recursos (JENKINS e WRIGHT, 1988). Já no Neotrópico, a limitação de recursos para os *Mazama* parece não ser provável, mas a natureza seletiva de recursos das espécies (PUTMAN, 1988) pode levá-las a partição do espaço quando compartilham itens alimentares. No bioma amazônico,

por exemplo, *M. americana* e *M. nemorivaga* consomem recursos alimentares similares, mas utilizam habitats diferentes (BODMER, 1991). Essa partição espacial pode estar atrelada ao compartilhamento de recursos e ser resultado de exclusão competitiva (BODMER, 1991). Portanto, considerando que os recursos para herbívoros dificilmente sejam escassos nas florestas tropicais, a segregação do uso de habitat parece ser o mecanismo mais plausível no processo de coocorrência entre os *Mazama*.

Apesar da exclusão por competição de *M. gouazoubira* na Serra do Mar ser uma hipótese dificilmente testável, a questão da competição entre alguns *Mazama* tem sido levantada em outros estudos (RIVERO et al., 2005; CHIARAVALLOTI et al., 2010; FERREGUETTI et al., 2015). A competição entre *M. americana* e *M. nana* pode ser intensa na Argentina, onde *M. americana* seria superior quando nenhuma força *top-down* atuasse sobre elas e *M. nana* se beneficiaria em locais com maior pressão de caça devido à liberação competitiva (DI-BITETTI et al., 2008). As espécies *M. americana* e *M. nemorivaga* sobrepuseram parte da dieta e foram considerados potenciais competidores nas florestas da Guiana Francesa (GAYO et al., 2004).

Quando duas espécies sobrepõem altamente as dimensões temporal e espacial, dificilmente elas coexistem se os recursos são limitantes. Os pares de espécies do gênero *Mazama* mais parecidos morfologicamente sobrepõem a dimensão temporal e compartilham similaridades no uso de habitat. As espécies *Mazama gouzoubira* e *M. nemorivaga* são diurnas (OLIVEIRA et al., 2016), habitam florestas secundárias e bordas florestais (DESBIEZ et al., 2009) e não coocorrem em nenhuma área. Por outro lado, *M. bororo* e *M. americana* são espécies noturnas (OLIVEIRA et al., 2016), estão relacionadas com ambientes florestais maduros e bem preservados (VOGLIOTTI, 2003; DI-BITETTI et al., 2008; CHIARAVALLOTI et al., 2010), sendo conhecida apenas uma área de coocorrência de ambas espécies (DUARTE et al., 2016). Sendo os dois pares de espécies mais próximas filogeneticamente, similares ecologicamente, parecidas morfologicamente e com baixa coocorrência, resta a dúvida se um possível processo de exclusão competitiva pode estar atuando ou ter atuado sobre elas.

Outra hipótese sobre a não ocorrência de *M. gouazoubira* na Serra do Mar pode ser devido à fatores antrópicos. Ao coocorrer com *M. bororo*, *M. gouazoubira* pode ficar restrita às bordas florestais, onde o uso é bastante conhecido pela

espécie (EMMONS e FEER, 1990; PINDER, 1997; DESBIEZ et al., 2009). No PE de Intervales, por exemplo, o monitoramento de indivíduos com rádio-colares mostrou que, enquanto *M. bororo* permaneceu restrito às áreas de floresta primária e secundária, o veado-catingueiro ocupou áreas altamente antropizadas adjacentes ao parque (VOGLIOTTI, 2003). Cervídeos do gênero *Mazama* estão entre as espécies mais caçadas no Neotrópico (BODMER, 1997; VOGLIOTTI, 2003; GAVIN, 2007; DI-BITETTI et al., 2008) e a proximidade com fazendas e cidades pode aumentar sua exposição à caça e à predação por cães. Dessa forma, a restrição de *M. gouazoubira* nas periferias dos parques poderia deixá-la mais suscetível à pressão antrópica e, conseqüentemente, vulnerável à dizimação da população.

4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO

Uma compreensão completa dos mecanismos de coexistência requer um entendimento aprofundado do mecanismo de competição que pode influenciar a presença conjunta das espécies (AMARASEKARE, 2009). Foram encontradas partições temporais e espaciais (micro-hábitat) e sobreposição alimentar entre *M. bororo* e *M. gouazoubira*. Assim, as hipóteses de diferenças nas dimensões espacial e temporal de nicho entre ambas espécies foram corroboradas, enquanto a hipótese de maior dimensão alimentar para *M. gouazoubira* foi refutada. Embora a discussão tenha abordado hipóteses de competição entre *M. bororo* e *M. gouazoubira*, interpretações de medidas de sobreposição de nicho em termos de implicações de interação competitiva é extremamente problemática (PUTMAN, 1996). Além de uma complexidade de fatores e mecanismos atrelados em um ambiente natural que podem restringir a ocorrência de uma espécie, as espécies podem ter características próprias que as fazem ocupar habitats distintos ou que esse uso diferenciado seja fruto de uma competição no passado, conhecido na ecologia como “*the ghost of competition past*” – o fantasma da competição passada (CONNELL, 1980). Nesse sentido, afirmar que existe, existiu ou nunca houve competição entre os *Mazama* continua sendo um mistério e um desafio. No entanto, a alta sobreposição em ao menos um dos três eixos analisados sugere que, em algum grau, as espécies podem estar se confrontando, principalmente pela natureza seletiva de recursos e comportamento que sugere ser territorialista (PUTMAN, 1988; BLACK-DÉCIMA, 2000).

Algumas lacunas no conhecimento da relação interespecífica entre os *Mazama* podem ser preenchidas com pesquisas mais refinadas sobre a territorialidade e dieta dessas espécies. Estudos de ecologia do movimento pode fornecer dados interessantes sobre a interferência de uma espécie no uso do espaço de outra (JOHNSON et al., 2002; JELTSCH et al., 2013; DOHERTY e DRISCOLL, 2018). Análises de isótopos estáveis em pelos podem fornecer um histórico de longo prazo de alimentação e, principalmente, avaliar o uso de recursos de espécies sob diferentes condições (TIESZEN et al., 1983; GALETTI et al., 2016; MAGIOLI et al. 2019). Para isso, considerando a dificuldade de observação e monitoramento dos *Mazama* em vida livre (VOGLIOTTI, 2003; GROTTA-NETO et al., 2020), futuras pesquisas terão o desafio de lançar mão de outras formas de investigação, como a captura para o monitoramento por telemetria e a coleta de pelos, métodos os quais ainda são obscuros para os *Mazama* na natureza.

Sob uma perspectiva conservacionista, a destruição e a fragmentação do hábitat podem alterar a estrutura da paisagem. A Mata Atlântica é um dos biomas mais ameaçados do Brasil e estima-se que restam 11,7% da cobertura original da floresta, sendo que mais de 80% dos fragmentos são menores que 50ha (RIBEIRO et al., 2009). Além de serem fragmentos menores que as áreas de vida dos *Mazama* (VOGLIOTTI, 2003; GROTTA-NETO et al., 2020), a fragmentação aumenta o efeito de borda e, conseqüentemente, a densidade horizontal de vegetação. Esse aumento de estrato herbáceo, juntamente com a exploração seletiva de madeira, pode aumentar a homogeneização da paisagem e, dessa forma, diminuir as diferenças de micro-hábitats condicionantes para a coocorrência dos *Mazama*. Além disso, muitos desses fragmentos estão localizados em encostas de morro (RIBEIRO et al., 2009), onde a declividade muito acentuada, como observado neste trabalho, pode restringir a ocupação das espécies. Assim, a preservação de grandes extensões de florestas maduras e conectadas com fragmentos resguarda a heterogeneidade de hábitat necessária para a perpetuação de populações de espécies distintas. Com isso, além dos veados agirem como espécies chave em muitos sistemas florestais (DOLMAN e WÄBER, 2008; TAKATSUKI, 2009) e de serem um importante elo da cadeia alimentar (EISENBERG e REDFORD, 1999; HARMSSEN et al., 2011), interessantes fundamentos ecológicos podem ser estudados nos *Mazama*, um grupo de espécies bastante parecido morfológicamente, mas ainda misterioso ecologicamente.

REFERÊNCIAS

AGOSTINELLI, C.; LUND, U. R package “circular”: Circular Statistics (version 0.4-93). , 2017. Disponível em: <<https://r-forge.r-project.org/projects/circular/>>.

AMARASEKARE, P. Competition and coexistence in animal communities. In: S. A. Levin (Org.); **The Princeton guide to ecology**. p.196–201, 2009. Princeton, USA.: The Princeton University Press.

ANTUNES, V. S. **Área de uso e seleção de habitats por veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*; Fisher, 1814) no Pantanal da Nhecolândia-MS, 2012.** Universidade de São Paulo.

BATSCHULET, E. **Circular Statistics in Biology**. Academic Press, London, United Kingdom, 1981.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. 4rd Editio ed. Malden, USA: Blackwell Science, 2006.

BLACK-DÉCIMA, P. Home range, social structure, and scent marking behavior in brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in a large enclosure. **Mastozoología Neotropical**, v. 7, n. 1, p. 5–14, 2000.

BODMER, R. Ecologia e conservação dos veados mateiro e catingueiro na Amazônia. In: J. M. B. Duarte (Org.); **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. p.70–77, 1997. Jaboticabal: FUNEP.

BODMER, R. E. Responses of ungulates to seasonal inundations in the amazon floodplain. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, n. 2, p. 191–201, 1990.

BODMER, R. E. Influence of digestive morphology on resource partitioning in Amazonian ungulates. **Oecologia**, v. 85, n. 3, p. 361–365, 1991.

BRANAN, W. V. .; WERKHOVEN, M. C. . M. .; MARCHINTON, R. . L. Food Habits of Brocket and White-Tailed Deer in Suriname. **Journal of Wildlife Management**, v. 49, n. 4, p. 972–976, 1985.

CAROTHERS, J. H.; JAKSIĆ, F. M. Time as a Niche Difference: The Role of Interference Competition. **Oikos**, v. 42, n. 3, p. 403–406, 1984.

CHIARAVALLOTI, R. M.; TOMAS, W. M.; CAMILO, A. R.; AIZA, M. Separação de nicho entre duas espécies simpátricas de vea- dos do gênero *Mazama* em uma paisagem complexa no pantanal. **Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal**, 5., p. 1–5, 2010.

CONNELL, J. H. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. **Oikos**, v. 35, n. 2, p. 131–138, 1980.

COPLEN, T. B. Guidelines and recommended terms for expression of stable-isotope-ratio and gas-ratio measurement results. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, v. 25, n. 17, p. 2538–2560, 2011.

COSTA, E. B. V.; DE OLIVEIRA, M. L.; PERES, P. H. DE F.; et al. Low accuracy of identifying Neotropical deer species by scat morphology. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 52, n. 1, p. 37–42, 2017. Taylor & Francis. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2016.1263418>>.

DARWIN, C. **On the origin of species**. Cambridge: Harvard University Press, 1859.

DESBIEZ, A. L. J.; SANTOS, S. A.; TOMAS, W. M. Hábitat partitioning and biomass of four species in the central region of the Brazilian Pantanal. **Deer Specialist Group News**, , n. 23, p. 8–16, 2009.

DI BITETTI, M. S.; DE ANGELO, C. D.; DI BLANCO, Y. E.; PAVIOLO, A. Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. **Acta Oecologica**, v. 36, n. 4, p. 403–412, 2010. Elsevier Masson SAS. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2010.04.001>>.

DI-BITETTI, M. S.; PAVIOLO, A.; FERRARI, C. A.; ANGELO, C. DE; BLANCO, Y. DI. Differential responses to hunting in two sympatric species of brocket deer (*Mazama americana* and *M. nana*). **Biotropica**, v. 40, n. 5, p. 636–645, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00413.x>>.

DOHERTY, T. S.; DRISCOLL, D. A. Coupling movement and landscape ecology for animal conservation in production landscapes. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 285, n. 1870, 2018.

DOLMAN, P. M.; WÄBER, K. Ecosystem and competition impacts of introduced deer. **Wildlife Research**, v. 35, n. 3, p. 202–214, 2008.

DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E.; et al. **Ecologia e distribuição de Mazama bororo (Mammalia; Cervidae)**. Jaboticabal: FUNEP, UNESP, PROBIO-Ministério do Meio Ambiente, World Bank, Technical Report:1–103.

DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E. The surprising evolutionary history of South American deer. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 49, n. 1, p. 17–22, 2008. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2008.07.009>>.

DUARTE, J. M. B.; MERINO, M. L. Taxonomia e Evolução. In: J. M. B. Duarte (Org.); **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama**. p.2–23, 1997. Jaboticabal: FUNEP.

DUARTE, J. M. B.; TALARICO, Â. C.; VOGLIOTTI, A.; et al. Scat detection dogs, DNA and species distribution modelling reveal a diminutive geographical range for the Vulnerable small red brocket deer *Mazama bororo*. **Oryx**, p. 1–9, 2016. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0030605316000405>.

ECKRICH, C. A.; ALBEKE, S. E.; FLAHERTY, E. A.; BOWYER, R. T.; BEN-DAVID, M. rKIN: Kernel-based method for estimating isotopic niche size and overlap. **Journal of Animal Ecology**, p. 633, 2019.

EISENBERG, J. The contemporary Cervidae of Central and South America. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation**. p.189–202, 2000. London: Yale University Press.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. Order Artiodactyla (Even-toed Ungulates). In: 3 (Org.); **Mammals of the Neotropics**. p.332–355, 1999. Chicago: The University of Chicago Press.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: A field guide**. Chicago: The University of Chicago Press, 1990.

FERREGUETTI, Á. C.; TOMÁS, W. M.; BERGALLO, H. G. Density, occupancy, and activity pattern of two sympatric deer (*Mazama*) in the Atlantic Forest, Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 96, n. 6, p. 1245–1254, 2015.

GALETTI, M.; RODARTE, R. R.; NEVES, C. L.; MOREIRA, M.; COSTA-PEREIRA, R. Trophic niche differentiation in rodents and marsupials revealed by stable isotopes. **PLoS ONE**, v. 11, n. 4, p. 1–15, 2016.

GAVIN, M. C. Foraging in the fallows: Hunting patterns across a successional continuum in the Peruvian Amazon. **Biological Conservation**, v. 134, n. 1, p. 64–72, 2007.

GAYOT, M.; HENRY, O.; DUBOST, G.; SABATIER, D. Comparative diet of the two forest cervids of the genus *Mazama* in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, n. 1, p. 31–43, 2004.

GEIST, V. Descent, adaptation, adjustment: Lessons from the Cervidae and other beasts. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation**. p.180–188, 2000. London: Yale University Press.

GILBERT, C.; ROPIQUET, A.; HASSANIN, A. Mitochondrial and nuclear phylogenies of Cervidae (Mammalia, Ruminantia): Systematics, morphology, and biogeography. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 40, n. 1, p. 101–117, 2006.

GÓMEZ, H.; WALLACE, R. B.; AYALA, G.; TEJADA, R. Dry season activity periods of some Amazonian mammals. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 2, p. 91–95, 2005.

GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E.; ORTEGA, J.; et al. Identification of the endangered small red brocket deer (*Mazama bororo*) using noninvasive genetic techniques (Mammalia; Cervidae). **Molecular Ecology Resources**, v. 9, n. 3, p. 754–758, 2009.

GOTELLI, N. J.; HART, E. M.; ELLISON, A. M. EcoSimR: Null model analysis for ecological data. R package version 0.1.0. , 2015. Disponível em: <<http://github.com/gotellilab/EcoSimR> DOI: 10.5281/zenodo.16522>.

GOULART, F.; GRAIPEL, M. E.; TORTATO, M.; et al. Ecology of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Southern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 4, n. december, p. 137–143, 2009.

GROTTA-NETO, F.; PERES, P. H. F.; PIOVEZAN, U.; PASSOS, F. C.; DUARTE, J. M. B. Influential factors on gray brocket deer (*Mazama gouazoubira*) activity and movement in the Pantanal, Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 100, n. 2, p. 454–463, 2019. DOI:10.1093/jmammal/gyz056

GROTTA-NETO, F.; PERES, P. H. F.; PIOVEZAN, U.; PASSOS, F. C.; DUARTE, J. M. B. Camera trap feasibility for ecological studies of elusive forest deer. **Wildlife Society Bulletin**, 2020. DOI: 10.1002/wsb.1121

HARMSSEN, B. J.; FOSTER, R. J.; SILVER, S. C.; OSTRO, L. E. T.; DONCASTER, C. P. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. **Mammalian Biology**, v. 76, n. 3, p. 320–324, 2011. Elsevier GmbH. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2010.08.007>>.

IUCN. The IUCN red list of threatened species, 2020. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 26/5/2020.

JAREK, S. mvnormtest: Normality test for multivariate variables. R package version 0.1-9. , p. 1–3, 2012. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=mvnormtest>>.

JELTSCH, F.; BONTE, D.; PE'ER, G.; et al. Integrating movement ecology with biodiversity research - exploring new avenues to address spatiotemporal biodiversity dynamics. **Movement Ecology**, v. 1, n. 1, p. 1–13, 2013.

JENKINS, K. J.; WRIGHT, R. G. Resource Partitioning and Competition Among Cervids in the Northern Rocky Mountains. **Journal of Applied Ecology**, v. 25, n. 1, p. 11–24, 1988.

JOHNSON, C. J.; PARKER, K. L.; HEARD, D. C.; GILLINGHAM, M. P. A multiscale behavioral approach to understanding the movements of woodland caribou. **Ecological Applications**, v. 12, n. 6, p. 1840–1860, 2002.

KRONFELD-SCHOR, N.; DAYAN, T. Partitioning of Time as an Ecological Resource. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 2003, p. 153–181, 2003.

KRONFELD-SCHOR, N.; DAYAN, T.; ELVERT, R.; et al. On the use of the time axis for ecological separation: diel rhythms as an evolutionary constraint. **The American naturalist**, v. 158, n. 4, p. 451–457, 2001.

LEVINE, J. M.; HILLERISLAMBERS, J. The importance of niches for the maintenance of species diversity. **Nature**, v. 461, n. 7261, p. 254–7, 2009. Nature Publishing Group. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19675568>>.

LUCHERINI, M.; REPPUCCI, J. I. J.; WALKER, R. S.; et al. Activity Patterns and segregation of Carnivores in the High Andes. **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 6, p. 1404–1409, 2009. Disponível em: <<http://asmjournals.org/doi/abs/10.1644/09-MAMM-A-002R.1>>.

MACARTHUR, R. H.; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **The American Naturalist**, , n. 101, p. 337–385, 1967.

MAGIOLI, M.; MOREIRA, M. Z.; FONSECA, R. C. B.; et al. Human-modified landscapes alter mammal resource and hábitat use and trophic structure. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, p. 201904384, 2019. Disponível em: <<http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.1904384116>>.

MYERS, N.; FONSECA, GUSTAVO A B; MITTERMEIER, R. A; FONSECA, G A B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. February, p. 853–8, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10706275>>.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; et al. **vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-5.** <https://cran.r-project.org/package=vegan>. 2019.

OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; ZUCCO, C. A.; AGOSTINELLI, C. Using conditional circular kernel density functions to test hypotheses on animal circadian activity. **Animal Behaviour**, v. 85, p. 269–280, 2013. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.09.033>>.

OLIVEIRA, M. L.; COUTO, H. T. Z.; DUARTE, J. M. B. Distribution of the elusive and threatened Brazilian dwarf brocket deer refined by non-invasive genetic sampling and distribution modelling. **European Journal of Wildlife Research**, v. 65, n. 21, 2019.

OLIVEIRA, M. L.; DE FARIA PERES, P. H.; GATTI, A.; et al. Faecal DNA and camera traps detect an evolutionarily significant unit of the Amazonian brocket deer in the Brazilian Atlantic Forest. **European Journal of Wildlife Research**, v. 66, n. 2, 2020.

OLIVEIRA, M. L.; NORRIS, D.; RAMÍREZ, J. F. M.; et al. Dogs can detect scat samples more efficiently than humans: an experiment in a continuous Atlantic Forest

remnant. **Zoologia (Curitiba)**, v. 29, n. 2, p. 183–186, 2012.

OLIVEIRA, M. L.; PERES, P. H. DE F.; VOGLIOTTI, A.; et al. Phylogenetic signal in the circadian rhythm of morphologically convergent species of Neotropical deer. **Mammalian Biology**, v. 81, n. 3, p. 281–289, 2016. Elsevier GmbH. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2016.01.004>>.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; et al. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. (2ª Edição/2nd Edition)**. 2012.

PEC. **Plano de manejo do Parque Estadual de Campinhos**. Curitiba, Paraná, 2003.

PEL. **Plano de Manejo do Parque Estadual das Lauráceas**. Curitiba, Paraná, 2002.

PIANKA, E. R. The Structure of Lizard Communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, n. 1, p. 53–74, 1973.

PIANKA, E. R. Competition. In: E. R. Pianka (Org.); **Evolutionary Ecology**. 5º ed, p.486, 1994. New York: HarperCollins College.

PINDER, L. **Niche Overlap Among Brown Brocket Deer, Pampas Deer, and Cattle in the Pantanal of Brazil**, 1997. University of Florida.

PINDER, L.; LEEUWENBERG, F. Veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814). In: J. M. B. Duarte (Org.); **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. p.59–77, 1997. Jaboticabal: FUNEP.

PUTMAN, R. J. **The natural history of deer**. London: Christopher Helm, 1988.

PUTMAN, R. J. **Competition and resource partitioning in temperate ungulate**

assemblies. Wildlife e ed. London: Chapman & Hall, 1996.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **The R Foundation for Statistical Computing**. R version 3.6.1. , 2019.

RASBAND, W. **ImageJ**. , 2012. National Institutes of Health, USA. Disponível em: <<http://imagej.nih.gov/ij>>.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>>.

RIDOUT, M. S.; LINKIE, M. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics**, v. 14, n. 2, p. 322–337, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>>.

RIVERO, K.; RUMIZ, D. I.; TABER, A. B. Differential hábitat use by two sympatric brocket deer species (*Mazama gouazoubira* and *Mazama americana*) in a seasonal Chiquitano forest of Bolívia. **Mammalia**, v. 69, n. 2, p. 169–183, 2005.

RODRIGUES, T. F.; CERVEIRA, J. F.; DUARTE, J. M. B. Uso de áreas agrícolas por *Mazama gouazoubira* (Mammalia, Cervidae) no Estado de São Paulo. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 104, n. Lc, p. 439–445, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212014000400008&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>.

RODRIGUES, T. F.; KAYS, R.; PARSONS, A.; et al. Managed forest as hábitat for gray brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in agricultural landscapes of southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 98, n. 5, p. 1301–1309, 2017.

ROLL, U.; DAYAN, T.; KRONFELD-SCHOR, N. On the role of phylogeny in

determining activity patterns of rodents. **Evolutionary Ecology**, v. 20, p. 479–490, 2006.

SCHOENER, T. W. Resource partitioning in ecological communities. **Science**, v. 185, n. 4145, p. 27–39, 1974. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17779277>>.

SEAMAN, D. E.; MILLSPAUGH, J. J.; KERNOHAN, B. J.; et al. Effects of Sample Size on Kernel Home Range Estimates. **The Journal of Wildlife Management**, v. 63, n. 2, p. 739, 1999.

SILVA, J. A. A.; PAULA-NETO, F. **Princípios Básicos da Dendrometria**. 1979.

SOSMA; INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período 2012-2013. Relatório Técnico. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/103045/fundacao-divulga-novos-dados-sobre-situacao-da-mata-%5Cnatlantica/#sthash.IDeMal9w.dpuf> 2015>. Acesso em: 26/5/2020.

SOUZA, J. N.; DE OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. A PCR/RFLP methodology to identify non-Amazonian Brazilian deer species. **Conservation Genetics Resources**, v. 5, n. 3, p. 639–641, 2013.

STALLINGS, J. R. Notes on Feeding Habits of *Mazama gouazoubira* in the Chaco Boreal of Paraguay. **Biotropica**, v. 16, n. 2, p. 155–157, 1984.

TAKATSUKI, S. Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review. **Biological Conservation**, v. 142, n. 9, p. 1922–1929, 2009. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.011>>.

TIESZEN, L. L.; BOUTTON, T. W.; TESDAHL, K. G.; SLADE, N. A. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: Implications for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. **Oecologia**, v. 57, n. 1–2, p. 32–37, 1983.

TOBLER, M. W.; CARRILLO-PERCASTEGUI, S. E.; POWELL, G. Hábitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern

Peru. **Journal of Tropical Ecology**, v. 25, n. 3, p. 261–270, 2009.

VOGLIOTTI, A. História natural de *Mazama bororo* (Artiodactyla; Cervidae) através da etnozootologia, monitoramento fotográfico e rádio-telemetria. **Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada)**, p. 99, 2003.

VOGLIOTTI, A. Partição de habitats entre os cervídeos do Parque Nacional do Iguaçu. , p. 69, 2008.

VOGLIOTTI, A.; DUARTE, J. M. B. Small red brocket deer *Mazama bororo* (Duarte 1996). In: J. M. B. Duarte; S. González (Orgs.); **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer**. p.172–176, 2010. Jaboticabal: Funep/IUCN.

WASSERBERG, G.; KOTLER, B. P.; ABRAMSKY, Z.; et al. in determining The role of site , and competition habitat , seasonality the of psammophilic in a centrifugally nightly activity patterns gerbils organized community. **Oikos**, v. 112, n. 3, p. 573–579, 2006.

WEBB, C. O. Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: An example for rain forest trees. **The American Naturalist**, v. 156, n. 2, p. 145–155, 2000.

WEBB, C. O.; GILBERT, G. S.; DONOGHUE, M. J. Phylodiversity-dependent seedling mortality, size structure, and disease in a Bornean rain forest. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. 123–131, 2006.

WEBB, S. D. Evolutionary history of new world Cervidae. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation**. p.38–64, 2000. London: Yale University Press.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese traz uma importante contribuição para o conhecimento ecológico dos *Mazama* em vida livre. Além dos resultados inéditos de valores isotópicos para *M. bororo* e *M. gouazoubira*, foi também um dos primeiros a explorar a ecologia espacial em escala de micro-habitat para *M. bororo* e aprofundar nas discussões de competição, nicho ecológico e coocorrência entre ambas espécies. O objetivo inicial desta tese foi contemplar as quatro espécies de *Mazama* que poderiam coocorrer na região de estudo, principalmente abrangendo espécies do clado vermelho, cuja maior proximidade filogenética e similaridade no uso de habitat possibilitariam discussões mais avançadas sobre coocorrência e sobre hipóteses de competição. Nesse sentido, a área amostral foi baseada especialmente nessa possibilidade, mas, mesmo tendo amostrado seis Unidades de Conservação geograficamente distante nessa região de simpatria, somente *M. bororo* e *M. gouazoubira* foram detectadas.

As principais dificuldades encontradas no trabalho foram em relação à coleta de amostras fecais e identificação genética. Como as Unidades de Conservação estão localizadas na Serra do Mar, muitas áreas possuem terreno íngreme e acidentado, o que dificulta bastante a locomoção dentro da mata e a procura de amostras pelo cão farejador. Além disso, a maioria das áreas carecem de estradas e acessos às áreas mais internas e remotas. Assim, as amostragens das áreas internas das reservas, talvez mais bem preservadas e protegidas, eram logisticamente mais desafiadoras para realizar, tendo que, eventualmente, acampar para acessar esses locais.

Com relação à identificação genética, embora o protocolo de identificação específica por meio de fezes seja uma técnica bastante praticada para os cervídeos, trabalhar com DNA fecal é sempre um desafio. Embora tenha alcançado um sucesso de 98%, as identificações foram complicadas no início, mas os ajustes nos protocolos possibilitaram alcançar o respectivo sucesso. Ainda, a mutação em alguns indivíduos de *M. bororo* fez com que as amostras fossem identificadas, inicialmente, como *M. nana*. Esse erro foi percebido quando nenhum *M. nana* foi observado nos registros fotográficos e, posteriormente, após sequenciar todas as amostras de *M. bororo*.

A abordagem do Capítulo 1 é bastante importante dentro do contexto de manejo de populações das Unidades de Conservação. Os resultados encontrados

mostram um viés nas descrições de ocorrência de espécies quando comparadas com as identificadas por DNA fecal para a maioria das áreas amostradas. Nesse sentido, possíveis erros nas identificações e descrições de ocorrência de outras espécies também podem estar ocorrendo, sendo recomendado maior rigor científico nas técnicas utilizadas e que os métodos e ferramentas empregados estejam descritos nos Planos de Manejo. Além de produzir dados inéditos da ecologia de *M. bororo*, o capítulo 2 hipotetiza que a partição em escala de micro-habitat é a principal dimensão de nicho atrelada à coocorrência de ambas espécies. O monitoramento de indivíduos com colares GPS poderia fornecer dados interessantes sobre o comportamento de ocupação de habitat e de uma possível defesa de território. Para isso, pesquisadores terão o desafio de buscar um método eficiente de captura, o qual ainda é desconhecido para os *Mazama*.

Portanto, esta tese contribui para o conhecimento de aspectos ecológicos de duas espécies elusivas, principalmente em relação à *M. bororo*, cujas informações a respeito de sua história natural são bastante escassas. Assim, embora desafiador, a coleta em ambiente natural de dados básicos da autoecologia das espécies, como uso de habitat, padrão de atividade e dieta, são importantes fontes de informação para compreender outras questões ecológicas mais complexas acerca dos *Mazama*, principalmente aquelas que abordam aspectos naturais competitivos e evolutivos que moldaram a coocorrência das espécies na natureza.

REFERÊNCIAS

ABRIL, V. V.; VOGLIOTTI, A.; VARELA, D. M.; DUARTE, J. M. B.; CARTES, J. L. Brazilian dwarf brocket deer *Mazama nana* (Hensel 1872). In: J. M. B. Duarte; S. González (Orgs.); **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer**. p.160–165, 2010. Jaboticabal: Funep/IUCN.

AGOSTINELLI, C.; LUND, U. R package “circular”: Circular Statistics (version 0.4-93). , 2017. Disponível em: <<https://r-forge.r-project.org/projects/circular/>>.

AMARASEKARE, P. Competition and coexistence in animal communities. In: S. A. Levin (Org.); **The Princeton guide to ecology**. p.196–201, 2009. Princeton, USA.: The Princeton University Press.

ANGELI, T.; OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. Differentiation of deer species of the genus *Mazama* by track morphometry. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 493, n. July 2015, p. 199–203, 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/loi/nufe20%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1080/01650521.2014.958898%5Cnhttp://%5Cnwww.tandfonline.com/>>.

ANTUNES, V. S. **Área de uso e seleção de habitats por veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*; Fisher, 1814) no Pantanal da Nhecolândia-MS**, 2012. Universidade de São Paulo.

AUSTEN, G. E.; BINDEMANN, M.; GRIFFITHS, R. A.; ROBERTS, D. L. Species identification by experts and non-experts: comparing images from field guides. **Scientific Reports**, v. 6, n. August, p. 33634, 2016. Disponível em: <<http://www.nature.com/articles/srep33634>>.

BATSCHULET, E. **Circular Statistics in Biology**. Academic Press, London, United Kingdom, 1981.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. 4rd Editio ed. Malden, USA: Blackwell Science, 2006.

BLACK-DÉCIMA, P. Home range, social structure, and scent marking behavior in brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in a large enclosure. **Mastozoología Neotropical**, v. 7, n. 1, p. 5–14, 2000.

BOBROWIEC, P. E. D.; LEMES, M. R.; GRIBEL, R. Prey preference of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*, Chiroptera) using molecular analysis. **Journal of Mammalogy**, v. 96, n. 1, p. 54–63, 2015.

BODMER, R. Ecologia e conservação dos veados mateiro e catigueiro na Amazônia. In: J. M. B. Duarte (Org.); **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. p.70–77, 1997. Jaboticabal: FUNEP.

BODMER, R. E. Responses of ungulates to seasonal inundations in the amazon floodplain. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, n. 2, p. 191–201, 1990.

BODMER, R. E. Influence of digestive morphology on resource partitioning in Amazonian ungulates. **Oecologia**, v. 85, n. 3, p. 361–365, 1991.

BRANAN, W. V. .; WERKHOVEN, M. C. . M. .; MARCHINTON, R. . L. Food Habits of Brocket and White-Tailed Deer in Suriname. **Journal of Wildlife Management**, v. 49, n. 4, p. 972–976, 1985.

CAROTHERS, J. H.; JAKSIĆ, F. M. Time as a Niche Difference: The Role of Interference Competition. **Oikos**, v. 42, n. 3, p. 403–406, 1984.

CHEBEZ, J. C.; VARELA, D. Corzuela enana. In: C. M. Dellafiore; N. Maceira (Orgs.); **Los ciervos autóctonos de la Argentina y la acción del hombre**. p.51–56, 2001. Buenos Aires, Argentina: Panca.

CHETRI, M.; ODDEN, M.; SHARMA, K.; FLAGSTAD, Ø.; WEGGE, P. Estimating snow leopard density using fecal DNA in a large landscape in north-central Nepal. **Global Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2480, 2019. Elsevier Ltd.

CHIARAVALLLOTI, R. M.; TOMAS, W. M.; CAMILO, A. R.; AIZA, M. Separação de nicho entre duas espécies simpátricas de veados do gênero *Mazama* em uma paisagem complexa no pantanal. **Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal**, 5., p. 1–5, 2010.

CONNELL, J. H. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. **Oikos**, v. 35, n. 2, p. 131–138, 1980.

COPLEN, T. B. Guidelines and recommended terms for expression of stable-isotope-ratio and gas-ratio measurement results. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, v. 25, n. 17, p. 2538–2560, 2011.

COSTA, E. B. V.; DE OLIVEIRA, M. L.; PERES, P. H. DE F.; et al. Low accuracy of identifying Neotropical deer species by scat morphology. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 52, n. 1, p. 37–42, 2017. Taylor & Francis. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2016.1263418>>.

DARWIN, C. **On the origin of species**. Cambridge: Harvard University Press, 1859.

DESBIEZ, A. L. J.; SANTOS, S. A.; TOMAS, W. M. Hábitat partitioning and biomass of four species in the central region of the Brazilian Pantanal. **Deer Specialist Group News**, , n. 23, p. 8–16, 2009.

DI BITETTI, M. S.; DE ANGELO, C. D.; DI BLANCO, Y. E.; PAVIOLO, A. Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. **Acta Oecologica**, v. 36, n. 4, p. 403–412, 2010. Elsevier Masson SAS. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2010.04.001>>.

DI-BITETTI, M. S.; PAVIOLO, A.; FERRARI, C. A.; ANGELO, C. DE; BLANCO, Y. DI. Differential responses to hunting in two sympatric species of brocket deer (*Mazama americana* and *M. nana*). **Biotropica**, v. 40, n. 5, p. 636–645, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2008.00413.x>>.

DODD, L. E.; CHAPMAN, E. G.; HARWOOD, J. D.; LACKI, M. J.; RIESKE, L. K.

Identification of prey of *Myotis septentrionalis* using DNA-based techniques. **Journal of Mammalogy**, v. 93, n. 4, p. 1119–1128, 2012.

DOHERTY, T. S.; DRISCOLL, D. A. Coupling movement and landscape ecology for animal conservation in production landscapes. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 285, n. 1870, 2018.

DOLMAN, P. M.; WÄBER, K. Ecosystem and competition impacts of introduced deer. **Wildlife Research**, v. 35, n. 3, p. 202–214, 2008.

DUARTE, J. M. B. **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. Jaboticabal: FUNEP, 1997.

DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S. **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer**. Jaboticabal: Funep/IUCN, 2010

DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E.; et al. **Ecologia e distribuição de *Mazama bororo* (Mammalia; Cervidae)**. Jaboticabal: FUNEP, UNESP, PROBIO-Ministério do Meio Ambiente, World Bank, Technical Report:1–103.

DUARTE, J. M. B.; GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E. The surprising evolutionary history of South American deer. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 49, n. 1, p. 17–22, 2008. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2008.07.009>>.

DUARTE, J. M. B.; MERINO, M. L. Taxonomia e Evolução. In: J. M. B. Duarte (Org.); **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. p.2–23, 1997. Jaboticabal: FUNEP.

DUARTE, J. M. B.; TALARICO, Â. C.; VOGLIOTTI, A.; et al. Scat detection dogs, DNA and species distribution modelling reveal a diminutive geographical range for the Vulnerable small red brocket deer *Mazama bororo*. **Oryx**, p. 1–9, 2016. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0030605316000405>.

ECKRICH, C. A.; ALBEKE, S. E.; FLAHERTY, E. A.; BOWYER, R. T.; BEN-DAVID, M. rKIN: Kernel-based method for estimating isotopic niche size and overlap. **Journal of Animal Ecology**, p. 633, 2019.

EISENBERG, J. The contemporary Cervidae of Central and South America. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation**. p.189–202, 2000. London: Yale University Press.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. Order Artiodactyla (Even-toed Ungulates). In: 3 (Org.); **Mammals of the Neotropics**. p.332–355, 1999. Chicago: The University of Chicago Press.

ELPHICK, C. S. How you count counts: The importance of methods research in applied ecology. **Journal of Applied Ecology**, v. 45, n. 5, p. 1313–1320, 2008.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: A field guide**. Chicago: The University of Chicago Press, 1990.

FERREGUETTI, Á. C.; TOMÁS, W. M.; BERGALLO, H. G. Density, occupancy, and activity pattern of two sympatric deer (*Mazama*) in the Atlantic Forest, Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 96, n. 6, p. 1245–1254, 2015.

GALETTI, M.; RODARTE, R. R.; NEVES, C. L.; MOREIRA, M.; COSTA-PEREIRA, R. Trophic niche differentiation in rodents and marsupials revealed by stable isotopes. **PLoS ONE**, v. 11, n. 4, p. 1–15, 2016.

GAVIN, M. C. Foraging in the fallows: Hunting patterns across a successional continuum in the Peruvian Amazon. **Biological Conservation**, v. 134, n. 1, p. 64–72, 2007.

GAYOT, M.; HENRY, O.; DUBOST, G.; SABATIER, D. Comparative diet of the two forest cervids of the genus *Mazama* in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, n. 1, p. 31–43, 2004.

GEIST, V. Descent, adaptation, adjustment: Lessons from the Cervidae and other beasts. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation**. p.180–188, 2000. London: Yale University Press.

GILBERT, C.; ROPIQUET, A.; HASSANIN, A. Mitochondrial and nuclear phylogenies of Cervidae (Mammalia, Ruminantia): Systematics, morphology, and biogeography. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 40, n. 1, p. 101–117, 2006.

GÓMEZ, H.; WALLACE, R. B.; AYALA, G.; TEJADA, R. Dry season activity periods of some Amazonian mammals. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 2, p. 91–95, 2005.

GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J. E.; ORTEGA, J.; et al. Identification of the endangered small red brocket deer (*Mazama bororo*) using noninvasive genetic techniques (Mammalia; Cervidae). **Molecular Ecology Resources**, v. 9, n. 3, p. 754–758, 2009.

GOTELLI, N. J.; HART, E. M.; ELLISON, A. M. EcoSimR: Null model analysis for ecological data. R package version 0.1.0. , 2015. Disponível em: <<http://github.com/gotellilab/EcoSimR> DOI: 10.5281/zenodo.16522>.

GOULART, F.; GRAIPEL, M. E.; TORTATO, M.; et al. Ecology of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Southern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 4, n. december, p. 137–143, 2009.

GROTTA-NETO, F.; PERES, P. H. F.; PIOVEZAN, U.; PASSOS, F. C.; DUARTE, J. M. B. Influential factors on gray brocket deer (*Mazama gouazoubira*) activity and movement in the Pantanal, Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 100, n. 2, p. 454–463, 2019. DOI:10.1093/jmammal/gyz056

GROTTA-NETO, F.; PERES, P. H. F.; PIOVEZAN, U.; PASSOS, F. C.; DUARTE, J. M. B. Camera trap feasibility for ecological studies of elusive forest deer. **Wildlife Society Bulletin**, 2020. DOI: 10.1002/wsb.1121

HARMSSEN, B. J.; FOSTER, R. J.; SILVER, S. C.; OSTRO, L. E. T.; DONCASTER, C. P. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. **Mammalian Biology**, v. 76, n. 3, p. 320–324, 2011. Elsevier GmbH. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2010.08.007>>.

HEDGES, S.; JOHNSON, A.; AHLERING, M.; TYSON, M.; EGGERT, L. S. Accuracy, precision, and cost-effectiveness of conventional dung density and fecal DNA based survey methods to estimate Asian elephant (*Elephas maximus*) population size and structure. **Biological Conservation**, v. 159, p. 101–108, 2013. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.12.010>>.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná: Dados sobre Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1211>>. Acesso em: 26/5/2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: Unidades de Conservação. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros>>. Acesso em: 26/5/2020.

IUCN. The IUCN red list of threatened species. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 26/5/2020.

JAREK, S. mvnormtest: Normality test for multivariate variables. R package version 0.1-9. , p. 1–3, 2012. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=mvnormtest>>.

JELTSCH, F.; BONTE, D.; PE'ER, G.; et al. Integrating movement ecology with biodiversity research - exploring new avenues to address spatiotemporal biodiversity dynamics. **Movement Ecology**, v. 1, n. 1, p. 1–13, 2013.

JENKINS, K. J.; WRIGHT, R. G. Resource Partitioning and Competition Among Cervids in the Northern Rocky Mountains. **Journal of Applied Ecology**, v. 25, n. 1,

p. 11–24, 1988.

JOHNSON, C. J.; PARKER, K. L.; HEARD, D. C.; GILLINGHAM, M. P. A multiscale behavioral approach to understanding the movements of woodland caribou. **Ecological Applications**, v. 12, n. 6, p. 1840–1860, 2002.

JULIÁ, J. P.; RICHARD, E. Corzuela colorada. In: C. M. Dellafiore; N. Maceira (Orgs.); **Los ciervos autóctonos de la Argentina y la acción del hombre**. p.27–34, 2001. Buenos Aires, Argentina: Panca.

KRONFELD-SCHOR, N.; DAYAN, T. Partitioning of Time as an Ecological Resource. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 2003, p. 153–181, 2003.

KRONFELD-SCHOR, N.; DAYAN, T.; ELVERT, R.; et al. On the use of the time axis for ecological separation: diel rhythms as an evolutionary constraint. **The American naturalist**, v. 158, n. 4, p. 451–457, 2001.

LEIBOLD, M. A.; HOLYOAK, M.; MOUQUET, N.; et al. The metacommunity concept: A framework for multi-scale community ecology. **Ecology Letters**, v. 7, n. 7, p. 601–613, 2004.

LEVINE, J. M.; HILLERISLAMBERS, J. The importance of niches for the maintenance of species diversity. **Nature**, v. 461, n. 7261, p. 254–7, 2009. Nature Publishing Group. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19675568>>.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How Many Species Are There in Brazil? **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 619–624, 2005.

LUCHERINI, M.; REPPUCCI, J. I. J.; WALKER, R. S.; et al. Activity Patterns and segregation of Carnivores in the High Andes. **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 6, p. 1404–1409, 2009. Disponível em: <<http://asmjournals.org/doi/abs/10.1644/09-MAMM-A-002R.1>>.

LUDUVÉRIO, D. J. **O Status taxonômico de *Cervus rufus* Illiger 1811 e sua caracterização genética e morfológica.**, 2018. Universidade Estadual Paulista.

MACARTHUR, R. H.; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **The American Naturalist**, , n. 101, p. 337–385, 1967.

MACE, G. M.; COLLAR, N. J.; GASTON, K. J.; et al. Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. **Conservation Biology**, v. 22, n. 6, p. 1424–1442, 2008.

MCVEY, J. M.; COBB, D. T.; POWELL, R. A.; et al. Diets of sympatric red wolves and coyotes in northeastern North Carolina. **Journal of Mammalogy**, v. 94, n. 5, p. 1141–1148, 2013.

MAGIOLI, M.; MOREIRA, M. Z.; FONSECA, R. C. B.; et al. Human-modified landscapes alter mammal resource and hábitat use and trophic structure. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, p. 201904384, 2019. Disponível em: <<http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.1904384116>>.

MORIN, D. J.; WAITS, L. P.; MCNITT, D. C.; KELLY, M. J. Efficient single-survey estimation of carnivore density using fecal DNA and spatial capture-recapture: a bobcat case study. **Population Ecology**, v. 60, n. 3, p. 197–209, 2018. Springer Japan. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10144-018-0606-9>>.

MYERS, N.; FONSECA, GUSTAVO A B; MITTERMEIER, R. A; FONSECA, G A B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. February, p. 853–8, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10706275>>.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; et al. **vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-5.** <https://cran.r-project.org/package=vegan>. 2019.

OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; ZUCCO, C. A.; AGOSTINELLI, C. Using conditional circular kernel density functions to test hypotheses on animal circadian activity. **Animal Behaviour**, v. 85, p. 269–280, 2013. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.09.033>>.

OLIVEIRA, M. L. **Distribuição e estimativa populacional do veado-mão-curta (*Mazama nana*) utilizando amostragem não invasiva**, 2015. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, M. L.; COUTO, H. T. Z.; DUARTE, J. M. B. Distribution of the elusive and threatened Brazilian dwarf brocket deer refined by non-invasive genetic sampling and distribution modelling. **European Journal of Wildlife Research**, v. 65, n. 21, 2019.

OLIVEIRA, M. L.; DE FARIA PERES, P. H.; GATTI, A.; et al. Faecal DNA and camera traps detect an evolutionarily significant unit of the Amazonian brocket deer in the Brazilian Atlantic Forest. **European Journal of Wildlife Research**, v. 66, n. 2, 2020.

OLIVEIRA, M. L.; NORRIS, D.; RAMÍREZ, J. F. M.; et al. Dogs can detect scat samples more efficiently than humans: an experiment in a continuous Atlantic Forest remnant. **Zoologia (Curitiba)**, v. 29, n. 2, p. 183–186, 2012.

OLIVEIRA, M. L.; PERES, P. H. DE F.; VOGLIOTTI, A.; et al. Phylogenetic signal in the circadian rhythm of morphologically convergent species of Neotropical deer. **Mammalian Biology**, v. 81, n. 3, p. 281–289, 2016. Elsevier GmbH. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2016.01.004>>.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; et al. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. (2ª Edição/2nd Edition)**. 2012.

PEC. **Plano de manejo do Parque Estadual de Campinhos**. Curitiba, Paraná, 2003.

PEL. **Plano de Manejo do Parque Estadual das Lauráceas**. Curitiba, Paraná, 2002.

PERES, P. H. DE F. **Uso do espaço pelo veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*; Fisher, 1814): uma comparação entre colares GPS e DNA fecal**, 2015. Universidade de São Paulo.

PERES, P. H. DE F.; GROTTA-NETO, F.; LUDUVÉRIO, D. J.; OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. Implications of unreliable species detection methods on Neotropical ungulates conservation. **submetido**.

PIANKA, E. R. The Structure of Lizard Communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, n. 1, p. 53–74, 1973.

PIANKA, E. R. Competition. In: E. R. Pianka (Org.); **Evolutionary Ecology**. 5º ed, p.486, 1994. New York: HarperCollins College.

PINDER, L. **Niche Overlap Among Brown Brocket Deer, Pampas Deer, and Cattle in the Pantanal of Brazil**, 1997. University of Florida.

PINDER, L.; LEEUWENBERG, F. Veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fischer 1814). In: J. M. B. Duarte (Org.); **Biologia e Conservação de Cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. p.59–77, 1997. Jaboticabal: FUNEP.

PUTMAN, R. J. **The natural history of deer**. London: Christopher Helm, 1988.

PUTMAN, R. J. **Competition and resource partitioning in temperate ungulate assemblies**. Wildlife e ed. London: Chapman & Hall, 1996.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **The R Foundation for Statistical Computing**. R version 3.6.1. , 2019.

RASBAND, W. **ImageJ**. , 2012. National Institutes of Health, USA. Disponível em:

<<http://imagej.nih.gov/ij>>.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>>.

RIDOUT, M. S.; LINKIE, M. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics**, v. 14, n. 2, p. 322–337, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>>.

RINCÓN, A. C.; MORALES-DONOSO, J. A.; TOMAZELLA, E. D. P. S. I. M.; et al. Designation of a neotype for *Mazama americana* (Artiodactyla: Cervidae) reveals a cryptic new complex of brocket deer species. **ZooKeys**, 2020.

RIVERO, K.; RUMIZ, D. I.; TABER, A. B. Differential hábitat use by two sympatric brocket deer species (*Mazama gouazoubira* and *Mazama americana*) in a seasonal Chiquitano forest of Bolívia. **Mammalia**, v. 69, n. 2, p. 169–183, 2005.

RODRIGUES, T. F.; CERVEIRA, J. F.; DUARTE, J. M. B. Uso de áreas agrícolas por *Mazama gouazoubira* (Mammalia, Cervidae) no Estado de São Paulo. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 104, n. Lc, p. 439–445, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-472120140004000008&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>.

RODRIGUES, T. F.; KAYS, R.; PARSONS, A.; et al. Managed forest as hábitat for gray brocket deer (*Mazama gouazoubira*) in agricultural landscapes of southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 98, n. 5, p. 1301–1309, 2017.

ROLL, U.; DAYAN, T.; KRONFELD-SCHOR, N. On the role of phylogeny in determining activity patterns of rodents. **Evolutionary Ecology**, v. 20, p. 479–490, 2006.

ROSSI, R. V.; BODMER, R.; DUARTE, J. M. B.; TROVATI, R. G. Amazonian brown brocket deer *Mazama nemorivaga* (Cuvier 1817). In: J. M. B. Duarte; S. González (Orgs.); **Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer**. p.202–2010, 2010. Jaboticabal: Funep/IUCN.

SCHOENER, T. W. Resource partitioning in ecological communities. **Science**, v. 185, n. 4145, p. 27–39, 1974. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17779277>>.

SEAMAN, D. E.; MILLSPAUGH, J. J.; KERNOHAN, B. J.; et al. Effects of Sample Size on Kernel Home Range Estimates. **The Journal of Wildlife Management**, v. 63, n. 2, p. 739, 1999.

SHEA, C. P.; PETERSON, J. T.; WISNIEWSKI, J. M.; JOHNSON, N. A. Misidentification of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionidae): contributing factors, management implications, and potential solutions. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 30, n. 2, p. 446–458, 2011.

SILVA, A. R.; OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. Incorporating the sampling effectiveness of detection dogs in the faecal standing crop method. **European Journal of Wildlife Research**, p. 1–5, 2020. European Journal of Wildlife Research.

SILVA, J. A. A.; PAULA-NETO, F. **Princípios Básicos da Dendrometria**. 1979.
SOSMA; INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período 2012-2013. Relatório Técnico. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/103045/fundacao-divulga-novos-dados-sobre-situacao-da-mata-%5Cnatlantica/#sthash.IDeMal9w.dpuf> 2015>. Acesso em: 26/5/2020.

SMITH, D. A.; RALLS, K.; DAVENPORT, B.; ADAMS, B.; MALDONADO, J. E. Canine assistants for conservationists. **Science**, v. 291, n. 5503, p. 435, 2001.

SOSMA; INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período 2012-2013. Relatório Técnico. Disponível em:

<<https://www.sosma.org.br/103045/fundacao-divulga-novos-dados-sobre-situacao-da-mata-%5Cnatlantica/#sthash.IDeMal9w.dpuf> 2015>. Acesso em: 26/5/2020.

SOUZA, J. N.; DE OLIVEIRA, M. L.; DUARTE, J. M. B. A PCR/RFLP methodology to identify non-Amazonian Brazilian deer species. **Conservation Genetics Resources**, v. 5, n. 3, p. 639–641, 2013.

STALLINGS, J. R. Notes on Feeding Habits of *Mazama gouazoubira* in the Chaco Boreal of Paraguay. **Biotropica**, v. 16, n. 2, p. 155–157, 1984.

STEHLI, F. G.; WEBB, S. D. **The Great American Biotic Interchange**. New York: Plenum, 1985.

TAKATSUKI, S. Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review. **Biological Conservation**, v. 142, n. 9, p. 1922–1929, 2009. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.011>>.

TIESZEN, L. L.; BOUTTON, T. W.; TESDAHL, K. G.; SLADE, N. A. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: Implications for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. **Oecologia**, v. 57, n. 1–2, p. 32–37, 1983.

TOBLER, M. W.; CARRILLO-PERCASTEGUI, S. E.; POWELL, G. Hábitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Peru. **Journal of Tropical Ecology**, v. 25, n. 3, p. 261–270, 2009.

VOGLIOTTI, A. História natural de *Mazama bororo* (Artiodactyla; Cervidae) através da etnozootologia, monitoramento fotográfico e rádio-telemetria. **Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada)**, p. 99, 2003.

VOGLIOTTI, A. Partição de habitats entre os cervídeos do Parque Nacional do Iguaçu. , p. 69, 2008.

VOGLIOTTI, A.; DUARTE, J. M. B. Small red brocket deer *Mazama bororo* (Duarte 1996). In: J. M. B. Duarte; S. González (Orgs.); **Neotropical Cervidology: Biology**

and Medicine of Latin American Deer. p.172–176, 2010. Jaboticabal: Funep/IUCN.

WASSERBERG, G.; KOTLER, B. P.; ABRAMSKY, Z.; et al. in determining The role of site , and competition hábitat , seasonality the of psammophilic in a centrifugally nightly activity patterns gerbils organized community. **Oikos**, v. 112, n. 3, p. 573–579, 2006.

WEBB, C. O. Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: An example for rain forest trees. **The American Naturalist**, v. 156, n. 2, p. 145–155, 2000.

WEBB, C. O.; GILBERT, G. S.; DONOGHUE, M. J. Phylodiversity-dependent seedling mortality, size structure, and disease in a Bornean rain forest. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. 123–131, 2006.

WEBB, S. D. Evolutionary history of new world Cervidae. **Antelopes, deer, and relatives: Fossil record, behavioral ecology, systematics, and conservation.** p.38–64, 2000. London: Yale University Press.