



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ - REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

JULIANA FREITAS CAMPOS

**COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-
VOADORES EM FLORESTAS DE DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO NA
REGIÃO CENTRO-OESTE DO ESTADO DO AMAPÁ**

MACAPÁ- AP

2024

JULIANA FREITAS CAMPOS

**COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-
VOADORES EM FLORESTAS DE DIFERENTES ESTÁGIO DE SUCESSÃO NA
REGIÃO CENTRO-OESTE DO ESTADO DO AMAPÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Dra. Cláudia Regina da Silva

Coorientador: Dr. Renato Richard Hilário

MACAPÁ- AP

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP)Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2 /
1569

C198c Campos, Juliana Freitas Campos.

Composição e diversidade de pequenos mamíferos não-voadores em florestas de diferentes estágios de sucessão na região centro-oeste do Estado do Amapá / Juliana Freitas Campos. - Macapá, 2024.

1 recurso eletrônico. 51 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá. Coordenação do Curso de Ciências Ambientais. Macapá, 2024.

Orientadora: Cláudia Regina da Silva.

Coorientador: Renato Richard Hilário.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Conservação de mamíferos . 2. Estrutura de comunidades. 3. Seleção de habitat . I. Cláudia Regina da Silva, orientadora. II. Hilário, Renato Richard, coorientador. III. Universidade Federal do Amapá . IV. Título.

CDD 23. ed. – 599.32

CAMPOS, Juliana Freitas. Composição e diversidade de pequenos mamíferos não-voadores em florestas de diferentes estágios de sucessão na região centro-oeste do estado do Amapá. Orientadora: Cláudia Regina da Silva. Coorientador: Renato Richard Hilário. 2024. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Ciências Ambientais. Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2024.

JULIANA FREITAS CAMPOS

**COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-
VOADORES EM FLORESTAS DE DIFERENTES ESTÁGIO DE SUCESSÃO NA
REGIÃO CENTRO-OESTE DO ESTADO DO AMAPÁ**

BANCA EXAMINADORA

Mestra Elizandra de Matos Cardoso
Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento – UNIFAP

Dr. José Leonardo Lima Magalhães
Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento – UNIFAP

Dr. Renato Richard Hilário (Coorientador)
Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento – UNIFAP

Dra. Claudia Regina da Silva (Orientadora)
Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA

Aprovada em ____ de _____ de _____, Macapá, AP, Brasil

*Aos meus pais e amigos, pelos esforços
direcionados à minha educação e pelo
apoio durante a caminhada acadêmica.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e Nossa Senhora de Nazaré por toda força e benção durante minha caminhada.

Agradeço a minha Família, em especial minha mãe Nalsilene Bastos que é a minha base durante toda vida, que sempre abraçou os meus sonhos e lutou junto comigo para realizá-los.

Agradeço a minha orientadora, Dra. Cláudia Silva pela confiança e oportunidade ao me encaminhar pelo mundo dos pequenos mamíferos da Amazônia e por ter me ensinado e orientado durante minha jornada acadêmica e profissional. Você foi fundamental para a realização deste trabalho.

Agradeço ao meu coorientador, Dr. Renato Hilário por ter abraçado a ideia, e ter me direcionado da melhor forma nessa pesquisa.

Agradeço a minha maior companheira de jornada, Camila Pinheiro, que esteve presente em todas as etapas da pesquisa, sempre disposta a contribuir e me auxiliar, além de me incentivar a alcançar os meus sonhos e traçar novos objetivos.

Agradeço ao Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA, e ao Laboratório de Mastozoologia (LAMAM).

Agradeço a Dra. Cláudia Silva pela identificação dos roedores e a mestrande Camila Pinheiro por ter identificado as espécies do gênero *Marmosops*.

Agradeço ao pesquisador Keison Cavalcante por ter incentivado, apoiado e feito acontecer o campo no Distrito Vila Nova.

Agradeço aos auxiliares de campo, Samuel Nascimento, Ezaú Nascimento, Judson Farias, Ryllem (Neto) Castro, ao Rilton (Tom) Castro, Emerson Galeno, Cremilson Marques e Álvaro Oliveira que sempre alegravam os dias na floresta com uma música, uma piada e todo o entusiasmo com as descobertas da natureza.

Agradeço a Ruth Lima e sua família por toda a receptividade e carinho conosco na REBF, assim também como agradeço a Família Galeno pelo acolhimento e companheirismo no Distrito Vila Nova.

Agradeço ao Dr. Emerson Castilho por ter ajudado a custear os campos na REBF e DVN.

Agradeço a Prefeitura Municipal de Pedra Branca do Amapari, pelo financiamento e auxílio em campo.

Agradeço a Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Pedra Branca do Amapari.

Agradeço ao Raphael Santana, Secretário de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Pedra Branca do Amapari pelo apoio.

Agradeço a Rafael Benvindo, Gestor da Reserva Extrativista Municipal Beija-Flor Brilho de Fogo pelo auxílio no decorrer desse estudo.

Agradeço aos meus companheiros de campanha da REBF, Isaac Lucas Oliveira e Beatriz Reis.

Agradeço ao colegiado do curso de Ciências Ambientais, por serem os melhores que a universidade tem a oferecer.

Agradeço aos meus amigos, Elane Miquele, Cauê Benício, Samara Guedes, Roginey Silva, Laryssa Maciel e Aline Costa, pelo companheirismo e por serem a minha base durante minha trajetória universitária.

*“Quanto mais claramente pudermos concentrar a nossa
atenção nas maravilhas e realidades do Universo sobre
nós, menos gosto teremos pela destruição”*

Rachel Carson

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES EM FLORESTAS DE DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO ESTADO DO AMAPÁ

Autor: Juliana Freitas Campos

Orientador (a): Dra. Cláudia Regina da Silva Coorientador:

Dr. Renato Richard Hilário

RESUMO

A Amazônia é a maior e mais diversa floresta tropical do mundo, que apresenta alta heterogeneidade ambiental. No entanto, nos últimos 50 anos ela vem enfrentando grandes modificações ambientais derivadas de atividades antrópicas como mineração, exploração de madeira e conversão de ambientes naturais em agricultura e pastagem. Essas atividades acarretam a fragmentação e sucessão das florestas, criando um mosaico de habitats em diferentes estágios de desenvolvimento, o que fornece um cenário ideal para entender como as comunidades biológicas se reagrupam após a perturbação. Os pequenos mamíferos não-voadores respondem de forma rápida a mudanças ambientais, pois apresentam uma variedade de comportamentos, sendo este um grupo adequado para compreender as modificações estruturais da floresta. Com base nisso, o objetivo desse estudo é compreender como a diversidade, composição, riqueza e abundância de pequenos mamíferos não-voadores se comporta durante a sucessão da floresta (intermediário e avançado) na região centro-oeste do estado do Amapá, na Amazônia brasileira. A amostragem dos pequenos mamíferos ocorreu dentro de 12 transectos, seis em floresta de estágios de sucessão média e seis em floresta de estágios de sucessão avançado. Para a captura utilizei armadilha de contenção viva e interceptação e queda. Para analisar a influência da estrutura da vegetação coletei as seguintes variáveis ambientais: cobertura de serrapilheira, altura de serrapilheira, cobertura do dossel, diâmetro na altura do peito (DAP) e densidade do sub-bosque. Usei testes não paramétricos para estimar riqueza, diversidade e abundância. Para testar diferenças na composição e estrutura da assembleia entre estágios sucessionais e suas relações com variáveis de vegetação usei uma combinação de modelos lineares generalizados, teste paramétricos e análises multivariadas. Como resultado encontrei composição de espécies diferentes entre as florestas sucessionais médio e avançado. A riqueza e diversidade, foram maiores nas florestas em estágios avançados de sucessão, com várias espécies fortemente associadas a esse ambiente, sendo a área basal e densidade de sub-bosque as principais as variáveis explicativas. A abundância foi maior nas florestas em estágio médio de sucessão com o domínio de espécies generalistas, e o principal preditor foi a densidade de sub-bosque. A substituição de espécies foi o componente da diversidade beta mais importante entre os pontos amostrais e as florestas em estágios avançados de sucessão tiveram maior contribuição para a diversidade beta global. Desse modo, os resultados destacam a relevância da sucessão da floresta para a conservação dos pequenos mamíferos não-voadores, sugerindo que o manejo florestal sustentável, restauração florestal e a proteção de áreas naturais são medidas importantes que podem contribuir para a manutenção da estrutura e do funcionamento das florestas, promovendo a coexistência de diferentes espécies e preservando a riqueza de pequenos mamíferos na região centro-oeste do Estado do Amapá, na Amazônia brasileira.

Palavras-chave: Unidade de Conservação; Conservação de mamíferos; Estrutura de comunidade; Seleção de habitat; Diversidade beta; Amazônia.

Sumário

RESUMO	5
1 INTRODUÇÃO.....	9
3 PERGUNTA.....	12
4 HIPÓTESES	12
5 OBJETIVOS.....	13
5.1 OBJETIVO GERAL:.....	13
5.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS:	13
6 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
6.1 ÁREA DE ESTUDO	14
6.2 CAPTURA DOS PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES	17
6.2.1 Armadilha de contenção viva e de interceptação e queda.....	17
6.2.1 Busca ativa.....	18
6.3 COLETA E IDENTIFICAÇÃO	19
6.4 VARIÁVEIS AMBIENTAIS	19
6.6 ANÁLISES DOS DADOS	20
7 RESULTADOS	22
7.1. LISTA DE ESPÉCIE PARA REGIÃO CENTRO-OESTE	22
7.2 PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NA REBF E DVN.....	24
7.3. RIQUEZA, DIVERSIDADE, ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DA FLORESTA.....	25
7.4. CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ENTRE AS ÁREAS E ESTÁGIOS SUCESSIONAIS.....	27
7.5. PREDITORES DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO NA ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES.....	28
7.6. DIVERSIDADE BETA.....	29
8 DISCUSSÃO.....	33

8.1. PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRADAS.....	33
8.2. RIQUEZA, DIVERSIDADE, ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO ENTRE OS DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DA FLORESTA.....	33
8.3. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO E OS PREDITORES DA ABUNDÂNCIA, COMPOSIÇÃO E RIQUEZA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES	35
8.4. DIVERSIDADE BETA.....	36
9 CONCLUSÕES.....	38
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de indivíduos por espécie capturado nos diferentes estágios de sucessão (AV - Floresta em estágio de sucessão avançado, MD - florestas em estágio intermediário de sucessão, RCO – Registro e captura oportunista) da REBF e DVN.	23
Tabela 2: Relação da abundância de espécies com as variáveis preditoras.....	28
Tabela 3: Relação da riqueza de espécies com as variáveis preditoras.	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa apresentando a localização do estado do Amapá no Brasil e a posição dos municípios de Pedra Branca do Amapari, Porto Grande e Mazagão dentro do estado. Em destaque estão os doze transectos amostrais divididos em seis transectos na Reserva Extrativista municipal Beija-Flor Brilho de Fogo (REBF) e seis transectos no Distrito Vila Nova (DVN).	15
Figura 2: Florestas em estágio intermediário de sucessão.....	16
Figura 3: Florestas em estágio avançado de sucessão.	16
Figura 4: Armadilhas de contenção viva instaladas sobre o solo e no estrato arbóreo para captura de pequenos mamíferos não-voadores (a – Sherman, b – Gaiola).	17
Figura 5: Armadilha do tipo Pitfall composta por 5 baldes de 60 litros e lona plástica para direcionar os animais, utilizada neste estudo.....	18
Figura 6: Curvas de rarefação para riqueza e diversidade de Shannon e Simpson entre REBF e DVN.	24
Figura 7: Comparação da abundância de pequenos mamíferos não-voadores entre REBF e DVN.	25
Figura 8: Curvas de rarefação para riqueza e diversidade de Shannon e Simpson entre os estágios intermediário e avançado de sucessão.	26
Figura 9: Comparação da abundância de espécies entre os estágios de sucessão intermediário e avançado.	26
Figura 10: Comparação de cada variável ambiental entre REBF e DVN.	27
Figura 11: comparação de cada variável ambiental entre os estágios de sucessão intermediário e avançado.	28
Figura 12:: Diversidade Beta global relacionada as variáveis ambientais.	30
Figura 13: Riqueza na diversidade beta sendo relacionadas com as variáveis ambientais.	31
Figura 14: Substituição de espécies na diversidade Beta sendo relacionada as variáveis ambientais.....	32

1 INTRODUÇÃO

A perda e a degradação de habitats são atualmente os principais fatores que contribuem para a diminuição da biodiversidade e extinção de espécies no mundo (Gibson *et al.*, 2011; Newbold *et al.*, 2015). Essas alterações são resultantes principalmente pela conversão de ambientes naturais em agricultura e pastagem (Foley *et al.*, 2005; Gibbs *et al.*, 2010), que afetam consideravelmente a biodiversidade (Marques *et al.*, 2019; Zhao *et al.*, 2024).

Nos últimos anos, estudos ecológicos buscaram compreender a influência das alterações ambientais para vários grupos de invertebrados e vertebrados (Lambert, Malcolm, Zimmerman 2006; Dias *et al.*, 2017; Bitencourt *et al.*, 2019), investigando principalmente os efeitos da estruturação da vegetação e disponibilidade de recursos na distribuição das espécies (Pardini, *et al.*, 2005; Pinotti, 2010; Piña *et al.*, 2019; Macedo *et al.*, 2020). Visto que, a compreensão sobre como as espécies respondem às diferentes intensidades de uso da terra, quanto as modificações do habitat, ajuda a garantir o manejo sustentável das florestas e a conservação das espécies (Arroyo-Rodríguez, 2020).

A Amazônia é a maior e mais diversa floresta tropical do mundo, tendo a maior parte de sua extensão inserida dentro do território brasileiro (Silva *et al.*, 2005). Esse bioma apresenta alta heterogeneidade ambiental, com áreas de endemismo que abrigam uma grande proporção da diversidade conhecida (Capobianco, 2001; Peres *et al.*, 2010). No entanto, nos últimos 50 anos a Amazônia vem enfrentando grandes modificações ambientais derivadas de atividades antrópicas como mineração, exploração de madeira e conversão de ambientes naturais em agricultura e pastagem (Sleep, 2016; Alencar *et al.*, 2004; Piña *et al.*, 2019, Moulatlet *et al.*, 2023; Cabral *et al.*, 2024). Essas atividades acarretam a fragmentação e sucessão das florestas, criando um mosaico de habitats em diferentes estágios de desenvolvimento, o que fornece um cenário ideal para entender como as comunidades biológicas se reagrupam após a perturbação (Braga *et al.*, 2013; Franca *et al.*, 2016; Cajaiba *et al.*, 2017).

A sucessão da floresta pode ser descrita como um evento de perturbação que ocorre ao longo do tempo, causando mudanças não aleatórias na estrutura e composição de uma comunidade ecológica (Walker e Del Moral, 2003). No cenário atual, muitas sucessões são desencadeadas por perturbações do habitat geradas direta ou indiretamente por atividades humanas (como exploração madeireira, agricultura ou expansão pecuária), podendo ocasionar impactos negativos sobre a biodiversidade, funções ecológicas e serviços ecossistêmicos associados (Barlow *et al.*, 2016; Horgan, 2008; Braga *et al.*, 2013).

Ao longo do tempo, a estrutura da vegetação em uma área em sucessão se transforma, passando por diferentes estágios (inicial, intermediário e avançado) (Silva et al., 2016). Nas áreas em regeneração inicial e intermediária, a vegetação é mais baixa e menos densa, com menor diversidade de espécies (Kong *et al.*, 2023). Já os estágios de sucessão avançada, são caracterizadas com vegetação mais alta, maior diversidade de espécies e presença de árvores de grande porte (Silva et al., 2016; Kong *et al.*, 2023). As modificações na estrutura da vegetação e os tipos de sucessão podem gerar reflexos sobre a disponibilidade de recursos, sejam alimentares, de proteção ou de suporte (Umetsu e Pardini, 2007; Santos-Filho *et al.*, 2012), o que interfere diretamente na riqueza e abundância das espécies, na diversidade e nos padrões de composição das comunidades (Pinotti, 2010; Sotomayor, 2019), principalmente para a fauna de mamíferos, que apresentam sensibilidade às modificações no ambiente (Malcolm *et al.*, 1995; Pardini *et al.*, 2005; Pinã *et al.*, 2019).

A fauna de mamíferos brasileira é composta por 778 espécies (Abreu *et al.*, 2023). Essas espécies estão organizadas em 11 ordens, 51 famílias e 247 gêneros. Os pequenos mamíferos não-voadores, que no Brasil são representados pelas ordens Didelphimorphia (família Didelphidae) e Rodentia (famílias Cricetidae e Echimyidae), constituem o grupo de mamíferos mais diversos da região neotropical (Voss, Emmons, 1996; Gardner, 2008; Patton, Pardiñas, D'elía, 2015). Esse grupo desempenha papéis fundamentais para a manutenção dos processos ecológicos, como remoção e dispersão de sementes (Cáceres, Monteiro-Filho, 2000; Dungan *et al.*, 2002; Cáceres, 2004), além de serem a base alimentar para diversos predadores (Rinaldi, 2010; Mancini *et al.*, 2018).

Os pequenos mamíferos são considerados importantes aliados para a regeneração e sucessão das florestas (Pinotti, 2010), sendo importantes indicadores ambientais, que respondem de forma rápida às modificações estruturais da floresta (Umetsu e Pardini, 2007; Santos-Filho *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2015). Por isso, se faz importante entender os padrões de uso do habitat para ecologia dos pequenos mamíferos e a sua contribuição para a manutenção das florestas Amazônicas.

Embora vários estudos já tenham sido realizados na região amazônica sobre pequenos mamíferos não-voadores, pesquisas relacionando as respostas dos pequenos mamíferos com as modificações estruturais da floresta ainda são insuficientes considerando seu tamanho e sua importância (Malcolm *et al.*, 1995; Lambert, Malcolm, Zimmerman 2006; Leite, 2006; Castro, 2012). Principalmente na parte brasileira do Escudo das Guianas (Lim *et al.*, 2005), região onde o Estado do Amapá está inserido.

O Amapá apresenta uma grande biodiversidade e 70% do seu território está sob modalidades especiais de proteção (SEMA, 2022). O Estado apresenta uma complexidade ambiental que favorece uma alta diversidade de habitats o que provavelmente contribui na grande diversidade de espécies (Silva, 2016). Para o estado do Amapá são registradas 41 espécies de pequenos mamíferos não-voadores, sendo 15 espécies de marsupiais da família Didelphidae, e 26 espécies de roedores, pertencentes às famílias Cricetidae e Echimyidae (Silva *et al.*, 2013; Silva, 2016).

No centro-oeste do estado do Amapá, se encontra o Distrito Vila Nova (DVN) e a Unidade de Conservação “Reserva Extrativista Municipal Beija-flor Brilho de Fogo” (REBF). O conhecimento sobre a fauna de pequenos mamíferos não-voadores nestas regiões ainda é muito limitado, especialmente no que diz respeito à relação entre esses animais e os estágios de sucessão da floresta. Portanto, é fundamental compreender como os estágios de sucessão influenciam a comunidade de pequenos mamíferos não voadores, visto que são altamente sensíveis às mudanças ambientais causadas pela fragmentação e perda de habitat, tanto por processos naturais quanto por atividades antrópicas (Pardini *et al.* 2005; Umetsu e Pardini, 2007; Santos-Filho *et al.* 2012).

Logo, o presente estudo busca contribuir com informações inéditas sobre fauna de pequenos mamíferos não-voadores na região centro-oeste do estado do Amapá, assim como também, investigar a influência dos diferentes estágios de sucessão na diversidade, composição, riqueza e abundância dos pequenos mamíferos não-voadores, com intuito de contribuir e subsidiar planos de manejo eficazes para a conservação das espécies, na Amazônia brasileira.

3 PERGUNTA

A diversidade, composição, riqueza e abundância dos pequenos mamíferos não-voadores varia entre os diferentes estágios sucessionais da vegetação na região centro-oeste do Estado do Amapá?

4 HIPÓTESES

H1: A abundância de espécies de pequenos mamíferos não voadores será maior em florestas em estágio intermediário de sucessão em comparação com florestas em estágio avançado de sucessão, pois, esses ambientes oferecem maior densidade de sub-bosque e cobertura de serrapilheira, favorecendo as espécies generalistas de habitat que se desloquem de forma protegida, além de fornecer alimento, abrigo e condições microclimáticas favoráveis (Pardini e Umetsu, 2006; Pinotti et al., 2010).

H2: Para a composição das espécies, haverá uma variação entre as florestas de diferentes estágios de sucessão, uma vez que há maior presença das espécies generalistas e oportunistas em ambientes alterados, devido se beneficiarem de diferentes recursos e possuírem habilidades de se locomover por distintos habitats (Pinotti, 2010; Bogoni *et al.*, 2016; Hannibal *et al.*, 2020). Já as espécies especialistas de habitat, serão registradas nas florestas conservadas, pois são mais sensíveis às alterações ambientais (Oliveira *et al.*, 2015; Hannibal *et al.*, 2020).

H3: Para a riqueza e diversidade, espera-se que as florestas em estágio de sucessão avançado abriguem uma comunidade mais rica e diversa do que as florestas em estágio intermediário de sucessão. Pois, as florestas em estágio avançado tiveram mais tempo para desenvolver uma comunidade interdependente com uma estrutura da vegetação mais complexa, apresentando diferentes estratos de vegetação e microclimas, que oferece uma maior variedade de habitats para diferentes espécies de pequenos mamíferos. Assim, as florestas em estágio de sucessão avançado permitem maior diversidade de habitats e recursos para a formação de nichos ecológicos específicos, possibilitando a coexistência de um maior número de espécies (Pinotti, 2010; Silva *et al.* 2016).

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL:

Contribuir com o aumento do conhecimento sobre a riqueza, diversidade, abundância, composição e ecologia dos pequenos mamíferos não-voadores em diferentes estágios sucessionais da vegetação na região centro-oeste do estado do Amapá.

5.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS:

- Elaborar uma lista de espécies de pequenos mamíferos não voadores na região centro-oeste do Estado do Amapá.
- Comparar a riqueza, diversidade, abundância e composição de pequenos mamíferos não-voadores entre as florestas de estágios sucessionais intermediário e avançado na Reserva Extrativista Municipal Beija Flor Brilho de Fogo (REBF) e Distrito Vila Nova (DVN);
- Investigar os efeitos da estrutura da vegetação sobre a diversidade de pequenos mamíferos;

6 MATERIAL E MÉTODOS.

6.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na região centro-oeste do Estado do Amapá, nos municípios de Pedra Branca do Amapari, Mazagão e Porto Grande (Figura 1). A região é coberta por uma formação vegetal de floresta ombrófila densa submontana com dossel emergente (IBGE, 2004). Além disso, a região é caracterizada por clima tropical chuvoso com curtos períodos de estiagem, tendo uma precipitação média anual de 2.850 mm (Alvares *et al.* 2013).

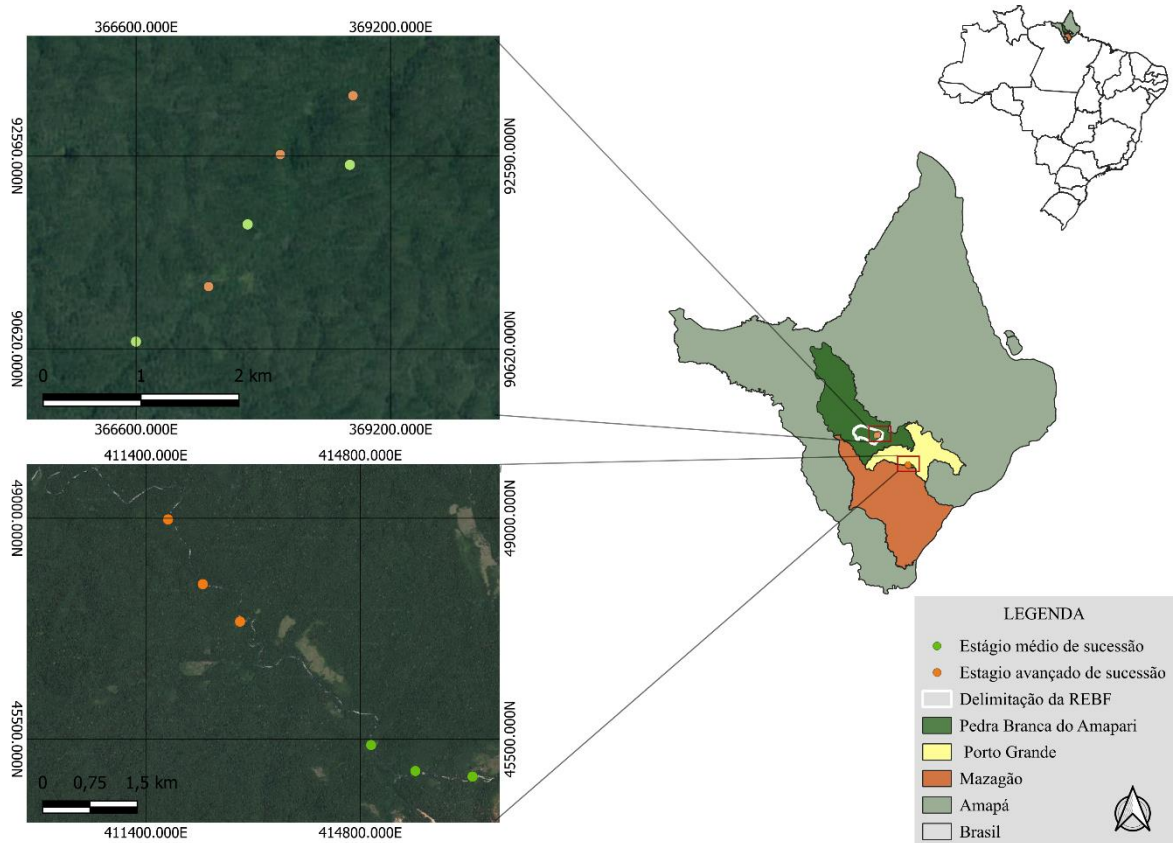
As coletas em Pedra Branca do Amapari foram realizadas dentro da REBF (0.843078° N, -52.178981° W). A agricultura familiar é a principal atividade na região, com destaque para o cultivo de mandioca como principal produto alimentar e renda para as famílias (Gemaque, 2010). O extrativismo vegetal também é uma atividade importante, com foco na extração de açaí e cipó titica, além da caça e pesca para subsistência (Pereira, 2004; Gemaque, 2010).

O DVN está localizado entre os limites dos municípios de Porto Grande e Mazagão, cortada pelo rio vila nova (0.406265° N, -51.749682° W) (Borghetti, 2018; De Oliveira, 2010), com uma distância de 180 quilômetros da capital Macapá. A comunidade local desempenha atividades de agricultura, extração de metais pesado (ouro), caça e pesca, como fontes de renda e subsistência (Cavalcante, K.S, comunicação pessoal, 15 setembro de 2023; Borghetti, 2018).

Para amostragem dos pequenos mamíferos não-voadores na REBF e DVN, mapeei a área de estudo classificando a vegetação em estágios sucessionais intermediário e avançado (Silva *et al.*, 2016). O critério para a escolha dos pontos nas florestas de estágio intermediário de sucessão foram as áreas usadas anteriormente para agricultura que apresentam características da vegetação em regeneração (Silva *et al.*, 2016; Salomão *et al.*, 2012) (Figura 2). Já o critério de escolha para as florestas em estágio de sucessão avançado, foram as áreas que apresentaram estrutura vegetacional conservada, essas florestas são caracterizadas por ter alta diversidade de espécies e estrutura complexa (Silva *et al.*, 2016) (Figura 3).

Para as capturas, estabeleci 12 transectos distribuídos entre REBF e DVN. Dos 12 transectos, seis em floresta de estágios de sucessão intermediário e seis em floresta de estágios de sucessão avançado. Sendo dividido, três transectos para cada estágio de sucessão, com uma distância de pelo menos 800 metros de um ponto para outro. Totalizando seis transectos na REBF e seis no Distrito Vila Nova.

Figura 1: Mapa apresentando a localização do estado do Amapá no Brasil e a posição dos municípios de Pedra Branca do Amapari, Porto Grande e Mazagão dentro do estado. Em destaque estão os doze transectos amostrais divididos em seis transectos na Reserva Extrativista municipal Beija-Flor Brilho de Fogo (REBF) e seis transectos no Distrito Vila Nova (DVN).



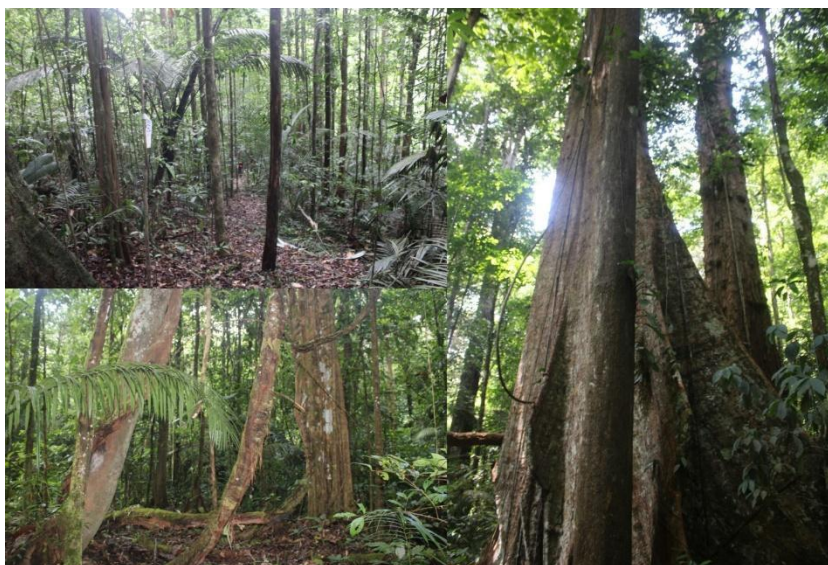
Fonte: Juliana Campos, 2024.

Figura 2: Florestas em estágio intermediário de sucessão



(Foto: Campos, 2023).

Figura 3: Florestas em estágio avançado de sucessão.



(Foto: Campos, 2023).

6.2 CAPTURA DOS PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES

6.2.1 Armadilha de contenção viva e de interceptação e queda

Para a captura dos pequenos mamíferos realizei duas campanhas, a primeira no mês de outubro de 2023 no Distrito do Vila Nova e a segunda no mês de novembro de 2023 na REBF. Cada campanha teve duração de oito dias consecutivos. Para a coleta, utilizei armadilhas de contenção viva, tipo Sherman e gaiola, e armadilhas de interceptação e queda (pitfall) distribuídas entre os 12 transectos.

As armadilhas de contenção viva foram armadas em trilhas de 200 m de comprimento e um metro de largura. Cada transecto continha 10 estações de captura de contenção viva, distantes 20 m entre si, com um total de 120 armadilhas. Em cada estação de captura utilizei dois modelos de armadilhas, uma Sherman ($7,5 \times 9,4 \times 30$ e $7,5 \times 9,4 \times 15$ cm) e uma gaiola ($9 \times 9 \times 22$ e $11 \times 12 \times 29,6$ cm), distribuídas no solo e no estrato arbóreo, a uma altura de 1 a 2 metros e depositadas sobre cipós ou galhos de árvores (Silva, 2008; Castro, 2012) (Figura 4).

Figura 4: Armadilhas de contenção viva instaladas sobre o solo e no estrato arbóreo para captura de pequenos mamíferos não-voadores (a – Sherman, b – Gaiola).



(Foto: Campos, 2023).

Para a iscagem das armadilhas de contenção viva fiz uma mistura de sardinha em lata, fubá e paçoca. Nas armadilhas do tipo Tomahawk a isca foi colocada sob uma rodela de batata-doce (Silva, 2008). Todos os dias pela manhã as armadilhas eram verificadas e iscadas novamente.

Além disso, também instalei no início de cada transecto um conjunto de armadilhas de interceptação e queda (pitfalls), composto por baldes de 60 L enterrados até a borda no solo (Figura 5). Os baldes foram enterrados e dispostos em “Y”. Cada “Y” foi composto por cinco baldes, dois ao centro e um em cada uma das extremidades, com uma distância de 5 m entre si e conectadas por cercas-guia feitas com lona de 1 metro de altura (Diniz, 2015). Para cada área amostrada (REBF e DVN), instalei seis parcelas de pitfall, totalizando 30 baldes por campanha amostral.

Figura 5: Armadilha do tipo Pitfall composta por 5 baldes de 60 litros e lona plástica para direcionar os animais, utilizada neste estudo.



(Foto: Campos, 2023).

6.2.1 Busca ativa

Para complementar a lista de espécies também realizei busca ativa no rio, nas margens do Rio Água Fria e Rio Vila Nova, pois nas margens observa-se a presença de espécies arborícolas que não são contempladas pelo uso das armadilhas de contenção viva e nem de interceptação e queda (Castro, 2012). A busca ativa foi feita por quatro dias consecutivos em cada área amostral durante o período noturno, entre o horário das 18hrs a 21hrs, com o auxílio de lanternas e arma de pressão. Cada busca teve duração de 3 horas por noite.

6.3 COLETA E IDENTIFICAÇÃO

Durante a coleta, os animais foram manuseados com auxílio de luvas de raspa de couro, quando capturados foram acondicionados em sacos de pano. Todos os espécimes capturados foram identificados, tendo suas medidas tomadas com o auxílio de uma régua (comprimento do corpo, comprimento da cauda, comprimento da pata posterior, tamanho da orelha), pesados (com pesola), sexados e classificados quanto à sua condição reprodutiva. Toda coleta e transporte de material biológico do estudo contou com a autorização de N°89150-3 aprovada pelo SISBIO/IBAMA.

Quando necessário, exemplares testemunhos foram coletados, sendo eutanasiados com associação de cloridrato de ketamina e xilazina por via intracelomática, utilizando doses apropriadas para o tamanho/peso dos animais, conforme recomendação do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) - Normativa nº 37 de 27/01/18 (Brasil, 2018). Para os espécimes que foram soltos, utilizei brincos metálicos de alumínio para marcação, e a soltura foi realizada na mesma estação de captura.

Para a identificação das espécies utilizei o guia Silva *et al.* (2012) e consultei especialistas do laboratório de mastozoologia do Instituto de Pesquisas Científica e Tecnológica do Estado do Amapá (IEPA) Todo material coletado foi depositado na Coleção de Mastozoologia do IEPA.

6.4 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Para investigar a influência das modificações da estrutura da vegetação sobre a comunidade de pequenos mamíferos não-voadores, coletei as seguintes variáveis: cobertura de serrapilheira (%), altura de serrapilheira (cm²), cobertura do dossel (%), diâmetro na altura do peito (DAP) e densidade do sub-bosque (%). Essas variáveis foram medidas nos doze transectos, cada transecto possui 7 pontos de amostragem, uma a cada 40 m dentro de uma trilha de 200 m.

Para avaliar a cobertura de serrapilheira, utilizei um quadro de madeira com 50 x 50 dividido em 100 quadrados menores que correspondem a 1% do total a ser amostrado. O quadro foi posicionado a 50 cm do solo onde contei o número de quadrados, preenchidos por pelo menos a metade do seu interior por serrapilheira (Freitas *et al.* 2002). Já a altura de serrapilheira (cm) obtive posicionando uma régua perpendicularmente na serrapilheira até tocar o solo.

Para a cobertura do dossel, utilizei o índice de cobertura da copa modificado, que foi calculado através de três fotografias hemisféricas tiradas por smartphone em direção vertical,

equipado com lente específica (olho de peixe), a uma altura de 1,5 m do chão. As imagens foram analisadas utilizando o software Gap Light Analysis Mobile Application – GLAMA (Tichy, 2016).

O diâmetro à altura do peito (DAP) foi coletado através de árvores de transectos de 100 x 2 m em todos os pontos amostrais (Adaptado de Castilho *et al.*, 2014). Foram coletadas a circunferência a altura do peito (CAP) de cada indivíduo acima de 30 cm de circunferência e logo após os dados foram transformados em DAP, e posteriormente em área média basal.

A densidade do sub-bosque foi quantificada por fotografias padronizadas tiradas em cada ponto amostral, utilizando um smartphone posicionado 1m acima do solo a uma distância de 4,5 m de uma lona branca de 2 m de altura e 1,45 m de largura (Marsden *et al.*, 2002). Para tratar as imagens tive que transformá-las em preto e branco e analisá-las no software Imagej (Nobis, 2005). Como resultado, obtive a porcentagem da área da lona obstruída pela vegetação.

6.6 ANÁLISES DOS DADOS

O esforço amostral foi obtido através da multiplicação do número de armadilhas por dias de coleta. O sucesso amostral foi medido através do total de capturas multiplicado por 100 e dividido pelo esforço amostral.

Para comparar a diversidade das espécies entre as florestas de estágio sucessional médio e avançado, usei o pacote iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016) do Software R 4.4.0 (R Core Team, 2024) para fazer curvas de riqueza e diversidade baseadas em números de Hill e comparar os ambientes com base nos intervalos de confiança. Nesse caso, a comparação da riqueza e da diversidade leva em consideração o mesmo número de indivíduos em cada ambiente, removendo a influência da diferença de abundância entre os ambientes nestas comparações. Além disso, estas curvas permitem estimar a riqueza e a diversidade de cada ambiente com até o dobro do número de indivíduos amostrados.

Para verificar se há diferença na abundância das espécies entre floresta conservada e floresta de diferentes estágios sucessionais, utilizei o teste de Mann-Whitney.

Já para comparar a composição da comunidade de pequenos mamíferos entre os ambientes, utilizei PERMANOVA (Anderson, 2014). Todas as análises foram rodadas no software R 4.4.0 (R Core Team, 2024).

Para comparar as variáveis de estrutura da vegetação entre os ambientes utilizei o teste de Mann-Whitney para depois assimilar com as características da assembleia de pequenos mamíferos.

Para identificar se a riqueza ou a abundância de pequenos mamíferos por ponto foi influenciada pela estrutura da vegetação (cobertura de serrapilheira, altura de serrapilheira, cobertura do dossel, diâmetro na altura do peito (DAP) e densidade do sub-bosque), utilizei Modelos Lineares Generalizados (GLM) com distribuição de erro de Poisson. Rodei todas as possíveis combinações de variáveis preditoras e identifiquei o modelo de maior suporte com base no AICC (Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras). Os modelos de maior suporte foram checados para normalidade, aleatoriedade e ausência de autocorrelação espacial dos resíduos, além da ausência de outliers.

Para identificar se a composição de espécies por ponto foi influenciada pela estrutura da vegetação, utilizei a análise de redundância baseada em distância (dbRDA) com distância de Bray-Curtis, através do pacote *vegan* (Oksanen *et al.*, 2022). A dbRDA é uma variação da análise de redundância (RDA) que não se baseia em uma medida de distância específica, mas pode adotar qualquer medida escolhida (Legendre e Anderson, 1999). A seleção da melhor combinação de preditores na dbRDA foi feita por seleção passo-a-passo (stepwise selection).

Para comparar a contribuição de cada ponto para a diversidade beta entre as áreas amostradas e os diferentes estágios sucessionais da vegetação utilizei o TEST t Student metodologia não-paramétrica.

Calculei a diversidade beta total e suas partições de diferença de riqueza e substituição de espécies através do método de Legendre (2014). A partir deste método, extraí a contribuição local (LCBD) de cada ponto de amostragem para a diversidade beta e para suas partições. O LCBD indica o quanto cada local é único em termos de composição de espécies. Para identificar as variáveis ambientais, (cobertura de serrapilheira, altura de serrapilheira, cobertura do dossel, diâmetro na altura do peito (DAP) e densidade do sub-bosque, incluindo também estágio de sucessão e localidade (DVN vs REBF), que afetam o LCBD da diversidade beta total e das suas partições utilizei modelos lineares com erro da família gaussiana. Para investigar quais variáveis (cobertura de serrapilheira, altura de serrapilheira, cobertura do dossel, diâmetro na altura do peito (DAP) e densidade do sub-bosque) afetam a diversidade beta entre os pares de pontos de amostragem e suas partições, utilizei modelos de dissimilaridade generalizados (GDM - Ferrier *et al.*, 2007).

7 RESULTADOS

7.1. LISTA DE ESPÉCIE PARA REGIÃO CENTRO-OESTE

Com o esforço amostral de 2880 armadilhas-dia (2016 armadilhas-dia para Shermans e 864 armadilhas-dias para gaiola) e 720 pitfalls-dia, capturei 28 indivíduos de pequenos mamíferos não-voadores, registrando 10 espécies, sete da ordem Didelphimorphia e seis da ordem Rodentia, pertencentes a três famílias (Didelphidae, Cricetidae e Echimyidae). Para complementar a lista de espécies, foram acrescentados os registros e capturas oportunistas, com duas espécies capturadas na busca ativa e uma espécie registrada por imagens fotográficas. A busca ativa somou um esforço amostral de 24 horas, acrescentando as espécies *Makalata didelphoides* e *Oecomys rex*. Já as imagens fotográficas, disponibilizadas por pesquisadores parceiros, registrou e agregou a espécie *Didelphis marsupialis* para lista. No total, foram documentadas 13 espécies de pequenos mamíferos não-voadores para a região centro-oeste do Estado do Amapá (Apêndice 1) (Tabela 1).

Para áreas amostradas, capturei dez espécies na REBF e sete espécies no DVN. Os roedores foram responsáveis por 61,8% (n=21) das capturas e os marsupiais contribuíram com 38,2% (n=13). *Neacomys paracou* foi a espécie mais abundante representando 26,4% (n=9), sendo coletadas apenas nas florestas em estágio intermediário de sucessão. Para as florestas em estágio avançado de sucessão as espécies tiveram ocorrência limitada a apenas um indivíduo (Tabela 1).

Tabela 1: Número de indivíduos por espécie capturado nos diferentes estágios de sucessão (AV - Floresta em estágio de sucessão avançado, MD - florestas em estágio intermediário de sucessão, RCO – Registro e captura oportunista) da REBF e DVN.

Classificação Taxonômica	Ambientes de coleta			N°(indivíduos)	
	AV	MD	RCO	TOTAL	LOCAL
Classe Mammalia					
Ordem Didelphimorphia					
Família Didelphidae					
<i>Marmosops parvidens</i>	1	-	-	1	REBF
<i>Marmosops pinheiroi</i>	-	3	-	3	REBF/DVN
<i>Philander opossum</i>	1	2	1	3	REBF/DVN
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	1	-	-	1	DVN
<i>Marmosa demerarae</i>	-	2	-	2	REBF/DVN
<i>Caluromys philander</i>	1	-	-	1	REBF
<i>Didelphis marsupialis</i>	-	-	1	1	REBF
Ordem Rodentia					
Família Cricetidae					
<i>Neacomys paracou</i>	-	9	-	9	REBF/DVN
<i>Oecomys rex</i>	-	-	1	1	REBF
<i>Oecomys bicolor</i>	1	-	-	1	REBF
<i>Oecomys</i> sp.	-	1	-	1	DVN
Família Echimyidae					
<i>Proechimys cuvieri</i>	1	5	-	6	REBF/DVN
<i>Makalata didelphoides</i>	-	-	2	1	REBF/DVN
Total	6	22	5	31	

7.2 PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES NA REBF E DVN.

Não foi encontrada diferença na riqueza e diversidade entre REBF e DVN (Figura 6), nem para abundância ($W= 21,5$, $p= 0,607$) (Figura 7) e composição das espécies ($R^2= 0,086$, $p = 0,527$). A curva de acumulação da riqueza e diversidade não estabilizou, indicando que com o aumento do esforço amostral mais espécies seriam registradas. Para a riqueza foram registradas dez espécies ao todo, mas a estimativa é que haja vinte e duas espécies (0.0 erro padrão). No índice Shannon, observou-se sete espécies, sendo estimado dez espécies (3.3 erros padrão). Já para o índice de Simpson, foram observadas cinco espécies e estimado seis espécies (1.8 erro padrão) (Figura 7).

Figura 6: Curvas de rarefação para riqueza e diversidade de Shannon e Simpson entre REBF e DVN

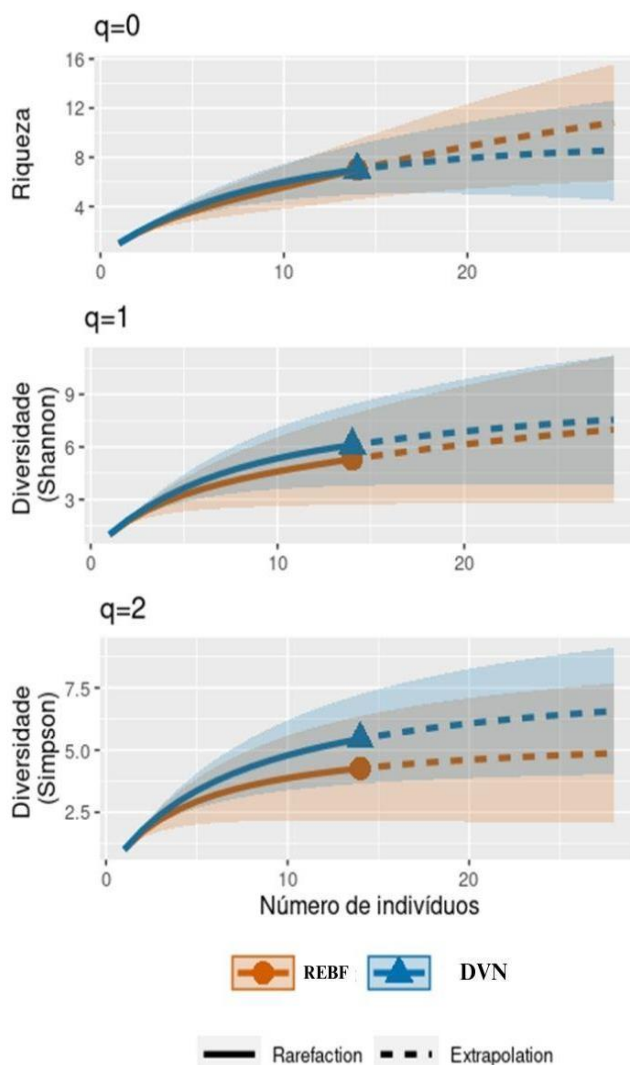


Figura 7: Comparação da abundância de pequenos mamíferos não-voadores entre REBF e DVN



7.3. RIQUEZA, DIVERSIDADE, ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DA FLORESTA

Para as análises utilizei somente as espécies coletadas entre os estágios de sucessão da floresta, não sendo inclusos os registros e coletas oportunistas (Tabela 1) O maior número de capturas de indivíduos foi nas florestas em estágio intermediário de sucessão (n=22), já as florestas em estágio avançado de sucessão apresentaram menor número de indivíduos (n=6).

Quando comparado entre as florestas de estágio sucessional intermediário e avançado, observei diferença na riqueza, diversidade (Figura 8), abundância ($w = 29,5$, $p = 0,059$) (Figura 9) e composição ($R^2 = 0,086$; $p = 0,527$) das espécies.

A curva de rarefação estabilizou somente para a floresta de sucessão intermediária, já para a floresta de sucessão avançada é necessário um aumento de esforço para que mais espécies sejam registradas (Figura 8).

A riqueza de espécie nas florestas em estágio avançado de sucessão foi estimada pela curva de rarefação com dezoito espécies, já a observada foi igual a seis espécies. Para o índice Shannon foram observadas seis espécies e o estimado foi de vinte e seis espécies. Para o índice de Simpson foram observadas seis espécies, mas não foi possível projetar o valor deste índice com um maior número de capturas (o valor tende ao infinito) (Figura 8).

A riqueza de espécies nas florestas em estágio intermediário foi estimada e observada pela curva de rarefação com seis espécies. Para o índice Shannon foram observadas quatro espécies e a estimativa foi de cinco espécies. Já para o índice de Simpson foram observadas três espécies e o estimado foi de quatro espécies (Figura 8).

Figura 8: Curvas de rarefação para riqueza e diversidade de Shannon e Simpson entre os estágios intermediário e avançado de sucessão

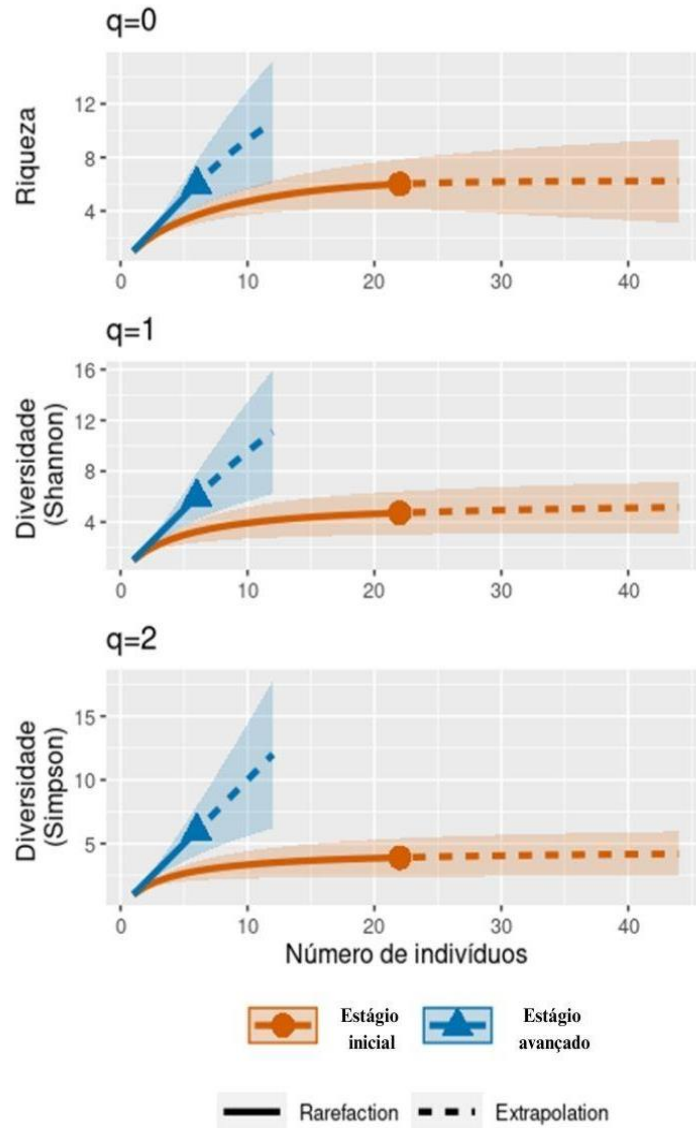
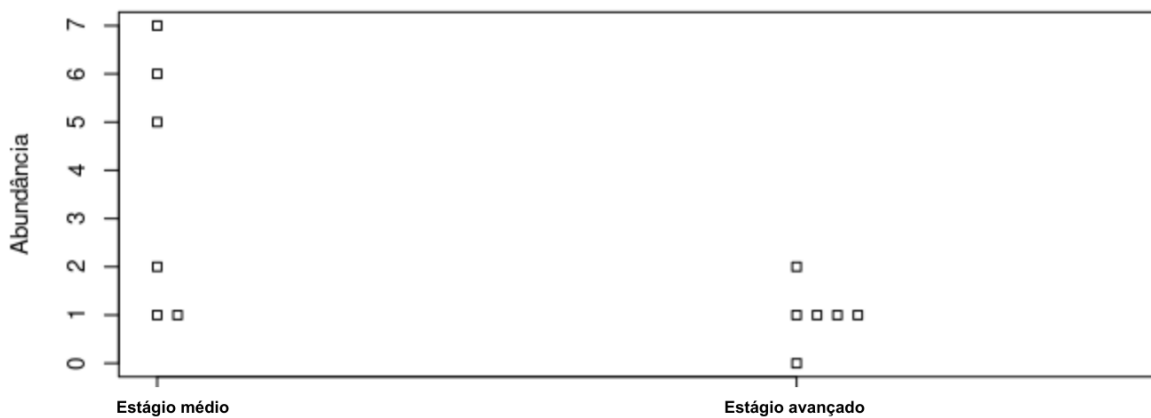


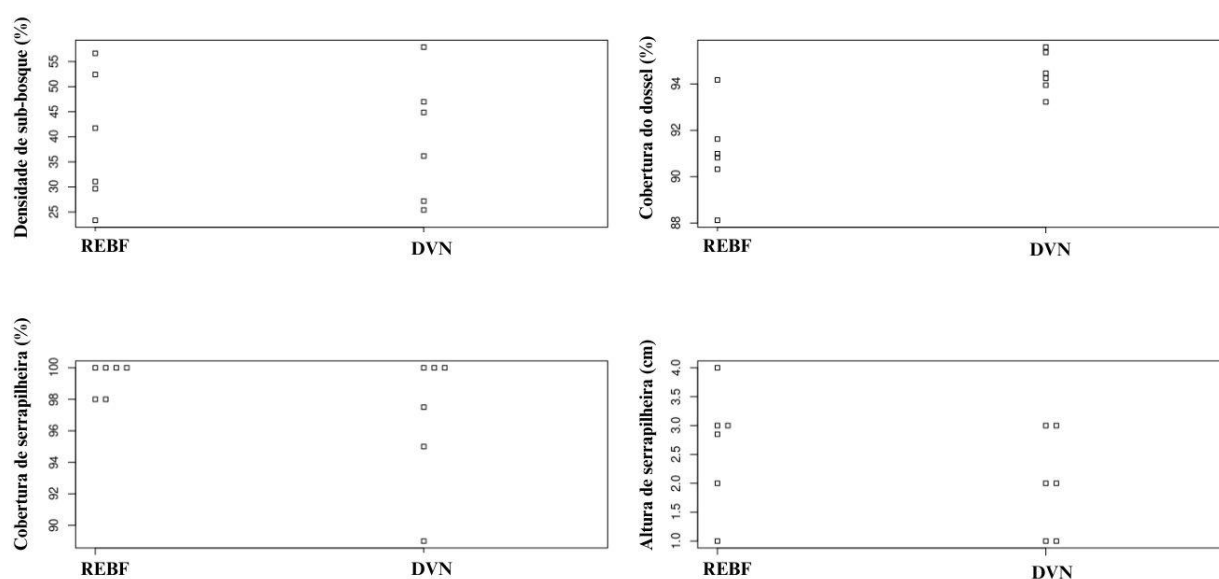
Figura 9: Comparação da abundância de espécies entre os estágios de sucessão intermediário e avançado



7.4. CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ENTRE AS ÁREAS E ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

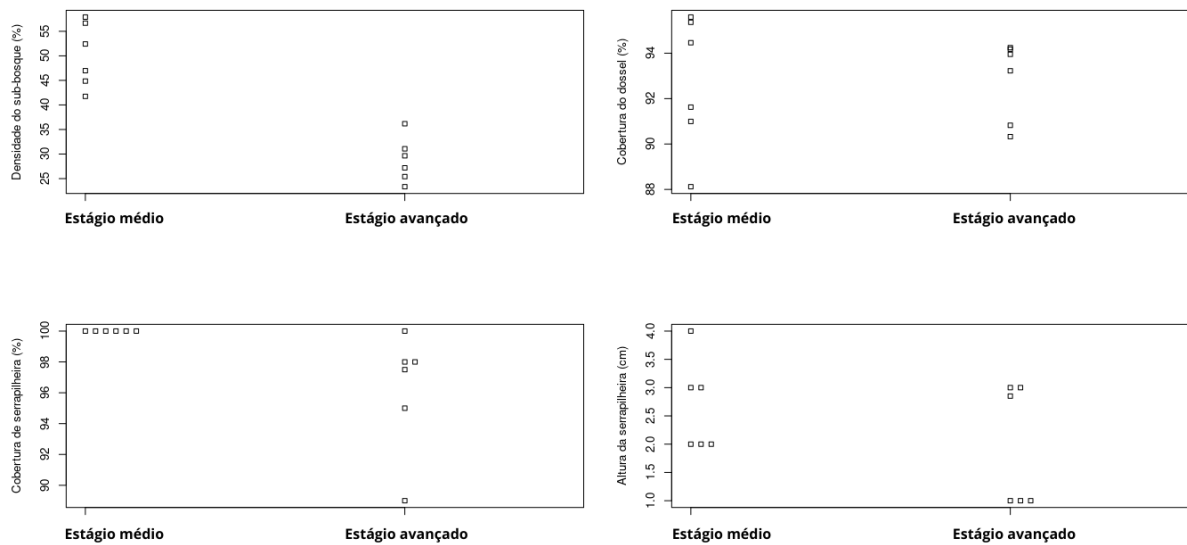
Não houve diferença na estrutura da vegetação entre REBF e DVN para as seguintes variáveis: densidade de sub-bosque ($p = 0,937$), cobertura de serrapilheira ($p = 0,325$) e altura de serrapilheira ($p = 0,362$). Mas a cobertura de dossel foi mais fechada no DVN do que na REBF ($p = 0,008$) (Figura 10).

Figura 10: Comparação de cada variável ambiental entre REBF e DVN



Para os diferentes estágios sucessionais, encontrei para as florestas em estágio intermediário de sucessão maior densidade de sub-bosque ($W = 36$, $p = 0,002$) e maior cobertura e altura de serrapilheira ($W = 33$, $p = 0,009$) do que nas florestas em estágio sucessional avançado. Para a cobertura do dossel ($W = 22$, $p = 0,5887$) e altura da serrapilheira ($W = 25$, $p = 0,282$) não encontrei diferença significativa entre os estágios sucessionais (Figura 11).

Figura 11: comparação de cada variável ambiental entre os estágios de sucessão intermediário e avançado



7.5. PREDITORES DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO NA ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES.

O modelo que melhor explicou a abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores incluiu densidade de sub-bosque como preditor, e o segundo melhor modelo incluiu como preditor o estágio sucessional da vegetação, além desses, nenhum outro modelo explicou melhor a abundância de espécies (Tabela 2).

Tabela 2: Relação da abundância de espécies com as variáveis preditoras

Preditores	Coefficientes	Erro padrão	z	p
Vegetação	-1,299	0,460	-2,821	0,004**
Densidade de sub-bosque	0,054	0,017	3,115	0,001 **

Para riqueza, os modelos com maior suporte também relacionaram riqueza à densidade do sub-bosque e à vegetação, mas estes modelos não foram significativamente melhores que o modelo nulo (Tabela 3).

Tabela 2: Relação da riqueza de espécies com as variáveis preditoras

Preditores	Coefficientes	Erro padrão	z	p
Den. de sub-bosque	0,034	0,019	1,787	0,0739
Vegetação	-0,844	0,488	-1,736	0,0824

No resultado da dbRDA o principal fator que influenciou a composição de espécies também foi a densidade do sub-bosque, que explicou 19,3% da variância na composição das espécies de pequenos mamíferos não-voadores ($p = 0,016$).

7.6. DIVERSIDADE BETA

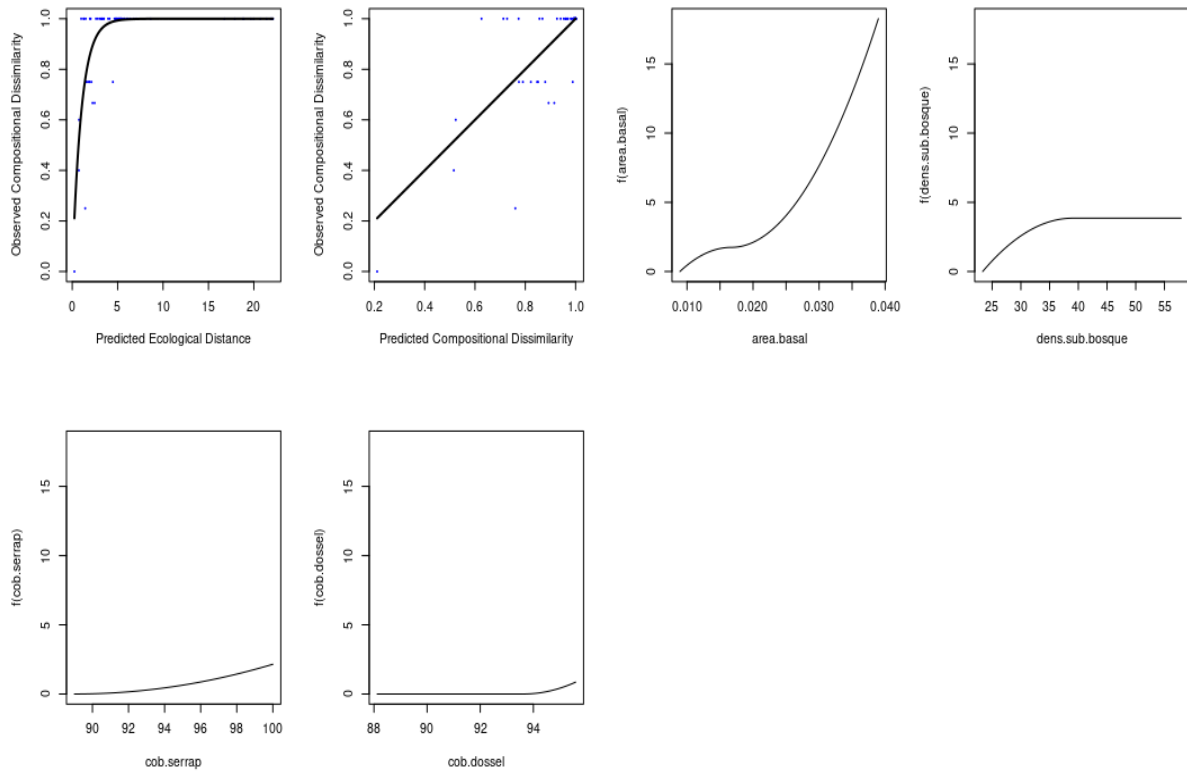
A contribuição de cada local para a diversidade beta não variou entre REBF e DVN para a diversidade global ($t = -0,653$, $df = 9,994$, $p = 0,528$). Mas os pontos de florestas em estágio avançado de sucessão tiveram, em média, maior contribuição para a diversidade global do que o estágio intermediário de sucessão ($t = -4,409$, $df = 5,696$, $p = 0,005$).

A contribuição de cada local para a diferença na riqueza de espécies também não variou significativamente entre REBF e DVN ($t = -1,015$, $df = 6,399$, $p = 0,346$) e nem entre os estágios sucessionais intermediário e avançado ($t = 0,035$, $df = 7,162$, $p = 0,973$). O modelo nulo foi o que teve maior suporte para explicar a contribuição de cada local para a diferença na riqueza.

A substituição de espécies entre pontos representou 54,1% da diversidade beta global. A contribuição de cada local para a substituição de espécies não variou significativamente entre REBF e DVN ($t = 0,645$, $df = 7,793$, $p = 0,536$) e nem entre as florestas de estágio sucessional intermediário e avançado ($t = -0,999$, $df = 8,774$, $p = 0,344$).

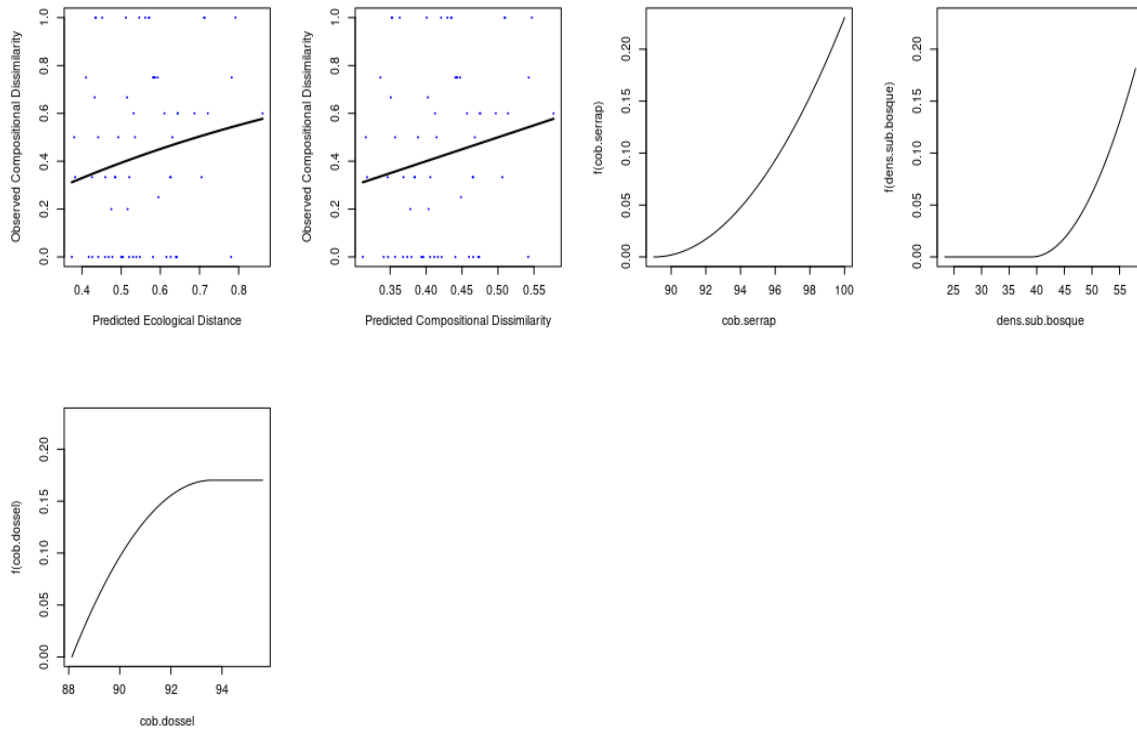
A diversidade beta global foi explicada (61,7% da variância) principalmente pela diferença na área basal (18,49) entre os pontos, mas também pela diferença na densidade de sub-bosque (3,855), cobertura de serrapilheira (2,172) e cobertura de dossel (0,891). De acordo com o gráfico, uma pequena variação na área basal pode ocasionar grandes mudanças na diversidade beta global. Também, para a densidade de sub-bosque pequenas variações geram grandes mudanças na diversidade. Já a cobertura de serrapilheira e cobertura de dossel só afetam a diversidade global se apresentarem grande variação (Figura 12).

Figura 12:: Diversidade Beta global relacionada as variáveis ambientais



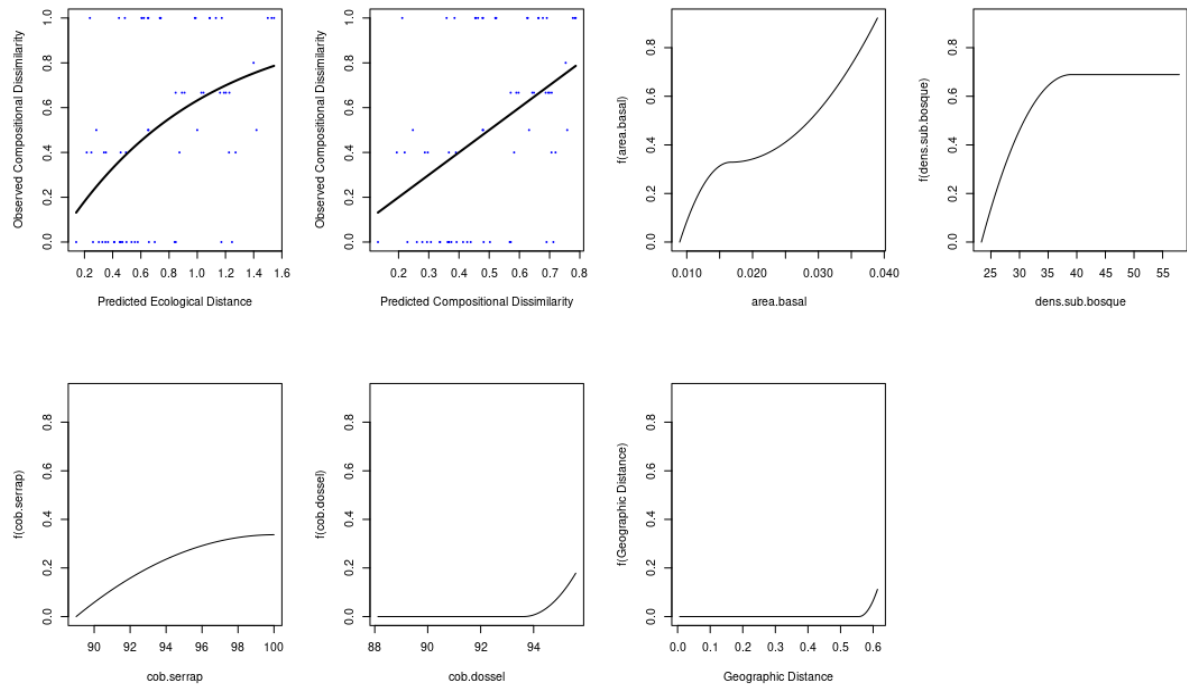
A diferença na riqueza foi explicada na diversidade beta pelas variáveis: cobertura de serrapilheira (0,233), densidade do sub-bosque (0,185) e cobertura de dossel (0,17). Interpretando o gráfico, observei que uma pequena variação na cobertura de serrapilheira pode ocasionar grandes mudanças na riqueza de espécies. Na densidade de sub-bosque, apenas com variações maiores levam a mudanças na riqueza. Para a cobertura de dossel, pequenas variações ocasionam mudanças na riqueza, mas atinge até certo momento, depois a curva estabiliza (Figura 13).

Figura 13: Riqueza na diversidade beta sendo relacionadas com as variáveis ambientais



A substituição de espécies da diversidade beta foi explicada também pela diferença na área basal (0,93), diferença no sub-bosque (0,689), cobertura de serrapilheira (0,337), cobertura de dossel (0,185) e pela distância geográfica (0,124), tendo 14,3% da substituição de espécies explicada por estas variáveis. O gráfico para substituição explicou que uma pequena variação na área basal pode promover uma rápida substituição de espécies. Também demonstrou que uma pequena variação na densidade de sub-bosque pode ocasionar a substituição das espécies, até certo ponto. A cobertura de serrapilheira também pode promover uma substituição das espécies com pequenas variações, mas não é uma substituição drástica e contínua. Por fim, a cobertura do dossel e distância geográfica só influenciam a substituição de espécies se houver grandes variações nas variáveis (Figura 14).

Figura 14: Substituição de espécies na diversidade Beta sendo relacionada as variáveis ambientais



8 DISCUSSÃO

Este estudo contribuiu com informações relevantes sobre a fauna de pequenos mamíferos na “Reserva Extrativista Municipal Beija-Flor Brilho de Fogo” e Distrito Vila Nova. A lista de espécie elaborada no estudo, contou com o registro de 13 espécies de pequenos mamíferos não-voadores para a região centro-oeste do Estado do Amapá. As espécies *Makalata didelphoides* e *Oecomys rex* foram achados interessantes, sendo registrados pela primeira vez na parte central do Estado (Silva, 2016).

Além disso, neste estudo, obtive três respostas principais: (1) A sucessão da floresta tem um papel estruturador na comunidade de pequenos mamíferos não-voadores, (2) a variável densidade de sub-bosque foi a principal preditora para abundância, riqueza, composição e diversidade das espécies, (3) a substituição de espécies dominou as mudanças na composição entre os estágios sucessionais da floresta.

8.1. PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRADAS.

As áreas REBF e DVN são caracterizadas com vegetação de floresta ombrófila densa submontana (IBGE, 2004), e de acordo com os resultados obtidos da estrutura da vegetação, não houve diferença na densidade de sub-bosque e cobertura e altura de serrapilheira entre REBF e DVN. Portanto, pode se dizer, que por apresentar fitofisionomias relativamente semelhantes não houve diferença também na abundância, riqueza e diversidade das espécies de pequenos mamíferos não-voadores entre REBF e DVN. Entretanto, de acordo com a curva de rarefação e extrapolação com o aumento do esforço amostral mais espécies seriam registradas nas áreas amostradas.

8.2. RIQUEZA, DIVERSIDADE, ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO ENTRE OS DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DA FLORESTA.

A composição das espécies de pequenos mamíferos não-voadores foi diferente entre os estágios sucessionais médio e avançado. A sucessão da floresta geralmente é associada a uma mudança no domínio da comunidade (Pinotti *et al.*, 2012), onde as florestas em estágio avançado de sucessão abrigam uma composição de espécies bastante diferente das florestas sucessionais iniciais (Bitencourt *et al.*, 2019), indicando respostas distintas para as espécies (Pinotti *et al.*, 2015). Neste estudo, as florestas em estágio avançado de sucessão foram dominadas por espécies associadas a floresta, enquanto nas florestas em estágio médio de

sucessão as comunidades foram predominantemente compostas por espécies mais generalistas de habitat, sendo a espécie *Neacomys paracou* a mais abundante.

Para as espécies *Neacomys paracou*, *Marmosops pinheiroi* e *Marmosa demerarae* os registros foram exclusivos nas florestas em estágio médio de sucessão. Essas espécies são classificadas por alguns autores como espécies que transitam e ocupam diferentes tipos de habitat (Malcom *et al.*, 1995; Castro, 2012; Leite, 2006). Para as espécies *Proechimys cuvieri* e *Philander opossum* o registro foi em ambos os ambientes, se mostrando generalistas de habitat, como descrito por Voss *et al.*, (2001).

Nas florestas de sucessão avançada, a composição das espécies foi dominada por espécies associadas a floresta quanto ao uso do habitat, com *Mamosops parvidens*, *Metachirus nudicaudatus* e *Oecomys bicolor* sendo exclusivos deste ambiente. O resultado foi semelhante aos estudos feitos por Leite (2006), Castro (2012) e Silva (2016) que encontraram essas espécies mais associadas a florestas primárias, sendo elas consideradas sensíveis às alterações ambientais (Oliveira *et al.*, 2015; Hannibal *et al.*, 2020). Diante disso, pode-se dizer que os diferentes estágios de sucessão têm efeito na distribuição das espécies e, portanto, na composição das comunidades.

Em relação à abundância das espécies, também observei diferença entre estágios sucessionais da floresta. Com maior abundância de espécies mais generalistas nos estágios médio de sucessão. Esse resultado corrobora com Lambert, Malcolm e Zimmerman (2006), que observaram que os pequenos mamíferos neotropicais frequentemente aumentam em abundância após alterações ambientais (Lambert, Malcolm e Zimmerman, 2006). O aumento da abundância é geralmente associado à elevada disponibilidade de recurso em áreas alteradas, tendo alta biomassa de artrópodes e diminuição da pressão de predação (Lambert, Malcolm e Zimmerman, 2006; Pinotti *et al.*, 2012; Pinotti, Pagotto, Pardini, 2015). Portanto, os ambientes alterados favorecem os generalistas de habitat, permitindo que se locomovam de forma protegida e com probabilidade reduzida de serem avistados por predadores (Lambert, Malcolm e Zimmerman, 2006; Teixeira *et al.*, 2017; Díaz *et al.*, 2019). Logo, isto pode explicar o aumento da abundância dessas espécies nas florestas em estágio médio de sucessão.

Para a riqueza e diversidade, as florestas em estágio avançado de sucessão apresentaram maior riqueza e diversidade de espécies, tendo predominância das espécies associadas a floresta. Segundo Umetsu (2005) as florestas tendem a abrigar comunidades mais ricas do que os ambientes alterados, pois possuem maior diversidade de habitats e recursos alimentares, permitindo a coexistência de diversas espécies, principalmente das espécies arborícolas (Leite,

2006). Como visto nesse estudo, onde as espécies *Mamosops parvidens*, *Metachirus nudicaudatus*, *Caluromys philander* e *Oecomys bicolor* foram restritas nas florestas em estágio avançado de sucessão.

Logo, os resultados indicam que a de sucessão da floresta tem um papel estruturador na comunidade de pequenos mamíferos não-voadores na região centro-oeste do Estado do Amapá. Com a tendência de abrigar mais espécies generalistas de habitat nas florestas em estágio médio de sucessão, enquanto as espécies associadas a floresta são mais presentes em ambientes conservados, como as florestas em estágio avançado de sucessão.

8.3. ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO E OS PREDITORES DA ABUNDÂNCIA, COMPOSIÇÃO E RIQUEZA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES

Minhas descobertas sugerem diferenças significativas nas trajetórias sucessionais. A densidade de sub-bosque e a cobertura de serrapilheira aumentou nos estágios médio de sucessão e isto pode ser explicado pelo fato desses ambientes terem passado por uso intensivo da terra e agora se encontram em processo de regeneração. Diferentemente das florestas em estágios avançado de sucessão, que apresentaram aumento na área basal e diminuição da densidade de sub-bosque e cobertura de serrapilheira, se assemelhando com as florestas conservadas.

A preditora que melhor explicou a abundância de espécies foi a variável densidade de sub-bosque, seguindo pelo estágio de sucessão da vegetação. Sabendo que a densidade do sub-bosque variou entre os dois tipos de vegetação, considerei essa variável como o mecanismo que explica a diferença na abundância dos pequenos mamíferos não-voadores entre os estágios de sucessão. Isto se deve pelo fato de que a simplificação da estrutura da vegetação ocasiona o aumento da densidade do sub-bosque que favorece a abundância de espécies generalistas de habitat, devido ao grupo conseguir explorar melhor os recursos alimentares e se locomover de forma protegida em ambientes alterados (Díaz *et al.*, 2019). Além disso, o denso sub-bosque também proporciona micro habitats importantes que reduzem as oscilações de temperatura e umidade (Pardini *et al.*, 2005; Lambert, Malcolm e Zimmerman, 2006; Castro, 2012). Portanto, neste estudo, o aumento da abundância de espécies nas florestas em estágio médio de sucessão pode ser explicado pela estrutura da vegetação, especialmente pelo aumento da densidade de sub-bosque.

Assim como a abundância, a densidade do sub-bosque foi o principal preditor que influenciou a composição das espécies de pequenos mamíferos não-voadores. Essa influência

se manifesta na distinção da estrutura da vegetação entre os estágios sucessionais, com diferentes densidades de sub-bosque e, conseqüentemente, composições de espécies divergentes entre estágios médio e avançado de sucessão. Como já previsto por Díaz *et al.* (2019), que encontrou diferenças marcantes entre as comunidades de roedores que habitam os estágios sucessionais iniciais e aquelas associadas ao estágio avançado de sucessão, com alta variabilidade na estrutura de suas comunidades. Portanto, neste estudo, devido os estágios sucessionais médio e avançado apresentam diferenças na densidade de sub-bosque, a composições de espécies também foi majoritariamente distinta, visto que os ambientes com maior densidade de sub-bosque tendem a abrigar mais espécies generalistas, enquanto florestas com menor densidade favorecem as espécies que são associadas a floresta.

Nenhum dos preditores testados neste estudo foi capaz de explicar significativamente a riqueza de espécies. Isso sugere que outras variáveis ambientais, como a disponibilidade de alimento, podem ser mais importantes para determinar a riqueza de espécies. Visto que as florestas antigas apresentam uma estrutura mais complexa e maior disponibilidade de frutos, abrigando maior riqueza de espécies, principalmente as espécies herbívoras e arborícolas (Leite, 2006). No entanto, estas variáveis não foram coletadas no presente estudo, o que limita entender completamente os fatores que influenciam a riqueza de espécies nos diferentes estágios sucessionais da floresta.

8.4. DIVERSIDADE BETA

Encontrei uma rotatividade considerável de espécies entre os pontos amostrados, representando 54,1% da diversidade beta global. As florestas em estágio de sucessão avançado foram as que mais contribuíram para a diversidade global, indicando que a composição de espécies nesse ambiente deteve mais espécies exclusivas do que as florestas de estágio médio de sucessão. Esse resultado corrobora com a hipótese de que as florestas em estágio avançado de sucessão são mais únicas, abrigando maior diversidade e riqueza de espécies, e essa singularidade do habitat tende a ser conservadora devido incluírem espécies raras ou associadas a floresta (Pinã *et al.*, 2019; Bitencourt *et al.*, 2019). Isto indica que os pontos amostrados em florestas de sucessão avançado apresentam um subconjunto razoavelmente distinto de espécies únicas ou com maior preferência de hábitat, tornando a região mais diversa.

Neste estudo, a diversidade global foi explicada principalmente pela diferença na área basal e densidade de sub-bosque, indicando que pequenas alterações nessas variáveis podem provocar grandes mudanças na diversidade global. Portanto, a área basal é um indicador

importante para entender o funcionamento e estrutura das comunidades (Silva *et al.*, 2016; Caron *et al.*, 2021), principalmente para os pequenos mamíferos, a qual exercer influência direta na sua diversidade (Díaz *et al.*, 2019). Pois, ambientes com maior área basal geralmente oferecem maior variedade e abundância de recursos e abrigos complexos, assim favorecendo a coexistência de diferentes espécies de mamíferos, principalmente para as espécies arborícolas e associadas a florestas (Leite, 2006; Díaz *et al.*, 2019). Ao contrário da área basal, a alta densidade do sub-bosque pode exercer um papel crucial no aumento da diversidade global para as espécies generalistas de habitat, visto que fornecem áreas com mais potenciais de abrigo, nidificação e alimentação em ambientes com denso sub-bosque (Benedek e Sirbu, 2018; Díaz *et al.* 2019). Essas mesmas variáveis ambientais também foram explicativas para a substituição das espécies, onde pequenas variações na área basal e densidade de sub-bosque podem ocasionar uma drástica substituição das espécies de pequenos mamíferos não-voadores durante a sucessão da floresta, proporcionando modificações na composição das comunidades, com espécies generalistas sendo gradualmente substituídas por espécies associada a floresta (Días *et al.*, 2019). A substituição de espécies entre estágios de sucessão, também foi demonstrada para outros grupos da fauna, como as aves, os escaravelhos, formigas e plantas em diferentes paisagens florestais tropicais (Daza *et al.*, 2023; Díaz *et al.*, 2019; Bitencourt *et al.*, 2019).

Logo, a diversidade beta global é influenciada principalmente pelo turnover das espécies ao invés do processo negativo da perda de espécies, e as características da vegetação, como área basal e densidade do sub-bosque, moldam as comunidades de pequenos mamíferos e garantem a manutenção da diversidade regional ao longo do tempo.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

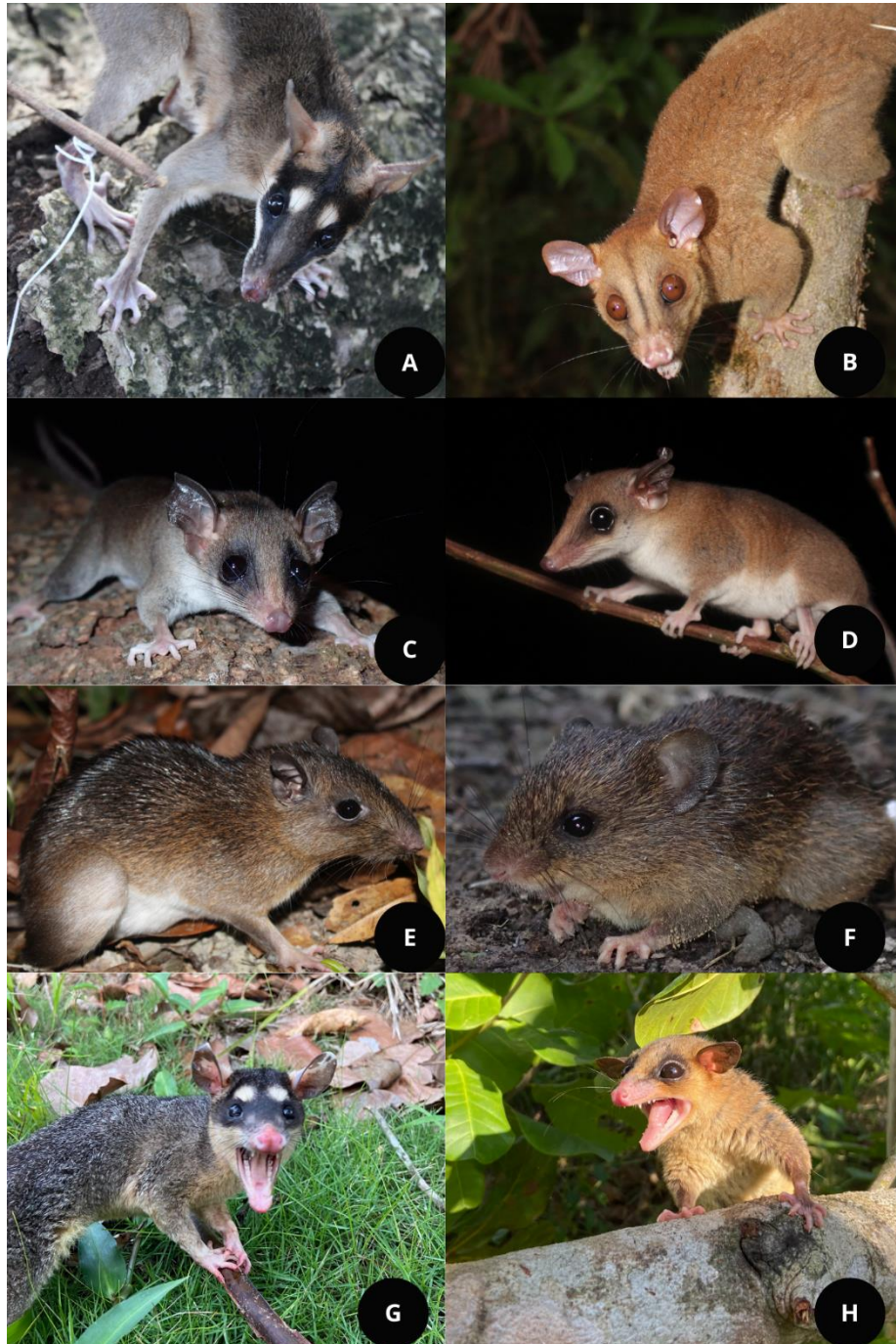
O estudo mostrou que variações na estrutura da vegetação associados aos estágios sucessionais da floresta influenciam a composição, abundância, riqueza e diversidade das espécies de pequenos mamíferos não-voadores na região centro-oeste do estado do Amapá. E a compreensão da relação entre área basal, densidade do sub-bosque e substituição de espécies é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo e conservação da biodiversidade, visto que é importante considerar o impacto das pequenas alterações na área basal e na densidade do sub-bosque na diversidade dos pequenos mamíferos não-voadores.

Também, o estudo revela que as florestas de sucessão avançada contribuíram para maior diversidade na região, sendo fontes principais de diversidade das espécies associadas a floresta. Portanto, meus resultados apoiam a importância de manter a cobertura florestal, assim como, a proteção das florestas em sucessão avançada para a manutenção da estrutura e do funcionamento das florestas, promovendo a coexistência de diferentes espécies e preservando a riqueza e diversidade local.

Além disso, meus resultados indicaram que gradientes de estrutura da vegetação associados à perturbação ou regeneração das florestas em estágio médio de sucessão são importantes para a abundância. E os diferentes caminhos seguidos ao longo da sucessão florestal podem levar a um aumento da rotatividade de espécies até se assemelhar com a floresta em estágio avançado de sucessão, sendo a substituição um processo natural e essencial para a manutenção da biodiversidade e do funcionamento dos ecossistemas, permitindo que novas espécies se adaptem a mudanças no ambiente, contribuindo para a resiliência das comunidades frente a distúrbios. Isso destaca a importância das florestas em estágio médio de sucessão e o potencial da regeneração da vegetação com técnicas de manejo sustentável para conservação das espécies de pequenos mamíferos não-voadores em ambientes alterados.

Portanto, a pesquisa contribuiu para preencherem lacunas a respeito da fauna de pequenos mamíferos não-voadores na região centro-oeste do estado do Amapá, possibilitando futuras estratégias de conservação na região, sendo está a primeira lista de espécies pertencentes a fauna de pequenos mamíferos não-voadores na REBF e DVN,

APÊNDICE 1. Algumas das espécies de marsupiais e roedores registradas na REBF e DVN. A - *Metachirus nudicaudatus*, B - *Caluromys philander*, C - *Marmosops pinheiroi*, D - *Marmosops parvidens*, E - *Proechimys cuvieri*, F - *Neacomys paracou*, G - *Philander opossum*, H - *Marmosa demerarae*.



Fotos: Juliana Campos; Camila Pinheiro.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU-JR, E. F. *et al.* Lista de Mamíferos do Brasil. **Comitê de Taxonomia da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (CT-SBMz)**, 2023. Disponível em: <https://www.sbmz.org/mamiferos-do-brasil/>. Acesso em: 18 julho 2024.
- ALENCAR, A. *et al.* Desmatamento na Amazônia: indo além da “emergência crônica”. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - IPAM. Belém, PA, 2004. Disponível em: <https://ipam.org.br/bibliotecas/desmatamento-na-amazonia-into-alem-da-emergencia-cronica/>. Acessado em: 15 agos 2023.
- ALVARES, C. A. *et al.* Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**. v.22, p.711-728, 2013.
- ANDERSON, M. J. Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA). **Wiley statsref: statistics reference online**, p.1-15, 2014.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V. *et al.* Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. **Ecology Letters**, v.23, p. 1404-1420, 2020.
- BARLOW, J. *et al.* Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, v.535, p.144-147, 2016. <https://doi.org/10.1038/nature18326>
- BENEDEK, A.M; SÍRBU, I. Responses of small mammal communities to environment and agriculture in a rural mosaic landscape. **Science of The Total Environment**, v. 90, p. 55-56, 2018.
- BITENCOURT, B.S. *et al.* Dung beetle responses to successional stages in the Amazon rainforest. **Biodiversity and Conservation**, v.28, p.2745-2761, 2019.
- BOGONI, J. *et al.* Landscape features lead to shifts in communities of medium- to large-bodied mammals in subtropical Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, v.97, p.713–725, 2016.
- BORGHETTI, C. **Evolução geotectônica dos complexos vila nova e tumucumaque na porção nordeste do cráton amazônico, amapá**. Tese (doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
- BRAGA, F. *et al.* Dung beetle community and functions along a habitat-disturbance gradient in the Amazon: a rapid assessment of ecological functions associated to biodiversity. **Plos One**, v.8, 2013.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Resolução Normativa CONCEA nº 37**, de 15 de fevereiro de 2018. Dispõe sobre as diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 fevereiro de 2018.
- CABRAL, B.F. *et al.* Amazon deforestation: A dangerous future indicated by patterns and trajectories in a hotspot of forest destruction in Brazil. **Science of The Total Environment**, v.354, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120354>

- CÁCERES, N. C. Diet of three didelphid marsupials (Mammalia, Didelphimorphia) in southern Brazil. **Mammalian Biology**, v.69, p.430-433, 2004.
- CÁCERES, N. C.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. The common opossum, *Didelphis aurita*, as a seed disperser of several plants in southern Brazil. **Ciência e Cultura**, v.52, p.41-44, 2000.
- CAJAIBA R.L, *et al.* Does the composition of Scarabaeidae (Coleoptera) communities reflect the extent of land use changes in the Brazilian Amazon? **Ecological Indicators**, v.74, p.285–294, 2017.
- CAPOBIANCO, J. P. R. **Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios**. São Paulo: Estação Liberdade Instituto Socioambiental, p. 0-540, 2001.
- CARON, T.M.F. *et al.* Big trees drive forest structure patterns across a lowland Amazon regrowth gradient. **Scientific Reports**, v.11, n.3380, 2021.
- CASTILLO, C., *et al.* **Manual para Medição e Marcação de Árvores em grades e módulos RAPELD do PPBio**. (2014). Programa de Pesquisa em Biodiversidade. Disponível em: <https://ppbio.inpa.gov.br/manuais>. Acesso em: 04 de fev. 2024.
- CASTRO, K. C. **Assembleia de pequenos mamíferos não voadores da floresta nacional do Amapá, Amazônia oriental**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2012.
- CAVALCANTE, K. S. (Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do estado do Amapá - IEPA) Comunicação pessoal, 15 de setembro de 2023.
- DAZA, A.M.V. *et al.* The importance of old secondary forests for understory birds in the tropical Andes. **Science of The Total Environment**, v.47, 2023.
- DE OLIVEIRA, M.J. Diagnóstico do setor mineral do estado do amapá. **Ministério de Minas e Energia**, 2010.
- DIAS, D.M. *et al.* Preliminary survey of the nonvolant mammals of a remnant of coastal restinga habitat in eastern Sergipe, Brazil. **Natureza online**, v. 15, n°2, p.32-41, 2017.
- DÍAZ, S.P.M. *et al.* Rodent community responses to vegetation and landscape changes in early successional stages of tropical dry forest. **Science of The Total Environment**, v.433, p.633-644, 2019.
- DINIZ, PC. **Métodos de amostragem da herpetofauna: algumas dicas e orientações para estudantes e profissionais com pouca ou nenhuma experiência de campo**. Acervo da iniciação científica, 2015.
- DUNGAN, R.J.; O'CAIN, M.J.; LOPEZ, M.L.; NORTON, D.A. Contribution by possums to seed rain and subsequent seed germination in successional vegetation, Canterbury, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, v.26, p.121-128, 2002.
- FERRIER, S., MANION, G., ELITH, J., & RICHARDSON, K. Using generalized dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. **Diversity and distributions**, v.13, n.3, 252-264, 2007.

- FOLEY, J.A. *et al.* Global Consequences of Land Use. **Science**, v.309, p.570-574, 2005. doi: 10.1126/science.1111772
- FRANCA F., *et al.* Do space-for-time assessments underestimate the impacts of logging on tropical biodiversity? An Amazonian case study using dung beetles. **Journal of Applied Ecology** v.53, p.1098–1105, 2016.
- FREITAS, S. R.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M. V. A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4, p. 795-800, 2002.
- GARDNER, A. L. **Mammals of South America, Vol. I. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats**. Chicago and London: 2008. 669p.
- GEMAQUE, I.S.F.C. **Territorialidade, agricultura e mineração (pedra branca do amapari-amapá)**. Tese (doutorado). Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.
- GIBBS, H. K. *et al.* Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v.107, n. 38, p.16732–16737, 2010.
- GIBSON, L. *et al.* Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, v.478, p. 378–381, 2011.
- HANNIBAL, W. *et al.* Traits reveal how habitat-quality gradients structure small mammal communities in a fragmented tropical landscape. **Austral Ecol**, v.45, p.79–88, 2020.
- HORGAN F.G. Dung beetle assemblages in forests and pastures of El Salvador: a functional comparison. **Biodiversity and Conservation** 17:2961–2978, 2008.
- HSIEH, T.C.; MA, K.H.; CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extra polation of species diversity (Hill numbers). **Methods Ecol. Evol**, v.7, p.1451–1456. 2016. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1993. Mapa de Vegetação do Brasil, 2ª edição. Esalaq 1: 5.000.000. 2004.
- KONG, F. *et al.* Pioneer tree species accumulate higher neighbourhood diversity than late-successional species in a subtropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 531, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120740>
- LAMBERT, T.D.; MALCOLM, J.R; ZIMMERMAN, B.L. Amazonian small mammal abundances in relation to habitat structure and resource abundance. **Journal of Mammalogy**, v.87, p 766-766, 2006. <https://doi.org/10.1644/05-MAMM-A-261R1.1>.
- LEGENDRE, P. Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, 23(11), 1324-1334, 2014.
- LEGENDRE, P.; ANDERSON, M.J. Dstance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. **Ecological Society of America**, 1999. <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.c.3308919>

LEITE, R. N. **Comunidade de pequenos mamíferos em um mosaico de plantações de eucalipto, florestas primárias e secundárias na Amazônia oriental**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade do Rio de Janeiro, 2006.

LIM, B. K.; ENGSTROM, M. D.; OCHOA, G. J. Mammals. In: HOLLOWELL, T; REYNOLDS, R. P. (Eds). Checklist of the terrestrial vertebrates of the Guiana Shield. **Bulletin of the Biological Society of Washington**, 106p. 2005.

MACEDO, R. *et al.* Conversion of Cerrado savannas into exotic pastures: The relative importance of vegetation and food resources for dung beetle assemblages. **Science of The Total Environment**, v.288, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106709>.

MALCOLM, J. R. *et al.* Forest structure and the abundance and diversity of neotropical small mammals. In: **Forest Canopies**. Califórnia: Academic Press, p. 179-197, 1995.

MANCINI, M. C. S. *et al.* Tyto furcata (Tytonidae: Strigiformes) pellets: tools to access the richness of small mammals of a poorly known Caatinga area in northeast Brazil. **Mammalia**, v.83, p.390–398. 2018.

MARQUES, A. *et al.* Increasing impacts of land use on biodiversity and carbon sequestration driven by population and economic growth. **Nat Ecol Evol**, v.3, p.628-637, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0824-3>

MARSDEN, S. J. *et al.* A technique for measuring the density and complexity of understorey vegetation in tropical forests. *Forest Ecology and Management*, v. 165, p. 117–123, 2002.

MOULATLET, G.M., *et al.* A systematic review on metal contamination due to mining activities in the Amazon basin and associated environmental hazards. **Science of The Total Environment**, v.339, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139700>

NEWBOLD, T. *et al.* Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. **Nature**, v.520, p.45–50, 2015.

NOBIS, M. Sidelook 1.1. Imaging software for the analysis of vegetation structure with true-colour photographs. 2005.

OKSANEN, J. *et al.* VEGAN: Community Ecology Package. **R package version 2.6-4**, <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>., 2022.

OLIVEIRA, A.C. M.; *et al.* Efeitos Antrópicos sobre comunidades de pequenos mamíferos não-voadores na Amazônia brasileira. In: OLIVEIRA, A.C.M., 2015.

PARDINI, R. *et al.* The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v.124, p.253-266, 2005.

PARDINI, R.; UMETSU, F. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande – distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. **Biota Neotropical**. ISSN 1676-0603, 2006.

PATTON, J. L; PARDIÑAS, U. F. J.; D'ELÍA G. **Mammals of South America, Volume 2 - Rodents**. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 2015.

- PEREIRA, L.A. **Etnoecologia do cipó-titica [heteropsis flexuosa (h.b.k) g.s. bunting] e sua relação com os sistemas produtivos do Amapá**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- PERES CA, *et al.* Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. **Biological Conservation** v.143, p. 2314–2327, 2010.
- PIÑA, T. E. **Influência da estrutura de vegetação e da paisagem na ocorrência e abundância de mamíferos de médio e grande porte em um mosaico de plantações de eucalipto, savana e remanescentes florestais no norte do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, 2019.
- PINOTTI, B. T. **Pequenos mamíferos terrestres e a regeneração da Mata Atlântica: influência da estrutura do habitat e da disponibilidade de alimento na recuperação da fauna**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2010.
- PINOTTI, B.T; PAGOTTO, C.; PARDINI, R. Habitat structure and food resources for wildlife across successional stages in a tropical forest. **Science of The Total Environment**, v.283, p. 119-127, 2012.
- PINOTTI, B.T; PAGOTTO, C.; PARDINI, R. Wildlife Recovery During Tropical Forest Succession: Assessing Ecological Drivers of Community Change. **Biotropica**, v.47, 2015.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2024. Disponível em: <www.R-project.org/>.
- REIS, N. R. *et al.* **Mamíferos do Brasil: Guia de Identificação**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 500 p
- RINALDI, A. R. **Dieta de pequenos felinos silvestres (carnívora, felidae), em área antropizada de Mata Atlântica de Interior, Alto Paraná, Paraná, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, 2010.
- SALOMÃO, R. P. *et al.* Sistema Capoeira Classe: uma proposta de sistema de classificação de estágios sucessionais de florestas secundárias para o estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais v.7, n.3, p.297-317, 2012.
- SANTOS-FILHO, M.; PERES, C.A.; SILVA, D.J.; SANAIOTTI, T.M. Habitat patch and matrix effects on small-mammal persistence in Amazonian forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v.21, p.1127–1147, 2012.
- SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Áreas Protegidas. 2022. Disponível em: <https://sema.portal.ap.gov.br/conteudo/servicos-e-informacoes/unidades-de-conservacao>. Acessado em: 15 de julho de 2023.
- SILVA, C. R. **Diversidade, variabilidade genética e aspectos filogeográficos de pequenos mamíferos não voadores do estado do Amapá**. Tese (Doutorado em Genética). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, 2016.
- SILVA, C. R. *et al.* **Guia de mamíferos do Estado do Amapá**. Macapá: IEPA, 2012. 301p.

SILVA, C. R. *et al.* Mamíferos do Estado do Amapá, Amazônia Oriental Brasileira: uma lista taxonômica revisada com comentários sobre a distribuição das espécies. **Mammalia**, v.77, n.4, p.409-424, 2013.

SILVA, C.R. **Inventários rápidos de mamíferos não-voadores no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque: Resultados das Expedições I a V e Síntese.** In: BERNARD, E. Inventário Biológico Rápidos no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, Amapá, Brasil. Rap Bulletin of Biological Assessment 48. Conservation International, Arlington, VA. p. 53-60, 2008.

SILVA, C.V.J. *et al.* Floristic and structure of an Amazonian primary forest and a chronosequence of secondary succession. **Acta Amazonica**, v.26, 2016.

SILVA, J.M.C.; RYLANDS, A.B.; FONSECA, G.A.B. O destino das áreas de endemismo na Amazônia. **Megadiversidade**, v.1, p 124-131, 2005.

SLEEP, N.B. *et al.* Diversity and Impacts of Mining on the Non-Volant Small Mammal Communities of Two Vegetation Types in the Brazilian Amazon. **Plos One**, 2016.

SOTOMAYOR, O. S. E. **Influência da perturbação ambiental na assembleia de pequenos mamíferos não voadores na Amazônia Oriental.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Pará, 2019.

TEIXEIRA, D. *et al.* Management of Eucalyptus plantations influences small mammal density: Evidence from Southern Europe. **Forest Ecology and Management**, v.385, p.25-34, 2017.

TICHÝ, L. Field test of canopy cover estimation by hemispherical photographs taken with a smartphone. **Journal of Vegetation Science**, v.27, p.427-435, 2016.

UMETSU, F. **Pequenos mamíferos em um mosaico de habitats remanescentes e antropogênicos: qualidade da matriz e conectividade em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica.** Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, 2005.

UMETSU, F.; PARDINI, R. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats—evaluating matrix quality in an Atlantic Forest landscape. **Landscape Ecology**, v.22, p. 517–530, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-006-9041-y>.

VOSS, R. S. Phylogenetic relationships and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of New World metatherian mammals. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, n. 322, 177p., 2009.

VOSS, R. S.; EMMONS, L.H. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v.230, p.1-115, 1996.

VOSS, R. S.; LUNDE, D. P.; SIMMONS, N. B. The mammals of Paracou, French Guiana: A neotropical lowland rainforest fauna - part 2. Nonvolant species. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 263, p. 3-236, 2001.

WALKER L.R; DEL MORAL R. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press, **Cambridge**, UK, p. 456, 2003.

ZHAO J. *et al.* Biodiversity responses to agricultural practices in cropland and natural habitats, **Science of The Total Environment**, v. 922, 2024.