Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 16/12/2024

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until December 16, 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

LUÍS FERNANDO DE ABREU PESTANA

INFLUÊNCIA DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS NA OCORRÊNCIA DE MAMÍFEROS TERRESTRES

Botucatu

2022

LUÍS FERNANDO DE ABREU PESTANA

INFLUÊNCIA DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS NA OCORRÊNCIA DE MAMÍFEROS TERRESTRES

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Ciência Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Renata Cristina Batista Fonseca

Coorientador: Prof. Dr. Felipe Martello

Botucatu

2022

P476i

Pestana, Luís Fernando de Abreu
Influência de plantações florestais na ocorrência de mamíferos terrestres / Luís Fernando de Abreu Pestana. -- Botucatu, 2023
133 p. : il., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu
Orientadora: Renata Cristina Batista Fonseca
Coorientador: Felipe Martello

1. Conservação da natureza. 2. Mamíferos. 3. Eucalipto. 4. Monitoramento ambiental. 5. Florestas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

FOLHA DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: INFLUÊNCIA DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS NA OCORRÊNCIA DE MAMÍFEROS TERRESTRES

AUTOR: LUÍS FERNANDO DE ABREU PESTANA
ORIENTADORA: RENATA CRISTINA BATISTA FONSECA
COORIENTADOR: FELIPE MARTELLO RIBEIRO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Ciência Florestal, pela Comissão Examinadora:

Prof.ª Dr.ª RENATA CRISTINA BATISTA FONSECA (Participaçao Virtual)
Ciencia Florestal Solos e Ambiente / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu

Prof. Dr. ANDRÉ LUIS REGOLIN (Participaçao Virtual)
Instituto de Ciências Biológicas / Universidade Federal de Goiás

Dr. WILLIAM PINHEIRO DA COSTA (Participaçao Virtual)
Botucatu/SP / .

Prof.ª Dr.ª MAGALI RIBEIRO DA SILVA (Participaçao Virtual)
Ciência Florestal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

Prof. Dr. FÁBIO MAFFEI (Participaçao Virtual)
Pós-Doutorando - Departamento de Ciências Biológicas / Faculdade de Ciências - Unesp - Bauru/SP

Botucatu, 16 de dezembro de 2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus.

Aos meus pais e irmã, que sempre me apoiam de todas as formas possíveis e são os principais responsáveis por eu estar aqui.

À Jéssica, minha companheira de vida e profissão, pessoa que está comigo em todos os momentos desde a graduação, que sempre me ouviu e me auxiliou ao longo desta tese. E também a sua família, que se tornou a minha segunda.

À Profa. Renata Fonseca, minha orientadora, pela orientação calma, paciente e atenciosa e também pelo conhecimento e pelas oportunidades que sempre me ofereceu durante o período de doutorado, contribuindo com minha formação.

Ao Prof. Felipe Martello, meu coorientador, pela disposição e pelo auxílio importantíssimo na análise de dados, sempre animado e atencioso para resolver nossos problemas de estatística.

À Faculdade de Ciências Agronômicas e ao PPG em Ciência Florestal.

Aos membros atuais e antigos do Laboratório de Conservação da Natureza, responsáveis pelas coletas de dados desta tese.

Aos colaboradores do Departamento de Ciência Florestal, secretaria, coordenação, professores e Seção Técnica de Pós-Graduação, por todo suporte durante esse período. E também aos colaboradores da Biblioteca, em especial a Ana Kempinas, pessoa muito atenciosa, proprietária do apartamento em que morei em Botucatu.

Aos meus orientadores de mestrado, Profa. Andréa e Prof. Marcel, por todo ensinamento compartilhado que me foi muito útil nesta tese.

A todos os meus amigos que passaram pelo meu caminho desde a graduação.

Aos membros da banca de qualificação (Prof. Crasso, Prof. Silvio), de defesa (Profa. Magali, Prof. André, Prof. Fábio, Prof. William) e aos membros suplentes por todas as contribuições e atenção durante o período.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

RESUMO

Plantações florestais de espécies exóticas ocupam cada vez mais áreas no Brasil e no continente sul-americano devido à demanda por madeira e derivados. O manejo intensivo dessas áreas e sua variação estrutural ao longo do tempo pode refletir diretamente na disponibilidade de habitats e recursos do ecossistema, afetando a biodiversidade. Desenvolvemos este estudo integrado à linha de pesquisa de conservação dos recursos naturais e o estruturamos com o objetivo de avançar em tópicos que relacionam as plantações florestais e mamíferos, considerados organismos realizadores de funções ecossistêmicas importantes, com vários táxons ameaçados de extinção, além de ser um exemplo de grupo afetado pelas florestas plantadas. Apresentamos três capítulos: uma revisão sistemática e dois artigos experimentais realizados em unidades de manejo florestal. Na revisão, destacamos dados quali-quantitativos e identificamos diferentes níveis de complexidade de pesquisa que relacionaram os mamíferos e plantações. Destacamos a importância da vegetação rasteira nas plantações, bem como da estrutura da paisagem na ocorrência da fauna. Realizamos algumas considerações sobre a ausência de princípios das certificações nos estudos e realizamos algumas análises críticas e implicações para a prática das unidades produtoras e para a ciência. No segundo capítulo, encontramos efeitos das plantações de eucalipto na riqueza e composição de mamíferos. Sugerimos que as plantações em idades iniciais foram as mais utilizáveis pelos mamíferos devido ao aspecto arbustivo do povoamento, gerando um efeito visual positivo na busca de abrigo, além da ocorrência de alguma vegetação rasteira de sub-bosque que fornecia recursos. No terceiro capítulo, identificamos que as diferenças de riqueza de mamíferos das plantações para a vegetação nativa apresentaram uma diminuição na estação seca, portanto sugerimos que as monoculturas auxiliaram na manutenção da fauna nas unidades de manejo, principalmente nas estações do ano menos favoráveis. Destacamos que estudos como este contribuem para o avanço do conhecimento voltado à conservação da natureza, além de gerarem resultados e conclusões que permitem auxiliar no planejamento sustentável das unidades de manejo compostas por monoculturas florestais.

Palavras-chave: idade das plantações; mamíferos; plantações florestais; revisão sistemática; sazonalidade.

ABSTRACT

Plantation forests of exotic species are increasing in Brazil and in the South American continent due to the demand for wood products in recent decades. The intensive management of these areas and their structural variation over time can directly reflect on the availability of habitats and resources in the ecosystem, affecting biodiversity. We developed this study integrated to the line of research on conservation of natural resources and structured it with the objective of advancing topics that relate forest plantations and mammals, considered organisms that perform important ecosystem functions, with several taxa threatened with extinction, in addition to being an example of a group affected by planted forests. We present three chapters: a systematic review and two experimental articles carried out in forest management units. In the review, we highlighted quali-quantitative data and identified different levels of research complexity that related mammals and forest plantations. We highlight the importance of the undergrowth in the plantations, as well as the landscape structure in the occurrence of fauna. We made some considerations about the absence of certification principles in the studies and carried out some critical analyzes and implications for the practice of production units and for science. In the second chapter, we find effects of eucalyptus plantations on the richness and composition of mammals. We suggest that plantations at early ages were the most usable by mammals due to the shrubby aspect of the stand, generating a positive visual effect in the search for shelter, in addition to the occurrence of some understory that provided resources. In the third chapter, we identified that the differences in mammal richness from eucalyptus plantations to native vegetation showed a decrease in the dry season, so we suggest that monocultures helped to maintain the fauna in the management units, especially in the less favorable seasons. We emphasize that studies such as this one contribute to the advancement of knowledge focused on nature conservation, in addition to generating results and conclusions that can help in the sustainable planning of management units composed of forest monocultures.

Keywords: forest plantations; mammals; plantation age; seasonality; systematic review.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1 – Revisando a relação entre plantações florestais e mamíferos na América do Sul

Figura 1 – Fluxo metodológico utilizado para obtenção dos estudos que relacionam plantações florestais e mamíferos na América do Sul.....26

Figura 2 – Quantificação e distribuição dos estudos que relacionam mamíferos e plantações florestais no continente sul-americano.....27

Figura 3 – Proporção entre as culturas utilizadas nos estudos.....29

Figura 4 – Representação da porcentagem de estudos que utilizam determinados grupos de mamíferos em seu escopo.....31

Figura 5 – Distribuição do número de estudos com base no tempo de monitoramento realizado.....32

Figura 6 – Nível de complexidade dos estudos, classificados conforme a utilização de variáveis ambientais no seu escopo.....34

Capítulo 2 – Influência da categoria de uso/cobertura do solo e da idade de plantações de eucalipto na riqueza e composição de mamíferos terrestres

Figura 1 – Representação das três unidades de manejo com um raio de dois quilômetros do centro de cada área para caracterização do entorno.....77

Figura 2 – Diagrama de ocorrência de mamíferos para cada categoria de uso/cobertura do solo e idade do eucalipto.....83

Figura 3 – *Box-plot* da riqueza estimada obtida pelo estimador *Jackknife* 1 para as amostras das plantações de eucalipto e vegetação nativa.....85

Figura 4 – Regressão linear representando a variação da riqueza em função da idade do eucalipto e da categoria de uso/cobertura do solo.....85

Figura 5 – Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) com base na distância de *Jaccard* ilustrando a composição de mamíferos de cada amostra.....87

Capítulo 3 – Considerações iniciais sobre a variação da riqueza de mamíferos entre plantações de eucalipto e vegetação nativa nas estações chuvosa e seca: análise em unidades de manejo

Figura 1 – Uso e ocupação do entorno de cada unidade de manejo e representação do desenho experimental.....111

Figura 2 – Riqueza estimada média de mamíferos nas estações do ano em cada categoria de uso do solo.....115

Figura 3 – Taxa de resposta média (plantações de eucalipto / vegetação nativa) na época chuvosa e seca.....115

Figura 4 – Porcentagens de perda/ganho de riqueza estimada de mamíferos presentes no eucalipto em relação a vegetação nativa nas estações chuvosa e seca em cada unidade de manejo e ano de amostragem.....117

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2 – Influência da categoria de uso/cobertura do solo e da idade de plantações de eucalipto na riqueza e composição de mamíferos terrestres

Tabela 1 – Informações gerais para cada unidade de manejo em cada ano de coleta de dados.....79
Tabela 2 – Resumo do esforço amostral de uma unidade de manejo em um ano de coleta de dados.....80
Tabela 3 – Ranking dos melhores modelos de regressão linear com base no critério de *Akaike* corrigido.....86

Capítulo 3 – Considerações iniciais sobre a variação da riqueza de mamíferos entre plantações de eucalipto e vegetação nativa nas estações chuvosa e seca: análise em unidades de manejo

Tabela 1 – Resumo do esforço amostral para uma unidade de manejo em um ano de amostragem.....113
Tabela 2 – Riqueza estimada de mamíferos, razão entre as riquezas e diferenças entre as estações seca e chuvosa.....116
Tabela 3 – Ranking dos cinco melhores modelos com base no critério de *Akaike* corrigido.....118

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 17

CAPÍTULO 1 - REVISANDO A RELAÇÃO ENTRE PLANTAÇÕES FLORESTAIS E MAMÍFEROS NA AMÉRICA DO SUL 21

1 INTRODUÇÃO 22

2 MATERIAL E MÉTODOS 25

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 27

3.1 Número de publicações, distribuição por países, culturas utilizadas e idades das plantações 27

3.2 Grupos de mamíferos utilizados, metodologias de coleta e monitoramento 30

3.3 Nível de complexidade dos estudos científicos com base na utilização de variáveis ambientais 33

3.4 Síntese de evidências 36

3.4.1 Influência da categoria e estrutura do habitat nas comunidades de mamíferos 36

3.4.2 A importância da vegetação abaixo do dossel nas plantações florestais... 38

3.4.3 Características da paisagem influenciando a ocorrência de mamíferos nas plantações florestais 38

3.4.4 Ocorrência de espécies exóticas nas plantações florestais 40

3.4.5 Relação Inversa: mamíferos predando as plantações florestais 41

3.5 Princípios e critérios da certificação de manejo florestal (FSC) citado nos estudos 42

3.6 Reflexões e implicações para a prática 43

REFERÊNCIAS 47

APÊNDICES 55

CAPÍTULO 2 - INFLUÊNCIA DA CATEGORIA DE USO/COBERTURA DO SOLO E DA IDADE DE PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO NA RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE MAMÍFEROS TERRESTRES 72

1 INTRODUÇÃO 73

2 MATERIAL E MÉTODOS 76

2.1 Área de estudo 76

2.2 Desenho experimental 78
2.3 Análise de dados 80
3 RESULTADOS 82
4 DISCUSSÃO 88
4.1 A riqueza de mamíferos variou com a categoria de uso/cobertura do solo e com a idade das plantações de eucalipto 88
4.2 A composição de mamíferos variou com a categoria de uso/cobertura do solo, idade das plantações de eucalipto e com as unidades de manejo..... 92
5 CONCLUSÃO 94
REFERÊNCIAS 95
APÊNDICES 105
CAPÍTULO 3 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE A VARIAÇÃO DA RIQUEZA DE MAMÍFEROS ENTRE PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO E VEGETAÇÃO NATIVA NAS ESTAÇÕES CHUVOSA E SECA: ANÁLISE EM UNIDADES DE MANEJO 108
1 INTRODUÇÃO 109
2 MATERIAL E MÉTODOS 111
2.1 Área de estudo 111
2.2 Desenho experimental 112
2.3 Análise de dados 113
3 RESULTADOS 114
4 DISCUSSÃO 118
5 CONCLUSÃO 120
REFERÊNCIAS 122
APÊNDICES 126
CONSIDERAÇÕES FINAIS 127
REFERÊNCIAS 131

INTRODUÇÃO GERAL

A alteração da cobertura do solo é um dos principais problemas ambientais atuais, sobretudo pela conversão de áreas naturais em usos antrópicos (ARMENTERAS *et al.*, 2017). Nas últimas seis décadas, por exemplo, mais de 30% da superfície terrestre global foi afetada por essa alteração (WINKLER *et al.*, 2021). A silvicultura moderna, prática que consiste no desenvolvimento de plantações florestais para fins produtivos (LAMPRECHT, 1990), é exemplo de uma atividade antrópica que modifica o ambiente e pode ser considerada como um dos condutores diretos para o aumento do desmatamento de áreas naturais (ARMENTERAS *et al.*, 2017).

Quando focamos no Brasil, ou expandimos a observação para todo o continente sul-americano, indicamos que o cultivo de plantações florestais é uma atividade de destaque, ocupando aproximadamente dez milhões de hectares do território do país (IBGE, 2020) e mais de 20 milhões de hectares do território do continente, compostos majoritariamente por monoculturas de espécies arbóreas exóticas (FAO, 2020). As plantações florestais, portanto, podem substituir grandes áreas de vegetação nativa, além de passarem por processos constantes de plantio, crescimento e corte, dinamizando ainda mais os processos de alteração do uso do solo ao longo tempo. O resultado desse manejo intensivo pode refletir diretamente na disponibilidade de habitats e na biodiversidade, preocupando aqueles que buscam a conservação da natureza (BEGOTTI *et al.*, 2018; CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2012; POWERS; JETZ, 2019).

Com o objetivo de mensurar os impactos das plantações florestais, atividades e pesquisas voltadas ao monitoramento dessas áreas são cruciais. Para a realização do monitoramento, a biodiversidade ocorrente pode ser utilizada como um dos principais indicadores que atestam sobre as condições ambientais de determinada região (SIDDIG *et al.*, 2016). A ocorrência ou ausência de determinadas espécies bioindicadoras (e.g. PASA *et al.*, 2021), os impactos nas relações tróficas entre espécies (e.g. MOREIRA-ARCE *et al.*, 2015), ou as diferenças de riqueza e composição das comunidades entre áreas naturais com as plantações florestais (e.g. CASAGRANDE; SANTOS-FILHO, 2019), são algumas das abordagens que podem ser realizadas.

Neste estudo, focamos no grupo de mamíferos como indicadores de mudanças ambientais, visto que são organismos realizadores de funções ecossistêmicas

importantes (LACHER *et al.*, 2019), além de fornecerem boas respostas às alterações no meio ambiente (BEISIEGEL, 2017; LEIS *et al.*, 2007). Ademais, como parte dos requisitos para obtenção da certificação de manejo florestal sustentável elaborada pela organização normatizadora *Forest Stewardship Council*, as unidades produtoras são orientadas a realizarem monitoramentos constantes de alguns grupos de fauna ocorrentes nos seus limites, incluindo os mamíferos (FSC, 2015).

A discussão acerca do real impacto das florestas plantadas sobre a biodiversidade é algo contínuo na pesquisa ecológica e é executada de diversas formas que variam desde uma listagem de espécies ocorrentes nas plantações, até uma modelagem ecológica robusta com variáveis ambientais descritoras de habitat e de estrutura da paisagem. De fato, é de conhecimento amplo que um ambiente estruturado artificialmente pelo homem objetivando a produção intensiva de madeira e derivados não se assemelhará ao ambiente natural. O manejo intensivo, a composição de uma única espécie arbórea, espaçamentos padrão, baixa disponibilidade de recursos, são algumas características que rotulam essas estruturas como homogêneas e simplificadas para a biodiversidade. Estudos conduzidos por diversos autores têm demonstrado que as monoculturas arbóreas sustentam uma menor riqueza e diversidade de espécies de diferentes grupos de animais quando comparadas à vegetação nativa (HANANE *et al.*, 2018; LÓPEZ-BEDOYA *et al.*, 2022; NG *et al.*, 2021; WANGER *et al.*, 2010). Por outro lado, não se pode descartar o potencial das plantações funcionarem ao menos como habitats complementares para diversas espécies, além de auxiliar na movimentação da fauna ao longo da paisagem (COELHO *et al.*, 2014; IEZZI *et al.*, 2020; MANG; BRODIE, 2015). Portanto, mesmo que as vegetações primárias nativas sejam insubstituíveis, as plantações exóticas podem contribuir com a conservação da natureza (POWERS; JETZ, 2019) dentro de algumas limitações.

Por conseguinte, acima de quaisquer conclusões unidirecionais, é preciso expandir o contexto e considerar algumas variáveis ambientais para entender o real impacto das florestas plantadas sobre a biodiversidade e o funcionamento do ecossistema. É necessário realizar questionamentos para compreender, por exemplo, o efeito das categorias de uso/cobertura do solo, qual o uso do solo anterior a implantação de uma monocultura, qual a finalidade das plantações, qual espécie arbórea é cultivada e qual o tempo de rotação, qual é a vegetação natural de região e a relação com a riqueza de mamíferos nas plantações, quais e como as variáveis

estruturais das plantações influenciam a fauna (*e.g.* a idade da plantação e sua plasticidade de crescimento), efeitos da sazonalidade de recursos nas comunidades, dentre outros (BEGOTTI *et al.*, 2018; BROCKERHOFF *et al.*, 2008; CRAVINO; BRAZEIRO, 2021; MIKICH; LIEBSCH, 2014; MOREIRA-ARCE *et al.*, 2016; TIMO *et al.*, 2014).

Nesta tese, discutimos sobre as relações entre plantações florestais e mamíferos. Para isso, dividimos este documento em três capítulos com escopos diferentes, mas que se completam: uma revisão e dois estudos experimentais primários, todos estruturados no formato de artigos científicos. Especificamente, o primeiro capítulo é uma revisão da produção científica que relaciona as plantações florestais e mamíferos na América do Sul. Entendemos que a realização de um estudo de revisão é crucial para a compreensão do estado atual do tema pesquisado, pois com base em dados quali-quantitativos obtidos é possível indicar generalizações, conclusões, lacunas de pesquisas, implicações para prática da ciência e das unidades de produção, além de auxiliar nas reflexões e no embasamento de conteúdo da respectiva tese. Para a realização deste estudo, incorporamos alguns princípios de revisão sistemática com o intuito de garantir sua representatividade e originalidade. Realizamos o recorte para o continente citado pois é uma região com alta riqueza de mamíferos, além de apresentar elevada produção florestal proveniente de plantações florestais compostas por monoculturas de espécies arbóreas exóticas. Ademais, não encontramos em pesquisas prévias uma revisão com o escopo similar ao nosso e que tenha sido realizada abordando o continente em questão.

O segundo capítulo é um estudo primário, produto de um extenso monitoramento de mamíferos em três unidades de manejo florestal de eucalipto manejadas em ciclos de corte de sete anos, localizadas no sudeste do Brasil. Nosso objetivo foi avaliar a influência de variáveis ambientais, como a categoria de uso/cobertura do solo e as idades das plantações de eucalipto na riqueza e composição de mamíferos. Predizemos que haveria menor riqueza de mamíferos e diferenças de composição nas plantações de eucalipto em comparação com a vegetação de floresta nativa devido às monoculturas apresentarem características ambientais simplificadas e predizemos que a riqueza e composição de mamíferos variariam de acordo com a idade do eucalipto e que maiores valores de riqueza seriam encontrados em plantações de até meia idade de rotação, considerando que nessas fases existem características ambientais que qualificam positivamente essas

estruturas para uma maior presença de fauna, como o aspecto arbustivo das plantações e a presença de alguma vegetação rasteira. Destacamos a robustez desse monitoramento de mamíferos, que foi estruturado para acompanhar o desenvolvimento das mesmas plantações florestais de diferentes unidades de manejo ao longo do tempo, além da realização de levantamentos em fragmentos de vegetação nativa como referências para comparação. Entendemos que este capítulo permite uma maior compreensão sobre como a variação estrutural do eucalipto ao longo do tempo afeta as comunidades de mamíferos ocorrentes, além de destacar a importância da vegetação nativa nas regiões de estudo.

O terceiro capítulo também é um estudo primário e foi estruturado em formato de comunicação curta devido ao nível de abordagem que consideramos ser inicial. A demanda por este capítulo surgiu de indagações que nos deparamos no capítulo dois. Nosso objetivo foi realizar algumas considerações preliminares com o intuito de observar a variação da riqueza de mamíferos das plantações de eucalipto em relação às vegetações nativas de referência em diferentes estações do ano. Buscamos entender se as diferenças de riqueza entre eucalipto e vegetação nativa diminuiriam em determinadas épocas do ano, cogitando que as plantações florestais poderiam ser mais utilizadas nas épocas secas devido à maior escassez de recursos e consequente aumento do deslocamento dos mamíferos na paisagem. Utilizamos parte dos dados do mesmo monitoramento citado no capítulo anterior.

Diante do exposto, concluímos que um estudo como este, que se propõe a realizar uma reflexão geral acerca do conhecimento existente e a investigar experimentalmente a influência das plantações florestais sobre a biodiversidade com a incorporação de variáveis ambientais explicativas, pode contribuir com a discussão e com o avanço do conhecimento voltado à conservação da natureza, além de gerar resultados e conclusões que podem auxiliar no planejamento sustentável das unidades de manejo compostas por monoculturas cultivadas com foco na produção intensiva de madeira, celulose e derivados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi estruturado em três capítulos diferentes, porém interligados em uma mesma temática: plantações florestais e mamíferos terrestres. Nossa abordagem ao longo de todo o documento é majoritariamente focada em termos de conservação da biodiversidade, especificamente a conservação de mamíferos terrestres. Entendemos que não podemos abdicar o desenvolvimento econômico e o aumento da exploração madeireira de florestas plantadas devido à necessidade humana, entretanto também não podemos negligenciar a conservação da natureza e a busca pelo equilíbrio sustentável em todas as atividades relacionadas. Claramente, é preciso que as questões ecológicas estejam alinhadas também às questões logísticas e econômicas da produção florestal, portanto o diálogo entre as diferentes áreas é crucial para um avanço significativo.

No geral, encontramos várias linhas de estudos em nossa revisão que trabalham com a relação de mamíferos e plantações e isso é um ponto positivo a se destacar, principalmente pelo aumento da produção científica nos últimos 10 anos. São diversos estudos, em diferentes países, com diversas espécies de mamíferos e com diferentes níveis de complexidade metodológica. Entretanto, sugerimos que há ainda muito mais o que se fazer, principalmente com dados que provavelmente estão coletados para fins de certificação e que podem passar pela ciência.

O monitoramento de mamíferos se mostrou eficiente na busca por respostas ecológicas sobre o impacto das plantações florestais, considerando que encontramos variáveis ambientais em nossos experimentos que potencialmente explicam a variação da fauna, como as categorias de uso/cobertura do solo, a idade das plantações de eucalipto e a sazonalidade. Especificamente, indicamos algumas conclusões importantes para o planejamento sustentável de unidades de manejo em termos ambientais, como o efeito positivo de plantações jovens nas comunidades de mamíferos quando comparadas às plantações em idades avançadas, além da importância das plantações em épocas de seca, que, ao que tudo indica, apresentam uma diminuição da diferença de riqueza quando comparadas às vegetações nativas de referência, portanto podem ser considerados como estruturas complementares aos hábitos da fauna em épocas de escassez.

Em termos qualitativos, discutimos sobre a importância da heterogeneidade de habitats dentro das estruturas florestais e que isso é um desafio a ser incorporado

pelas unidades de manejo florestal. O referencial teórico da temática é consistente em apontar a necessidade dessas estruturas, como o sub-bosque, em monoculturas de espécies exóticas para potencializar a utilização dos povoamentos florestais pelos mamíferos. Em São Paulo, por exemplo, há uma determinação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Resolução SMA 83/2016) que permite o desenvolvimento de estrato rasteiro em áreas de plantações florestais, extinguindo a necessidade de obtenção de autorização para supressão na época de colheita. Entretanto, devido à modernidade das atividades de manejo dos talhões, onde muitas vezes são utilizados equipamentos robustos como tratores para fertilização e controle de insetos, o estrato vegetal inferior é sucumbido e não consegue evoluir. Ou seja, em termos legais é possível a existência das estruturas, mas em termos logísticos é dificultoso. Esse é um ponto que deve ser discutido pelos gestores florestais e conservacionistas.

Outra questão fundamental é a manutenção da vegetação nativa dentro das unidades de manejo. Além da quantidade, que já é prevista por lei como áreas de preservação permanentes e reservais legais, é necessário que haja uma constante avaliação sobre a qualidade dessas estruturas. A riqueza de mamíferos em nossos experimentos foi majoritariamente maior nas estruturas nativas quando comparadas às plantações florestais, independentemente da idade, da localização da unidade de manejo ou mesmo da estação do ano. Em nossa revisão, a conclusão é a mesma: as estruturas florestais são insubstituíveis, e necessitam de conservação e, quando possível, de incrementos em diversidade vegetal, potencializando a disponibilidade de recursos para a fauna.

No que diz respeito ao desenho da disposição de talhões nas unidades de manejo, reforçamos o que já consta nos princípios e critérios das certificadoras: a intercalação de talhões de diferentes idades e intercalação de talhões com estruturas nativas. Não está claro para nós qual a escala de intercalação que as certificadoras sugerem, entretanto nós entendemos que mesmo em uma escala da unidade de manejo (ou da fazenda, como é chamado em algumas organizações) que foi a escala na qual trabalhamos, é necessário que haja alternância. Primeiro, como acabamos de indicar, a vegetação nativa é insubstituível em termos de habitat e recursos, e segundo, as plantações mais jovens tem efeitos positivos sobre a riqueza e composição de mamíferos. Portanto, uma paisagem com vários elementos auxilia na heterogeneidade de habitats disponíveis, facilitando a movimentação dos mamíferos. Grandes agregados homogêneos na paisagem, por exemplo, diversos talhões de

eucalipto em uma mesma idade, impactam a disponibilidade de habitats temporalmente, considerando que em algumas épocas os talhões serão jovens e isso poderá ser benéfico, mas em outros momentos os talhões estarão em idades avançadas e ainda passarão por corte raso todos ao mesmo tempo, diminuindo os caminhos da fauna.

Concluímos que estudos como este devem ser cada mais incentivados, devido ao aumento constante de áreas de florestas plantadas no país e no continente. Portanto, ações de monitoramento da fauna, principalmente longos monitoramentos, contribuirão com a geração de informações técnicas para a tomada de decisões que envolvem o desenvolvimento sustentável das unidades de manejo.

REFERÊNCIAS

ARMENTERAS, D.; ESPELTA, J. M.; RODRÍGUEZ, N.; RETANA, J. Deforestation dynamics and drivers in different forest types in Latin America: Three decades of studies (1980–2010). **Global Environmental Change**, [*s. l.*], v. 46, p. 139–147, 2017.

BEGOTTI, R. A.; PACÍFICO, E. dos S.; FERRAZ, S. F. de B.; GALETTI, M. Landscape context of plantation forests in the conservation of tropical mammals. **Journal for Nature Conservation**, [*s. l.*], v. 41, p. 97–105, 2018.

BEISIEGEL, B. M. Cumulative environmental impacts and extinction risk of brazilian carnivores. **Oecologia Australis**, [*s. l.*], v. 21, n. 3, p. 350–360, 2017.

BROCKERHOFF, E. G.; JACTEL, H.; PARROTTA, J. A.; QUINE, C. P.; SAYER, J. Plantation forests and biodiversity: Oxymoron or opportunity?. **Biodiversity and Conservation**, [*s. l.*], v. 17, n. 5, p. 925–951, 2008.

CALVIÑO-CANCELA, M.; RUBIDO-BARÁ, M.; VAN ETTEN, E. J. B. Do eucalypt plantations provide habitat for native forest biodiversity?. **Forest Ecology and Management**, [*s. l.*], v. 270, p. 153–162, 2012.

CASAGRANDE, A. F.; SANTOS-FILHO, M. dos. Use of forest remnants and teak (Tectona grandis) plantations by small mammals in Mato Grosso, Brazil.**Studies on Neotropical Fauna and Environment**, [*s. l.*], v. 54, n. 3, p. 181–190, 2019.

COELHO, M.; JUEN, L.; MENDES-OLIVEIRA, A. C. The role of remnants of Amazon savanna for the conservation of Neotropical mammal communities in eucalyptus plantations. **Biodiversity and Conservation**, [*s. l.*], v. 23, n. 13, p. 3171–3184, 2014.

CRAVINO, A.; BRAZEIRO, A. Grassland afforestation in South America: Local scale impacts of eucalyptus plantations on Uruguayan mammals. **Forest Ecology and Management**, [*s. l.*], v. 484, p. 118937, 2021.

HANANE, S.; CHERKAOUI, S. I.; MAGRI, N.; YASSIN, M. Bird species richness in artificial plantations and natural forests in a North African agroforestry system: assessment and implications. **Agroforestry Systems**, [*s. l.*], v. 93, n. 5, p. 1755–1764, 2018.

IEZZI, M. E.; DE ANGELO, C.; DI BITETTI, M. S. Tree plantations replacing natural grasslands in high biodiversity areas: How do they affect the mammal assemblage?. **Forest Ecology and Management**, [*s. l.*], v. 473, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2020** - Pevs. Rio De Janeiro: IBGE, 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Global Forest Resources Assessment 2020**: Main report. Roma: FAO, 2020.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL – FSC. **FSC Principles and Criteria for Forest Stewardship**. Bonn: FSC, 2015.

LACHER, T. E.; DAVIDSON, A. D.; FLEMING, T. H.; GÓMEZ-RUIZ, E. P.;

MCCRACKEN, G. F.; OWEN-SMITH, N.; PERES, C. A.; VANDER WALL, S. B. The functional roles of mammals in ecosystems. **Journal of Mammalogy**, [*s. l.*], v. 100, n. 3, p. 942–964, 2019.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas especies arboreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: GZT, 1990.

LEIS, Sherry A; LESLIE, David M; ENGLE, David M; FEHMI, Jeffrey S; LEIS, S A; ENGLE, D M; LESLIE, D M; FEHMI, J S. Small mammals as indicators of short-term and long-term disturbance in mixed prairie. **Environmental Monitoring and Assessment**, [*s. l.*], v. 137, n. 1, p. 75–84, 2007.

LÓPEZ-BEDOYA, P. A.; BOHADA-MURILLO, M.; ÁNGEL-VALLEJO, M. C.; AUDINO, L. D.; DAVIS, A. L. V.; GURR, G.; NORIEGA, J. A. Primary forest loss and degradation reduces biodiversity and ecosystem functioning: A global meta-analysis using dung beetles as an indicator taxon. **Journal of Applied Ecology**, [*s. l.*], 2022.

MANG, S. L.; BRODIE, J. F. Impacts of non-oil tree plantations on biodiversity in Southeast Asia. **Biodiversity and Conservation**, [*s. l.*], v. 24, n. 14, p. 3431–3447, 2015.

MIKICH, S. B.; LIEBSCH, D. Damage to forest plantations by tufted capuchins (Sapajus nigritus): Too many monkeys or not enough fruits?. **Forest Ecology and Management**, [*s. l.*], v. 314, p. 9–16, 2014

MOREIRA-ARCE, D.; VERGARA, P. M.; BOUTIN, S.; CARRASCO, G.; BRIONES, R.; SOTO, G. E.; JIMÉNEZ, J. E. Mesocarnivores respond to fine-grain habitat structure in a mosaic landscape comprised by commercial forest plantations in southern Chile. **Forest Ecology and Management**, [*s. l.*], v. 369, p. 135–143, 2016.

MOREIRA-ARCE, D.; VERGARA, P. M.; BOUTIN, S.; SIMONETTI, J. A.; BRICEÑO, C.; ACOSTA-JAMETT, G. Native forest replacement by exotic plantations triggers changes in prey selection of mesocarnivores. **Biological Conservation**, [*s. l.*], v. 192, p. 258–267, 2015.

NG, W. P.; VAN MANEN, F. T.; SHARP, S. P.; WONG, S. Te; RATNAYEKE, S. Mammal species composition and habitat associations in a commercial forest and mixed-plantation landscape. **Forest Ecology and Management**, [*s. l.*], v. 491, p. 119163, 2021.

PASA, J. B.; ARRAIS, R. C.; MASSARA, R. L.; PEREIRA, G.; DE AZEVEDO, F. C. C. Factors influencing the habitat use by ocelots in one of the last large Atlantic Forest remnants in southeastern Brazil. **Ecology and Evolution**, [*s. l.*], v. 11, n. 9, p. 4631–4643, 2021.

POWERS, R. P.; JETZ, W. Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios. **Nature Climate Change**, [*s. l.*], v. 9, n. 4, p. 323–329, 2019.

SIDDIG, A. A. H.; ELLISON, A. M.; OCHS, A.; VILLAR-LEEMAN, C.; LAU, M. K. How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in Ecological Indicators. **Ecological Indicators**, [*s. l.*], v.

60, p. 223–230, 2016.

TIMO, T. P. C.; LYRA-JORGE, M. C.; GHELER-COSTA, C.; VERDADE, L. M. Effect of the plantation age on the use of eucalyptus stands by medium to large-sized wild mammals in south-eastern brazil. **IForest**, [*s. l.*], v. 8, n. 2, p. 108–113, 2014.

WANGER, T. C.; ISKANDAR, D. T.; MOTZKE, I.; BROOK, B. W.; SODHI, N. S.; CLOUGH, Y.; TSCHARNTKE, T. Effects of land-use change on community composition of tropical amphibians and reptiles in Sulawesi, Indonesia. **Conservation Biology**, [*s. l.*], v. 24, n. 3, p. 795–802, 2010.

WINKLER, K.; FUCHS, R.; ROUNSEVELL, M.; HEROLD, M. Global land use changes are four times greater than previously estimated. **Nature Communications**, [*s. l.*], v. 12, n. 1, p. 1–10, 2021.