

PUCRS

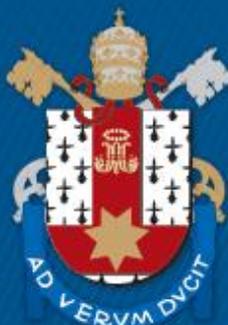
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DA VIDA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
MESTRADO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA BIODIVERSIDADE

PAMELA ELIANA MALMORIA

**REDES DE INTERAÇÕES DE FRUGIVORIA DE SABIÁS (TURDIDAE) EM DOIS ESTÁGIOS  
SUCESSIONAIS NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

Porto Alegre  
2021

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DA VIDA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE  
MESTRADO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA BIODIVERSIDADE

PAMELA ELIANA MALMORIA

**REDES DE INTERAÇÕES DE FRUGIVORIA DE SABIÁS (TURDIDAE) EM DOIS  
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

Av. Ipiranga 6681 - Caixa Postal 1429

Fone, (051) 3320-3500

CEP 90619-900 Porto Alegre – RS

2021

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DA VIDA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO DA  
BIODIVERSIDADE

**REDES DE INTERAÇÕES DE FRUGIVORIA DE SABIÁS (TURDIDAE) EM DOIS  
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Biodiversidade da Escola de Ciências da Saúde e da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Pamela Eliana Malmoria

Orientador, Dr. Pedro Maria de Abreu Ferreira

Coorientadora, Dra. Carla Suertegaray Fontana

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PORTO ALEGRE – RS – BRASIL – 2021

**PAMELA ELIANA MALMORIA**

**REDES DE INTERAÇÕES DE FRUGIVORIA DE SABIÁS (TURDIDAE) EM DOIS  
ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Biodiversidade da Escola de Ciências da Saúde e da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em, 27 de abril de 2021 .

**BANCA EXAMINADORA,**

César Cestari (UFU)

Jeferson Vizentin-Bugoni (UFRGS)

Susana Patricia Bravo (CIEMEP- CONICET- Argentina)

Porto Alegre 2021

*Cuando soñamos un destino, lo impregnamos de nuestros propios defectos y fallas. Ningún camino es perfecto, porque surge de nuestra imperfecta existencia. Pero vale la pena empujar hacia él que nos pone en tránsito. Reconocerse en tránsito es moverse, es caminar. Mirar lejos y ubicar el lugar adonde uno quiere ir sabiendo de donde uno viene. Ese tránsito también tiene sus pausas, pero son para aprender y fortalecer, después seguir.*

*Pamela Malmoria*

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa, uma ótima oportunidade de fazer meu mestrado neste país.

À PUCRS, por me dar a oportunidade de fazer minha formação neste estabelecimento.

Ao estabelecimento de Promata, onde pude desenvolver meus levantamentos de campo e principalmente aos funcionários que trabalham naquele local, em especial Nego, Eliana, Jaqe e Rose (minha linda amiga, vou lembrar sempre dela, com sua alegria e em particular sua luz).

Meu orientador, Pedro, muito grato por ter me recebido, ensinamentos, confiança, por sua paciência, ajuda, conselhos e incentivos principalmente na culminação de meu mestrado, maravilhoso profissional e pessoa.

Minha co-orientadora, Carla, obrigada por todas as oportunidades que me dá, pela confiança, o apoio no campo, pela enorme amizade, pelas conversas, conselhos, pois mesmo quando eu não acreditava minha capacidade, você dava força.

Júlio César Bicca-Marques, foi avaliador de meu projeto, obrigada por todas as sugestões que ajudaram a focalizar melhor trabalho.

Rodrigo Bergamim e Glauco que colaboraram pelo auxílio na identificação das plantas.

Aos meus colegas de campo que, sem eles, não teria podido desenvolver meu trabalho: Christian, Ivan e Francisco. Obrigada por todo o esforço em campo e pela sua companhia.

Ao Alex Jahn, porque há anos confia na minha forma de trabalho, por todas as oportunidades, incentivos e ajuda.

Todos os meus colegas do Laboratório de Ecologia de Interações, em especial Mariana e Kassia.

Meus colegas do Laboratório de Ornitologia, em especial Thai, Jonas, Cassiana e Juliana

Minha família, a distância foi difícil pra nós, mas sempre com um pequeno chamado me enchiam de força e amor. Principalmente meus pais, duas pessoas que me ensinaram que sempre tenho que lutar e continuar, por sempre acreditarem e torcerem por mim.

Minha linda Almita, embora não nos víssemos por dois anos, nossa conexão permaneceu intacta.

Meu avô, Boca, aquela estrelinha que sempre me acompanha, ele sempre me ensinou a lutar pelos meus sonhos

Pancho, meu grande colega de trabalho e o grande amigo / irmão que o Brasil-Peru me deu. Obrigada por esta grande amizade, pelas risadas, confianças, conselhos e ajuda.

Aquela família de estrangeiros que sempre me ajudou em especial quando cheguei ao Brasil, principalmente Omar, Marcos, Giuseppe, Moises, Sara, Celsi, Mateito e Salo (aquelas crianças que me encheram de amor).

Minhas amigas Bárbara e Lourdes que se tornaram minhas irmãs de Brasil e Peru, respectivamente. Obrigada por essa amizade sincera e linda.

Kassia e Victor pela ajuda e aquela linda amizade que forjamos, muito grata por estarem ao meu lado e me ajudarem quando eu mais precisei.

Joaquin, pelos incentivos, pois mesmo quando eu não acreditava, pelos ensinamentos, confiança e amizade

Meus amigos da vida, aqueles amigos que tenho em Argentina, por estar sempre ao meu lado, torcer por mim, e jamais deixar faltar amor, no especial: Leandro, Fernando, Sabrina, Ignacio, Lucia, Natalia, Martín, Maria e Fabiana.

*Foi todo um desafio morar em outro país e sozinha. Mas aprendi muito ou profissionalmente e na vida. Não foi fácil terminar esta fase com uma pandemia, mas nada melhor que me formar ao lado de todas aquelas pessoas maravilhosas. Agradeço todos os incentivos e amor.*

## RESUMO

As aves encontram-se entre os animais dispersores de plantas mais importantes, pois ingerem os frutos e potencialmente depositam as sementes longe de suas plantas-mãe, aumentando a probabilidade de sobrevivência e estabelecimento de novos indivíduos. Os atributos funcionais das aves determinam, entre outros aspectos, sua capacidade de explorar diferentes tipos de recursos no ambiente florestal. Todavia, a seleção de recursos por parte das aves também varia em função da estrutura e dinâmica das comunidades vegetais, especialmente em ambientes fragmentados que compõem mosaicos de fragmentos em diferentes estágios sucessionais. Neste trabalho avaliamos as redes mutualísticas entre aves frugívoras e plantas, e a variação de atributos morfológicos das aves com potencial influência na seleção de frutos. Utilizamos como sistema de estudo aves pertencentes à família Turdidae, *Turdus albicollis*, *T. amaurochalinus*, *T. flavipes*, *T. rufiventris* e *T. subalaris*. O trabalho foi realizado em seis fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em estágio sucessionais inicial (3) e avançado (3) na Reserva do Patrimônio Natural Pró-Mata, Rio Grande do Sul, Brasil. Estas foram capturadas com redes de neblina e sua dieta foi estimada analisando-se as sementes liberadas nas fezes no momento da captura. Os atributos mensurados para as aves foram, largura, comprimento e altura do bico, comprimento do tarso e da cauda, peso e índice de Kipp. Considerando os valores médios das medidas morfológicas para as cinco espécies amostradas ( $n = 146$  indivíduos), não encontramos diferenças significativas entre estágios sucessionais. Considerando a variação intraespecífica, houve diferença entre estágios em *T. flavipes* para o comprimento do bico ( $F = 2.88$ ,  $p < 0.05$ ) e para *T. rufiventris* no peso e comprimento do tarso ( $F = 3.17$ ,  $p < 0.05$ ,  $F = 3.04$ ,  $p < 0.05$  respectivamente). Neste estudo, foi registrada com mais frequência, interagindo através das fezes de aves, a espécie *Myrsine lorentziana* (Fam. Primulaceae). Observamos no estágio inicial os indivíduos das espécies de *T. albicollis* e *T. rufiventris* consumindo os mesmos frutos e no estágio avançado existe diferença no tamanho de fruto consumido. Existe uma partição de nichos tróficos entre as espécies da família Turdidae, evidenciando diferença no tamanho dos frutos consumidos dependendo do estágio sucessional. Os *Turdus* contribuem substancialmente aos processos de dispersão de sementes em áreas fragmentadas. Porém, nosso estudo mostra que, apesar serem espécies generalistas, os *Turdus* que ocorrem na área apresentaram diferenças em relação aos recursos consumidos conforme o estágio sucessionais, em parte acompanhados por variações na morfologia, que podem estar relacionadas à redução de competição inter- e intraespecífica.

Palavras-chave, dispersão de sementes, frugivoria, morfologia, floresta com araucária. Rio Grande do Sul.

## ABSTRACT

Birds are among the most important seed dispersers, potentially depositing seeds away from their mother plants, increasing the likelihood of survival and the establishment of new individuals. The functional attributes of birds determine, among other aspects, their ability to explore different types of resources in the forest environment. However, the selection of resources by birds also varies depending on the structure and dynamics of plant communities, especially in fragmented environments that make up mosaics of fragments at different successional stages. In this work, we evaluated the mutualistic networks between frugivorous birds and plants, and the variation of morphological attributes of birds with potential influence on fruit selection. We used as a study system birds belonging to the Turdidae family, *Turdus albicollis*, *T. amaurochalinus*, *T. flavipes*, *T. rufiventris* and *T. subalaris*. The work was carried out in six fragments of Mixed Ombrophilous Forest in initial (3) and advanced (3) successional stages in the Pro-Mata Natural Heritage Reserve, Rio Grande do Sul, Brazil. Birds were captured with mist nets and their diet was estimated by analyzing the seeds released in the feces at the time of capture. The attributes measured for the birds were: width, length and height of the beak, length of the tarsus and tail, weight and Kipp index. Considering the average values of the morphological measures for the five sampled species ( $n = 146$  individuals), we did not find significant differences between successional stages. Considering the intraspecific variation, there was a difference between stages in *T. flavipes* for the length of the beak ( $F = 2.88$ ,  $p < 0.05$ ) and for *T. rufiventris* in the weight and length of the tarsus ( $F = 3.17$ ,  $p < 0.05$ ,  $F = 3.04$ ,  $p < 0.05$  respectively). In this study, the species *Myrsine lorentziana* (Fam. Primulaceae) was registered more frequently, interacting through bird feces. We observed, in the initial stage, individuals of *T. albicollis* and *T. rufiventris* consuming the same fruits; while, in the advanced stage, there is a difference in the size of fruit consumed by these two species. There is a partition of trophic niches among the species of the Turdidae family, showing a difference in the size of the fruits consumed depending on the successional stage. The studied *Turdus* species at Pro-Mata Natural Heritage Reserve contribute substantially to seed dispersal processes in fragmented areas. However, our study shows that, despite being generalist species, the studied *Turdus* species, showed differences in relation to the resources consumed according to the successional stage, partly accompanied by variations in morphology, which may be related to the reduction of competition. intraspecific.

Key words: Araucaria forest, frugivory, functional trait, seed dispersal.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1.** Mapa da área de estudo na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) PRÓ-MATA, município de São Francisco de Paula, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS).....11

**Figura 2.** Comparação das variáveis morfométricas, (A) peso e (B) comprimento do tarso na espécie *Turdus rufiventris* e o (C) comprimento do bico para a espécie *Turdus flavipes*, entre os estágios sucessionais inicial e avançado (representada por média e erro padrão).....17

**Figura 3.** Análise de escalonamento Multidimensional (MDS) a partir da distância Gower entre os indivíduos das aves, em função das variáveis morfométricas. ....18

**Figura 4.** Redes de interação encontradas em floresta secundária em estágios sucessionais (A) inicial e (B) avançado na RPPN Pró-Mata, Rio Grande do Sul, Brasil. As espécies estão representadas por nós em forma de quadrado, onde as plantas estão em cor verde sobre o primeiro eixo e as aves representadas em cor azul no eixo direito. O tamanho do quadrado representa o número de interações totais para cada espécie, onde as espécies que apresentam mais interações têm o número indicado no quadrado. As ligações entre plantas e aves são representadas por linhas de diferentes dimensões, isso em relação à frequência das interações registradas entre pares de espécies.....19

**Figura 5.** Matriz de interações de dispersão de sementes na floresta secundária com sucessão inicial (A) e avançada (B). Os pequenos quadrados indicam as interações que ocorreram e os tons escuros indicam uma maior frequência de interação. Molduras quadradas vermelhas delimitam os módulos. ( $\bar{x}$ ) representa a média do tamanho das sementes de cada espécie vegetal. ....21

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Coordenadas de seis unidades de amostragem realizado em dois sítios com diferentes estágios sucessionais de vegetação na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) PRÓ-MATA. (In<sub>1,2,3</sub>), áreas em estágio sucessionais inicial e (Av<sub>1,2,3</sub>), áreas em estágio sucessionais avançado .....11
- Tabela 2.** Indivíduos registrados nos estágios sucessionais inicial e avançado. Total de número de indivíduos das espécies de *Turdus* (=n).....15
- Tabela 3.** Média, erro padrão e valores de ANOVA (F) e probabilidade (p) nas variáveis morfométricas que apresentaram diferenças significativas para as espécies de *Turdus rufiventris* e *Turdus flavipes*. .....16
- Tabela 4.** Média ± erro padrão nas variáveis morfométricas para cada espécie de *Turdus* amostrada nos estágios sucessionais inicial e avançado. (\*) representa aquelas variáveis morfométricas significativamente diferentes entre estágios (p <0.05). .....18
- Tabela 5.** Métricas plantas- aves frugívoras (cinco espécies de *Turdus*) em áreas com diferentes estágios sucessionais inicial e avançado.....20
- Tabela 6.** Métricas da especialização a nível espécies (d) em áreas com diferentes estágios sucessionais, inicial e avançado. (n) indica o número de indivíduos de cada espécie .....20

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>                           | <b>1</b>  |
| <b>Referências .....</b>                                | <b>3</b>  |
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                 | <b>6</b>  |
| <b>METODOLOGIA.....</b>                                 | <b>9</b>  |
| <i>Área de estudo .....</i>                             | <i>9</i>  |
| <i>Espécies foco.....</i>                               | <i>11</i> |
| <i>Registro das interações .....</i>                    | <i>12</i> |
| a. <i>Coleta de fezes de aves.....</i>                  | <i>12</i> |
| b. <i>Triagem as amostras.....</i>                      | <i>12</i> |
| <i>Registro dos atributos funcionais das aves .....</i> | <i>13</i> |
| <i>Análises de dados .....</i>                          | <i>14</i> |
| <b>RESULTADOS .....</b>                                 | <b>15</b> |
| <i>Atributos funcionais .....</i>                       | <i>15</i> |
| <i>Redes de interações.....</i>                         | <i>18</i> |
| <b>DISCUSSÃO .....</b>                                  | <b>21</b> |
| <i>Atributos funcionais das aves .....</i>              | <i>21</i> |
| <i>Redes de interação .....</i>                         | <i>23</i> |
| <b>CONCLUSÕES.....</b>                                  | <b>24</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                | <b>26</b> |
| <b>CONSIDERACOES FINAIS.....</b>                        | <b>35</b> |
| <b>ANEXO.....</b>                                       | <b>36</b> |

# INTRODUÇÃO GERAL



## **INTRODUÇÃO GERAL**

Os mutualismos estão entre as interações biológicas mais influentes, com consequências fundamentais para a evolução e manutenção da diversidade biológica (Machado et al., 2005). Atualmente, pode-se afirmar que os mutualismos geralmente são dominantes nas relações ecológicas, influenciando profundamente os níveis de sua organização (Herre et al., 1999). As relações mutualistas resultam em uma vantagem para as espécies envolvidas em comparação com a ausência de uma delas, e supõe um aumento na eficiência reprodutiva para as duas espécies interagindo (Howe & Westley, 1988, Bascompte et al., 2003, Mello, 2010). Os mutualismos mais abundantes que podemos observar na natureza são os não simbióticos, ou seja, uma espécie não depende inteiramente da outra para sua existência. Os mutualismos não simbióticos mais frequentes são a polinização de plantas, onde os animais coletam pólen ou néctar das flores, e a dispersão de sementes, onde a planta oferece um recurso para o animal e a planta obtém como benefício à fertilização com troca de material genético entre indivíduos e a movimentação de propágulos para longe da planta-mãe, aumentando as chances de sobrevivência de plântulas e possibilitando a expansão da sua área de distribuição (Howe & Westley, 1988).

Um grande número de plantas depende de animais frugívoros para a dispersão de suas sementes. Estas são transportadas para longe da planta-mãe e alcançam sítios mais propícios para sua germinação e onde apresentam menor competição, predação e ataque de patógenos (Traveset & Verdú, 2002, Howe & Miriti, 2004). Além disso, alguns estudos apontam que a passagem pelo trato intestinal das aves pode quebrar a dormência de algumas sementes, aumentando sua taxa de germinação em comparação com sementes não ingeridas (Herrera, 1984). Como recompensa, os animais obtêm recursos alimentares que são oferecidos ao redor das estruturas reprodutivas da planta como carboidratos, proteínas, lipídeos e minerais (Jordano, 2000). Frequentemente, as aves frugívoras digerem a polpa e expelem as sementes por regurgitação ou defecação. Essas sementes geralmente são viáveis e sua taxa de germinação pode aumentar ou diminuir ao passar pelo trato digestivo do dispersor (Figuerola e Castro, 2002, Traveset e Verdú, 2002).

As aves frugívoras é o grupo que apresenta grande diversidade taxonômica e funcional, adotando diferentes estratégias para exploração de recursos (Moermond & Denslow, 1985, Fleming et al., 1993). Algumas aves exploram várias espécies e morfologias de frutos, não limitando seu consumo a poucas famílias ou espécies vegetais (Pizo & Galetti, 2010). A avifauna pode exibir uma relação mais estreita com o tipo de fruto consumido, especializando-se nesse tipo de recurso, diminuindo assim a competição por outros recursos (Fleming et al., 1993, Howe, 1993,

Fuentes, 1995). Geralmente, estas apresentam caracteres associados ao uso de frutos, entre eles podemos mencionar alta velocidade de passagem pelo trato digestivo, grande comissura e estômagos pouco musculosos (carecem de moela). Porém, a maioria das aves frugívoras não consome só frutas e nem o faz o ano inteiro, motivo pelo qual certas adaptações também poderiam ser explicadas pela aquisição de outros tipos de recursos, como os insetos (Bosque & Parra, 1992).

O objetivo central deste trabalho é pesquisar as interações entre aves frugívoras e as plantas consumidas e como influem na morfologia do frugívoro em dois ambientes com diferentes estágios sucessionais. Ademais, descrever os mecanismos que tornam possível a coexistência entre as diferentes espécies de *Turdus*, utilizando parâmetros de rasgos morfológicos e composição de suas dietas.

## REFERÊNCIAS

- Bascompte, J., Jordano, P., Melián, C. J., & Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 100, 9383–9387
- Bosque, C., & Parra, O. (1992). Digestive efficiency and rate of food passage in oil bird nestlings. *Condor*, 94 (3), 557- 571
- Figuerola, J. A. & Castro, S. A. (2002). Effect of bird ingestion on seed germination of four woody species of temperate rainforest of the Chiloé island, Chile. *Plant ecology*, 160 (1), 17- 23
- Fleming, T. H., Venable, D. L. & Herrera, L. G. M. (1993). Opportunism vs specialization: the evolution of dispersal strategies in fleshy- fruited plants. *Vegetatio*, 107/108: 107-120
- Fuentes, M. (1995). How specialized are fruit-bird interactions? Overlap of frugivore assemblages within and between plant species. *OIKOS*, 74: 324-330
- Herre, E. A., Knowlton, N., Mueller, U. G. & Rehner, S. A. (1999). The evolution of mutualisms, exploiting the paths between conflict and cooperation. *Trends in Ecology and Evolution*, 14 (2), 49-53
- Herrera, C. M. (1984). Adaptation to Frugivory of Mediterranean Avian Seed Dispersers. *Ecology*, 65 (2), 609-617
- Howe, H. F. (1993). Specialized and generalized dispersal systems, where does ‘the paradigm’ stand?. *Vegetatio*, **107**, 3–13. <https://doi.org/10.1007/BF00052208>
- Howe, H. F. & Miriti, M. N. (2004). When seed dispersal matters. *BioScience*, 54(7), 651-660.
- Howe, H. F. & Westley, L. C. (1988). *Ecological relationships of plants and animals*. Oxford University Press, New York, 288
- Jordano, P. (2000). Fruits and frugivory. In, M. Fenner (Ed.). *Seeds, the ecology of regeneration in plant communities*, (125-166) 2nd edition. CABI Publ., Wallingford, England
- Machado, C. A., Robbins, N., Thomas, M., Gilbert, P. & Herre, E. A. (2005). Critical review of host specificity and its coevolutionary implications in the fig/fig-wasp mutualism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América*, 102 (1), 6558- 6565
- Mello, M. A. (2010). Pequenos mundos de interações entre animais e plantas mutualistas. *Ciencia Hoje*, Rio de Janeiro, 47 (277), 32-37
- Moermond, T. C. & Denslow, J. S. (1985). Neotropical avian frugivores, patterns of behavior, morphology and nutrition, with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs*, 36,865–897
- Pizo, M. A. & Galetti, M. (2010). Métodos e perspectivas da frugivoria e dispersão de sementes

por aves. In: S. Von Matter, F. C., Accordi, V., Piacentini, J. F. & Cândido-jr. *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. (1,12) Technnical Books

Traveset, A. & Verdu, M. (2002). A meta-analysis of the effect of gut treatment of seed germination. In: D. J. Levey; W. R. Silva & M. Galetti (Eds.), *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology Evolution and Conservation*. Wallingford, England

## REDES DE INTERAÇÕES DE FRUGIVORIA DE SABIÁS (TURDIDAE) EM DOIS ESTÁGIOS SUCESSIONAIS NA MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL

Pamela E. Malmoria<sup>1,2</sup>, Francisco A. Vasquez Arévalo<sup>1,2</sup>, Carla S. Fontana<sup>2</sup>, Pedro M. A. Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Ecologia de Interações, PUCRS, Brasil.  
Porto Alegre-RS, Brasil. Email, [pamela.malmoria@edu.pucrs.br](mailto:pamela.malmoria@edu.pucrs.br), [pedro.abreu@pucrs.br](mailto:pedro.abreu@pucrs.br)

<sup>2</sup> Laboratório de Ornitologia, Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS, Brasil.  
Porto Alegre-RS, Brasil. Email, [carla@pucrs.br](mailto:carla@pucrs.br)

Autor correspondente, Pamela Eliana Malmoria

Laboratório de Ecologia de Interações - Escola de Ciências

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Av. Ipiranga 6681- Prédio 12, bloco C, sala 111 - Porto Alegre, RS 90619-900 - Brasil

Phone, (51) 995927147

Email, [pamela.malmoria@edu.pucrs.br](mailto:pamela.malmoria@edu.pucrs.br)

Manuscrito redigido no formato Article do periódico *Basic and Applied Ecology*

\*OBS, As figuras e respectivas legendas estão fora do padrão da revista para uma melhor leitura da dissertação

## INTRODUÇÃO

Dentre todas as interações existentes em um sistema complexo, destaca-se o mutualismo, um tipo de interação ecológica interespecífica onde as duas espécies envolvidas são beneficiadas, em geral envolvendo troca de recursos e/ou serviços (e.g., alimento, defesa ou transporte), resultando assim uma vantagem para elas comparada à ausência de uma das espécies (Mello, 2010). Na atualidade, podem-se afirmar estas interações são dominantes nas relações ecológicas, como consequências fundamentais para evolução e manutenção da diversidade biológica (Machado et al., 2005). Esse tipo de mutualismo entre animais e plantas se constitui em uma relação mais complexa do que uma simples troca de vantagens e é influenciado por diversos fatores (Howe & Westley, 1988). Muitas espécies de plantas têm seus grãos de pólen e suas sementes dispersados por animais (Begon et al., 2007). Das espécies de plantas tropicais, mais de 90% das espécies dependem da dispersão por animais (Jordano, 2000) e das espécies de plantas com flores, 90% são polinizadas por animais (Bawa, 1990). A remoção de frutos por animais representa a fase inicial na dispersão de sementes, que possibilita uma maior chance de recrutamento desses propágulos longe de seu local de origem, sendo esses frutos uma fonte de nutrientes para os frugívoros.

Um grande número de plantas depende de animais frugívoros para a dispersão de suas sementes. Como recompensa por este serviço, os animais recebem os nutrientes derivados da ingestão dos frutos. Embora a produção de frutos carnosos represente um custo reprodutivo adicional para as plantas, eles se beneficiam da transferência das sementes para sítios que favoreçam a germinação e o estabelecimento de plântulas, ou onde experimentam menos competição, predação e ataque por patógenos (Traveset & Verdú, 2002). Na maioria dos casos, as aves frugívoras digerem a polpa e expelem as sementes por regurgitação ou defecação. Essas sementes são geralmente viáveis e sua taxa de germinação pode aumentar após a passagem pelo trato digestivo do dispersor (Figuerola & Castro, 2002).

Porém, as plantas podem exibir estratégias diferenciadas para atração dos frugívoros (Levee et al., 1994, Athiê & Dias, 2012). Espécies de plantas que produzem frutos numerosos, de tamanho reduzido e baixa qualidade nutricional, são consideradas generalistas. Elas atraem uma ampla diversidade de dispersores ocasionais, uma vez que seu tamanho não limita os consumidores e a grande quantidade de frutos reduz a competição por esse recurso (Fleming, 1979, Athiê & Dias, 2012, Sethi & Howe, 2012). Entretanto, existem espécies que investem na produção de poucos frutos com tamanho e qualidade nutricional proporcionalmente maiores. Apenas poucas espécies

de aves conseguem consumir estes frutos de dimensões maiores efetivamente, porém a fidelidade ao recurso e qualidade do dispersor aumentam as chances de sucesso da dispersão dessas espécies (Levee et al., 1994, Sethi & Howe, 2012).

A dispersão nas comunidades de plantas tem sido identificada como um dos principais fatores que influenciam a estrutura da comunidade vegetal (Götzenberger et al., 2012). Por meio dela os diásporos são transportados a certa distância da planta matriz, chegando a determinado local por meio da chuva de sementes que, por sua vez, abastece o banco de sementes e plântulas do solo da região (Silva et al., 2009). Estes processos são considerados uma das principais bases para os processos de sucessão florestal (Mello, 2013). A maior parte das áreas da Floresta Mata Atlântica brasileira é constituída por formações secundárias em diferentes estágios sucessionais, que se encontram extremamente fragmentadas em função do uso e ocupação do solo desde o período de colonização do país (Morellato & Haddad, 2000). Ribeiro et al., (2009) estimaram que 32-40% das áreas florestais remanescentes no Brasil da Mata Atlântica (originalmente uma das maiores e mais diversas florestas das Américas) são pequenos fragmentos de florestas secundárias que se regeneraram após o abandono agrícola, principalmente devido a dificuldades de uso e manejo devido a à sua topografia íngreme (Andrade, 2001). Este valor é ainda mais crítico no Rio Grande do Sul, onde atualmente são encontrados apenas 7,5% da cobertura original da Mata Atlântica (Fundação Sos Mata Atlântica e Instituto Nacional de pesquisas espaciais, 2011).

Em florestas com diferentes estágios de sucessão, o restabelecimento da vegetação e o fluxo de propágulos dependem, entre outros aspectos ecológicos, de mecanismos de dispersão de sementes pelo vento e, principalmente, animais frugívoros (Pivello et al., 2006). Os frugívoros são responsáveis por um serviço ecossistêmico fundamental, atuando assim na manutenção da biodiversidade das florestas tropicais (García et al., 2010). Especificamente, aves frugívoras contribuem efetivamente na dispersão de sementes em áreas restauradas ou empobrecidas pela perda de espécies vegetais, seja disseminando as sementes das plantas introduzidas por plantio, ou trazendo novas espécies de ambientes circunvizinhos (Silva, 2003). Além disso, a dispersão de sementes mediada pelas as aves frugívoras generalistas tem um papel muito importante na conexão entre fragmentos que se encontram em diferente fase da sucessão secundária (Hasui & Höfling, 1998, Pizo, 2004). Estudos demonstram que etapas iniciais e intermediárias de sucessão apresentam maior proporção de espécies generalistas, competitivamente dominantes (em relação a táxons mais especializados) e tolerantes às perturbações de origem antropogênicas e natural (Dormann, 2011). Por outro lado, a maior riqueza geral de espécies nos estágios intermediários e

iniciais indicada neste estudo foi em grande parte devido à presença de migrantes neotropicais que podem facilmente usar tais habitats nos estágios iniciais de sucessão (Dormann et al., 2009).

As aves frugívoras podem ser morfológicamente adaptadas ao tipo de recurso consumido. Em particular, as aves generalistas podem adaptar-se a diferentes condições da floresta através da exploração de recursos variáveis, compatíveis com sua plasticidade de comportamentos alimentares (Gil-Tena et al., 2007, Julliard et al., 2006). Um exemplo disso são as espécies de *Turdus*, que utilizam uma grande variedade de habitats como áreas fragmentadas e perturbadas pelos humanos e estão entre os mais importantes dispersores de sementes de na paisagem fragmentada, com potenciais contribuições na movimentação de sementes através destas paisagens fragmentadas (Sick, 1997, Eabe & Marques, 2001). Devido à plasticidade nos hábitos alimentares e em atributos morfológicos, estas espécies podem explorar os recursos de formas ligeiramente diferentes com a fim de reduzir a sobreposição de nicho (Mohd-Azlan et.al, 2015). O bico é uma estrutura diretamente relacionada à obtenção de recursos e, desse modo, sua morfologia tende a ser associada ao tipo de fruto consumido, o que o torna uma estrutura importante a ser considerada em estudos de frugivoria e dispersão, bem como de morfologia (Moermond & Denslow, 1985). No trabalho de Jung (1992) na dieta de *T. migratorius* em condições controladas, foram encontradas diferenças na relação entre o tamanho do corpo e a preferência do recurso oferecido, o que evidenciou a existência de especialização ecológica de nicho nesta espécie. A variação na dieta dos indivíduos dentro de uma população faz parte dos estudos em especialização ecológica de nicho e é considerada importante pelas suas implicações ecológicas (Dall et al., 2012), podendo ser de grande relevância no contexto de obtenção de recursos em florestas em situação de mosaico com diferentes estágios sucessionais.

As análises das interações entre consumidor-recurso baseadas nestes atributos podem fornecer novos conhecimentos sobre como as espécies consumidoras generalistas e com maior plasticidade (considerando tanto morfologia quanto amplitude de recursos consumidos) respondem às mudanças na composição de características das espécies de recursos. A estrutura das redes complexas pode ser fator determinante na dinâmica e estabilidade das redes de interações (Jordan, 2009). Estabilidade ou resiliência do sistema pode ser entendida como a capacidade da comunidade voltar ao equilíbrio após uma perturbação (Thebault & Fontaine, 2010). Duas propriedades estruturais são utilizadas para verificar estabilidade e resistência à perda de espécies nas redes de interações - o aninhamento e a modularidade – sendo que cada espécie que compõem a rede contribui de maneira diferenciada na geração desses padrões (Saavedra et al., 2014). O

aninhamento é um padrão frequentemente encontrado em redes mutualísticas onde um subgrupo de espécies mais conectadas interage com a maior parte das espécies na rede, com menos conexões (Bascompte et al., 2003). Essa arquitetura minimiza a competição e possibilita que mais espécies coexistam (Rohr et al., 2014). A modularidade é a tendência de a rede ser organizada em subgrupos (módulos) de espécies que interagem mais entre si do que com espécies pertencentes a outros módulos (Olesen et al., 2007). Outro padrão analisado nas redes mutualistas é a especialização, é uma medida baseada no desvio do número de interações realizado por uma espécie do que é esperado com base no número total de interações (Blüthgen et.al, 2006, Dormann et.al, 2009). Além de métricas no nível da rede, métricas no nível de espécie são capazes de detectar outros padrões nas redes mutualísticas. Por exemplo, podem ser avaliadas a generalização e especialização a nível espécie, para melhor compreender os papéis funcionais das espécies como dispersores de sementes (Simmons et al., 2018). A abordagem de redes de dispersão de sementes pode refletir as relações co-evolutivas ou oportunistas entre as espécies (Charles-Dominique, 1993, Howe, 1993), podendo entender as relações e contribuições das relações mutualistas ave- planta em diferentes estágios sucessionais e as implicações para o melhoramento da conservação e restauração ecológica na floresta de Mata Atlântica (Telianaskis, 2010).

Estudos sobre o efeito da dispersão de aves generalistas e cosmopolitas como os sabiás são escassos, e este seria um ponto de partida interessante para abordar importantes questões ecológicas relacionadas à sua contribuindo para a dinâmica da vegetação e regeneração das áreas florestais em locais fragmentados. O objetivo deste estudo foi avaliar as redes de interação formadas por espécies de *Turdus* e as sementes de espécies de plantas por eles dispersadas em fragmentos de floresta ombrófila mista na Mata Atlântica sob estágios sucessionais inicial e avançado. Considerando como premissa que fragmentos em estágio inicial e avançado apresentam diferentes estruturas de hábitat e disponibilidades de recursos, testamos a hipótese de que os estágios sucessionais, ao atuarem como filtros, apresentarão diferenças tanto na estrutura das redes de interação ave-planta quanto nos atributos funcionais das aves. Esperamos que atributos das aves frugívoras relacionados à obtenção de recursos variem entre estágios sucessionais, promovendo diferenças no papel das espécies e em métricas das redes mutualísticas de cada estágio.

## **METODOLOGIA**

### *Área de estudo*

O estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Pró-Mata, município de São Francisco de Paula, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS). O Pró-Mata está localizado no Planalto das Araucárias entre as coordenadas 29°26'27" S e 50°08'W ao 50°14'W. A altitude varia de 800 a 950 metros. A temperatura média anual é de 14,5°C, com médias de temperaturas máximas e mínimas de 20,3 °C e 9,9 °C, respectivamente. A região apresenta altos índices pluviométricos durante todo o ano, sendo a média anual de 2.252 mm (Backes et al., 2000). O Pró-Mata possui uma área de 4.500ha com remanescentes de floresta primária e floresta em regeneração do bioma de Mata Atlântica, além de vegetação campestre. A RPPN abrange uma zona caracterizada pelo encontro de três formações vegetais importantes, os Campos de Cima da Serra e a Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária nas áreas de maior altitude e a Floresta Ombrófila Densa ou Mata Atlântica nas regiões de encosta (Marchiori, 2002).

A coleta de dados foi feita em dois ambientes de Floresta Ombrófila Mista ocorrentes no Pró-Mata, que configuram dois diferentes estágios sucessionais, inicial e avançado. No trabalho de Melo (2006), são apresentadas descrições dos diferentes estágios sucessionais que compõem o mosaico florestal da RPPN Pró-Mata. As espécies mais frequentes e que caracterizam áreas primárias ou em sucessão secundária avançada são *Matayba elaeagnoides*, *Casearia decandra*, *Cryptocarya aschersoniana*, e *Ilex paraguariensis*. O caráter da vegetação secundária inicial emerge como um mosaico de manchas de espécies que são tipicamente pioneiras, como *Tibouchina sellowiana*, *Myrsine lorentziana*, *Vernonia discolor*, *Piptocarpha axillaris*, *Mimosa scabrela*, *Sapium glandulatum*, e *Solanum spp.* Ao longo do gradiente de sucessão, Myrtaceae foi a família que apresentou maior riqueza de espécies (17), sendo que a riqueza absoluta foi menor nos sítios em estágios mais avançados em comparação com sítios em estágio inicial de sucessão. Este gradiente sucessionais é resultado de ações antrópicas, as quais levaram à supressão total ou parcial da vegetação para utilização com pastagem cultivada ou lavouras, sendo estas posteriormente abandonadas à regeneração natural (desde 1996). Neste sentido, para a definição dos pontos amostrais, seguimos o delineamento amostral das pesquisas de Silva (2010) e Bergamin (2010), que se sucederam ao trabalho de Melo (2006). Aquelas pesquisas classificaram as áreas em dois estágios categóricos e distintos, caracterizados pela ocorrência ou não de supressão parcial ou total da vegetação, as avançadas, aquelas que não sofreram intervenções expressivas e iniciais (denominadas capoeiras), as quais sofreram supressão total ou parcial da vegetação. A partir da definição do estágio sucessionais de cada área, foram selecionados três sítios em estágio avançado e três em estágio inicial (Tabela 1). Os sítios tiveram uma separação mínima de 1 km para evitar a

sobreposição dos indivíduos e conseqüentemente sua recaptura. Essas distâncias foram estabelecidas com base em estudos anteriores realizados sobre o tamanho da área de vida em *Turdus rufiventris* (Stefanini da Silveira, 2005). Este estudo foi realizado nos meses de outubro de 2019 a março de 2020. Foram feitas 11 expedições de amostragem, totalizando 1250 capturas, com num total de 4200 h de captura com rede no campo, onde 2040 h/rede foram no estágio inicial e 2160 h/rede no estágio avançado.

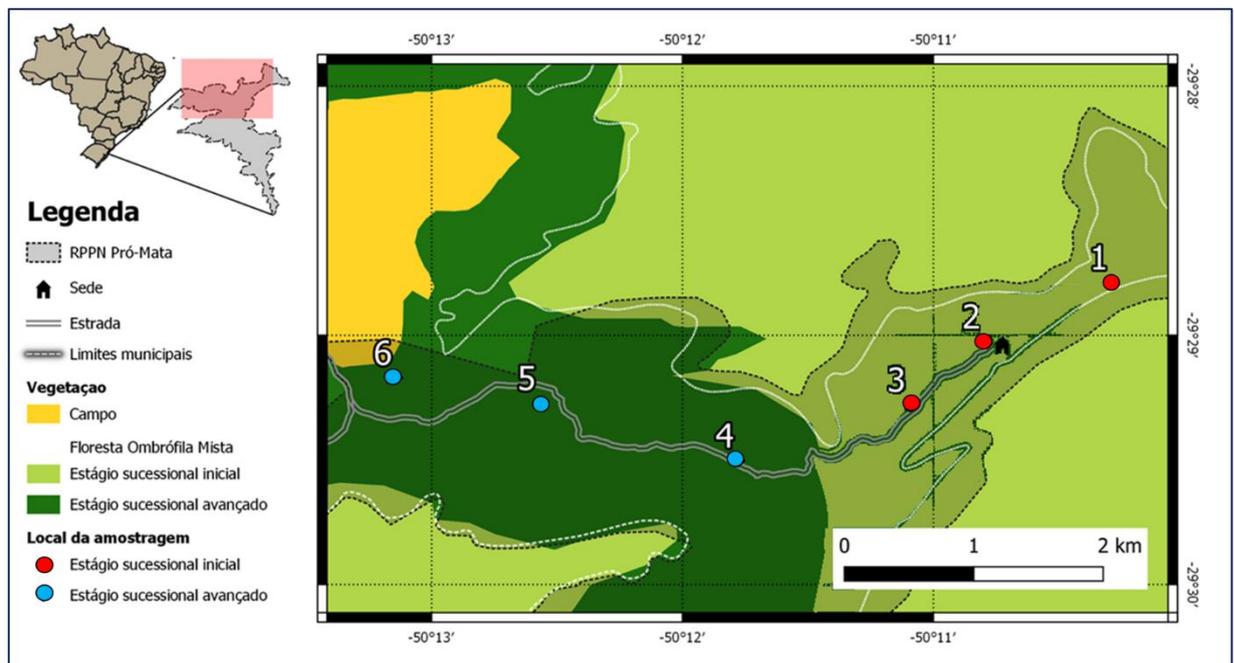


Figura 1. Mapa da área de estudo na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) PRÓ-MATA, município de São Francisco de Paula, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS)

Tabela 1 Coordenadas de seis unidades de amostragem realizadas em dois sítios com diferentes estágios sucessionais de vegetação na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) PRÓ-MATA. (In<sub>1,2,3</sub>), áreas em estágio sucessional inicial e (Av<sub>1,2,3</sub>), áreas em estágio sucessional avançado

| Estágios sucessionais         | Unidade amostragem | S             | W             |
|-------------------------------|--------------------|---------------|---------------|
| Vegetação secundária inicial  | In <sub>1</sub>    | 29°28'44.85"S | 50°10'43.60"W |
| Vegetação secundária inicial  | In <sub>2</sub>    | 29°29'8.10"S  | 50°10'54.66"W |
| Vegetação secundária inicial  | In <sub>3</sub>    | 29°29'21.54"S | 50°11'11.70"W |
| Vegetação secundária avançada | Av <sub>1</sub>    | 29°29'7.51"S  | 50°12'40.84"W |
| Vegetação secundária avançada | Av <sub>2</sub>    | 29°29'24.10"S | 50°11'39.19"W |
| Vegetação secundária avançada | Av <sub>3</sub>    | 29°29'0.28"S  | 50°13'22.05"W |

### *Espécies foco*

Este estudo se concentrou nas espécies de aves da família *Turdidae* (Rafinesque, 1815), do gênero *Turdus*. Formam um grupo abundante e amplamente distribuído no mundo (Collar, 2017). No Brasil, o gênero conta com 13 espécies (Piacentini et al., 2015), enquanto no Rio Grande do Sul, ocorrem seis espécies (Franz et., 2018). A dieta dos *Turdus* está composta por uma grande variedade de recursos, incluindo frutos, sementes, e uma variedade de invertebrados, incluindo insetos, aranhas, larvas, e vermes (Wilman et al., 2014). São considerados omnívoros e generalistas, mas algumas espécies tem dieta com predomino de frutos (Durães & Marini, 2005, Gomes et.al, 2008, Sabino et al., 2017). As espécies de *Turdus* estão entre as principais espécies de aves dispersoras de sementes, defecando-as intactas poucos minutos após o consumo. Por este motivo, não transportam as sementes a grandes distâncias (Guitian et al., 2000, Rocha, 2017) mas, ainda assim, raramente reduzem o sucesso da germinação ou a taxa de germinação das sementes ingeridas, reforçando seu papel como importantes dispersoras (Traveset, 2005).

### *Registro das interações*

#### *a. Coleta de fezes de aves*

A determinação da dieta dos sabiás foi estimada mediante a coleta das fezes dos indivíduos capturados nas redes. As aves foram capturadas usando dez redes de neblina de 12 m x 3 m. Essas ficavam abertas no período do dia onde as aves tem mais atividade, desde o amanhecer (5,00h até 12,00h) até o final da tarde (15,00h até 18,00h). As redes foram revisadas em intervalos de vinte minutos e não foram abertas se as condições climáticas forem adversas (principalmente, precipitação e/ou muito vento). Após captura os indivíduos permaneciam durante 10 minutos em sacos de contenção feitos de pano devidamente higienizados para que defecassem e depois eram individualizados com anilhas metálicas. As fezes depositadas nos sacos de pano eram coletadas como sugerido por Galetti et al., (2004).

#### *b. Triagem as amostras*

Após coletadas as amostras passaram por um processo de secagem que consistiu em colocá-las em envelopes individuais etiquetados que foram secos em estufa a 42°C por um dia, e posteriormente examinadas no laboratório com auxílio de estereomicroscópio. As sementes encontradas nas fezes foram colocadas em tubos *eppendorf* de 5ml e etiquetadas, pesadas e medidas em relação à largura e comprimento para ajudar na identificação até o menor nível

taxonômico possível. Aquelas sementes que não puderam ser identificadas até o momento foram agrupadas em morfotipos. Além disto, nas áreas de estudo coletamos, concomitantemente, amostras das plantas que tinham frutos à época, para comparar aos frutos das fezes e auxiliar na identificação visual das sementes.

#### *Registro dos atributos funcionais das aves*

Foi montada uma matriz de dados funcionais, incluindo medidas morfológicas relacionadas com o tamanho e forma, dieta, tipo de forrageio e de movimentação, e com a capacidade de dispersão (Winkler, 1985). Ao todo, foram coletadas oito variáveis morfológicas incluindo, 1) massa corporal, 2) comprimento total da cauda, 3) comprimento do tarso, 4) altura do bico, 5) largura do bico, 6) comprimento do bico, 7) comprimento da asa, 8) comprimento da asa e na porção da primeira rêmige secundária, estas duas ultimas medidas foram tomadas com a finalidade de calcular o Índice de Kipp.

Para minimizar erros de amostragem, todas as medidas foram realizadas por um único pesquisador. As aves foram pesadas com o auxílio de balanças em escala de 0,01 g. As seguintes medidas foram obtidas com um paquímetro digital e régua milimétrica para medidas >200 mm. A cauda foi medida no seu comprimento total, desde a inserção das penas até a ponta da maior retriz. A cauda das aves auxilia na ascensão do voo, o que pode inferir maiores caudas de aves em ambientes mais abertos e caudas menores em ambientes com vegetação mais fechada (Raener, 1994).

A modificação na morfologia do tarso mostra a utilização do tarso no forrageio, locomoção em relação ao tipo de vegetação que a ave utiliza. O tarso direito das aves foi medido desde o joelho ao encontro do polegar do pé da ave, servindo de apoio para medidas mais precisas. Para o bico das aves pode dizer muito sobre o hábito alimentar e o ambiente em que vivem (Cohn-Haft, 1995). As medidas incluíram três dimensões, 1) altura, medida da base do bico ao cúlmen, 2) largura, medida de um lado do bico ao outro, e 3) comprimento, medida do cúlmen exposto a ponta do bico

As medidas associadas com a capacidade de dispersão incluíram exclusivamente o índice de Kipp. Este índice, desenvolvido por Friedrich Kipp (Kipp, 1942), dá uma ideia da forma da asa (alongada ou arredondada), sendo útil para determinar a eficiência do voo e capacidade de dispersão (migração).

## *Análises de dados*

Foi utilizado o programa R versão. 4.0.1 (R Core Team, 2019) para análises de rede, com uso do pacote “bipartite” (Dormann et.al, 2009, Dormann et al., 2011). Construímos matrizes quantitativas para montagem de redes bipartidas de interação animal-planta e calculamos métricas de rede independentes para cada estágio. As métricas calculadas no nível da rede foram aninhamento (NODF), Modularidade (Q), especialização (H2’). Calculamos também a especialização no nível das espécies (d’). Aninhamento ocorre quando as espécies especialistas interagem com subconjuntos de espécies mais generalizadas, que foram um núcleo coeso da rede, que mantém sua estabilidade (Almeida-Neto & Ulrich, 2011). A especialização de rede é uma medida baseada no desvio do número de interações realizado por uma espécie do que é esperado com base no número total de interações (Blüthgen et.al, 2006, Dormann et.al, 2009). A especialização das espécies que compõem a rede avalia o quanto o conjunto de parceiros do outro nível trófico para cada espécie desvia do que seria uma seleção aleatória (Blüthgen et al., 2008). A modularidade indica a organização da rede em subgrupos de parceiros que interagem mais entre si do que com os demais parceiros potenciais (Olesen et al. 2007), e foi calculada através do algoritmo QuaBiMo (Dormann & Strauss, 2014), gerando o índice Q. Este índice varia entre zero e um, onde os valores mais próximos de um indicam alta modularidade (Olesen et al., 2007).

Avaliamos se os valores de cada métrica de rede foram diferentes do esperado ao acaso com base em comparações com modelos nulos. Com base nas redes observadas geramos 1.000 redes aleatórias usando o algoritmo “r2dtable” (Patefield et.al, 1981, Dormann et al. 2009), que rearranja ao acaso as interações enquanto mantém as dimensões da matriz observada. Uma vez que a maioria das métricas de rede é sensível às dimensões da rede, o que torna as comparações entre pares complicadas, padronizamos as métricas observadas calculando a diferença entre o valor observado e o valor médio que resultou do modelo nulo, ou z-scores, conforme a equação,

$$z = \frac{M_{obs} - \bar{M}_{null}}{\sigma_{M_{null}}}$$

onde,  $M_{obs}$  é valor observado da métrica,  $\bar{M}_{null}$  é a média das métricas calculada com base nas 1.000 redes simuladas, e  $\sigma_{M_{null}}$  é o desvio padrão das métricas calculado com base nas 1.000 redes simuladas.

Para a avaliação da influencia dos estágios sucessionais nos atributos funcionais das aves foram consideramos apenas os indivíduos adultos com o objetivo de diminuir o efeito nos análises. As diferenças os atributos funcionais para todas as espécies e comparando cada espécie

individualmente entre os estágios sucessionais, foram avaliadas por análises de variância (ANOVA).

Para avaliar como os indivíduos das diferentes espécies diferiram em relação aos atributos considerados, e se esta diferença está relacionada com o estágio sucessionais fizemos o teste de variância multivariada com permutação (PERMANOVA) e utilizamos uma técnica multivariada de escalonamento multidimensional (NMDS) com a função metaMDS no pacote “Vegan” (Dixon, 2009). O NMDS reduz a dimensionalidade de uma matriz entre os coeficientes de similaridade da amostra, com base em um determinado número de dimensões (Borg & Groenen, 1997). Escolhemos a distância Gower entre os indivíduos das aves, visto que a matriz contém variáveis de diferentes categorias (peso, comprimento do tarso, comprimento da cauda, Índice de Kipp, comprimento do bico, largura do bico, altura do bico) para construir as matrizes de dissimilaridade para as análises multivariadas.

## RESULTADOS

### *Atributos funcionais*

As espécies frugívoras da Família *Turdidae* amostradas nos estágios sucessionais inicial e avançado na RPPN Pro-Mata foram *Turdus albicollis*, *T. flavipes*, *T. rufiventris* e *T. subalaris*. A espécie *T. amaurochalinus* foi capturada somente no estágio sucessionais inicial. Ao todo foram capturados 146 indivíduos dos quais, 79 eram juvenis e 67 adultos. No estágio inicial registramos 96 indivíduos pertencentes a 5 espécies de *Turdus* e no estágio avançado contabilizamos 50 indivíduos pertencentes a 4 espécies de *Turdus*. A tabela 2 resume o número de indivíduos amostrados nos distintos estágios vegetacionais.

**Tabela 2. Indivíduos registrados nos estágios sucessionais inicial e avançado. Total de número de indivíduos das espécies de *Turdus* (=n).**

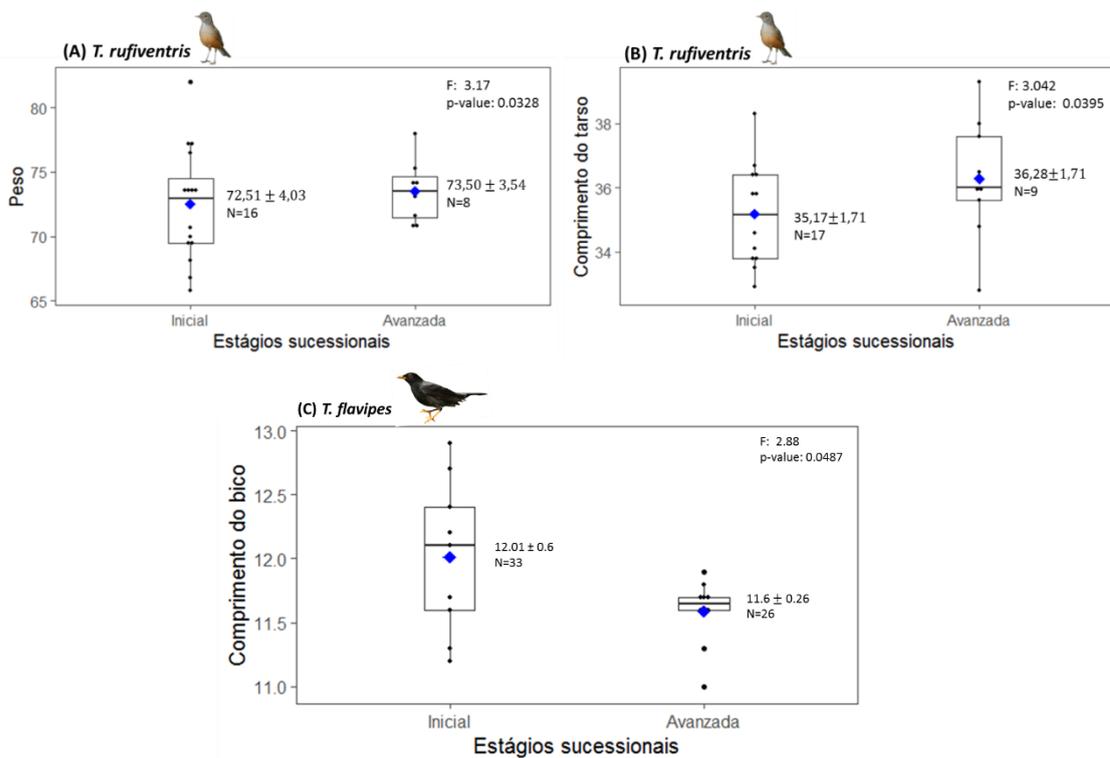
|          |   |   |  |  |  |
|----------|---|---|--|--|--|
| Espécies |  <p><i>Turdus albicollis</i></p> |  <p><i>Turdus amaurochalinus</i></p> |  <p><i>Turdus flavipes</i></p> |  <p><i>Turdus rufiventris</i></p> |  <p><i>Turdus subalaris</i></p> |
|----------|---|---|--|--|--|

|                  |       |        |        |        |       |
|------------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| Estágio inicial  | n = 9 | n = 33 | n = 16 | n = 35 | n = 3 |
| Estágio avançado | n = 6 | n = 0  | n = 26 | n = 16 | n = 2 |

Avaliando os valores médios dos atributos funcionais nas cinco espécies amostradas, não encontramos diferenças significativas entre os dois estágios sucessionais. Considerando as espécies individualmente, houve diferenças no peso e comprimento do tarso de *T. rufiventris* nos estágios inicial e avançado de sucessão de vegetação ( $F=3.17$ ,  $p < 0.05$ ,  $F=3.04$ ,  $p < 0.05$  respectivamente) (Figura 1 A, B). Observamos também diferenças entre os estágios sucessionais para o comprimento do bico de *T. flavipes* ( $F= 2.88$ ,  $p < 0.05$ ) (Figura 1 C, Tabela 3). Para as demais espécies de aves, os ambientes em sucessão não atuaram como filtro os atributos funcionais (Tabela 4).

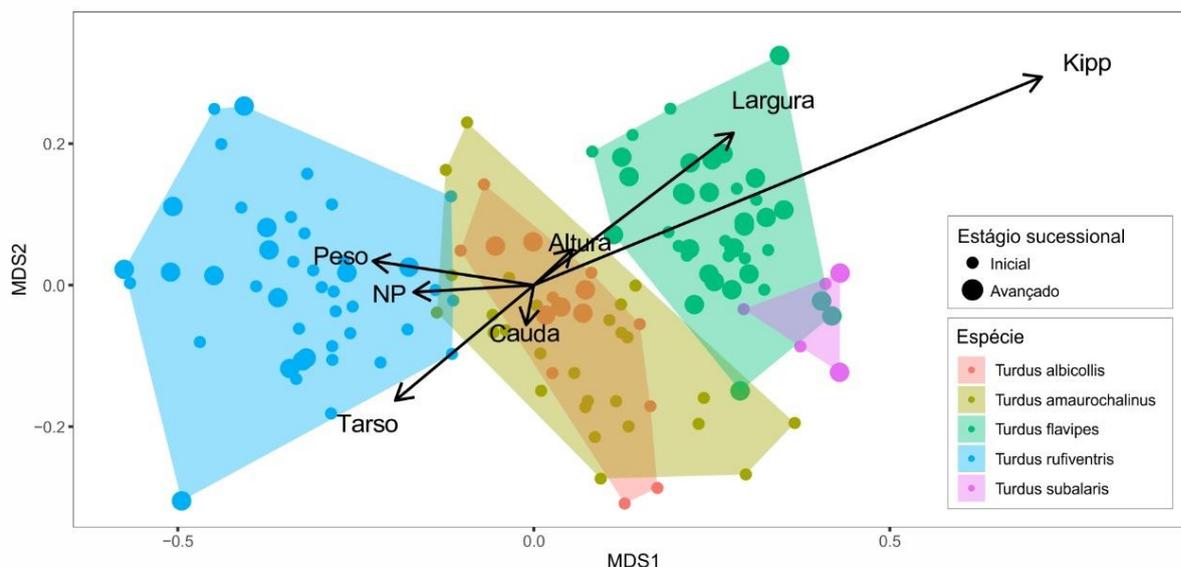
**Tabela 3. Média, erro padrão e valores de ANOVA (F) e Probabilidade (p) nas variáveis morfometrias que apresentaram diferenças significativas para as espécies de *Turdus rufiventris* e *Turdus flavipes*.**

| Espécies                  | Variáveis                 | Estágios sucessionais | (média e erro padrão) | F    | p      |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------|--------|
| <i>Turdus rufiventris</i> | Peso (gr)                 | Inicial               | 72.51 ± 4.03          | 3.17 | 0.0328 |
|                           |                           | Avançado              | 73.50 ± 3.54          |      |        |
| <i>Turdus rufiventris</i> | Comprimento do tarso (cm) | Inicial               | 35.17 ± 1.71          | 3.04 | 0.0395 |
|                           |                           | Avançado              | 36.28 ± 1.71          |      |        |
| <i>Turdus flavipes</i>    | Comprimento do bico (mm)  | Inicial               | 12.01±0.6             | 2.88 | 0.0487 |
|                           |                           | Avançado              | 11.6 ± 0.26           |      |        |



**Figura 2.** Comparação das variáveis morfométricas, (A) peso e (B) comprimento do tarso na espécie *Turdus rufiventris* e o (C) comprimento do bico para a espécie *Turdus flavipes*, entre os estágios sucessionais inicial e avançado (representada por média e erro padrão)

Por conseguinte, as análises de ordenação entre as espécies a partir de uma totalidade de 67 indivíduos com base em sete das variáveis medidas (índice de kipp, comprimento de cauda, comprimento do tarso, peso, comprimento do bico, altura e largura do bico) permitiu mostrar a formação de três grupos. Sendo que *T. rufiventris* não mostrou sobreposição com as demais espécies. As variáveis peso, tarso e comprimento do bico foram maiores para esta espécie em comparação com as outras espécies, principalmente *Turdus flavipes* e *T. subalaris*. Além disso, houve diferença significativas entre estágios sucessionais, onde essa espécie apresentou um maior tamanho nos estágios sucessionais avançado. Para *T. amaurochalinus* e *T. albicollis* amostram não ter diferenças significativas com as variáveis morfológicas com relação aos estágios sucessionais (Figura 2, Tabela 4).



**Figura 3. Análise de escalonamento Multidimensional (MDS) a partir da distância Gower entre os indivíduos das aves, em função das variáveis morfométricas.**

Peso (massa corporal), Tarso, comprimento do tarso, Cauda, comprimento da cauda, Kipp, índice de Kipp, NP, comprimento do bico, Largura, largura do bico, Altura, altura do bico. O tamanho dos pontos no espaço de ordenação indica se o indivíduo foi capturado no estágio sucessional inicial (pontos menores) ou avançado (pontos maiores).

**Tabela 4. Média  $\pm$  erro padrão nas variáveis morfométricas para cada espécie de *Turdus* amostrada nos estágios sucessionais inicial e avançado. (\*) representa aquelas variáveis morfométricas significativamente diferentes entre estágios ( $p < 0.05$ ).**

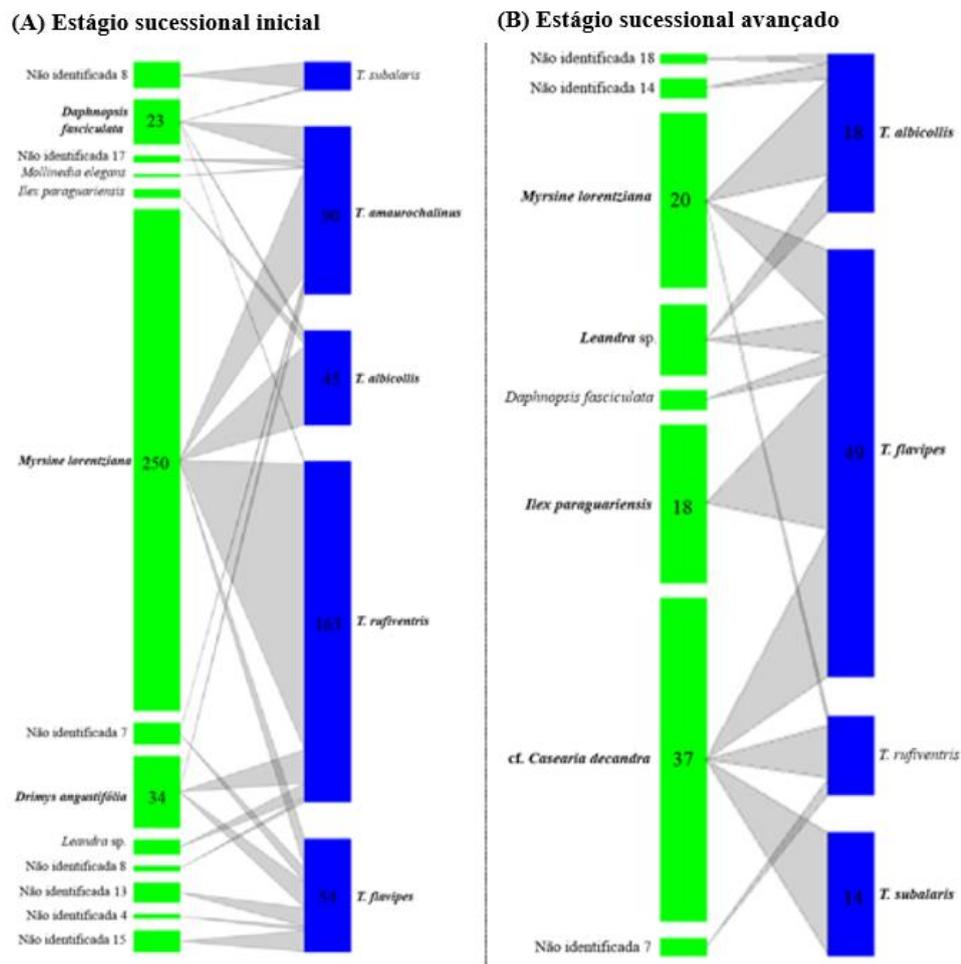
| Variáveis            | Estágio sucessionais | <i>Turdus albicollis</i> | <i>Turdus Flavipes</i>             | <i>Turdus rufiventris</i>           | <i>Turdus subalaris</i> |
|----------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Índice de Kipp (cm)  | Inicial              | 23 $\pm$ 2.83            | 28.11 $\pm$ 3.26                   | 22.19 $\pm$ 2.77                    | 29 $\pm$ 2              |
|                      | Avançado             | 24 $\pm$ 1               | 26.5 $\pm$ 3.4                     | 23.1 $\pm$ 3.79                     | 28 $\pm$ 4.24           |
| Comp. da cauda (cm)  | Inicial              | 86.5 $\pm$ 2.12          | 87.44 $\pm$ 3.64                   | 99.54 $\pm$ 5.04                    | 83 $\pm$ 2.65           |
|                      | Avançado             | 88.7 $\pm$ 4.16          | 89 $\pm$ 10.64                     | 100.4 $\pm$ 6.48                    | 82.5 $\pm$ 3.54         |
| Comp. do tarso (cm)  | Inicial              | 31.9 $\pm$ 0.78          | 26.86 $\pm$ 0.79                   | <b>35.2 <math>\pm</math> 1.6*</b>   | 28.9 $\pm$ 1.47         |
|                      | Avançado             | 31.3 $\pm$ 1.01          | 27.44 $\pm$ 1.19                   | <b>36.3 <math>\pm</math> 1.9*</b>   | 28.3 $\pm$ 0.35         |
| Peso (g)             | Inicial              | 64.1 $\pm$ 4.10          | 59.5 $\pm$ 4.69                    | <b>73.1 <math>\pm</math> 4.94*</b>  | 52.57 $\pm$ 0.42        |
|                      | Avançado             | 61.5 $\pm$ 4.73          | 56.33 $\pm$ 2.7                    | <b>74.28 <math>\pm</math> 3.28*</b> | 50.6 $\pm$ 3.46         |
| Comp. do bico (mm)   | Inicial              | 13.7 $\pm$ 0.78          | <b>12.01 <math>\pm</math> 0.6*</b> | 14.99 $\pm$ 0.85                    | 11.2 $\pm$ 0.95         |
|                      | Avançado             | 13.23 $\pm$ 0.78         | <b>11.6 <math>\pm</math> 0.26*</b> | 15.06 $\pm$ 0.43                    | 10.7 $\pm$ 0.49         |
| Largura do bico (mm) | Inicial              | 5.6 $\pm$ 0.14           | 5.82 $\pm$ 0.61                    | 5.73 $\pm$ 0.91                     | 5.23 $\pm$ 0.4          |
|                      | Avançado             | 5.67 $\pm$ 0.21          | 6.16 $\pm$ 0.29                    | 5.54 $\pm$ 0.95                     | 5.35 $\pm$ 0.49         |
| Altura do bico (mm)  | Inicial              | 6.05 $\pm$ 0.07          | 6.07 $\pm$ 0.28                    | 6.4 $\pm$ 0.81                      | 5.67 $\pm$ 0.06         |
|                      | Avançado             | 5.93 $\pm$ 0.15          | 5.89 $\pm$ 0.33                    | 6.61 $\pm$ 0.28                     | 5.4 $\pm$ 0.14          |

### Redes de interações

Setenta e oito dos 146 indivíduos capturados tinham sementes em suas fezes, todas as sementes encontradas nas fezes permaneceram intactas e cada amostra conteve somente uma espécie de planta. Desses, 61 indivíduos de cinco espécies de sabiás eram do estágio inicial, e 17, de quatro espécies, eram do estágio avançado. Segundo, na análise das redes frugivoria bipartidas registramos no estágio inicial 343 interações entre as cinco espécies de aves e 12 espécies de

plantas e no estágio avançado obtivemos um total de 90 interações entre quatro espécies de aves com oito espécies de plantas.

Na área em estágio inicial (Figura 3 A) registramos uma dominância nas interações de *Myrsine lorentziana* (Fam. Primulaceae), assim como maiores interações envolvendo as espécies *Turdus rufiventris* (163), *Turdus amaurochalinus* (90) e uma interação menor com *Turdus flavipes* (54). Na área avançada (Figura 3 B) registramos um total de 90 interações com uma dominância de cf. *Casearia decandra* (Fam. Salicaceae) e *Myrsine lorentziana*. A espécie *Turdus flavipes* foi a ave com maior número de interação registradas (49).



**Figura 4. Redes de interação encontradas em floresta secundária em estágios sucessionais (A) inicial e (B) avançado na RPPN Pró-Mata, Rio Grande do Sul, Brasil.** As espécies estão representadas por nós em forma de quadrado, onde as plantas estão em cor verde sobre o primeiro eixo e as aves representadas em cor azul no eixo direito. O tamanho do quadrado representa o número de interações totais para cada espécie, onde as espécies que apresentam mais interações têm o número indicado no quadrado. As ligações entre plantas e aves são representadas por linhas de diferentes dimensões, isso em relação à frequência das interações registradas entre pares de espécies.

As métricas analisadas indicaram que as redes dos estágios sucessionais inicial e avançado são modulares e com alta especialização, e menos aninhadas do que o esperado ao acaso. Os valores de modularidade foram maiores na rede inicial em comparação com a rede avançada, enquanto a especialização no nível da rede foi semelhante nos dois estágios (Tabela 5).

**Tabela 5. Métricas plantas- aves frugívoras (cinco espécies de *Turdus*) em áreas com diferentes estágios sucessionais inicial e avançado.**

| Métricas                     | Estágio inicial | Estágio avançado |
|------------------------------|-----------------|------------------|
| N. espécies de plantas       | 13              | 8                |
| N. espécies de aves          | 5               | 4                |
| N. de interações             | 343             | 90               |
| NODF                         | 39.01           | 50               |
| NODF (z- score)              | 7.93            | 3.23             |
| IC Superior                  | 76.60           | 76.71            |
| IC Inferior                  | 76.05           | 76.15            |
| Especialização (H2)          | 0.47            | 0.48             |
| Especialização (H2, z-score) | 33.19           | 12.29            |
| IC Superior                  | 0.055           | 0.054            |
| IC Inferior                  | 0.051           | 0.051            |
| Modularidade                 | 0.27            | 0.27             |
| Modularidade (z-score)       | 18.12           | 5.52             |
| IC Superior                  | 0.07            | 0.12             |
| IC Inferior                  | 0.06            | 0.12             |
| N. módulos                   | 4               | 3                |

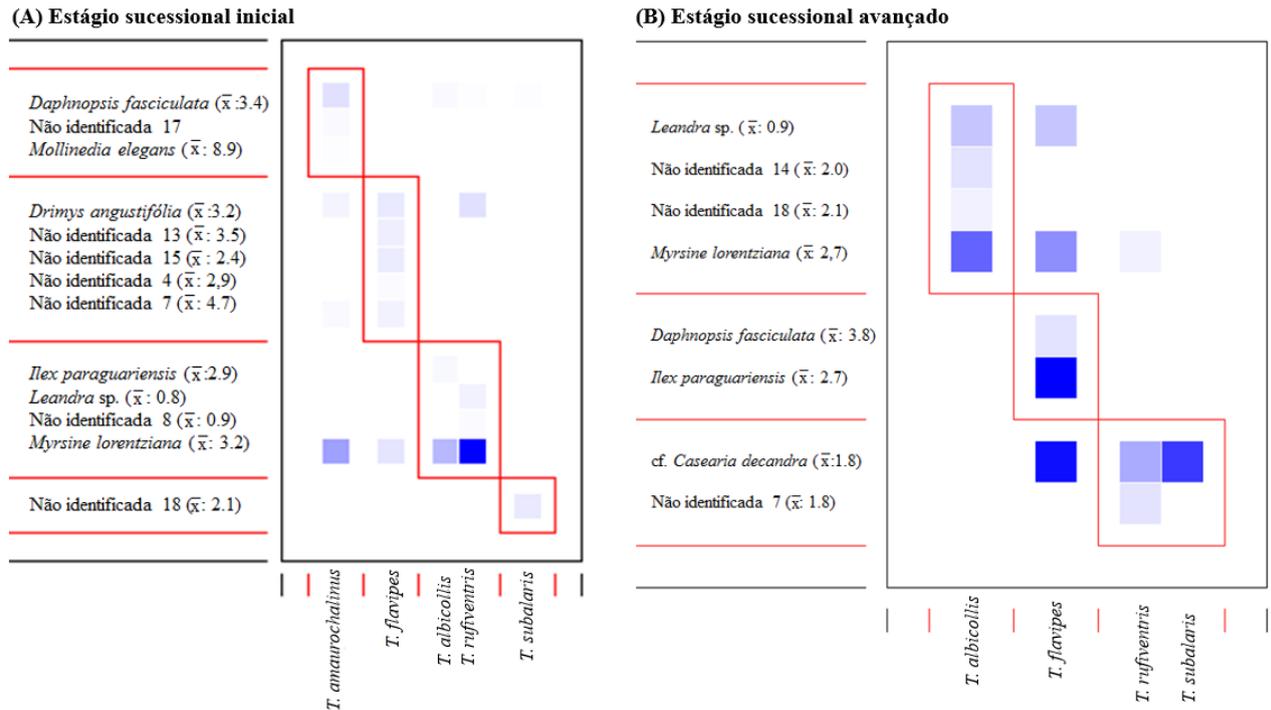
Considerando a métrica de especialização no nível específico, encontramos que *T. flavipes* e *T. subalaris* foram mais especializadas no estágio sucessionais inicial comparado com o estágio avançado. Padrão oposto foi detectado para *T. albicollis*, que apresentou maior especialização no estágio avançado (Tabela 6).

**Tabela 6. Métricas da especialização a nível espécies (d) em áreas com diferentes estágios sucessionais, inicial e avançado. (n) indica o número de indivíduos de cada espécie**

|                              | d                            |                               |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                              | Estágio sucessionais inicial | Estágio sucessionais avançado |
| <i>Turdus albicollis</i>     | 0.17 (n= 9)                  | 0.66 (n=6)                    |
| <i>Turdus amaurochalinus</i> | 0.17 (n=33)                  | ---                           |
| <i>Turdus flavipes</i>       | 0.45 (n=16)                  | 0.21 (n=26)                   |
| <i>Turdus rufiventris</i>    | 0.27 (n= 35)                 | 0.30(n=16)                    |
| <i>Turdus subalaris</i>      | 0.92 (n= 3)                  | 0.45 (n=2)                    |

A análise de modularidade revelou 4 módulos no estágio inicial e 3 módulos no estágio avançado (Figura 4). Os módulos refletiram parcialmente relações de tamanho de frutos

consumidos. Em ambas as redes, *T. flavipes* foi incluído em módulos que contiveram frutos com tamanho médio maior. *Turdus albicollis* e *T. rufiventris* foram incluídos no mesmo módulo na rede inicial (com frutos de tamanhos que variaram de pequenos a grandes), e em módulos separados na rede avançada (*T. albicollis* em um módulo com frutos maiores em comparação com o módulo de *T. rufiventris*).



**Figura 5. Matriz de interações de dispersão de sementes na floresta secundária com sucessão inicial (A) e avançada (B).** Os pequenos quadrados indicam as interações que ocorreram e os tons escuros indicam uma maior frequência de interação. Molduras quadradas vermelhas delimitam os módulos. ( $\bar{x}$ ) representa a média do tamanho das sementes de cada espécie vegetal.

## DISCUSSÃO

### *Atributos funcionais das aves*

Nossos resultados indicam que os estágios sucessionais de vegetação atuam como um filtro nos atributos funcionais das espécies de aves amostradas. Esta observação foi mais acentuada comparando os indivíduos da espécie *T. rufiventris* e *T. flavipes*, entre os estágios. A espécie *T. rufiventris* apresentou indivíduos com maior tamanho no estágio sucessional avançado em comparação ao estágio sucessional inicial. Adicionalmente para a espécie *T. flavipes* capturados no estágio sucessional inicial mostraram diferença significativa no comprimento do bico, sendo que indivíduos no estágio sucessional inicial exibiram bicos em média mais compridos do que

indivíduos de estágio sucessional avançado.

Espécies comuns em habitats abertos como *T. amaurochalinus* e *T. rufiventris*, foram exclusivamente ou mais capturados, respectivamente, no estágio sucessional inicial. *Turdus rufiventris*, uma espécie considerada residente no Rio Grande do Sul (Bencke, 2010), usa os ambientes de floresta procurando alimento no estrato médio da copa dos arvores ou no chão (Belton, 1994) e tem frequente atividade de forrageamento em áreas de transição de florestas abertas (da Silveira et al., 2016). Para *T. amaurochalinus*, com migração latitudinal, ausente em outono e inverno em este estado (Machado, 1997) e ademais apresenta migração atitudinal no sul de Brasil (Pro-Mata) (dados não publicados por A. Jahn) onde sua ocorrência na floresta deve estar relacionada ao uso temporário, repouso ou simplesmente como abrigo durante deslocamentos pela paisagem (Ridgele & Tudor, 2001). Segundo, registramos outras espécies migrantes que podem frequentar os dois estágios para descanso durante a migração, obtenção de alimento, refúgio e para a reprodução (Catian & Aranda, 2009). *T. albicollis*, com migração atitudinal, onde geralmente está associado dentro das florestas (Belton, 1994, Bencke, 2010). Além de isso registramos a espécie, *T. subalaris*, onde se reproduz no sul da América do Sul e utilizam a fronteira sul da Amazônia como área de invernada (Antas & Valle, 1987). A espécie *T. flavipes* apresento maior registro no estágio avançado, esta espécie no Rio Grande do Sul, se encontra associada em florestas com *Araucaria angustifolia* por acima de 500 m acima do nível do mar (Meller, 2013). Areta e Bodrati (2010) sugerem que esta espécie poderia ter uma migração longitudinal na Mata Atlântica do Sul, sendo um visitante estival, seguindo um padrão de movimentos sazonais entre o este do Brasil e a província de Misiones na Argentina.

Apesar de que são percebidas como muito semelhantes, tanto morfológica quanto funcionalmente, as espécies de *Turdus* diferem nos padrões de consumo de frutos e na variação de sua morfologia com relação aos diferentes estágios sucessionais do ambiente em que estão inseridas, concordado com o estudo de Martínez e Garcia, (2015). Nossos resultados corroboram a ideia de que os diferentes estágios sucessionais podem estar selecionando indivíduos e filtrando características morfológicas, evidenciando uma relação entre as variáveis morfológicas e seus nichos ecológicos. Um exemplo é *T. rufiventris*, apresentando maior tamanho nos indivíduos amostrados no estágio sucessional avançado e isto pode ser explicado por uma melhor eficácia na intensidade da frugivoria, o que lhes dá uma vantagem adaptativa sob algum recurso potencialmente que pode estar disponível neste ambiente (Herrera e Jordano, 1995). Além de isso mostro maior variação morfológica e maior tamanho corporal em geral em comparação com as

outras espécies amostradas porquê é uma espécie que apresenta maior plasticidade no forrageio e melhor eficácia na competição pelos recursos (Vogel et al., 2011).

### *Redes de interação*

Neste estudo, foi registrada com mais frequência à espécie *Myrsine lorentziana* (Fam. Primulaceae) interagindo com as aves. Além desta, outras espécies foram consumidas nos dois estágios, como por exemplo, *cf. Casearia decandra* (Fam. Salicaceae), *Daphnopsis fasciculata* (Fam. Themelaeaceae), *Drimys angustifolia* (Fam. Winteraceae), *Illex paraguayensis* (Fam. Aquifoliaceae) e *Lantana sp.* (Fam. Melastomataceae).

As redes de interação de ambos os estágios sucessional são significativamente modulares. Todavia, estes módulos têm diferença entre os estágios, onde no estágio inicial *T. rufiventris* e *T. albicollis* consomem o mesmo tamanho de frutos. Na diferença com no estágio avançado *T. rufiventris* consome frutos com diâmetro menores e *T. albicollis* está associado a uma dieta de frutos maiores.

Em efeito, as espécies de aves com maior frequência de interações observadas, em nas duas redes foram *T. rufiventris* e *T. flavipes*. Além de isso, nossos resultados mostram que *Myrsine lorentziana*, foi à espécie com o maior grau de dispersão mediada por todas as espécies de *Turdus* (com exceção de *T. subalaris*). A espécie *Myrsine lorentziana* apresenta uma síndrome de dispersão zoocórica em áreas de processos naturais de sucessão, e seus frutos precisam ser ingeridos por aves para viabilizar a germinação (Siqueira, 1993). É uma espécie que tendem a ser dominantes nas florestas jovens da Mata Atlântica (Ruschel et al., 2009). Porém, sua maior frequência de interações observadas foi nas áreas com estágio inicial comparado com as áreas de sucessão avançada, indicando que estas aves contribuem no transito dos indivíduos de esta planta entre os estágios sucessionais.

Discutindo os padrões gerais que apresentam nossas redes encontramos que as duas redes, como esperado no padrão das interações mutualistas, apresentam uma estrutura aninhada (Bascompte et al., 2003). Além de isso, são redes com um alto valor de especialização, que também concorda com o padrão topológico as redes mutualistas temperadas, onde foi demonstrado que aquelas redes têm maior especialização em comparação com áreas tropicais (Schleuning et al., 2012).

Observamos no estágio inicial, os indivíduos das espécies de *T. albicollis* e *T. rufiventris* consumindo frutos de tamanhos que variaram de pequenos a grandes e no estágio avançado existe

diferencia no tamanho de fruto consumido e cada espécie apresenta diferentes caracteres morfológicos associados, *T. rufiventris* tem maior peso comparado os indivíduos de esta espécie do estágio sucessional inicial. Para que seja viável a coexistência no longo prazo, as espécies devem apresentar diferenciação em pelo menos uma das dimensões de seus nichos, o que tende a reduzir a competição (Schoener, 1974, Jaksic & Marone, 2007). Assim, é possível que a plasticidade morfológica e de dieta de *T. albicollis* e *T. rufiventris* possibilite o consumo diferencial em cada estágio sucessional, reduzindo a competição e possibilitando a coexistência, especialmente no estágio avançado.

Finalmente, é relevante ressaltar que as florestas da área de estudo ocorrem em mosaicos naturais com áreas campestres (Andrade et al., 2016). O processo de sucessão da Floresta Ombrófila Mista está relacionado com a dinâmica populacional da espécie *Araucária angustifolia*. Essa espécie é emergente e determinante da fisionomia da vegetação que, ao colonizar áreas abertas ou campos, cria condições de umidade e fertilidade do solo que facilitam o recrutamento de outras espécies de plantas (Pereira Muniz de Souza, 2012). Estas áreas de campo com árvores isoladas mostram-se relevantes à atração de dispersores generalistas como os *Turdus* e ao incremento na chuva de sementes de espécies zoocóricas, facilitando os processos de sucessão florestal. Onde estudos sobre padrões de distribuição de plântulas em áreas campestres sugerem que a dispersão zoocórica é de suma importância em áreas de expansão florestal na região (Duarte et al., 2007, Fontoura et al., 2006, Dos Santos et al., 2011), assim como em outras regiões tropicais, já que a maioria das espécies arbóreas tropicais e subtropicais apresentam propágulos adaptados à dispersão por animais. Os turdídeos são importantes para as redes de dispersão de sementes (Schleuning et al., 2012), sendo que essas aves generalistas são centrais em redes de interações (Martín-Gonzalez et al., 2010), trazendo novas sementes as áreas com diferentes estágios sucessionais, e mantendo a dinâmica de colonização e recrutamento de novas espécies.

## CONCLUSÕES

Conforme observado nas amostras de fezes os *Turdus* apresentam um grande e variado consumo de frutos. O amplo espectro da dieta em termos de espécies de frutos sugere que os *Turdus* se comportam como uma espécie frugívora generalista. Esta flexibilidade no consumo de várias espécies de frutos, assim como o uso frequente de fragmentos de floresta, indica que os sabiás contribuem substancialmente aos processos de dispersão de sementes em áreas

fragmentadas. Porém, nosso estudo mostra que os *Turdus* apesar de serem espécies generalistas, apresentam plasticidade tanto em termos morfológicos quanto no consumo de recursos.

As interações entre as espécies vegetais e as aves que se alimentam de seus frutos pode ter sua estrutura influenciada por diferentes fatores relacionados ao ambiente no qual estão ingeridas. O presente estudo mostra que o ambiente em estado de sucessão atua como filtro nos atributos funcionais, onde tive uma associação entre o comprimento do bico e tamanho corporal com o tamanho do fruto.

## REFERÊNCIAS

- Almeida-Neto, M., & Ulrich, W. (2011). A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. *Environ. Model. Softw*, 26, 173–17.
- Andrade, B. O., Bonilha, C. L., de Abreu Ferreira, P. M., Boldrini, I. I., & Overbeck, G. E. (2016). Highland grasslands at the southern tip of the Atlantic forest biome: Management options and conservation challenges. *Oecologia Australis*, 20: 37–61.
- Antas, P. T. Z., & Valle, M. P. 1987. Dados preliminares sobre *Turdus nigriceps* no Distrito Federal. In: II Encontro Nacional de Anilhadores de Aves, n. 2, Rio de Janeiro, 1987. *Anais...* Editora UFRJ. 1987, 213-220.
- Areta, J. I. & Bodrati, A. (2010). Un sistema migratorio longitudinal dentro de la Selva Atlántica, movimientos estacionales y taxonomía del tangará cabeza celeste (*Euphonia cyanocephala*) en Misiones (Argentina) y Paraguay. *Ornitología neotropical*, 21,71–86.
- Athie, S & Dias, M. M. (2012). Frugivoria por aves em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual e reflorestamento misto em Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Acta Bot. Bras.* Feira de Santana, 26(1), 84-93. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100010>.
- Backes, A., Fernandes, A. V. & Zeni, D. J. (2000). Produção de folheto em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. *Pesquisas (Botânica)*, 50: 97-117.
- Bascompte, J., Jordano, P., Melián, C. J. & Olesen, J. M. (2003). The nested assemble of plant–animal mutualistic networks. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 100, 9383–9387.
- Bawa, K. S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21: 399-422.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. (2006). *Ecology*. Blackwell Publishing. 759 pp
- Belton, W. (1994). *Aves do Rio Grande do Sul, distribuição e biologia*. São Leopoldo, Unisinos. 584pp.
- Bergamin, R. (2010). Dissertação de Mestrado. Especificidade de Espécies Arbóreas no Sudeste da Mata Atlântica e Padrões de Diversidade em Florestas com Araucária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre, 82p.

- Bencke, G. A. (2010). New and significant bird records from Rio Grande do Sul, Brazil, with comments on biogeography and conservation of the southern Brazilian avifauna. *Série Zoologia*, 100(4), 391-402.
- Borg, I., & Groenen, P. J. F. (1997). Multitrait-multimethod by multidimensional scaling. In: Bandilla & Faulbaum (Eds.), *SoftStat '97: Advances in statistical software 6* (pp. 59–65). Stuttgart, Germany.
- Blüthgen, N., Menzel, F., Hovestadt, T., Fiala, B., & Blüthgen, N. (2007) Specialization, constraints, and conflicting interests in mutualistic networks. *Curr. Biol*, 17, 341–346.
- Blüthgen, N., Menzel, F., & Blüthgen, N. (2006). Measuring specialization in species interaction networks. *BMC Ecol*, 6, 9.
- Catian, G., & Aranda, R. (2009). Utilização do Campus da Universidade Federal da Grande Dourados como refúgio para as aves do fragmento da Mata do Azulão em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Sci., Biol. Sci.* 31(4), 415-419. <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiols.v31i4.4548>.
- Charles-Dominique, P. (1993). Speciation and coevolution: an interpretation of frugivory phenomena. In: Fleming, T. H. & Estrada, A, (eds.). *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*. (75- 84). Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.
- Cohn-haft, M. (1995). Master thesis. Evolution of avian dietary specialization along the environmental gradient, tropical rainforest interior versus canopy and edge habitats. Tulane University, New Orleans.
- Collar, N. (2017). Thrushes (Turdidae). In: J. Hoyo, (Eds). *Handbook of the birds of the world alive*. Barcelona, Spain. 193 pp.
- Dall, S., Bell, A., Bolnick, A. D., & Ratnieks, F. (2012). An evolutionary ecology of individual differences. *Ecology Letters*, 15(10), 1189- 1198.
- Da Silveira, N. S., Niebuhr, B. B. S., Muylaert, R. D. L., Ribeiro, M. C., & Pizo, M. A. (2016). Effects of land cover on the movement of frugivorous birds in a heterogeneous landscape. *PloS one*, 11(6), e0156688.
- Dixon, M. R., Jackson, J. W., Small, S. L., Horner-King, M. J., Lik, N. M. K., Garcia, Y., & Rosales, R. (2009). Creating single-subject design graphs in Microsoft Excel™ 2007. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 42(2), 277-293.

- Dormann, C., & Strauss, R. (2014) Detecting Modules in Quantitative Bipartite Networks, The QuaBiMo Algorithm. *Methods Ecol Evol* 5, 90-98. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12139>.
- Dormann, C. F. (2011). How to be a specialist? Quantifying specialization in pollination networks. *Netw. Biol.* 1, 1–20.
- Dormann, C. F., Fründ, J., Blüthgen, N., & Gruber, B. (2009). Indices, graphs and null models, analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*, 2, 7–24.
- Dormann, C. F., Gruber, B., & Fründ, J. (2008). Introducing the bipartite package, analyzing ecological networks. *R. News*, 8, 8–11.
- Dos Santos, M. M. G., Oliveira, J. M., Müller, S. C., & Pillar, V. D. (2011). Chuva de sementes de espécies lenhosas florestais em mosaicos de floresta com Araucária e campos no Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 25(1), 160-167.
- Duarte, L. D. S., Carlucci, M. B., Hartz, S. M., & Pillar, V. D. (2007). Plant dispersal strategies and the colonization of Araucaria forest patches in a grassland-forest mosaic. *Journal of Vegetation Science*, 18(6), 847-858.
- Durães, R., & Marini, M. A. (2005). A quantitative assessment of bird diets in the Brazilian Atlantic Forest, with recommendations for future diet studies. *Ornitología Neotropical*, 16, 65–83.
- Figuerola, J. A., & Castro, S. A. (2002). Effect of bird ingestion on seed germination of four wood species of temperate rainforest of the Chiloé Island, Chile. *Plant ecology*, 160 (1), 17.
- Fleming, T. H., Venable, D. L., & Herrera, L. G. M. (1993). Opportunism vs specialization: the evolution of dispersal strategies in fleshy-fruited plants. *Vegetatio*, 107/108: 107-120.
- Fleming, T. H. (1979). Do tropical frugivores compete for food?. *American Zoologist*, 19 (4), 1157-1172.
- Fontoura, S. B., Ganade, G., & Larocca, J. (2006). Changes in plant community diversity and composition across an edge between Araucaria forest and pasture in South Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 29(1), 79-91.
- Franz, I., Agne, C. E., Bencke, G. A., Bugoni, L., & Dias, R. A. (2018). Four decades after Belton: a review of records and evidences on the avifauna of Rio Grande do Sul, Brazil. *Série Zoologia*, 108.
- Fundação Sos Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2011) Atlas dos

remanescentes florestais da Mata Atlântica, Período 2008-2010. Disponível em <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/atlasrelatoriofinal.pdf>. (Acessado em 8 de janeiro de 2021)

Galetti, M. & Guimarães, P. R. (2004). Seed dispersal of *Attalea phalerata* (Palmae) by Crested caracaras (*Caracara plancus*) in the Pantanal and a review of frugivory by raptors. *Ararajuba*, 12 (2), 133- 135.

Garcia, D., Zamora, R., & Amico, G. C. (2010). Birds as suppliers of seed dispersal in temperate ecosystems, Conservation guidelines from real-world landscapes, *Conservation Biology*, 24(4), 1070-1079.

Gil-Tena, A., Saura S., & Brotons L. (2007). Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context, Implications for forest ecosystem management. *Forest Ecology and Management*, 242, 470-476. DOI, 10.1016/j.foreco.2007.01.080.

Gutián, J., Gutiérrez, P., Munilla, I., Gutiérrez, J., Bermejo, T., Larrinaga, A.R., Navarro, L., & López, B (2000). Zorzales, espinos e serbales, un estudio sobre el consumo de frutos silvestres de las aves migratorias en la costa occidental europea. Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Spain 292 pp.

Gomes, V. S. M., Loiselle, B. A., & Alves, M. A. S. (2008). Birds foraging for fruits and insects in shrubby restinga vegetation, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 8, 21–31. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000400001>.

Götzenberger, L., Bello, F., Brathen, K. A., Davison, J., Dubuis, A., Guisan, A., Leps, J., Lindborg, R., Moora, M., Pärtel, M., Pellissier, L., Pottier, J., Vittoz, P., Zobel, K., & Zobel, M. (2012). Ecological assembly rules in plant communities approaches, patterns and prospects. *Biological Reviews*, 87, 111-127.

Hasui, E. & Höfling, E. (1998). Preferência alimentar das aves frugívoras de um fragmento de floresta estacional semidecídua secundária, São Paulo, Brasil. *Série Zoologia*, 84, 43-64.

Herrera, C. M., & Jordano, P. (1995). Shuffling the offspring uncoupling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal. *Ecoscience*, 2 (3), 230-237.

Herre, E. A., Knowlton, N., Mueller, U. G., & Rehner, S. A. (1999). The evolution of mutualisms, exploiting the paths between conflict and cooperation. *Trends in Ecology and Evolution*, 14 (2), 49-53.

- Howe, H. F. (1993) Specialized and generalized dispersal systems, where does 'the paradigm' stand?. *Vegetatio*, 107, 3–13. <https://doi.org/10.1007/BF00052208>.
- Howe, H. F., & Westlee, L. C. (1988). *Ecological relationships of plants and animals*. Oxford Universite Press, New Eork. 288 Pp.
- Jacksic, F. M. & Marone, L. 2007. *Ecología de Comunidades*. Segunda edição ampliada. Ediciones Universidad Católica de Chile. 336 pp.
- Jordán, F. (2009). Keestone species and food webs. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Biological sciences*, 364, 1733.
- Jordano, P. (2000). Fruits and frugivore. In: M. Fenner (Ed.). *Seends, the ecologe of regeneration in plant communités*, (125-166) 2nd edition. CABI Publ., Wallingford, England.
- Julliard, R., Clavel, J., Devictor, V., Jiguet, F., & Couvet, D. (2006). Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters*. 9, 1237-1244. DOI, 10.1111/j.1461-0248.2006.00977.
- Jung, R. (1992). Individual Variation in Fruit Choice be American Robins (*Turdus migratorius*). *The Auk*, 109 (1), 98-111.
- Kipp, F. A. (1942). Über Flügelbau und Wanderzug der Vögel. *Biologisches Zentralblatt*, 62, 289-299.
- Levee, D. J., Moermond, T. C., & Denslow, J. S. (1994). Frugivore, an oneriew. In: L.A. McDade (Ed.). *La Selva-ecologe and natural histore of a neotropical rain forest* (282-294), The Universite of Chicago Press. Chicago, Estados Unidos.
- Martin-González, A. M., Dalsgaard, B., & Olesen, J. M. (2010). Centrality measures and the importance of generalist species in pollination networks. *Ecological complexity*, 7(1), 36-43.
- Martínez, D., & García, D. (2015). Disentangling habitat use by frugivorous birds: constant interactive effects of forest cover and fruit availability. *Basic and Applied Ecology*, 16(5), 460-468.
- Mello, M. A. (2010). Pequenos mundos de interações entre animais e plantas mutualistas. *Ciência hoje*, 47 (277), 32-37.
- Mello, M. A. (2013). Redes de dispersão de sementes, pequenos mundos mutualistas. In: F. C. Nogueira. *A teoria ecológica, perspectivas e avanços futuros nos últimos dez anos de pesquisa no Brasil*. Fortaleza, Artes Gráficas Quadricolor, Brasil.

- Machado, C. G. (1997). *Vireo olivaceus* (Vireonidae), uma espécie migratória nos bandos mistos de aves na Mata Atlântica do sudeste brasileiro. *Ararajuba*, 5, 60-62.
- Machado, C. A., Robbins, N., Thomas, M., Gilbert, P., & Herre, E. A. (2005). Critical review of host specificite and its coevolutionare implications in the fig/fig-wasp mutualism. *Proceedings of the National Academe of Sciences of the United States of América*, 102 (1), 6558- 6565.
- Marchiori, J. N. C. (2002). Fitogeografia do Rio Grande do Sul, enfoque histórico e sistemas de classificação. Porto Alegre, EST Edições.
- Meller, D. A. (2013) Registro del Zorzal Azulado (*Turdus flavipes*) en el extremo noroeste de Rio Grande do Sul, Brasil. *Hornero*, 28 (1), 35-38.
- Mello, R. S. P. (2006). Detecção de padrões de coexistência arbórea e processos ecológicos em zona de contato de florestas ombrófilas montanas no Sul do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 127p.
- Moermond, T. C., & Denslow, J. S. (1985). Neotropical avian frugivores, patterns of behavior, morphologie and nutrition, with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs*, 36,865–897.
- Mohd-Azlan, J., Noske, R. A., & Lawes, M. J. (2015). The Role of Habitat Heterogeneite in Structuring Mangrove Bird Assemblages. *Diversite*, 7(2), 118-136. <http://dx.doi.org/10.3390/d7020118>.
- Morellato, L. P. C., & Haddad, C. F. B. (2000). Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 32, 786-792.
- Olesen, J., Bascompte, J., Dupont, E. L., & Jordano, P. (2007). The modularite of pollination networks. *PNAS* 104, 19891-19896.
- Patefield, W. M. (1981). Algorithm AS 159, An efficient method of generating r x c tables with given row and column totals. *Applied Statistics*, 30, 91–97. doi, 10.2307/2346669.
- Pereira Muniz de Souza, R., Souza, V. D. C., Polisel, R. T., & Ivanauskas, N. M. (2012). Estrutura e aspectos da regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Hoehnea*, 39(3), 387-407.
- Piacentini, V. Q., Aleixo, A., Agne, C. E., Maurício, G. N., Pacheco, J. F., Bravo, G. A., & Cesari, E. (2015). Annotated checklist of the birds of Brazil be the Brazilian Ornithological Records Committee. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23, 91–298. <https://doi.org/10.1007/BF035>

44294.

Pivello, V. R., Petenon, D., Jesus, F. M., Meirelles, S. T., Vidal, M. M., Alonso, R. A. S., Franco, G. A. D. C., & Metzger, J. P. (2006). Chuva de sementes em fragmentos de floresta atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *Acta Botanica Brasilica*, 20 (4), 845-859.

Pizo, M. A. (2004). Frugivore and habitat use by fruit-eating birds in a fragmented landscape of southeast Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 15, 117-126.

R Development Core Team. (2019). R, a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria.

Raener, M. V. (1994). Aerodynamic corrections for the flight of birds and bats in wind tunnels. *Journal of Zoology*, 234 (4), 537-563.

Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F., & Hirota, M. M. (2009). Brazilian Atlantic Forest, how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142, 1141-1153.

Ridgele, R. S., & Tudor, G. (2001). The Birds of South America. *The Oscine Passerines*, 2 pp.

Rohr, R. P., Saavedra, S., & Bascompte, J. (2014). On the structural stability of mutualistic systems. *Science* 345, 1253497–1253497.

Ruschel, A., Mantovani, M., Sedrez, M., & Onofre, R. (2009). Caracterização e dinâmica de duas fases sucessionais em floresta secundária da Mata Atlântica. *Revista Árvore*, 33(1), 101 – 115.

Saavedra, F., I. Hensen, S. G., Böhning-Gaese, B. K., Lippok, D., Töpfer, T., & Schleuning, M. (2014). Functional importance of avian seed dispersers changes in response to human-induced forest edges in tropical seed-dispersal networks. *Oecologia*, 176, 837–48.

Sabino, U., Morais, R., & Duca, C. (2017). Diet of some passerines in south coast of Espírito Santo state, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 57, 387–391. <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.29>.

Schleuning, M., Fründ, J., Klein, A. M., Abrahamczek, S., Alarcón, R., Albrecht, M., Andersson, G. K. S., Bazarrian, S., Böhning-Gaese, K., & Bommarco, R. (2012). Specialization of mutualistic interaction networks decreases toward tropical latitudes. *Curr. Biol.*, 22, 1925–1931.

Schoener, T. 1974. Resource partitioning ecological communities. *Science* 185: 27–39.

Sethi, P., & Howe, H. F. (2012). Fruit removal by hornbills in a semi-evergreen forest of the

- Indian Eastern Himalaea. *Journal of Tropical Ecology*, 28(6), 531-541.
- Sick, H. (1997). *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.
- Silva, J. V. (2010). Padrões de organização e atributos funcionais de plantas em comunidades em estágio inicial e avançado de sucessão em Floresta com Araucária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 71p.
- Silva, C. R., Barbosa, J. M., Carrasco, P. G., Castanheira, S. A., Pereira, M. A., & Santos Junior, N. A. (2009). Chuva de sementes em uma floresta alta de restinga em Ilha Comprida (SP). *Cerne*, 15, 355-365.
- Silva, W. R. (2003). A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: P.E. Kageeama (Eds) (77-90). *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. Botucatu, Brasil.
- Simmons, B. I., Sutherland, W. J., Dicks, L. V., Albrecht, J., Farwig, N., García, D., Jordano, P., & González-Varo, J. P. (2018) Moving from frugivore to seed dispersal, Incorporating the functional outcomes of interactions in plant–frugivore networks. *Journal of Animal Ecology*, 87, 995–1007.
- Siqueira, J. C. (1993). O gênero *Rapanea* Aublet (Myrsinaceae) na região serrana do estado do Rio de Janeiro: aspectos taxonômicos e ecológicos das espécies. *Pesquisas Série Botânica*, 44 (1), 41-52.
- Thébault, E., & Fontaine, C. (2010). Stabilité of ecological communities and the architecture of mutualistic and trophic networks. *Science* 329,853–6.
- Telianakis, J. M., Laliberte, E., Nielsen, A. e Bascompte, J. (2010). Conservation of species interaction networks. *Biological Conservation*, 143, 2270-2279.
- Traveset, A. (2005). Effects of Gut Passage on Seed Germination: Do Experiments Answer the Questions They Ask?. *Functional Ecology*, 19 (2), 365- 368.
- Traveset, A., & Verdu, M. (2002). A meta-analysis of the effect of gut treatment of seed germination. In: D. J. Levey; W. R. Silva & M. Galetti (Eds.), *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology Evolution and Conservation*. Wallingford, England.
- Vogel, H. F., Zawadzki, C. H., & Metri, R. (2011). Coexistência entre *Turdus Leucomelas* e *Turdus Rufiventris* (Aves, Passeriformes) em um fragmento urbano de floresta com Araucárias, Sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 11(3), 35–45.

Wilman, H., Belmaker, J., Simpson, J., de la Rosa, C., Rivadeneira, M.M., & Jetz, W. (2014). Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology* 95, 2027. <http://dx.doi.org/10.1890/13-1917.1>.

Willson, M. F. (1991). Dispersal of seeds by frugivorous animals in temperate forests. *Revista Chilena Historia Natural*, 64 (1), 537- 554.

Winkler, H. A., Leisler, N., & Bernd, S. (1985). Morphological aspects of habitat selection in birds. *Habitat selection in birds*, 415-434.

## **CONSIDERACOES FINAIS**

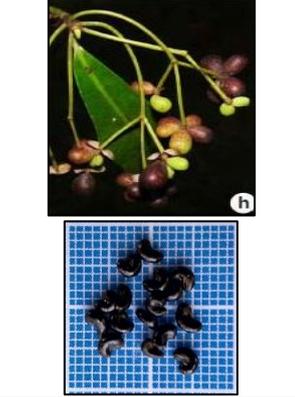
O estudo das redes permitiu reforçar a ideia que os sabias, como espécies dispersoras de sementes, são relativamente importantes em ambientes com estágios de sucessão. Onde o deslocamento dessas espécies promove o movimento ocasional de sementes do interior da cobertura florestal até bordas e áreas degradadas

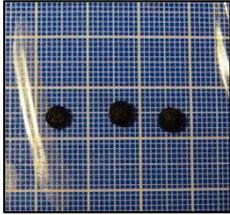
A amostragem de aves dispersoras, algumas espécies que não foram capturadas podem ter sido deixadas de fora devido às limitações da metodologia, mas ainda temos planejado aumentar as amostras com a finalidade de ter uma melhor representatividade dos dados. A curva de acumulação das plantas com frutos carnosos mostraram, que ainda há uma proporção de espécies fora da amostra, possivelmente aquelas com períodos de frutificação diferentes da maioria das plantas.

Destacamos que pela causa da pandemia, não conseguimos fazer levantamentos de vegetação. Além dos parâmetros morfológicos e comportamentais nas aves, são necessárias as medidas do próprio ambiente, dos recursos disponíveis e da estrutura da vegetação, para analisar com mais precisão como os estágios sucessionais afeta as assembleias de aves, alterando padrões de distribuição e composição, assim como perda ou modificações de atributos funcionais. Esta pesquisa mostra que o conjunto de atributos de uma espécie de ave é determinante para seu papel dentro de uma rede de interação de frugivoria e que conhecer tais atributos é um importante passo para definir estratégias de manejo e conservação.

## ANEXO

Espécies de plantas amostradas nas fezes dos *Turdus*. com sua respectiva quantidade de sementes (frequência) encontradas no estágio sucessionais inicial (In) e avançado (Av.) em na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Pró-Mata. síndrome de dispersão (SD) e grupo ecológico (GE) Zoo, zoocórica, C, clímax, P, pioneira, Si, secundária inicial, St, secundária tardia. Fotos das sementes são das amostragens feitos por Francisco A. Vasquez Arévalo e Pamela Malmoria.

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <p><b>1. Fam. Thymelaeaceae</b><br/><i>Daphnopsis fasciculata</i></p>               | <p><b>2. Fam. Winteraceae</b><br/><i>Drimys angustifolia</i></p>                    | <p><b>3. Fam. Aquifoliaceae</b><br/><i>Ilex paraguariensis</i></p>                   | <p><b>4. Fam. Melastomataceae</b><br/><i>Leandra sp.</i></p>                        |
|    |    |    |  |
| <p>SD. Zoo, GE. Si<br/>Frecuencia. In: 21, Av:2</p>                                 | <p>SD. Zoo, GE. Si<br/>Frecuencia. In: 34</p>                                       | <p>SD. Zoo, GE. C<br/>Frecuencia. In: 4, Av:18</p>                                   | <p>SD. Zoo, GE. *<br/>Frecuencia. In: 7, Av:8</p>                                   |
| <p><b>5. Fam. Monimiaceae</b><br/><i>Mollinedia legans</i></p>                      | <p><b>6. Fam. Primulaceae</b><br/><i>Myrsine lorentziana</i></p>                    | <p><b>7. Fam. Salicaceae</b><br/>Cf. <i>Casearia decandra</i></p>                    | <p>.</p>  |
|  |  |  |   |
| <p>SD. Zoo, GE. *<br/>Frecuencia. In: 1</p>   | <p>SD. Zoo, GE. Si<br/>Frecuencia, In:240, Av. 20</p>                               | <p>SD. Zoo, GE. St<br/>Frecuencia. Av:37</p>   |   |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| 8. Morfoespécie 4  | 9. Morfoespécie 7   | 10. Morfoespécie 13  | 11. Morfoespécie 14   |
|   |  |  |  |
| SD. *, GE. *<br>Frecuencia. In: 2  | SD. *, GE. *<br>Frecuencia, In.10, Av. 2  | SD. *, GE. *<br>Frecuencia. In:9   | SD. *, GE. *<br>Frecuencia. Av: 2   |
| 12. Morfoespécie 15  |   |  | .   |
|  |   |  |   |
| SD. *, GE. *<br>Frecuencia. In: 10   |   |  |   |



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Pró-Reitoria de Graduação  
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar  
Porto Alegre - RS - Brasil  
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564  
E-mail: [prograd@pucrs.br](mailto:prograd@pucrs.br)  
Site: [www.pucrs.br](http://www.pucrs.br)