

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha**

***Campus Panambi***

**Curso de Especialização em Biodiversidade e Conservação**

RAYSSA TORMES DO AMARANTE

**ASSEMBLEIAS DE AVES DE SUB-BOSQUE EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA  
E PLANTAÇÕES DE CONÍFERAS NATIVAS E EXÓTICAS**

PANAMBI - RS

2023

**RAYSSA TORMES DO AMARANTE**

**ASSEMBLEIAS DE AVES DE SUB-BOSQUE EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA  
E PLANTAÇÕES DE CONÍFERAS NATIVAS E EXÓTICAS**

Trabalho apresentado ao Curso de Especialização em Biodiversidade e Conservação do Instituto Federal Farroupilha – *Campus* Panambi para obtenção do Título de Especialista.

Orientador: Anderson Saldanha Bueno

PANAMBI - RS


2023

**RAYSSA TORMES DO AMARANTE**

**ASSEMBLEIAS DE AVES DE SUB-BOSQUE EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA  
E PLANTAÇÕES DE CONÍFERAS NATIVAS E EXÓTICAS**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Especialista, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.


Panambi, RS, 29 de abril de 2023.

Documento assinado digitalmente  
 **ANDERSON SALDANHA BUENO**  
Data: 18/08/2023 15:03:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Anderson Saldanha Bueno**

Orientador

Documento assinado digitalmente  
 **MARILISE MENDONÇA KRUGEL**  
Data: 20/08/2023 21:52:20-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Marilise Mendonça Krügel**

Universidade Federal de Santa Maria

---

**Geruza Melo Leal**  
Instituto Federal Farroupilha

PANAMBI-RS

2023

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Anderson Saldanha Bueno por todo o apoio, incentivo e orientação. Agradeço por não apenas me mostrar o caminho, mas me ensinar a caminhar por ele. Com certeza, contribuiu não apenas para minha formação acadêmica, mas também para meu desenvolvimento como ser humano.

A minha amiga, Tatiane Abreu, que mesmo não tendo participado diretamente da pesquisa, dedicou seu tempo e esforço para que este projeto pudesse acontecer e forneceu todo seu apoio e conhecimento.

Às minhas irmãs, tanto a de sangue, Raquel Amarante, quanto a de coração, Ivana Cardoso, que tornaram esta jornada de pesquisa muito mais leve e divertida. Elas me ajudaram em todo o percurso, tanto intelectualmente quanto fisicamente no trabalho de campo, inclusive costurando comigo e carregando um tecido de 3 metros de altura no meio da vegetação, mesmo que em alguns momentos com raiva. Sua presença e apoio foram essenciais para minha jornada de pesquisa, e sou muito grata.

Ao querido amigo que fiz durante a pesquisa, Felipe de Brum, que mesmo no primeiro semestre do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, decidiu se aventurar em um campo de mais de 40 dias, levantando antes do amanhecer em temperaturas abaixo de 0° grau e que não mediu esforços para ajudar no trabalho de campo e que se tornou quase um membro da família pelo tempo que moramos juntos.

Aos queridos colegas pesquisadores da FLONA-PF: Gabriela, Leonardo, Lauren, Marcio, Natali, Gustavo, Franciele, Luciane, Milene, Andriele e Ana. Foi um prazer desfrutar da companhia de todos, pois tornaram nossa estadia na Floresta Nacional de Passo Fundo mais alegre e com grandes aprendizados.

A toda a minha família, Raquel Amarante, Noeli Amarante, Bárbara Tormes e Livia Tormes que não mediram esforços para me apoiar e também são o motivo de todo o meu esforço e orgulho.

A Floresta Nacional de Passo Fundo, que não apenas contribuiu com apoio financeiro e técnico, mas que nos recebeu calorosamente para morar na FLONA-PF durante o ano da pesquisa, que além disso, gentilmente nos forneciam bolinhos de chuva nos dias em que não podíamos ir ao campo, tornando nossa estadia ainda mais agradável e de deixar saudade.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul que financiou o projeto e forneceu uma bolsa de Iniciação científica.

Ao Instituto Federal Farroupilha – *Campus* Júlio de Castilhos, que concedeu um dos financiamentos para a compra dos materiais de campo e me forneceu a formação inicial que permitiu iniciar meu caminho na pesquisa, fundamental para o meu desenvolvimento acadêmico.

Ao Instituto Federal Farroupilha – *Campus* Panambi que através da especialização em Biodiversidade e Conservação me forneceu a capacitação acadêmica para desenvolver a pesquisa.

Ao SISBIO e ao CEMAVE que nos concederam a licença para amostragem.

A Todos os professores, colegas e amigos que não pude citar aqui, mas que contribuíram com a minha formação, uns dando apoio e outros me ensinado com suas experiências e conhecimento

## RESUMO

O declínio das florestas naturais é um problema grave que pode ser amenizado com o crescimento das florestas plantadas. É importante, portanto, entender como essas plantações podem contribuir para a manutenção da biodiversidade florestal. Nesse sentido, nosso objetivo foi investigar se as plantações de coníferas, nativas (*Araucaria angustifolia*) e exóticas (*Pinus elliottii*) com mais de 50 anos, presença de sub-bosque e próximas de fragmentos de floresta natural, são capazes de reter uma diversidade de aves semelhante à encontrada em florestas naturais (Floresta Ombrófila Mista). Para atingir nosso objetivo, comparamos a densidade do sub-bosque e a riqueza, abundância e composição de aves do sub-bosque entre esses três tipos florestais. O estudo foi realizado na Floresta Nacional de Passo Fundo, uma unidade de conservação de uso sustentável, localizada em Mato Castelhano, RS. As aves foram amostradas com redes de neblina em 18 parcelas, sendo seis em cada tipo florestal. Para analisar os dados, utilizamos três curvas de rarefação para a riqueza, Anova com posterior teste Tukey para a abundância e densidade do sub-bosque, e Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para a composição de espécies. Sendo assim, nossos resultados mostraram que a riqueza rarefeita de espécies não diferiu entre os três tipos de floresta, enquanto a abundância e a composição de espécies diferiram, sendo que, a abundância foi maior na floresta natural, seguida pela plantação de araucária e pinus. Já a composição de espécies da floresta natural foi mais semelhante à da plantação de araucária do que à da plantação de pinus. Diante disso, nossos resultados indicam que as florestas plantadas, especialmente aquelas com árvores nativas, podem contribuir para a manutenção da avifauna florestal.

**Palavras-chave:** Avifauna; Conservação da biodiversidade; Plantação de araucária

## ABSTRACT

The decline of natural forests is a serious problem that can be alleviated by the growth of planted forests. Therefore, it is important to understand how these plantations can contribute to the maintenance of forest biodiversity. In this sense, our aim was to investigate whether conifer plantations, both native (*Araucaria angustifolia*) and exotic (*Pinus elliottii*), that are over 50 years old, have an understory presence, and are located close to natural forest fragments, can retain a diversity of birds similar to that found in natural forests (Mixed Ombrophilous Forest). To achieve our objective, we compared understory density, as well as understory bird richness, abundance, and composition among these three forest types. The study was conducted in the Passo Fundo National Forest, a sustainable use conservation unit located in Mato Castelhano, RS. Birds were sampled with mist nets in 18 plots, six in each forest type. To analyze the data, we used three rarefaction curves for richness, ANOVA with subsequent Tukey test for abundance and understory density, and Non-Metric Multidimensional Scaling Analysis (NMDS) for species composition. Therefore, our results showed that rarefied species richness did not differ among the three forest types, while abundance and species composition did, with abundance being higher in the natural forest, followed by the *Araucaria* and *Pinus* plantations. Additionally, the species composition of the natural forest was more similar to that of the *Araucaria* plantation than that of the *Pinus* plantation. Thus, our results indicate that planted forests, especially those with native trees, can contribute to the maintenance of forest bird communities.

**Keywords:** Avifauna; Biodiversity conservation; *Araucaria* plantation.

## LISTA DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>FIGURA 1 - A) LOCALIZAÇÃO DA FLORESTA NACIONAL DE PASSO FUNDO, RS, BRASIL; B) LOCALIZAÇÃO DAS 18 UNIDADES AMOSTRAIS NOS DIFERENTES TIPOS FLORESTAIS. ....</b>  | <b>13</b> |
| <b>FIGURA 2 - IMAGEM DOS TRÊS TIPOS FLORESTAIS ESTUDADOS, EVIDENCIANDO O DESENVOLVIMENTO DO SUB-BOSQUE. A) REFERE-SE À FLORESTA NATURAL; B) REFERE-SE À PLANTAÇÃO DE ARAUCÁRIA; C) REFERE-SE À PLANTAÇÃO DE PINUS. ....</b> | <b>14</b> |
| <b>FIGURA 3 - DISPOSIÇÃO DAS REDES DE NEBLINA NA UNIDADE AMOSTRAL. ....</b>   | <b>15</b> |
| <b>FIGURA 4 - AVE ANILHADA COM ANILHA METÁLICA FORNECIDA PELO CEMAVE. ....</b>  | <b>16</b> |
| <b>FIGURA 5 - A) ESQUEMA PARA CAPTURAR A FOTO DO SUB-BOSQUE; B) IMAGEM CAPTURADA DA OBSTRUÇÃO DO SUB-BOSQUE COM A CÂMERA NA POSIÇÃO DE OITO METROS DE DISTÂNCIA DO CENTRO DO TECIDO. ....</b>                               | <b>17</b> |
| <b>FIGURA 6 - CURVAS DE RAREFAÇÃO COM INTERVALOS DE 95% DE CONFIANÇA PARA COMPARAÇÃO DA RIQUEZA DE AVES DE SUB-BOSQUE EM 3 TIPOS FLORESTAIS, FLORESTA NATURAL, PLANTAÇÃO DE ARAUCÁRIA E PLANTAÇÃO DE PINUS. ....</b>        | <b>19</b> |
| <b>FIGURA 7 - ABUNDÂNCIA DE AVES EM 3 TIPOS FLORESTAIS, FLORESTA NATURAL, PLANTAÇÃO DE ARAUCÁRIA E PLANTAÇÃO DE PINUS. ....</b>   | <b>20</b> |
| <b>FIGURA 8 - ORDENAÇÕES MULTIDIMENSIONAIS NÃO-MÉTRICAS (NMDS) DA COMUNIDADE DE AVES EM CADA TIPO FLORESTAL. AS ANÁLISES DE ORDENAÇÃO SÃO BASEADAS EM MATRIZES DE DISSIMILARIDADE QUANTITATIVAS. ....</b>                   | <b>21</b> |
| <b>FIGURA 9 - VALOR DE OBSTRUÇÃO DO SUB-BOSQUE NOS 3 TIPOS FLORESTAIS ESTUDADOS, FLORESTA NATURAL, PLANTAÇÃO DE ARAUCÁRIA E PLANTAÇÃO DE PINUS.....</b>   | <b>23</b> |
| <b>FIGURA 10 - GRÁFICO DE REGRESSÃO LINEAR, MOSTRANDO A RELAÇÃO DA OBSTRUÇÃO DO SUB BOSQUE COM A ABUNDÂNCIA DE AVES NOS DIFERENTES TIPOS FLORESTAIS.....</b>  | <b>23</b> |



## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| <b>TABELA 1</b> - CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAÇÕES ONDE OS LEVANTAMENTOS DE AVIFAUNA FORAM REALIZADOS NA FLORESTA NACIONAL DE PASSO FUNDO, RS. ....                | 13 |
| <b>TABELA 2</b> - DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES QUANTO À DEPENDÊNCIA FLORESTAL DE ACORDO COM A BIRDLIFE, E NÚMERO DE INDIVÍDUOS CAPTURADOS EM CADA TIPO FLORESTAL. .... | 21 |

## SUMÁRIO

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>         | <b>11</b> |
| <b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b> | <b>12</b> |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDO .....           | 12        |
| 2.2 DESENHO AMOSTRAL .....         | 14        |
| 2.3 COLETA DE DADOS .....          | 14        |
| 2.4 VARIÁVEIS RESPOSTA .....       | 16        |
| 2.5 VARIÁVEIS PREDITORAS .....     | 16        |
| 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....    | 17        |
| <b>3. RESULTADOS.....</b>          | <b>18</b> |
| <b>4. DISCUSSÃO .....</b>          | <b>24</b> |
| <b>5. CONCLUSÃO .....</b>          | <b>27</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>           | <b>28</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas naturais têm sido submetidas a uma grande pressão para extração de madeira e transformadas em áreas destinadas a outros fins, como pastagens, agricultura e plantações de árvores comerciais, o que tem resultado em uma significativa perda da biodiversidade (GIBSON *et al.*, 2011). Essa conversão de floresta em outros usos do solo pode ter efeitos distintos sob a biodiversidade. Por exemplo, a conversão de áreas florestais para agricultura e pastagem, reduzem o movimento de aves na paisagem e atuam como barreira, limitando as aves a pequenos fragmentos florestais e aumentando as chances de extinções locais a longo prazo (BOESING *et al.*, 2021). Por outro lado, plantações de árvores têm demonstrado efeitos menos prejudiciais para a biodiversidade em comparação com as pastagens, pois são consideradas de baixo contraste ambiental (i.e. estruturalmente) em relação às florestas naturais (BROCKERHOFF *et al.*, 2008). No entanto, sob certos regimes de manejo (e.g. retirada do sub-bosque), elas podem não fornecer condições favoráveis para a biodiversidade, sendo, portanto, denominadas como "desertos verdes" (BREMER; FARLEY, 2010).

Considerando que a área de florestas plantadas está aumentando enquanto a cobertura florestal natural está em declínio (FAO, 2005), alguns estudos investigaram quais características são importantes para aumentar o valor de conservação de plantações de árvores. Tais características incluem, por exemplo, a presença de sub-bosque desenvolvido (FONSECA *et al.*, 2009; VOLPATO *et al.*, 2010), proximidade com fragmentos de floresta natural (VOLPATO *et al.*, 2010) e ciclos de rotação mais longos (plantas mais antigas) (BROCKERHOFF *et al.*, 2003).

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo foi investigar se as plantações de árvores inseridas em um contexto benigno (i.e. plantações antigas, com presença de sub-bosque e próximas a fragmentos de floresta natural) são capazes de reter uma diversidade de aves semelhante à encontrada em florestas naturais. Para tanto, realizamos uma comparação da obstrução do sub-bosque, riqueza, abundância e composição de espécies de aves de sub-bosque entre três tipos florestais: floresta natural, Plantação de araucária e Plantação de pinus. Assim, esperamos determinar a contribuição das florestas plantadas para a conservação da avifauna florestal e compreender como o desenvolvimento do sub-bosque está relacionado com o tipo florestal e consequentemente com estruturação das assembleias de ave nas plantações.

Nossas hipóteses são que a Floresta natural terá maior riqueza e abundância de aves de sub-bosque em comparação com a Plantação de araucária e a Plantação de pinus, sendo esta última a que apresentará os valores mais baixos. Além disso, esperamos que os valores de

obstrução de sub-bosque sigam a mesma tendência. Também, esperamos que a composição de espécies de aves será semelhante entre a Floresta nativa e a Plantação de araucária, uma vez que ambas têm como componente principal a espécie *Araucaria angustifolia* e, mais dissimilar com a Plantação de *Pinus elliottii*, uma vez que esta é uma espécie exótica.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Floresta Nacional de Passo Fundo (FLONA-PF), uma unidade de conservação de uso sustentável localizada em Mato Castelhano, Rio Grande do Sul (52°11'18" O, 28°18'53" S) (Figura 1). A FLONA-PF tem uma área de aproximadamente 1.300 hectares e foi adquirida em 1946 pelo Instituto do Pinho (INP). Inicialmente, o INP a transformou no Parque Florestal José Segadas Viana, com o objetivo de estudar o cultivo e crescimento da *Araucaria angustifolia* em diferentes condições bióticas e abióticas, fornecendo dados e matéria-prima para as indústrias madeireiras (GERHARD; SÁ, 2017).

Na década de 1960 e 1970, os talhões com araucárias sem sucesso foram substituídos por pinus e eucalipto. Em 1967, o Parque Florestal foi incorporado ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e foi renomeado como Floresta Nacional de Passo Fundo para se adequar à nova estrutura do instituto (ICMBIO, 2011).

Atualmente, a FLONA-PF é formada por talhões, que apresentam características homogêneas quanto a espécie plantada, densidade e idade do povoamento (GERHARDT; SÁ, 2017). A vegetação predominante é composta de plantações de araucária (*Araucaria angustifolia*, espécie nativa), plantações de pinus (*Pinus elliottii*, espécie exótica) e remanescentes de floresta natural (Floresta Ombrófila Mista) (Figura 2). Os plantios possuem mais de 50 anos de idade (Tabela 1) e praticamente não sofrem desbaste, o que resulta em um sub-bosque desenvolvido, uma vez que o desbaste consiste na remoção de árvores de menor porte para reduzir a competição por nutrientes.

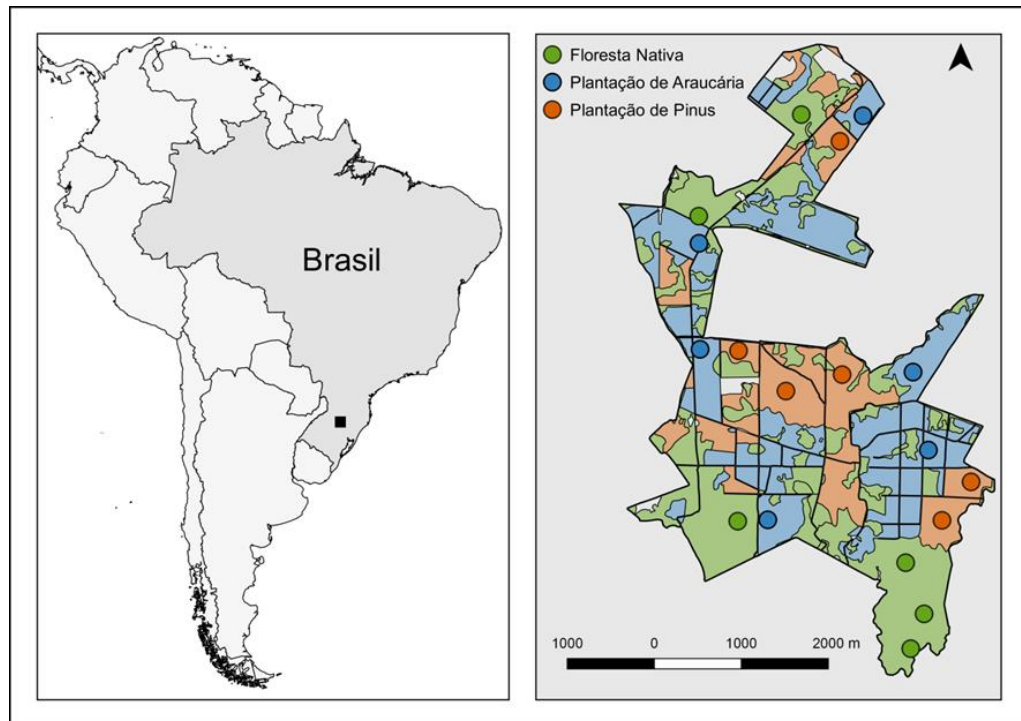
A FLONA-PF está localizada em uma região com clima classificado como Cfa, de acordo com a classificação climática de Köppen, que se caracteriza por ser um clima subtropical, com temperaturas amenas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com média anual de temperatura e precipitação de 18 °C e 1.900 mm, respectivamente (ICMBIO, 2011).

**Tabela 1** - Características das plantações onde os levantamentos de avifauna foram realizados na Floresta Nacional de Passo Fundo, RS.

| Tipos Florestais       | Parcela | Idade | Tamanho do talhão (ha) |
|------------------------|---------|-------|------------------------|
| Plantação de Araucária | A1      | 62    | 16,55                  |
| Plantação de Araucária | A2      | 59    | 58,27                  |
| Plantação de Araucária | A3      | 63    | 25,69                  |
| Plantação de Araucária | A4      | 71    | 26,92                  |
| Plantação de Araucária | A5      | 59    | 38,66                  |
| Plantação de Araucária | A6      | 62    | 26,96                  |
| Plantação de Pinus     | P1      | 56    | 18,53                  |
| Plantação de Pinus     | P2      | 54    | 17,28                  |
| Plantação de Pinus     | P3      | 54    | 40,89                  |
| Plantação de Pinus     | P4      | 50    | 46,62                  |
| Plantação de Pinus     | P5      | 55    | 15,18                  |
| Plantação de Pinus     | P6      | 55    | 26,82                  |

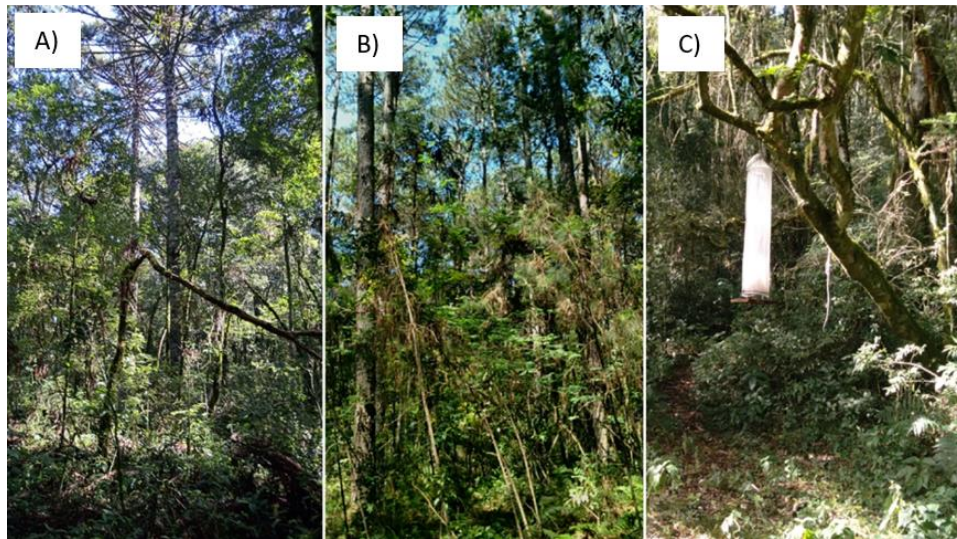
Fonte: ICMBIO, 2011

**Figura 1** - A) Localização da Floresta Nacional de Passo Fundo, RS, Brasil; B) Localização das 18 unidades amostrais nos diferentes tipos florestais.



Fonte: Acervo pessoal

**Figura 2** - Imagem dos três tipos florestais estudados, evidenciando o desenvolvimento do sub-bosque. A) refere-se à Plantação de Araucária; B) refere-se à plantação de Pinus; C) refere-se à Floresta Natural.



Fonte: Acervo pessoal

## 2.2 DESENHOS AMOSTRAL

Foram amostradas aves em 18 unidades amostrais, sendo seis réplicas para cada tipo florestal: Floresta natural, Plantação de araucária e Plantação de pinus (Figura 2). Cada unidade amostral foi constituída por uma trilha contínua de 160 m de comprimento, formada por segmentos retos de 10 m de comprimento conectados por 17 pontos ao longo da mesma, seguindo a curva de nível do terreno a fim de minimizar variações edáficas (MAGNUSSON *et al.*, 2005). A distância entre o ponto central das diferentes unidades amostrais variou de 504 a 6.179 m (média  $\pm$  desvio padrão =  $2.711 \pm 1.396$  m). Os pontos estavam a pelo menos 50 m de distância de outros tipos florestais adjacentes, a fim de reduzir potenciais influências sobre o tipo florestal de interesse.

## 2.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu de julho de 2021 a maio de 2022. Foram realizadas quatro expedições de campo, uma em cada estação do ano: inverno, primavera, verão e outono, respectivamente.

Para capturar as aves, foram utilizadas 16 redes de neblina, cada uma com 9 metros de comprimento por 2,5 metros de altura e malha de 32 mm. As redes foram instaladas de forma contínua ao longo de uma trilha de 160 metros (Figura 3). Cada unidade amostral foi

amostrada durante dois dias consecutivos em cada estação do ano, com as redes abertas por seis horas a partir do amanhecer em cada dia de amostragem. Como a unidade de esforço amostral em estudos com redes de neblina é medida em horas-rede, sendo 1 hora-rede igual a 1 rede de 12 m aberta por 1 hora (KEYES; GRUE, 1982), as nossas 16 redes de 9 m (144 m) equivalem a 12 redes de 12 m (144 m). Assim, o esforço amostral foi de 576 horas-rede por unidade amostral e de 10.368 horas-rede no total (12 redes de 12 m x 6 horas x 2 dias x 4 estações x 18 unidades amostrais).

As aves capturadas foram identificadas com a ajuda de guias de campo (NAROSKY; YZURETA, 2011; ROBERT; GWYNNE, 2015), seguindo a nomenclatura do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al.*, 2021), e marcadas com anilhas metálicas codificadas fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (CEMAVE) para evitar recontagem de indivíduos (Figura 4). Sendo que, o projeto foi submetido ao SISBIO (nº da licença 76465) e ao CEMAVE que permitiram a execução do projeto (nº da licença: 76465).

**Figura 3** - Disposição das redes de neblina na unidade amostral.



Fonte: Acervo pessoal



**Figura 4** - Ave anilhada com anilha metálica fornecida pelo CEMAVE.



Fonte: Acervo pessoal

## 2.4 VARIÁVEIS RESPOSTA

As variáveis respostas utilizadas foram riqueza, abundância e composição de espécies de aves do sub-bosque. Neste estudo, consideramos todas as aves capturadas com rede de neblina como sendo aves do sub-bosque.

## 2.5 VARIÁVEIS PREDITORAS

Em nosso estudo, foram utilizadas duas variáveis preditoras: (1) o tipo florestal e (2) a obstrução do sub-bosque.

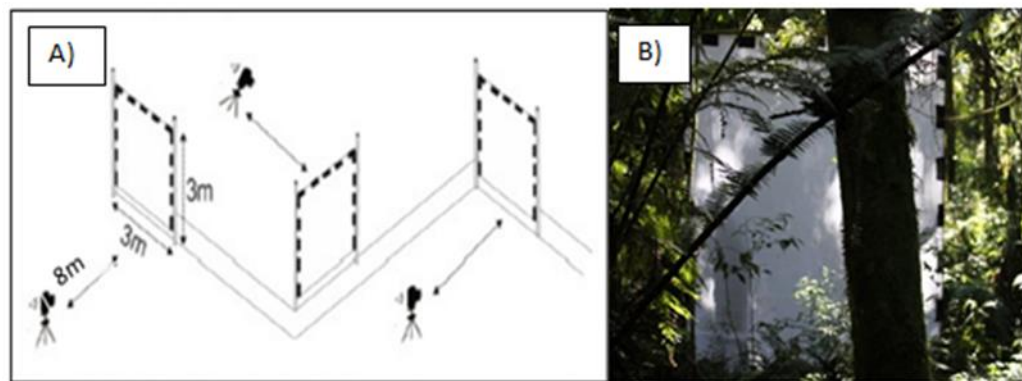
O tipo florestal é uma variável categórica com três níveis: Floresta natural, Plantação de araucária e Plantação de pinus. A obstrução do sub-bosque é uma variável contínua e possui valores entre 0 e 100.

Para determinar a densidade de sub-bosque, cada um dos 17 segmentos da parcela foi considerado como uma subunidade amostral (MARCIENTE, 2013). Em cada uma das 17 subunidades amostrais, um tecido branco (Oxfordine) com dimensões de 3 m x 3 m foi posicionado no mesmo local onde havia sido posicionada a rede de neblina. A partir do centro do tecido, foi medido 8 m com uma trena e, nesse ponto, uma câmera digital Canon modelo EOS Rebel T7+ foi colocada em um tripé a 1,5m do chão (Figura 5). Para cada segmento da parcela, foi utilizada uma imagem, totalizando 17 imagens por parcela. As imagens foram



obtidas entre abril e maio de 2022 e analisadas com o programa Image J para calcular a obstrução. Nesse programa, os pixels das imagens foram convertidos em escala binária (preto e branco). A partir dessa escala, o programa mediu a densidade de vegetação do sub-bosque, onde o branco correspondia à ausência de vegetação e o preto à presença de vegetação. Para obter o valor total da densidade de sub-bosque para o local, somamos os valores de densidade (*i.e.* porcentagem de pixels brancos menos o valor total da área) de cada uma das 17 imagens e dividimos pelo número total de imagens. Em cada unidade amostral, foi obtido um valor médio de obstrução de sub-bosque a partir dessas medições.

**Figura 5** - A) esquema para capturar a foto do sub-bosque; B) Imagem capturada da obstrução do sub-bosque com a câmera na posição de oito metros de distância do centro do tecido.



Fonte: A) Protocolo PPBIO; B) Acervo pessoal

## 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para avaliar o efeito do tipo florestal sobre a riqueza de espécies, foram utilizadas três curvas de rarefação, uma para cada tipo florestal, a partir de 1.000 replicações bootstrap, padronizadas pelo número de indivíduos capturados. A diferença na riqueza de espécies foi considerada significativa quando não houve sobreposição dos intervalos de confiança de 95% das curvas de rarefação. Os cálculos foram realizados no programa R (R CORE TEAM, 2022) utilizando o pacote iNEXT (CHAO *et al.*, 2014).

Para avaliar o efeito do tipo florestal sobre a abundância absoluta de espécies (*i.e.* número de indivíduos capturados), utilizamos a análise de variância (one-way ANOVA), com posterior teste de Tukey para comparações entre pares de tipo florestal.

Para avaliar o efeito do tipo florestal na composição de espécies, realizamos uma análise de ordenação multivariada utilizando o método de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS).

Para isso, os dados de abundância de espécies em cada uma das 18 unidades amostrais foram padronizados pelo total de indivíduos da respectiva unidade amostral (i.e. abundância relativa). Em seguida, utilizamos a medida de Bray-Curtis para produzir uma matriz de dissimilaridade entre as unidades amostrais, utilizando o pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2022) no programa R.

Para testar se existiam diferenças significativas na composição de espécies entre os três tipos florestais, utilizamos a análise de variância permutacional (PERMANOVA) 1.000 permutações. Em seguida, realizamos comparações par a par entre os tipos florestais, utilizando o método de Spherical e ajustamos o valor-p após a correção de FDR (controle de taxa de erro tipo I) utilizando a função `pairwise.perm.manova` disponível no pacote *RVAideMemoire* (HERVÉ, 2022).

Para avaliar as possíveis diferenças na obstrução do sub-bosque entre diferentes tipos de florestas, utilizamos uma análise de variância (one-way ANOVA). Em seguida, aplicamos o teste de Tukey para realizar comparações entre pares de tipos florestais e identificar quais grupos apresentaram diferenças significativas.

Para investigar se havia alguma relação entre a obstrução do sub-bosque e a riqueza e abundância de espécies, utilizamos uma análise de regressão simples para cada variável dependente (riqueza e abundância). Isso permitiu avaliar a influência da obstrução do sub-bosque sobre cada uma dessas variáveis, tendo em conta outras possíveis variáveis explicativas.

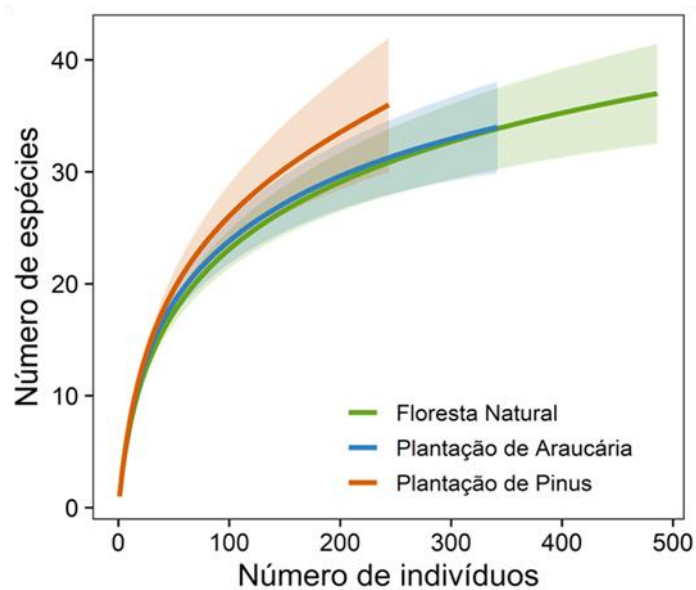
Por fim, testamos se as variáveis idade e tamanho do talhão tinham diferença entre os tipos florestais e se poderiam influenciar os resultados, como não houve diferença, desconsideramos das análises.

### 3. RESULTADOS

Foram capturados 1.072 indivíduos de 51 espécies de aves, distribuídas em 25 famílias e 45 gêneros. A Floresta natural teve o maior número de espécies ( $n = 37$ ), seguida pela Plantação de pinus ( $n = 36$ ) e Plantação de araucária ( $n = 34$ ). Dos indivíduos capturados, 486 foram encontrados na Floresta natural, 342 na Plantação de araucária e 244 na Plantação de pinus.

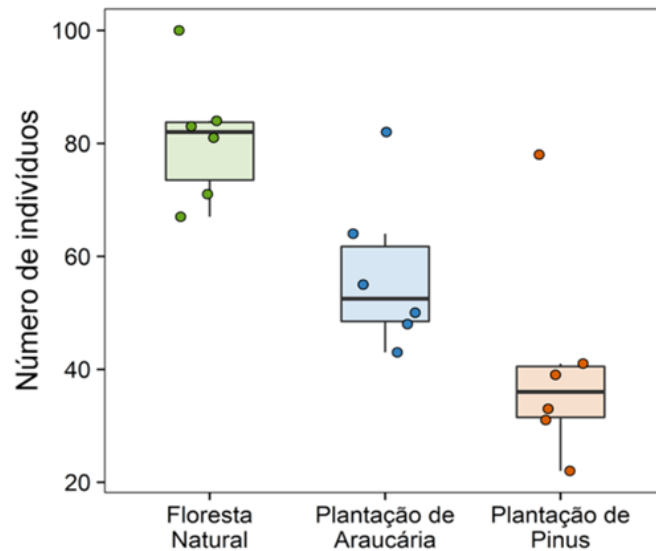
Não houve diferença estatística na riqueza rarefeita de espécies entre os três tipos florestais, quando os resultados foram ajustados pelo menor número de indivíduos capturados ( $n = 244$ ), visto que o intervalo de confiança (IC) de 95% das estimativas de riqueza se sobrepôs (Figura 6). As estimativas de riqueza para a Floresta natural, Plantação de araucária e Plantação de pinus foram, respectivamente, 30,9 (IC = 27,5-34,2), 31,3 (28,0-34,5) e 36,0 (29,5-42,5) espécies de aves.

**Figura 6** - Curvas de rarefação com intervalos de 95% de confiança para comparação da riqueza de aves de sub-bosque em 3 tipos florestais, Floresta natural, Plantação de araucária e Plantação de pinus.



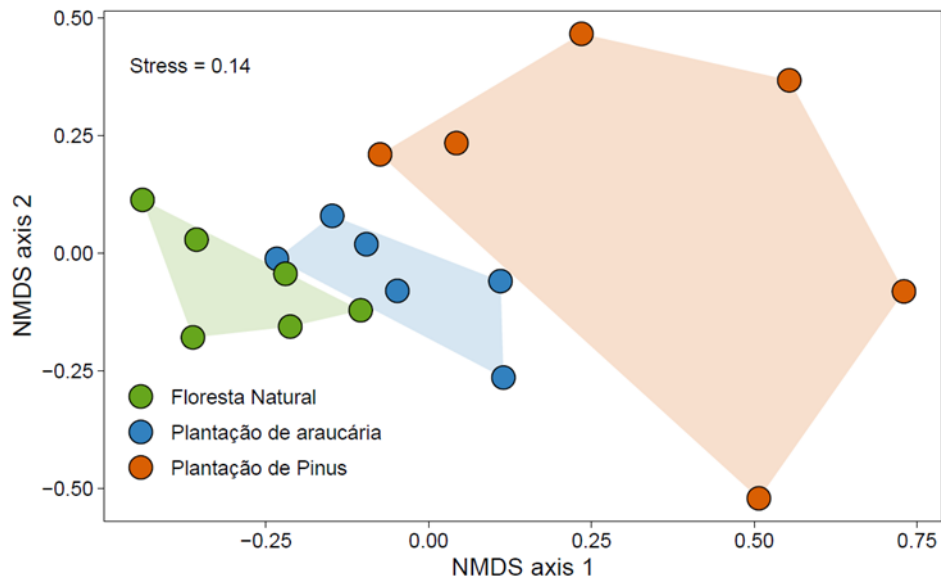
Em contrapartida, houve efeito do tipo florestal sobre a abundância de espécies (ANOVA:  $F(2,15) = 10.2$ ,  $p = 0.001$ ). Na comparação par a par, a abundância na floresta natural foi maior do que nas plantações de araucária ( $p = 0.046$ ) e de pinus ( $p = 0.001$ ), entretanto, não houve diferença entre as duas plantações ( $p = 0.184$ ) (Figura 7).

**Figura 7** - Abundância de aves em 3 tipos florestais, Floresta natural, Plantação de araucária e Plantação de pinus.



Utilizamos o valor do stress para analisar se nossa representação foi adequada, consideramos valores  $<0,05$  uma excelente precisão;  $<0,1$  muito boa;  $<0,2$  boa;  $>0,3$  é próximo do arbitrário (LÓPEZ-RICAURTE *et al.*, 2017). Com valor de stress = 0,14, consideramos uma boa representação para demonstrar como a composição de espécies varia de acordo com o tipo florestal (NMDS, stress = 0.14; Figura 8). Assim, encontramos evidências de que a composição de aves difere significativamente entre os tipos florestais (PERMANOVA,  $F(1,34) = 3.07$ ,  $p = 0.001$ ; Tabela 1), especialmente entre a Floresta Natural e a Plantação de Pinus (PAIRWISE,  $p = 0.002$ ) e entre a Plantação de Pinus e a Plantação de Araucária (PAIRWISE,  $p = 0.004$ ). No entanto, não encontramos diferença estatisticamente significativa entre a Floresta Natural e a Plantação de Araucária.

**Figura 8** - Ordenações multidimensionais não-métricas (NMDS) da comunidade de aves em cada tipo florestal. As análises de ordenação são baseadas em matrizes de dissimilaridade quantitativas.



Do total de espécies registradas durante o estudo, 10 foram classificadas como de alta dependência da floresta (*e.g.* *Synallaxis cinerascens*), 35 como de média dependência (*e.g.* *Turdus albicollis*), 4 espécies de baixa dependência (*e.g.* *Turdus rufiventris*) e 2 como de locais abertos, que normalmente não ocorrem em florestas (*e.g.* *Zonotrichia capensis*). Das 10 espécies altamente dependentes da floresta, nove foram registradas na floresta natural (*e.g.* *Schiffornis virescens*), 3 foram registradas na plantação de araucária (*e.g.* *Chiroxiphia caudata*) e 5 na plantação de pinus (*e.g.* *Synallaxis cinerascens*) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Descrição das espécies quanto à dependência florestal de acordo com a BirdLife, e número de indivíduos capturados em cada tipo florestal.

| Espécies                           | Dependência da floresta | Floresta Natural | Plantação de Araucária | Plantação de Pinus |
|------------------------------------|-------------------------|------------------|------------------------|--------------------|
| <i>Basileuterus culicivorus</i>    | Média                   | 14               | 4                      | 9                  |
| <i>Cacicus chrysopterus</i>        | Média                   | 0                | 1                      | 2                  |
| <i>Celeus flavescens</i>           | Média                   | 0                | 0                      | 1                  |
| <i>Chiroxiphia caudata</i>         | Alta                    | 47               | 12                     | 4                  |
| <i>Chlorostilbon lucidus</i>       | Média                   | 1                | 0                      | 3                  |
| <i>Conopophaga lineata</i>         | Média                   | 12               | 6                      | 1                  |
| <i>Cyanoloxia brissonii</i>        | Não ocorre em floresta  | 0                | 0                      | 1                  |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>        | Média                   | 0                | 1                      | 0                  |
| <i>Dendrocolaptes platyrostris</i> | Média                   | 6                | 5                      | 0                  |
| <i>Dendroma rufa</i>               | Alta                    | 1                | 0                      | 0                  |
| <i>Dysithamnus mentalis</i>        | Média                   | 7                | 8                      | 2                  |
| <i>Elaenia mesoleuca</i>           | Alta                    | 1                | 0                      | 1                  |

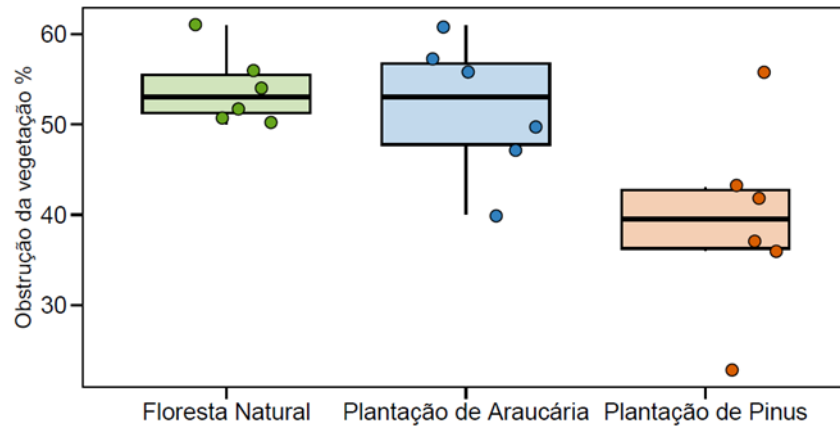
|                                    |                        |    |    |    |
|------------------------------------|------------------------|----|----|----|
| <i>Euphonia chalybea</i>           | Média                  | 0  | 1  | 0  |
| <i>Geotrygon montana</i>           | Média                  | 4  | 0  | 1  |
| <i>Haplospiza unicolor</i>         | Alta                   | 2  | 0  | 1  |
| <i>Heliobletus contaminatus</i>    | Alta                   | 2  | 0  | 0  |
| <i>Lathrotriccus euleri</i>        | Média                  | 3  | 3  | 4  |
| <i>Lepidocolaptes falcinellus</i>  | Média                  | 0  | 0  | 1  |
| <i>Leptopogon amaurocephalus</i>   | Média                  | 8  | 0  | 2  |
| <i>Leptotila rufaxilla</i>         | Média                  | 1  | 2  | 1  |
| <i>Leptotila verreauxi</i>         | Média                  | 1  | 2  | 1  |
| <i>Leucochloris albicollis</i>     | Média                  | 4  | 13 | 17 |
| <i>Micrastur ruficollis</i>        | Média                  | 2  | 0  | 0  |
| <i>Myiodynastes maculatus</i>      | Média                  | 0  | 1  | 4  |
| <i>Myiothlypis leucoblephara</i>   | Média                  | 79 | 42 | 19 |
| <i>Pipraeidea melanonota</i>       | Baixa                  | 0  | 1  | 0  |
| <i>Platyrinchus mystaceus</i>      | Média                  | 44 | 34 | 13 |
| <i>Rupornis magnirostris</i>       | Baixa                  | 0  | 1  | 0  |
| <i>Saltator similis</i>            | Média                  | 0  | 2  | 0  |
| <i>Schiffornis virescens</i>       | Alta                   | 1  | 0  | 0  |
| <i>Setophaga pitaiayumi</i>        | Média                  | 0  | 1  | 0  |
| <i>Sittasomus griseicapillus</i>   | Média                  | 26 | 16 | 9  |
| <i>Stephanoxis loddigesii</i>      | Média                  | 9  | 11 | 16 |
| <i>Stilpnia preciosa</i>           | Média                  | 1  | 1  | 1  |
| <i>Strix hylophila</i>             | Média                  | 0  | 0  | 1  |
| <i>Synallaxis cinerascens</i>      | Alta                   | 20 | 21 | 5  |
| <i>Synallaxis ruficapilla</i>      | Média                  | 8  | 14 | 1  |
| <i>Syndactyla rufosuperciliata</i> | Média                  | 9  | 3  | 1  |
| <i>Tachyphonus coronatus</i>       | Média                  | 3  | 5  | 3  |
| <i>Thamnophilus caeruleus</i>      | Média                  | 1  | 0  | 0  |
| <i>Thlypopsis pyrrhocomma</i>      | Média                  | 22 | 28 | 9  |
| <i>Trichothraupis melanops</i>     | Média                  | 19 | 4  | 7  |
| <i>Trogon surrucura</i>            | Alta                   | 0  | 0  | 3  |
| <i>Turdus albicollis</i>           | Média                  | 88 | 56 | 35 |
| <i>Turdus amaurochalinus</i>       | Baixa                  | 0  | 3  | 0  |
| <i>Turdus leucomelas</i>           | Média                  | 3  | 0  | 7  |
| <i>Turdus rufiventris</i>          | Baixa                  | 26 | 20 | 18 |
| <i>Turdus subalaris</i>            | Média                  | 3  | 3  | 4  |
| <i>Veniliornis spilogaster</i>     | Alta                   | 1  | 2  | 0  |
| <i>Xenops rutilans</i>             | Alta                   | 2  | 0  | 0  |
| <i>Zonotrichia capensis</i>        | Não ocorre em floresta | 5  | 15 | 36 |

Fonte: BirdLife Data Zone <<http://datazone.birdlife.org>>

Houve efeito do tipo florestal sobre a obstrução do sub-bosque (ANOVA:  $F(2,15) = 5.74$ ,  $p = 0.014$ ). Na comparação par a par, a Floresta natural e Plantação de araucária não

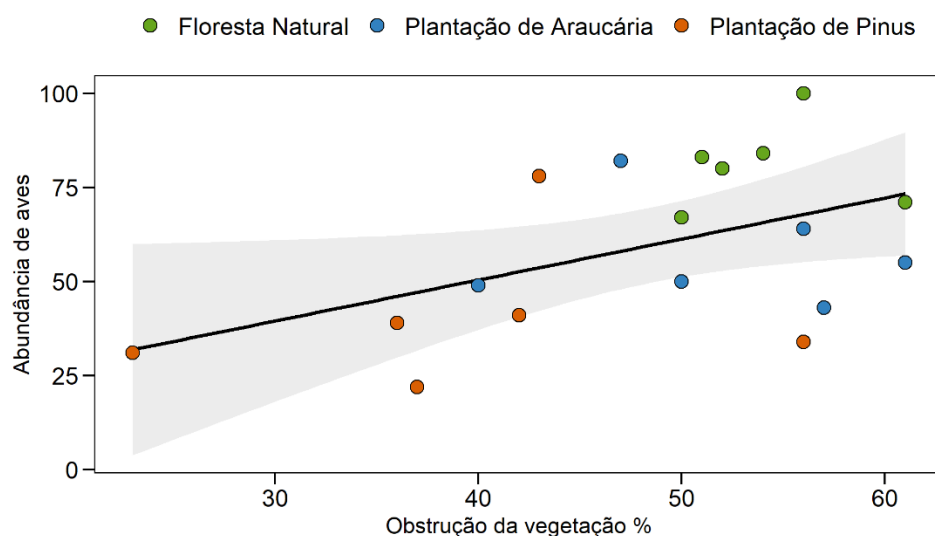
diferiram ( $p = 0.88$ ); diferiram a Floresta natural da Plantação de pinus ( $p = 0.01$ ) e a Plantação de araucária da Plantação de pinus ( $p = 0.04$ ) (Figura 9).

**Figura 9** - Valor de obstrução do sub-bosque nos 3 tipos florestais estudados, Floresta Natural, Plantação de Araucária e Plantação de Pinus.



Por fim, observamos uma tendência, onde a obstrução de sub-bosque está positivamente relacionada com a abundância de aves (REGRESSÃO;  $p = 0.03$ ;  $R^2 = 0.23$ ) (Figura 10). A riqueza de espécies, no entanto, não apresentou relação significativa, possivelmente devido à semelhança na riqueza entre os diferentes tipos florestais.

**Figura 10** - Gráfico de regressão linear, mostrando a relação da obstrução do sub bosque com a abundância de aves nos diferentes tipos florestais.



#### 4. DISCUSSÃO

Ao contrário das nossas previsões, não houve diferença estatística significativa na riqueza rarefeita de espécies entre os tipos florestais estudados (Figura 6). Tal resultado pode ser atribuído a maior idade das plantações, (> 50 anos), a presença de um sub-bosque bem desenvolvido (obstrução superior a 30%) e a proximidade da floresta natural. Estudos anteriores sugeriram que essas características estão associadas a uma maior riqueza de espécies em plantações (BARLOW *et al.*, 2007a; FONSECA *et al.*, 2009; PROENÇA *et al.*, 2010; VOLPATO; PRADO; ANJOS, 2010).

Um estudo que buscou compreender padrões globais de diversidade em plantações mostrou que a idade é um dos fatores mais influentes na riqueza das plantações (CASTAÑO-VILLA *et al.*, 2019). Uma vez que, as plantações tendem a diversificar-se em termos estruturais e composicionais e a manter uma maior biodiversidade à medida que envelhecem (PAQUETTE; MESSIER, 2010). Isso ocorre devido ao fechamento do dossel e ao aumento do número de galhos, que favorece a retenção de umidade e a redução da entrada de vento nas plantações. Essas condições possibilitam que novas espécies colonizem o sub-bosque da plantação e substituam o estrato herbáceo graminoso, estimulando o crescimento de espécies arbóreas (SOUZA, 2014).

Como prevemos, houve maior abundância de indivíduos na Floresta Natural, o que evidencia sua capacidade superior de sustentar populações maiores. Isso se deve, em parte, aos maiores valores de obstrução do sub-bosque encontrados na Floresta (Figura 10), o que afeta positivamente a abundância de indivíduos nas comunidades (NÁJERA; SIMONETTI, 2010), pois proporciona um maior número de abrigos, recursos alimentares e locais de nidificação para mais indivíduos (BARLOW *et al.*, 2007b; VOLPATO *et al.*, 2010; GIBSON *et al.*, 2011).

A comparação entre as plantações de araucária e pinus revelou que a primeira apresentou valores mais elevados para abundância de indivíduos e para obstrução do sub-bosque em comparação com a segunda, mesmo que não tenha havido diferenças estatisticamente significativas entre as idades das plantações (Tabela 1). Resultados semelhantes para abundância de indivíduos foram encontrados por Baldissera *et al.* (2008) e Volpato *et al.* (2010). Essa constatação sugere que as plantações com espécies nativas podem abrigar populações maiores, o que é fundamental para a conservação da avifauna, uma vez que populações mais numerosas têm menor probabilidade de sofrerem extinções locais (MARTINS; PARDINI, 2011).



Um dos principais fatores que explicam a diferença na obstrução do sub-bosque entre as plantações é o fato de que as espécies exóticas utilizadas em monoculturas, como pinus e eucalipto, possuem características de espécies invasoras, sendo assim, liberam compostos fenólicos que podem inibir o crescimento de outras plantas no sub-bosque da plantação (KOSANKE, 2013). Esse processo reduz a disponibilidade de recursos para as espécies animais que dependem das plantas do sub-bosque, comprometendo a biodiversidade local (CARDOSO; BUENO; MORANTE-FILHO, 2023).

A semelhança na composição de espécies de aves na Plantação de Araucária e na Floresta Natural era esperada, já que ambas têm como componente principal a espécie nativa *Araucaria angustifolia* (Figura 8). No entanto, o fator mais importante relacionado à composição de espécies é a estrutura do sub-bosque na Plantação de araucária (PRESTES; MARTINEZ; MACHADO, 2013) que torna esse ambiente mais semelhante à floresta. De acordo com Metzger *et al* (2006) e Edwards *et al* (2009), a composição de aves pode variar de acordo com a estrutura e complexidade da vegetação. Portanto, a maior obstrução do sub-bosque na Plantação de araucária ajuda a tornar esse ambiente mais semelhante à floresta natural, o que favorece a presença de uma composição de espécies de aves semelhantes.

Com base em nossos resultados, constatamos que plantações com mais de 50 anos, presença de sub-bosque e próximas de fragmentos de floresta natural têm o potencial de abrigar uma riqueza de espécies semelhante à da floresta natural. Além disso, as plantações com espécies nativas apresentam maior desenvolvimento de sub-bosque, o que pode resultar em populações de aves maiores e uma composição de espécies mais semelhante à da floresta natural. Essas plantações, tanto de Pinus quanto de Araucária podem até ser úteis para abrigar espécies consideradas altamente dependentes do habitat florestal (Tabela 2).

Com base em dois deslocamentos de indivíduos registrados em nosso estudo e no monitoramento conduzido por Prestes *et al* (2013) que não registrou deslocamentos de indivíduos entre as fitofisionomias estudadas ao longo de 12 anos de pesquisa, podemos inferir que as espécies tendem a ser fiéis ao habitat. Esse fato sugere que elas encontram recursos adequados para sobreviver nas plantações. No entanto, destacamos que a fidelidade ao habitat não é uma regra absoluta e que algumas espécies podem mudar seu comportamento de acordo com as condições locais. Como exemplo, registramos o deslocamento de um beija-flor (*Stephanoxis loddigesii*) capturado em uma plantação de Pinus e recapturado seis meses depois na estação de outono na Floresta natural. Da mesma forma, em um estudo conduzido por Fonseca (2003) em um mosaico de vegetação parecido com o nosso, foi observado que a abundância de aves aumenta na floresta nativa durante o outono e inverno. Esse aumento pode

ser resultado do deslocamento de indivíduos em busca de recursos alimentares e de abrigo nas estações mais frias.

Diante disso, é fundamental ressaltar que a preservação de áreas de floresta natural é essencial para a conservação da biodiversidade, especialmente em regiões onde a fragmentação do habitat é elevada. Embora as plantações possam abrigar uma riqueza de espécies semelhante à da floresta natural, algumas espécies as utilizam apenas em algumas estações do ano, como observado por Fonseca (2003). Portanto, medidas de conservação das florestas devem ser implementadas em conjunto com o uso de plantações como estratégias de restauração, visando à recuperação de áreas degradadas e à conectividade entre fragmentos de habitats naturais e com as plantações.

É importante salientar que os fragmentos de Floresta Ombrófila Mista estudados estão atualmente protegidos por uma unidade de conservação, porém, durante anos foram explorados e degradados, resultando em uma floresta primária com menor grau de preservação (GUERRA *et al.*, 2002). Esse histórico de degradação pode ter contribuído para uma maior semelhança na diversidade entre as plantações e a floresta, já que as comparações de biodiversidade entre locais de referência e locais impactados podem ser enviesadas se os locais de referência estiverem significativamente degradados, em vez de representarem uma linha de base adequada de habitat primário contínuo (BUENO; PERES, 2020). Isso é evidenciado pelo fato de que em estudos comparando plantações de árvores com florestas primárias altamente conservadas, as plantações apresentaram menor diversidade (ZURITA *et al.*, 2006; GIBSON *et al.*, 2011).

Embora isso possa ter ocorrido, não diminui o valor das plantações no cenário atual, onde grande parte das florestas primárias foram substituídas por floresta primárias degradadas e florestas secundárias, como exemplos, a Mata Atlântica que em 37 anos (1985-2021) perdeu 9,8 milhões de hectares de vegetação primária, e teve um ganho de 8,8 milhões de hectares que regeneraram-se em vegetação secundária (MAPBIOMAS, 2022). E o bioma Amazônia que perdeu 45,2 milhões de hectares de vegetação nativa em 36 anos (1985-2020) e atualmente tem 12,4 milhões de hectares compostos por vegetação secundária (MAPBIOMAS, 2021). Sendo assim, é possível constatar que plantações de árvores antigas, com sub-bosque desenvolvido e próximas de floresta natural podem ter um valor equivalente ao de florestas primária degradadas, o que reforça o potencial das plantações para a conservação e restauração de áreas desmatadas.

## 5. CONCLUSÃO

As monoculturas de árvores têm um valor de conservação por si só, uma vez que servem de matéria-prima para as indústrias, reduzindo as pressões das florestas naturais. Além dessa contribuição para a conservação, a partir dos resultados obtidos no nosso estudo, concluímos que as plantações de árvores com mais de 50 anos, presença de sub-bosque e próximas de fragmentos de floresta natural podem contribuir com a manutenção da avifauna florestal em patamares similares aos da floresta natural.

Ambas as plantações estudadas abrigaram riqueza de aves semelhante à da floresta natural, entretanto abrigam menor abundância de indivíduos, sendo que, plantações com espécie nativa apresentam composição de espécies semelhante a floresta natural, dessa forma, apresentam um potencial maior como habitat complementar para aves florestais.

As plantações de pinus apresentam menor densidade do sub-bosque, mesmo sendo plantações antigas, o que evidencia sua menor capacidade em contribuir para a recuperação de vegetação, sendo assim plantações com araucária são melhores para serem usadas no reflorestamento, uma vez que são estruturalmente mais semelhantes a floresta natural.

Diante disso, concluímos que sim, as plantações de árvores com mais de 50 anos, presença de sub-bosque e próximas de fragmentos de floresta natural são capazes de reter avifauna semelhante à encontrada em florestas naturais e dessa forma, podem contribuir para a manutenção da avifauna florestal.

Embora a maioria das plantações não seja estabelecida com a finalidade exclusiva de conservação, elas podem desempenhar um papel importante na preservação de espécies que as utilizam como fonte de recursos, ainda que de forma esporádica. Entretanto, para maximizar esse benefício, é recomendável que essas plantações sejam gerenciadas considerando algumas características importantes. Dentre elas, destaca-se a proximidade com áreas de floresta nativa e preservação de um sub-bosque. Além disso, é recomendado que sejam adotados intervalos de colheita mais longos, levando em consideração os períodos reprodutivos das aves.

## REFERÊNCIAS

BARLOW, J, GARDNER, T, ARAUJO, I *et al.* Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 104, n. 47, p. 18555–18560, 2007.

BARLOW, J. *et al.* The value of primary, secondary and plantation forests for amazonian birds. *Biological Conservation*, v. 136, n. 2, p. 212–231, 2007. ISSN 00063207.

BOESING, A. L. *et al.* Conservation implications of a limited avian crosshabitat spillover in pasture lands. *Biological Conservation*, Elsevier Ltd, v. 253, n. May 2020, p. 108898, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108898>.

BREMER, L. L.; FARLEY, K. A. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? a synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness. *Biodiversity and Conservation*, v. 19, n. 14, p. 3893–3915, Dec 2010.

BROCKERHOFF, E. G. *et al.* Diversity and succession of adventive and indigenous vascular understorey plants in pinus radiata plantation forests in new zealand. *Forest Ecology and Management*, v. 185, n. 3, p. 307–326, 2003. ISSN 03781127.

BROCKERHOFF, E. G. *et al.* Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity and Conservation*, v. 17, n. 5, p. 925–951, May 2008. ISSN 0960-3115.

BUENO, A. S.; PERES, C. A. The role of baseline suitability in assessing the impacts of land-use change on biodiversity. *Biological Conservation*, Elsevier, v. 243, n. November 2019, p. 108396, 2020. ISSN 00063207.

CARDOSO, I.; BUENO, A. S.; MORANTE-FILHO, J. C. Number of forest fragments and understory plants exert opposite effects on multiple facets of bird diversity in eucalypt plantations. *Landscape Ecology*, Springer Netherlands, 2023. ISSN 15729761.

CASTAÑO-VILLA, G. J. *et al.* Differential effects of forestry plantations on bird diversity: A global assessment. *Forest Ecology and Management*, v. 440, n. March, p. 202–207, 2019. ISSN 03781127.

CHAO, A. *et al.* Rarefaction and extrapolation with hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, v. 84, p. 45–67, 2014.

FAO. State of the world's forests 2005. *Management*, v. 29, n. 4, p. v, 2005. ISSN 01681605. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0149197095900039>> Acesso: 2 de março de 2023

FAO. Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>. Acesso: 02 de março de 2023

FONSECA, C. R. *et al.* Towards an ecologically-sustainable forestry in the atlantic forest. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1209–1219, Jun 2009. ISSN 00063207. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320709000925>.

GERHARDT, M.; SÁ, D. N. de. O Monocultivo da *Araucaria angustifolia* na Floresta Nacional de Passo Fundo, Brasil (1947-1960). *História Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*, v. 7, n. 1, p. 42–57, 2017.

GIBSON, L. *et al.* Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, Nature Publishing Group, v. 478, n. 7369, p. 378–381, 2011.

GUERRA, M. P. *et al.* Exploração, manejo e conservação da araucária (*araucaria angustifolia*). *Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais*, n. April, p. 85–103, 2002.

HERVÉ, M. R. *VAideMemoire: Testing and Plotting Procedures for Biostatistics*. [S.l.], 2022. R package version 0.9-81-2. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=RVAideMemoire>>.

ICMBIO. Plano de Manejo da Floresta nacional de Passo Fundo. II, 2011. Disponível em: <[https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/flona-de-passo-fundo/arquivos/vol\\_ii\\_pf\\_abril\\_2012\\_final.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/flona-de-passo-fundo/arquivos/vol_ii_pf_abril_2012_final.pdf)> Acesso em: 18 de fevereiro de 2023

KEYES, B.; GRUE, C. Capturing birds with mist nets: a review. *North American Bird Bander*, v. 7, n. 1, p. 2–14, 1982.

KOSANKE, R. M. Avaliação dos efeitos tóxicos do pinus na Água e no solo e Possível efeito alelopático sobre milho, feijão e bractinga. Monografia (Ciências rurais) Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2013.

LÓPEZ-RICAURTE, L. *et al.* Impacts of oil palm expansion on avian biodiversity in a neotropical natural savanna. *Biological Conservation*, Elsevier, v. 213, n. July, p. 225–233, 2017. ISSN 0006-3207. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.07.009>>.

MAGNUSSON, W. E. *et al.* Rapeld: A modification of the gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 2, p. 1–6, 2005.

MAPBIOMAS. Cobertura do uso da terra no brasil ( 1985 - 2020 ) destaques amazônia. 2021. Disponível em: <<https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact-Sheet.pdf>> Acesso em: 13 de fevereiro de 2023

MAPBIOMAS. Destaques do mapeamento anual da cobertura e uso da terra no brasil de 1985 a 2021- mata atlântica. 2022. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/57-dos-municipios-da-mata-atlantica-tem-menos-de-30-de-vegetacao-natural>>.

MARCIENTE, R. Protocolo obstrução vegetação sub-bosque. *PPBio*, p. 1–9, 2013. Disponível em: < <http://ec.europa.eu/agriculture/rica/> > Acesso em: 13 de fevereiro de 2023

MARTINS, T. K.; PARDINI, R. Determinantes ecológicos de risco de extinção: abundância local, amplitude de nicho, capacidade de dispersão e a resposta das espécies de pequenos mamíferos à fragmentação florestal no planalto atlântico paulista. Dissertação (Mestrado zoologia) Instituto de Biociências, MSc, p. 70, 2011.

MEDEIROS, J. de D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. de. Seleção de áreas para criação de unidades de conservação na floresta ombrófila mista. *Biotemas*, v. 18 n. 2, 2005.

NAROSKY, T.; YZURETA, D. *Birds of Argentina Uruguay: A field guide*. Ed. Vazquez Mazzini. 2011

NÁJERA, A.; SIMONETTI, J. A. Enhancing avifauna in commercial plantations: Research note. *Conservation Biology*, v. 24, n. 1, p. 319–324, 2010. ISSN 08888892.

OKSANEN, J. *et al.* *vegan: Community Ecology Package*. [S.l.], 2022. R package version 2.6-4. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.

PACHECO, J. F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian ornithological records committee—second edition. *Ornithology Research*, Springer International Publishing, v. 29, n. 2, p. 94–105, 2021. ISSN 2662673X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>>.

PAQUETTE, A., & MESSIER, C. (2010). The role of plantations in managing the world's forests in the Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(1), 27-34. <https://doi.org/10.1890/080116>

PARDINI, R. *et al.* The challenge of maintaining Atlantic forest biodiversity: A multi-taxa conservation assessment of specialist and generalist species in an agro-forestry mosaic in southern Bahia. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1178–1190, Jun 2009. ISSN 00063207. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000632070900086X>>.

PRESTES, N. P.; MARTINEZ, J.; MACHADO, C. G. Livro de resumos do XX congresso brasileiro de ornitologia. XX Congresso Brasileiro de Ornitologia. 2013. Passo Fundo, RS. **Anais** < <http://editora.upf.br/index.php/e-books-topo/43-biologia-area-do-conhecimento/69-anais-do-congresso-brasileiro-de-ornitologia>> Acesso em: 05 de fevereiro de 2023.

PROENÇA, V. M. *et al.* Plant and bird diversity in natural forests and in native and exotic plantations in NW Portugal. *Acta Oecologica*, v. 36, n. 2, p. 219–226, Mar 2010. ISSN 1146609X. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1146609X10000068>>.

R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? implications for conservation. *Biological Conservation*, Elsevier, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.

ROBERT, S.; GWYNNE, J. A. *et al.* *Aves do Brasil: Mata Atlântica do Sudeste*. Ed. Horizonte geográfico, v.1, p.424, 2015.

SOUZA, L. M. D. E. Regeneração natural como indicador de sustentabilidade em áreas em processo de restauração. Tese (doutorado Engenharia florestal) Lavras: UFLA, 2014. 127 p.: il 2014.

VOLPATO, G. H.; PRADO, V. M.; ANJOS, L. dos. What can tree plantations do for forest birds in fragmented forest landscapes? a case study in southern brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 260, n. 7, p. 1156–1163, Aug 2010.

WREGGE, M. *et al.* Variáveis climáticas relacionadas aos serviços ambientais: estudo de caso da araucária. In: PARRON, LM; GARCIA, JR; OLIVEIRA, EB de; BROWN, GG; PRADO, RB. p. 242-247. 2015.

ZURITA, G. *et al.* Conversion of the atlantic forest into native and exotic tree plantations: Effects on bird communities from the local and regional perspectives. *Forest Ecology and Management*, Elsevier, v. 235, n. 1-3, p. 164–173, 2006.