

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO  
DA NATUREZA**

**Fabio Bignoto Palacio**

**O papel dos atributos morfofuncionais e do perfil taxonômico de aves frugívoras de sub-  
bosque em redes de interações mutualísticas ave-planta**

Juiz de Fora

2021

**Fabio Bignoto Palacio**

**O papel dos atributos morfofuncionais e do perfil taxonômico de aves frugívoras de sub-bosque em redes de interações mutualísticas ave-planta**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação da Natureza. Área de concentração: Comportamento, Ecologia e Sistemática

Orientador: Prof. Dr. Roberto da Gama Alves

Coorientador: Prof. Dr. Marco Antônio Manhães

Juiz de Fora

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Bignoto Palacio, Fabio.

O papel dos atributos morfofuncionais e do perfil taxonômico de aves frugívoras de sub-bosque em redes de interações mutualísticas ave-planta / Fabio Bignoto Palacio. -- 2021.

80 p. : il.

Orientador: Roberto da Gama Alves

Coorientador: Marco Antônio Manhães

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza, 2021.

1. Frugivoria. 2. Passeriformes. 3. Dispersão de sementes. 4. Viabilidade de sementes. 5. Neotropical. I. da Gama Alves, Roberto, orient. II. Manhães, Marco Antônio, coorient. III. Título.

**“O papel dos atributos morfofuncionais e do perfil taxonômico de aves frugívoras  
de sub-bosque em redes de interações mutualísticas ave-planta”**


**Fábio Bignoto Palacio**

Orientador: Prof. Dr. Roberto da Gama Alves

Coorientador: Prof. Dr. Marco Antônio Manhães

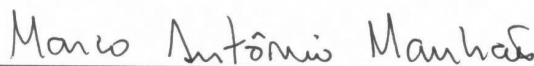
Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de mestre em Biodiversidade e Conservação da Natureza.

Aprovado em 31 de março de 2021.



---

Prof. Dr. Roberto da Gama Alves  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



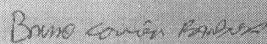
---

Prof. Dr. Marco Antônio Manhães  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



---

Prof. Dr. Ralph Maturano Pinheiro  
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



---

Prof. Dr. Bruno Corrêa Barbosa  
Autônomo

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo descrever o processo de dispersão de sementes em duas áreas neotropicais, associar as características animais a parâmetros de rede, utilizados como determinantes da importância das espécies para manutenção do processo de dispersão, e avaliar a influência da avaliação da condição das sementes na determinação da estrutura das redes de interações. As duas áreas avaliadas para descrição da dispersão situam-se no município de Juiz de Fora – MG. Vinte e três espécies de aves foram amostradas nas áreas, sendo as famílias Pipridae, Thraupidae, Turdidae e Tyrannidae as mais representativas. As redes apresentaram estrutura não modular, aninhada ou assimétrica, sugerindo baixa estabilidade. As espécies frugívoras e onívoras apresentaram os valores mais elevados dos parâmetros, sugerindo maior importância na estruturação das redes. A relação entre as características das aves e os parâmetros de redes foi avaliada pelo uso de um modelo linear generalizado misto, utilizando dados de 13 redes de dispersão de sementes, as quais amostraram fezes de aves do sub-bosque capturadas pelo uso de redes de neblina. Foi encontrada relação significativa entre os parâmetros grau normalizado, força e centralidade de proximidade e a dependência por frutos, e o grau normalizado e centralidade de proximidade e o comportamento de engolir frutos inteiros. A avaliação da condição das sementes foi realizada pelo teste do cloreto de tetrazólio, produzindo duas redes para cada uma das duas áreas estudadas: uma com todas as sementes obtidas e uma com apenas as sementes vivas obtidas. A família Melastomataceae foi a mais representativa e, ao mesmo tempo, a com a maior proporção de sementes mortas. Ambas as áreas apresentaram tendências semelhantes, com as redes a partir das sementes vivas apresentando valores mais elevados de modularidade e assimetria, e valor inferior de aninhamento quando comparadas com as redes baseadas em todas as sementes. Desse modo, é possível concluir que o processo de dispersão de sementes a partir de aves do sub-bosque é pouco estável se estudado de forma isolada, que espécies mais dependentes de frutos e que os engolem sem mandibulação são as mais importantes para manutenção da estabilidade do processo e que a avaliação da condição das sementes após a dispersão pode ser essencial para a compreensão mais refinada do processo.

Palavras-chave: Frugivoria. Passeriformes. Dispersão de sementes. Viabilidade de sementes. Neotropical.

## ABSTRACT

This study aims to describe the seed dispersal process in two neotropical areas, to associate the animal characteristics to network parameters, used as indicative of the importance of species to seed dispersal process, and to assess the influence of seed condition evaluation on the network structure. The two areas sampled to describe the seed dispersal process are located in Juiz de Fora – MG. Twenty-three bird species were sampled in the areas, with families Pipridae, Thraupidae, Turdidae, and Tyrannidae the most representative. The networks had a non-modular, non-nested, and non-asymmetric structure, suggesting low stability. The frugivorous and omnivorous species presented the highest values of the parameters, suggesting greater importance in the structuring of the networks. The relationship between bird characteristics and network parameters was assessed using a mixed generalized linear model, using data from 13 seed dispersal networks, which sampled feces from understory birds captured by the use of mist-nets. A significant relationship was found between the parameters normalized degree, strength and centrality of proximity and dependence on fruits, and between the normalized degree and centrality of proximity and the behavior of swallowing whole fruits. The evaluation of the seed condition was performed by the tetrazolium chloride test, producing two nets for each of the two areas studied: one network with all the seeds obtained and one with only the live seeds. The Melastomataceae family was the most representative and, at the same time, the one with the highest proportion of dead seeds. Both areas showed similar trends, with nets from live seeds showing higher values of modularity and asymmetry, and lower nesting values when compared to nets based on all seeds. Thus, it is possible to conclude that the seed dispersal process from understory birds is not very stable if studied in isolation, that species that are more dependent on fruits and that swallow them without mandibles are the most important for maintaining the stability of the process and that the evaluation of the condition of the seeds after the dispersion can be essential for a more refined understanding of the process.

Keywords: Frugivory. Passerines. Seed dispersal. Seed viability. Neotropical.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>06</b>
<b>2</b>	<b>FRUGIVORIA POR AVES EM DUAS ÁREAS NEOTROPICAIS: COMPOSIÇÃO DE DIETA E ESTRUTURA DE REDE DE INTERAÇÕES.....</b>	<b>09</b>
2.1	INTRODUÇÃO.....	09
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.3	RESULTADOS.....	12
2.4	DISCUSSÃO.....	24
<b>3</b>	<b>O PAPEL DOS ATRIBUTOS MORFOFUNCIONAIS E DO PERFIL TAXONÔMICO DE AVES FRUGÍVORAS DE SUB-BOSQUE EM REDES DE INTERAÇÕES MUTUALISTICAS AVE-PLANTA.....</b>	<b>27</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	27
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.3	RESULTADOS.....	32
3.4	DISCUSSÃO.....	36
<b>4</b>	<b>INFLUÊNCIA DA AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DAS SEMENTES NA DESCRIÇÃO DE REDES DE DISPERSÃO DE SEMENTES.....</b>	<b>40</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	40
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	42
4.3	RESULTADOS.....	45
4.4	DISCUSSÃO.....	55
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A dispersão de sementes é um processo fundamental para manutenção de populações e comunidades naturais, uma vez que influencia no fluxo gênico (Levin & Kerster, 1974), recrutamento de novos indivíduos (Rey & Alcántara, 2000) e distribuição das espécies botânicas (Silva e Tabarelli, 2001). Na dispersão endozoocórica, animais e plantas são beneficiados pela interação, de modo que animais recebem nutrição enquanto as plantas têm suas sementes transportadas para longe da planta-mãe (Howe e Smallwood, 1982). O transporte de sementes para longe da planta-mãe é importante para o ciclo de vida das plantas, uma vez que a taxa de mortalidade de sementes e plântulas sob a planta-mãe é elevada (Pratt e Stiles, 1983). As dinâmicas associadas ao processo de dispersão de sementes são complexas, uma vez que são estruturadas a partir do conjunto de espécies presentes, variando muito no tempo e espaço (Herrera, 1982). Além disso, fatores ambientais como temperatura, luminosidade e precipitação influenciam os padrões de frutificação (Hamann, 2004), enquanto a necessidade nutricional dos animais influencia em sua escolha por quais frutos consumir (Bairlein, 1990).

Trabalhos tradicionais descrevendo o processo de dispersão de sementes por aves se baseavam na descrição de consumo de frutos (Howe e Primack, 1975; Jordano, 1983) e forneceram um grande conjunto de informações básicas necessárias sobre a biologia das espécies. No entanto, o estilo descritivo desses trabalhos e, muitas vezes, a limitação na amostragem das espécies impediram que estes trabalhos pudessem descrever a dinâmica ecológica existente na frugivoria e dispersão de sementes. A presença de frugívoros competidores, predadores e outras fontes alimentares influenciam o comportamento do animal de modo que estes podem alterar seu comportamento com intuito reduzir os riscos e custos associados ao forrageio, informações essas muitas vezes ignoradas nesses estudos tradicionais.

A grande complexidade do estudo de processos ecológicos como polinização e dispersão de sementes na região tropical encontra-se na existência de múltiplas espécies atuando. Trabalhos descritivos buscando identificar a maior parte das espécies atuando no processo fornecem informações importantes que podem ser usadas para monitoramento de longo prazo ou fornecendo dados para pesquisas macro ecológicas. A teoria de redes de interações se destaca no contexto de analisar um processo sob a perspectiva de múltiplas espécies (Dáttilo et al., 2014; Messeder et al., 2020). Redes de interações são representações gráficas das interações existentes entre as unidades que compõe o processo e carrega consigo diversos parâmetros que possibilitam descrever de forma matemática a estrutura do processo, a contribuição de suas unidades e permite a comparação com outros processos (Dehling, 2018),



possibilitando obter informações importantes sobre a estabilidade do processo e as unidades mais importantes para sua conservação (Bascompte, 2009). Assim, redes de dispersão de sementes são representações do processo de dispersão de sementes, na qual um conjunto de espécies botânicas interage com um conjunto de espécies animais (Donatti *et al.*, 2011; García, 2016), sendo as unidades que compõem o processo as espécies botânicas e zoológicas. Identificar as espécies mais importantes para manutenção do processo de dispersão de sementes possibilita que investimentos conservacionistas sejam direcionados a essas espécies, de modo que a maior parte da comunidade seja beneficiada (Olesen *et al.*, 2007).

Descrever o processo de dispersão de sementes é trabalhoso e demorado, uma vez que é influenciado por padrões de frutificação que são espaçados no tempo, de modo que uma correta descrição pode levar alguns anos para ser alcançada (Blüthgen *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2016). Buscando possibilitar uma avaliação mais rápida dos processos ecológicos, estudos recentes têm tentado identificar as características animais que as favorecem a serem importantes para diversos processos ecológicos, de modo a permitir ordenar as espécies segundo sua importância a partir de uma lista de espécies (Schleuning *et al.*, 2014; Mello *et al.*, 2015). Em relação a mamíferos dispersores de sementes, o tamanho corporal tem sido associado com a taxa de frutos ingeridos, a consequente taxa dispersão de sementes e com a área de vida (Lindstedt *et al.*, 1986) e tempo de passagem do conteúdo gastrointestinal (Clauss *et al.*, 2007), de modo que mamíferos maiores são considerados dispersores mais importantes (Vidal *et al.*, 2013). Em relação às aves, o tamanho corporal tem sido associado principalmente com a distância de deslocamento entre fragmentos, influenciando assim o fluxo gênico entre populações (Odum e Kuenzler, 1955). Para pequenas aves, no entanto, nenhuma característica foi relacionada com maior importância para dispersão de sementes. Este grupo é caracterizado por espécies com diversas dietas (Castaño *et al.*, 2018), variando desde completamente predadoras a quase completamente frugívoras, com comportamentos, áreas de vida e padrões de deslocamento distintos (Powell *et al.*, 2015). O grupo de pequenas aves é de difícil identificação e observação, principalmente em fragmentos de mata fechada onde a visibilidade é limitada, e possuem importância considerável para a dispersão de sementes em escala local (Godínez-Alvarez *et al.*, 2020). Identificar as características que predis põe essas espécies a serem dispersores de sementes mais importantes possibilitaria reduzir o tempo e trabalho necessários para tomada de decisão para conservação (Olesen *et al.*, 2007; Mello *et al.*, 2015).

A ingestão das sementes é o primeiro passo associado à relação mutualística existente no processo de dispersão de sementes. Para ser realmente mutualística, as sementes devem ser liberadas com vida do corpo do animal, de modo que possam germinar (Lieberman e

Lieberman, 1986). A ingestão por animais é considerada como vantajosa para as sementes por três fatores: transporte das sementes; remoção de inibidores de germinação; e escarificação. O primeiro fator está relacionado com a redução da competição intra-específica que ocorre próximo à planta-mãe, local onde muitas sementes caem e, portanto, germinam, acarretando elevada taxa de mortalidade de plântulas (Vittoz e Engler, 2007; Corlet, 2009). Os dois fatores seguintes estão relacionados com a manipulação das sementes pelos animais. A polpa dos frutos, material buscado pelos animais como alimento, possui em sua composição inibidores de germinação que, se mantidos em contato com a semente, impedem o início do processo (Yagihashi et al., 2000). A escarificação é o processo de lesão ou alteração do tegumento das sementes pelos animais, seja pela mandibulação (escarificação mecânica), seja pelo desgaste químico que ocorre no interior do trato gastrointestinal (Godínez-Alvarez e Valiente-Banuet, 1998). A escarificação está relacionada com o aumento da taxa de absorção de água pelas sementes, evento que ocorre no início da germinação (Miranda et al., 2011). No entanto, os animais podem danificar as sementes ingeridas ou depositá-las em local inadequado para germinação (Fragozo, 1997; Benítez et al., 2003). A possibilidade de agentes dispersores prejudicarem as sementes dispersadas é raramente avaliada e menos comum ainda em estudos sob a perspectiva de múltiplas espécies, mesmo sendo fundamental para correta compreensão do processo.

Este trabalho teve como objetivo descrever o processo de dispersão de sementes em duas áreas no município de Juiz de Fora – MG a partir da abordagem de redes de interações (Seção 2), buscar associar as características de aves a parâmetros de redes utilizados como indicativos de sua importância para a estabilidade do processo (Seção 3) e descrever a influência da avaliação da condição das sementes após a dispersão sobre os parâmetros de redes de interações (Seção 4).

## 2 FRUGIVORIA POR AVES EM DUAS ÁREAS NEOTROPICAIS: COMPOSIÇÃO DE DIETA E ESTRUTURA DE REDE DE INTERAÇÕES

### 2.1 INTRODUÇÃO

A compreensão do funcionamento de processos ecológicos essenciais para manutenção dos ambientes naturais é cada vez mais importante para a sua conservação (Cunze et al., 2013). Nesse contexto, o conhecimento das relações entre espécies frugívoras e seus recursos alimentares se destaca, já que a frugivoria representa um passo fundamental para a dispersão de sementes e o recrutamento de novas plantas (Rey & Alcántara, 2000), influenciando a demografia (Howe, 1986), fluxo gênico (Levin & Kerster, 1974), distribuição das espécies (Silva et al., 2001) e evolução (Traveset & Rodriguez-Perez, 2008). Perturbações neste processo afetam a dinâmica de populações e de comunidades, uma vez que animais dependem das plantas como recursos, sejam estes alimentares (Johnson *et al.*, 1985; Moermond & Denslow, 1985), refúgio (Dean et al., 1999; Horák, 2017) e reprodutivos (Conner et al., 1975; Robertson & Rendell, 1990).

Entre as maneiras de se estudar a frugivoria, pode se destacar o uso de redes de interações. Essa abordagem tem sido empregada para descrever e elucidar padrões nos processos naturais (Woodward *et al.*, 2005), permitindo identificar espécies, indivíduos ou áreas fundamentais para manutenção da estabilidade natural (Zhao et al., 2019). Dados de interações ave-planta descritas em diversas áreas tem servido de banco de dados para trabalhos de modelagem computacional de comunidades naturais e utilizados na busca por padrões macroecológicos em redes de interações (Mello et al., 2015), auxiliando assim no desenvolvimento de pesquisas mais complexas, na qual a ausência de dados poderia impossibilitar a execução do trabalho. Além disso, trabalhos de descrições permitem elucidar como o ambiente está funcionando no momento de execução do estudo, servindo de base para monitoramentos de longo prazo.

Alguns aspectos estruturais que caracterizam redes mutualísticas ave-planta são o aninhamento, a modularidade e a forte assimetria nas forças de interação entre aves e plantas (García, 2016). Essas métricas referem-se a padrões não aleatórios na distribuição das interações entre pares de espécies, levando-se em conta a identidade dos parceiros (García, 2016). Modularidade e aninhamento são propriedades de rede associadas à estabilidade contra perturbações, porque um efeito negativo em um módulo tem pouco efeito em outro módulo (Tylianakis et al., 2010) ou porque reduzem a competição interespecífica e permitem a coexistência de espécies (Bastolla, et al., 2009), respectivamente. Modularidade é encontrada regularmente em redes de dispersão de sementes de ambientes tropicais, embora com valores mais baixos do que em áreas temperadas (Schleuning et al., 2014b), e pode simplesmente não ser observada em redes tropicais (Purificação et al., 2020). Em geral, redes não modulares e não aninhadas ocorrem em assembleias pobres em espécies e/ou limitadas em termos de grupos taxonômicos considerados (Sebastián-González et al., 2015). Por sua vez, a assimetria, que trata do balanço entre as forças de interação de cada par de espécies na rede (García, 2016) também é

importante para a manutenção da biodiversidade ao prover às redes robustez contra extinções de espécies (Bastolla et al., 2009; Bascompte & Jordano, 2014), mas é um atributo mais associado às diferenças na abundância das espécies interativas de uma localidade (Vázquez et al., 2007) e ao grau de isolamento de uma determinada área (Schleuning et al., 2014a).

As unidades que compõem uma rede, sejam elas indivíduos ou espécies, podem ser caracterizadas segundo diversos parâmetros com objetivo de descrever sua influência sobre as demais unidades e sobre a estrutura e estabilidade do processo em estudo. Grau, força, centralidade de intermediação e de proximidade são alguns desses parâmetros utilizados em redes ecológicas na determinação das espécies mais importantes. Esses parâmetros visam detectar espécies cuja contribuição seja considerável para o processo em estudo e cuja remoção pode gerar perda considerável em sua estabilidade. Enquanto grau e força são calculados a partir dos parceiros de interação (Dehling, 2018), os parâmetros de centralidade de intermediação e de proximidade consideram o posicionamento das espécies na rede a partir das interações indiretas (Jordán et al., 2007). Desse modo, os dois primeiros parâmetros são importantes na identificação de espécies cuja extinção pode ser acompanhada de extinções secundárias, podendo causar grandes prejuízos a estabilidade do processo (Lewinsohn & Cagnolo, 2012), enquanto os dois últimos buscam identificar as espécies cuja remoção pode causar uma ruptura na rede, dividindo-a em sub-redes não conectadas e pouco estáveis (Zhang et al., 2020).

Além disso, a existência de plasticidade alimentar elevada, juntamente com a baixa quantidade de dados referente a dietas de aves neotropicais e o avanço da degradação ambiental, torna necessário descrições de dietas de modo a subsidiar não apenas o conhecimento do estado atual da distribuição das espécies e suas interações, mas possibilitar modelagens e predições confiáveis. Desse modo, objetivou-se com este trabalho descrever a dieta de aves frugívoras de sub-bosque de duas áreas neotropicais no sudeste do Brasil no contexto de redes de interações ave-planta. Sendo as assembleias estudadas compostas por subgrupos dentro das comunidades, taxonomicamente restritas a aves de sub-bosque com conseqüente baixa riqueza e limitadas fisicamente a fragmentos de floresta em matriz urbana, esperou-se encontrar redes não modulares, não aninhadas, mas assimétricas. Além disso, o papel das aves predominantemente frugívoras foram comparadas com os de outras espécies consideradas não frugívoras, esperando encontrar para as primeiras maior centralidade e relevância no processo de dispersão de sementes.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

**2.2.1 Áreas de estudo:** O município de Juiz de Fora está localizado no sudeste do Estado de Minas Gerais 21°43'28"- 21°45'49" S e 43°16'47" - 43°19'11" O (Barros, 2008), com altitude média de 678 metros, clima subtropical úmido, com invernos secos e verões chuvosos, e pluviosidade média anual de 1536 mm (Granzinolli & Motta-Júnior, 2006). A temperatura média anual é de 20,1°C. Foram amostradas duas áreas dentro do município: Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora e a Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta.

O Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF) está situado entre as regiões norte e leste do município de Juiz de Fora, com área de 82 hectares contínuos a APA Estadual Mata do Krambeck (291 hectares). Possui vegetação caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (Silva, 2018). A Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta (ReBioPD) está situada na zona leste do município, com área de 277 hectares. A vegetação é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Secundária (Santiago et al., 2007).

**2.2.2 Amostragem das aves e composição da dieta:** As áreas foram amostradas utilizando oito a 13 redes-de-neblina dispostas em linha em trilhas e caminhos pré-existentes nas áreas. As amostragens ocorreram mensalmente nos períodos de abril a dezembro/2018 e junho/2019 a junho/2020, totalizando 70 dias de campo e 3.155,65 horas-rede (2.356,50 no JB-UFJF e 799,15 na ReBioPD). Dados coletados na ReBioPD em outros projetos (Manhães & Loures-Ribeiro, 2011; Oliveira, 2018), somando 940,35 horas-redes e 35 dias de campo foram incluídos nas análises. As redes foram abertas entre 06:20hs-07:00hs e fechadas entre 11:00hs-12:00hs dependendo da época do ano, das condições ambientais e das taxas de captura, e verificadas a cada 20 minutos.

As aves capturadas foram identificadas, anilhadas com anilhas metálicas numeradas para identificação individual, pesadas e mantidas em sacolas de pano devidamente arejadas por 20-30 minutos para obtenção de amostras fecais e regurgito não induzido, sendo soltas em seguida próximo ao local de captura. Com intuito de otimizar as amostragens de aves de sub-bosque, que predominam em capturas em ambiente de floresta, foram utilizados playbacks de algumas espécies desse estrato consumidoras de frutos pertencentes às famílias Thraupidae, Pipridae, Turdidae e Tyrannidae.

Os equipamentos de playback (2 ou 3) foram mantidos juntos às linhas de rede e as vocalizações emitidas durante todo o intervalo de capturas com redes. As amostras obtidas foram armazenadas a seco em potes plásticos identificados e levados ao laboratório, onde foram triadas sob microscópio estereoscópico 8x-45x.

As sementes obtidas foram identificadas em nível de família, gênero ou espécie. Sementes não identificadas foram tratadas como morfoespécies. A identificação se deu por comparação com coleção de sementes consideradas ornitocóricas montada a partir de exsicatas depositadas na coleção do Herbário Leopoldo Krieger (Universidade Federal de Juiz de Fora), ou obtidas de plantas coletadas nas áreas durante as amostragens e identificadas com ajuda de especialistas. A coleção baseou-se em listas de plantas encontradas nas áreas, de acordo com Fonseca e Carvalho (2012) e Neves (2013). Também foram utilizadas referências bibliográficas com imagens das sementes (Lorenzi, 1998a; Lorenzi, 1998b; Kawasaki & Pizo, 2001; Boubli & Couto-Santos, 2005; Lorenzi, 2009; Cornejo & Janovec, 2010; Moreira et al., 2010; Souza e Alves, 2010; Kuhlmann, 2018a; Kuhlmann, 2018b) e sites de internet (<https://www.discoverlife.org/>, <https://herbariovaa.org/>). Os dados de dieta das aves foram organizados em matrizes ave x planta, considerando a frequência de interações, isto é, o número de amostras de uma espécie de ave que continha pelo menos uma semente intacta da planta. Assim, em vez de matrizes binárias, foram consideradas apenas matrizes de dados ponderados, cujas propriedades são importantes

para entender a arquitetura de comunidades (Silva et al., 2016) e estão mais próximas dos efeitos totais das interações na maioria das redes (Bascompte & Jordano, 2014). A guilda das espécies de aves foi definida baseando-se nas proporções de itens alimentares presente na dieta das aves a partir dos dados descritos em Wilman et al. (2014). Foram definidas como frugívoras aves com mais de 60% da dieta composta por frutos, como insetívoras aves com mais de 60% da dieta composta por insetos e como onívoras aves cuja dieta não apresente nenhum tipo de item alimentar compondo mais de 60% da dieta.

**2.2.3 Análise de estrutura de redes:** Para análise das propriedades da rede, foi utilizado o pacote *bipartite* (Dormann et al., 2008) do software R (R Core Team, 2013). Foram obtidos os valores de aninhamento (Galeano et al., 2009), modularidade (método DormannStrauss: Dormann & Strauss, 2014) e assimetria de força (chamado apenas de assimetria daqui em diante) (Blüthgen et al., 2007). Para testar a significância do aninhamento, modularidade e assimetria, foi utilizado modelo nulo proposto por Vazques et al. (2007) comparando os dados observados contra os dados de redes aleatórias obtidas de 10000 simulações. As espécies de aves foram caracterizadas segundo os parâmetros de grau normalizado, centralidade de intermediação, centralidade de proximidade (González et al., 2010) e força (Bascompte et al., 2006), todos associados a estruturação de topologias estáveis (Dehling, 2018). Grau normalizado representa a razão entre o número de parceiros com os quais a espécie em observação interage e o número total de parceiros disponíveis para interagir (Freeman, 1977), enquanto a força representa a dependência que os parceiros têm da interação com a espécie em observação (Barrat et al., 2004). A centralidade de intermediação descreve a frequência na qual a espécie em observação aparece no menor caminho entre cada par de espécies da rede (Freeman, 1977), enquanto a centralidade de proximidade descreve a menor conexão entre a espécie em observação e todas as demais espécies da rede (Freeman, 1978). Valores baixos nos parâmetros indicam baixa importância na estruturação e estabilidade das redes, enquanto valores elevados são utilizados na identificação de espécies chave para o processo em estudo (Mello et al., 2015).

## 2.3 RESULTADOS

**2.3.1 Dieta das aves:** Foram obtidas 305 amostras fecais (141 no JB-UFJF e 164 na ReBioPD) de 279 indivíduos (123 no JB-UFJF e 156 na ReBioPD) contendo sementes nas duas áreas. As aves representaram 23 espécies (19 identificadas no JB-UFJF e 15 na ReBioPD), pertencentes a 10 famílias (8 no JB-UFJF e 6 na ReBioPD) de uma única ordem (Passeriformes). As sementes representaram 93 espécies (75 no JB-UFJF e 49 na ReBioPD) de 34 famílias e 41 morfoespécies (18 no JB-UFJF e 23 no ReBioPD) (Tabela 2.1).

A composição de espécies de aves foi semelhante entre as áreas, com 11 espécies amostradas em ambas. No entanto, as espécies com maior número de indivíduos amostrados diferiram. *Tachyphonus coronatus* (26 indivíduos) e *Mionectes rufiventris* (18 indivíduos) foram aquelas com maior número de indivíduos capturados no JB-UFJF, enquanto na ReBioPD as mais representativas foram *Chiroxiphia caudata* (31 indivíduos), *Turdus albicollis* e *Trichothraupis melanops* (24 indivíduos).

Em relação à dieta, foram encontradas sementes em amostras de aves insetívoras, onívoras e frugívoras. A guilda mais expressiva em número de espécies foi a de onívoros com 11 espécies, seguida pela de insetívoros com 10 espécies e a de frugívoros com duas espécies. Em relação às plantas, as famílias mais obtidas nas amostras foram Melastomataceae (frequência de 45 no JB-UFJF e 59 na ReBioPD) e Rubiaceae (frequência de 53 no JB-UFJF e 59 na ReBioPD).

**2.3.2 Estrutura de redes:** foram registradas 212 interações no JB-UFJF e 206 na ReBioPD. Nenhuma das redes apresentou estrutura modular, aninhada ou assimétrica ( $P > 0.05$ ). A Figura 2.1 apresenta a estrutura das redes obtidas neste trabalho. Em relação aos parâmetros descritores das espécies, em cada uma das redes um Pipridae se destacou como importante dispersor (*Chiroxiphia caudata* na ReBioPD e *Manacus manacus* no JB-UFJF) (Tabela 2.2). Cinco espécies onívoras (*M. rufiventris*, *T. coronatus*, *T. melanops*, *T. albicollis* e *T. rufiventris*) apresentaram, em pelo menos uma das redes, valores elevados dos parâmetros avaliados quando comparados as demais espécies. Espécies

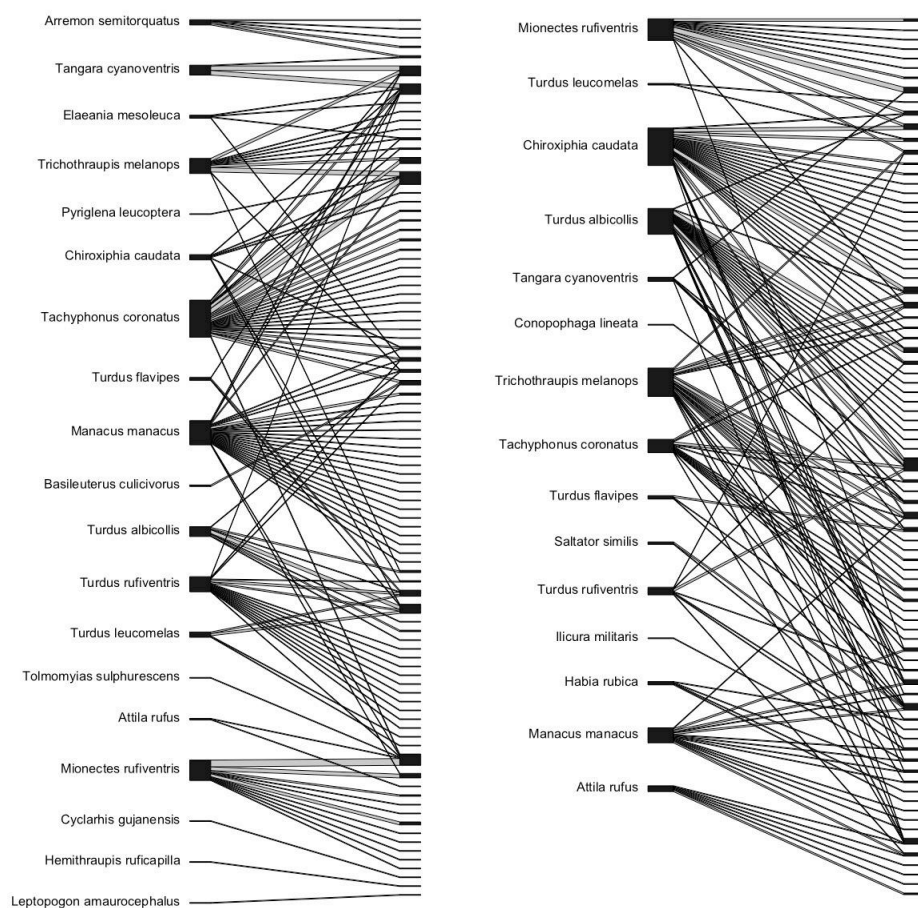


Figura 2.1 - Estrutura das redes de dispersão de sementes do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (esquerda) e Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta (direita).

de estratos vegetacionais mais altos, especialmente do sub-dossel, apresentaram valores baixos nos parâmetros avaliados, possivelmente como resultado da baixa taxa de captura, como *Ilicura militaris*

(N=1 na RebioPD), *Turdus flavipes* (N=2 no JB-UFJF e N=4 na ReBioPD) e *Hemithraupis ruficapilla* (N=1 no JB-UFJF).



Tabela 2.1 - Ocorrência de sementes em nível de família, gênero, espécie ou morfoespécies nas amostras fecais das aves no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (negrito) e Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta (itálico) – Juiz de Fora, MG

Planta	Espécies de aves																							totais	
	<i>Pl</i>	<i>Cl</i>	<i>Cc</i>	<i>Im</i>	<i>Mm</i>	<i>Mr</i>	<i>La</i>	<i>Ts</i>	<i>Em</i>	<i>Ar</i>	<i>Cg</i>	<i>Tf</i>	<i>Tl</i>	<i>Tr</i>	<i>Ta</i>	<i>As</i>	<i>Bc</i>	<i>Ha</i>	<i>Hr</i>	<i>Tc</i>	<i>Tm</i>	<i>Ss</i>	<i>Tg</i>		
<b>Annonaceae</b>																									
<i>Guatteria</i> sp									<b>1</b>																<b>1</b>
<i>Xylopia</i> sp							<b>6</b>				<b>1</b>												<i>1</i>		<b>1-7</b>
<i>Xylopia aromatica</i>								<b>1</b>																	<b>1</b>
<i>Xylopia brasiliensis</i>								<b>1</b>																	<b>1</b>
<i>Xylopia emarginata</i>																									<b>1</b>
<b>Araliaceae</b>																									
																									<b>2</b>
<i>Schefflera morototoni</i>																									<b>1</b>
<b>Arecaceae</b>																									
<i>Euterpe edulis</i>																									<b>8-1</b>
<i>Geonoma</i> sp																									<b>1</b>
<b>Asteraceae<sup>a</sup></b>																									
Asteraceae sp1																									<b>1</b>
Asteraceae sp2																									<b>1</b>
<b>Bromeliaceae</b>																									
<i>Portea petropolitana</i>																									<b>8</b>
<b>Chloranthaceae.</b>																									
																									<b>1</b>
<b>Dilleniaceae</b>																									
<i>Curatella</i> sp																									<b>2</b>
<b>Erythroxylaceae</b>																									
<i>Erythroxylum</i> sp																									<b>2-3</b>
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>																									<b>5</b>

Tabela 2.1 - Continuação

Planta	Espécies de aves																							totais
	Pl	Cl	Cc	Im	Mm	Mr	La	Ts	Em	Ar	Cg	Tf	Tl	Tr	Ta	As	Bc	Ha	Hr	Tc	Tm	Ss	Tg	
<b>Euphorbiaceae</b>										1														1
<i>Alchornea</i> sp1					1	9-1		1		1				1							2			15-1
<i>Alchornea</i> sp2					1																			1
<i>Hyeronima alchorneoides</i>															1									1
<i>Maprounea guianensis</i>			2											1	1									4
<b>Fabaceae</b>																								
<i>Mucuna</i> sp														1										1
<b>Flacourtiaceae</b>						1																		1
<b>Lauraceae</b>																								
<i>Nectandra</i> sp										1														1
<i>Nectandra oppositifolia</i>															2							1		3
<b>Loranthaceae</b>					1	5-3																		6-3
<b>Magnoliaceae</b>																								
<i>Magnolia ovata</i>						4																		4
<b>Malpighiaceae</b>																								
<i>Byrsonima</i> sp							1																	1
<b>Melastomataceae</b>																								
<i>Clidemia</i> sp					3																			3
<i>Leandra</i> sp			1-1		1																2-1			4-2
<i>Miconia</i> sp1			2		2-1																1-1	4-4		6
<i>Miconia</i> sp2																				1			1	1-1
<i>Miconia</i> sp3																			1					1
<i>Miconia budlejoides</i>			1		2										1-2							1		1-6
<i>Miconia cinnamomifolia</i>			4		1				1					1-3	5						2-3		1	5-16
<i>Miconia latecrenata</i>	1		1-1		2-2							1									7-1	6-1	2	17-8

Tabela 2.1 - Continuação

Planta	Espécies de aves																							totais	
	<i>Pl</i>	<i>Cl</i>	<i>Cc</i>	<i>Im</i>	<i>Mm</i>	<i>Mr</i>	<i>La</i>	<i>Ts</i>	<i>Em</i>	<i>Ar</i>	<i>Cg</i>	<i>Tf</i>	<i>Tl</i>	<i>Tr</i>	<i>Ta</i>	<i>As</i>	<i>Bc</i>	<i>Ha</i>	<i>Hr</i>	<i>Tc</i>	<i>Tm</i>	<i>Ss</i>	<i>Tg</i>		
<i>Miconia racemifera</i>		1																				2		1	4
<i>Miconia sellowiana</i>			1			1										1					2	3			1-7
<b>Meliaceae</b>																									
<i>Guarea</i> sp			1																						1
<b>Menispermaceae</b>																									
<i>Cissampelos</i> sp			1																						1
<b>Monimiaceae</b>																									
<i>Mollinedia</i> sp			1																						1
<b>Moraceae</b>																									
<i>Ficus</i> sp														1			2				3				6
<i>Ficus citrifolia</i>														1											1
<b>Myrtaceae</b>															1										1
<i>Myrcia</i> sp			2																						2
<i>Miyrca splendens</i>						1																			1
<b>Piperaceae</b>																									
<i>Piper aduncum</i>																					2				2
<b>Poaceae</b>																									
<i>Olyra</i> sp																						2			2
<i>Paspalum</i> sp						1																			1
Poaceae sp1																	2								2
Poaceae sp2																1									1
<b>Primulaceae</b>																									1
<i>Myrsine guianensis</i>			1																						4
<b>Rosaceae</b>						1																			1

Tabela 2.1 - Continuação

Planta	Espécies de aves																				totais			
	Pl	Cl	Cc	Im	Mm	Mr	La	Ts	Em	Ar	Cg	Tf	Tl	Tr	Ta	As	Bc	Ha	Hr	Tc		Tm	Ss	Tg
<b>Rubiaceae</b>																								
<i>Amaioua</i> sp			1-1									1	3	2	5-5									12-6
<i>Chiococca</i> sp					1																			1
<i>Cordia</i> sp															1									1
<i>Cordia concolor</i>				1	1										1									3
<i>Faramea</i> sp					1																			1
<i>Faramea</i> cf. <i>multiflora</i>																				1				1
<i>Palicourea</i> sp			2																					2
<i>Psychotria</i> sp1			1		1										1					1	1-1			4-2
<i>Psychotria</i> sp2									1											1	1-1			3-1
<i>Psychotria</i> sp3			1		1					1										1-1	2		1	1-7
<i>Psychotria</i> sp4																				1				1
<i>Psychotria sessilis</i>					1																			1
<i>Psychotria suterella</i>																				1				1
<i>Psychotria vellosiana</i>			1-5		1				1			1		1	1	1				3	2		6	14-8
<i>Rubiaceae</i> sp1																				1	2			3
<i>Rubiaceae</i> sp2					1							1												1-1
<i>Rubiaceae</i> sp3					1																1			1-1
<i>Rubiaceae</i> sp4			1																			1		2
<i>Rubiaceae</i> sp5					1														1			1		1-2
<i>Rubiaceae</i> sp6					1																1			1-1
<i>Rubiaceae</i> sp7															2						1			3
<i>Rubiaceae</i> sp8					1														1					1-1
<i>Rubiaceae</i> sp9					1																	1		2
<i>Rubiaceae</i> sp10					1														1			1		

Tabela 2.1 - Continuação

Planta	Espécies de aves																				totais					
	<i>Pl</i>	<i>Cl</i>	<i>Cc</i>	<i>Im</i>	<i>Mm</i>	<i>Mr</i>	<i>La</i>	<i>Ts</i>	<i>Em</i>	<i>Ar</i>	<i>Cg</i>	<i>Tf</i>	<i>Tl</i>	<i>Tr</i>	<i>Ta</i>	<i>As</i>	<i>Bc</i>	<i>Ha</i>	<i>Hr</i>	<i>Tc</i>		<i>Tm</i>	<i>Ss</i>	<i>Tg</i>		
<i>Rubiaceae</i> sp11			1																						1	
<i>Rubiaceae</i> sp12					1																					1
<i>Rubiaceae</i> sp13												1														1
<i>Rubiaceae</i> sp14																						1				1
<i>Rubiaceae</i> sp15															2											2
<i>Rubiaceae</i> sp16																					1					1
<i>Rubiaceae</i> sp17																					3					3
<i>Rubiaceae</i> sp18												2			1								2			5
<i>Rubiaceae</i> sp19					1																					1
<i>Rubiaceae</i> sp20					1																					1
<i>Rubiaceae</i> sp21					1																					1
<b>Rutaceae</b>																										
<i>Zanthoxylum</i> sp					2	1																1				4
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>																							1			1
<b>Salicaceae</b>																										
<i>Casearia sylvestris</i>						2								1							1	1-2				2-5
<b>Sapindaceae</b>										2																2
<i>Matayba</i> sp						2																				2
<i>Paullinia trigonia</i>					1									1	1											3
<b>Siparunaceae</b>																										
<i>Siparuna guianensis</i>			4			3							1													1-7
<b>Solanaceae</b>																	1									1
<i>Cestrum</i> sp					1																					1

Tabela 2.1 - Continuação

Planta	Espécies de aves																				totais				
	Pl	Cl	Cc	Im	Mm	Mr	La	Ts	Em	Ar	Cg	Tf	Tl	Tr	Ta	As	Bc	Ha	Hr	Tc		Tm	Ss	Tg	
<i>Solanum</i> sp1																	2							1	3
<i>Solanum</i> sp2						1																			1
<i>Solanum</i> sp3																					1				1
<b>Urticaceae</b>																									
<i>Cecropia pachystachya</i>					1																				1
<i>Urera baccifera</i>																					2				2
<b>Vitaceae</b>																					1				1
<b>Zingiberaceae</b>																									
<i>Hedychium coccineum</i>						1																			1
<b>Frutos não identificados</b>																									
Morfoespécie 1											1														1
Morfoespécie 2					1																				1
Morfoespécie 3					1																				1
Morfoespécie 4																						1			1
Morfoespécie 5														1											1
Morfoespécie 6														1											1
Morfoespécie 7														1											1
Morfoespécie 8					1																				1
Morfoespécie 9																					2				2
Morfoespécie 10																					1				1
Morfoespécie 11														1											1
Morfoespécie 12					1																				1
Morfoespécie 13														1											1
Morfoespécie 14														1											1
Morfoespécie 15																					1				1

Tabela 2.1 - Continuação

Planta	Espécies de aves																							totais	
	<i>Pl</i>	<i>Cl</i>	<i>Cc</i>	<i>Im</i>	<i>Mm</i>	<i>Mr</i>	<i>La</i>	<i>Ts</i>	<i>Em</i>	<i>Ar</i>	<i>Cg</i>	<i>Tf</i>	<i>Tl</i>	<i>Tr</i>	<i>Ta</i>	<i>As</i>	<i>Bc</i>	<i>Ha</i>	<i>Hr</i>	<i>Tc</i>	<i>Tm</i>	<i>Ss</i>	<i>Tg</i>		
Morfoespécie 16																					1				1
Morfoespécie 17						1																			1
Morfoespécie 18						1																			1
Morfoespécie 19																						1			1
Morfoespécie 20			1																						1
Morfoespécie 21						1																			1
Morfoespécie 22			1																						1
Morfoespécie 23																							1		1
Morfoespécie 24			1																						1
Morfoespécie 25														1											1
Morfoespécie 26										1															1
Morfoespécie 27																					1				1
Morfoespécie 28						1																			1
Morfoespécie 29																							1		1
Morfoespécie 30															1										1
Morfoespécie 31			1																						1
Morfoespécie 32															1										1
Morfoespécie 33			1																						1
Morfoespécie 34						1																			1
Morfoespécie 35															1										1
Morfoespécie 36					1																				1
Morfoespécie 37															1										1
Morfoespécie 38			1																						1
Morfoespécie 39			1																						1

Tabela 2.1 - Continuação

Planta	Espécies de aves																				totais				
	Pl	Cl	Cc	Im	Mm	Mr	La	Ts	Em	Ar	Cg	Tf	Tl	Tr	Ta	As	Bc	Ha	Hr	Tc		Tm	Ss	Tg	
Morfoespécie 40																					1			1	
Morfoespécie 41															1										1
Morfoespécie 42													1	1											2
Totais JD Botânico	1		7		32	27	1	1	4	2	1	4	7	20	13	7	2		1	49	20		13	212	
Totais Poço D'Anta		1	45	1	18	26				7		4	2	9	31			4		16	34	3	5	206	

Pl: *Pyriglena leucoptera*; Cl: *Conopophaga lineata*; Cc: *Chiroxiphia caudata*; Im: *Ilicura militaris*; Mm: *Manacus manacus*; Mr: *Mionectes rufiventris*; La: *Leptopogon amaurocephalus*; Ts: *Tolmomyias sulphurescens*; Em: *Elaenia mesoleuca*; Ar: *Attila rufus*; Cg: *Cyclarhis gujanensis*; Tf: *Turdus flavipes*; Tl: *Turdus leucomelas*; Tr: *Turdus rufiventris*; ; Ta: *Turdus albicollis*; As: *Arremon semitorquatus*; Bc: *Basileuterus culicivorus*; Ha: *Habia rubica*; Hr: *Hemithraupis ruficapilla*; Tc: *Tachyphonus coronatus*; Tm: *Trichothraupis melanops*; Ss: *Saltator similis*; Tg: *Tangara cyanoventris*.



Tabela 2.2 - Parâmetros de rede das espécies de aves amostradas no Jardim Botânico da UFJF e na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta. G=Grau; F=Força; CI=Centralidade de intermediação; CP=Centralidade de proximidade.

Espécie	Jardim Botânico				Poço D'Anta			
	G	F	CI	CP	G	F	CI	CP
<i>Pyriglena leucoptera</i>	1	0.059	0.000	0.056				
<i>Conopophaga lineata</i>					1	0.250	0.000	0.048
<i>Chiroxiphia caudata</i>	7	3.892	0.054	0.067	29	18.428	0.310	0.082
<i>Ilicura militaris</i>					1	0.333	0.000	0.048
<i>Manacus manacus</i>	28	21.532	0.138	0.077	13	6.092	0.197	0.082
<i>Mionectes rufiventris</i>	11	10.433	0.000	0.058	13	9.679	0.000	0.066
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	1	1.000	0.000	0.000				
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	1	0.067	0.000	0.058				
<i>Elaenia mesoleuca</i>	4	1.610	0.004	0.062				
<i>Attila rufus</i>	2	1.067	0.000	0.058	6	4.393	0.000	0.063
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	1.000	0.000	0.000				
<i>Turdus flavipes</i>	3	0.410	0.055	0.068	2	0.236	0.008	0.066
<i>Turdus leucomelas</i>	4	2.500	0.000	0.056	2	1.250	0.000	0.045
<i>Turdus rufiventris</i>	17	11.552	0.283	0.080	7	2.721	0.006	0.069
<i>Turdus albicollis</i>	7	4.708	0.011	0.058	19	12.369	0.117	0.076
<i>Arremon semitorquatus</i>	5	4.667	0.000	0.040				
<i>Basileuterus culicivorus</i>	1	0.333	0.000	0.050				
<i>Habia rubica</i>					2	1.148	0.000	0.063
<i>Hemithraupis ruficapilla</i>	1	1.000	0.000	0.000				
<i>Tachyphonus coronatus</i>	28	21.211	0.222	0.080	9	3.551	0.065	0.079
<i>Trichothraupis melanops</i>	10	5.702	0.047	0.065	16	8.702	0.206	0.082
<i>Saltator similis</i>					2	1.250	0.000	0.060
<i>Tangara cyanoventris</i>	3	1.256	0.186	0.065	5	1.598	0.091	0.072

## 2.4 DISCUSSÃO

**2.4.1 Dieta de aves:** Os resultados encontrados registram amostras fecais de aves insetívoras com sementes, embora em baixa frequência. Interações entre aves insetívoras e frutos podem ser resultado de ingestão acidental enquanto forrageia (Manhães et al., 2010) ou aproveitamento da alta oferta de frutos (Howe & De Steven, 1979).

Espécies onívoras, como *Chiroxiphia caudata*, *Mionectes rufiventris*, *Tachyphonus coronatus*, *Trichothraupis melanops*, *Turdus rufiventris* e *Turdus albicollis*, são consideradas importantes dispersores de sementes pela composição química das fezes (Traveset et al., 2001) e menor número de sementes por amostra fecal, reduzindo a competição durante a germinação e a atração de predadores de sementes (Bermejo et al., 1998). Todas as espécies citadas acima apresentam grande número de invertebrados em sua dieta (Durães & Marini, 2005; Manhães et al., 2010), fornecendo compostos nitrogenados para as sementes e aumentando a taxa de sobrevivência durante a germinação. Além disso, a possibilidade de suprir necessidades nutricionais a partir de outras categorias alimentares pode oferecer menores restrições na escolha de frutos por parte dessas espécies, podendo explorar a abundância de carboidratos e lipídeos dos frutos e proteína de fonte animal. Por outro lado, Pratt e Stiles (1983) sugeriram que espécies onívoras tenham a necessidade de buscar outros itens alimentares por não apresentarem adaptações digestivas para se sustentar em dieta composta só de frutos. Embora estes autores não tenham apresentado os mecanismos adaptativos ausentes nessa guilda, pode-se ressaltar o apontado por Izhaki e Safriel (1989), como elevada absorção de nutrientes de frutos e facilidade na desintoxicação dos mesmos.

Frutos apresentam metabólitos secundários em baixas concentrações que, ao serem consumidos em quantidade suficiente, podem intoxicar animais, alterando a taxa de absorção dos nutrientes disponíveis. Desse modo, os animais devem buscar outros alimentos de modo a evitar ingerir metabólitos secundários em quantidade elevada o suficiente para se intoxicar (Cipollini & Levey, 1997a). Segundo Cipollini e Levey (1997b), a presença desses metabólitos pode limitar o consumo de uma mesma espécie de fruto por animais, forçando-os a buscar outros itens alimentares e aumentando as chances de as sementes serem dispersadas para longe da planta-mãe e as chances de sobrevivência das plântulas.

Espécies predominantemente frugívoras foram raras entre as amostradas, podendo ser representadas por duas espécies: *Manacus manacus* e *Turdus flavipes*. No geral, sementes dispersadas por animais frugívoros apresentam taxas de germinação semelhantes a dispersadas por outras guildas (Krefting & Roe, 1949; Barnea et al., 1991). A taxa de ingestão de frutos, por outro lado, realmente é mais elevada nessa guilda e pode representar a maior vantagem deste grupo sobre outras guildas na importância para este processo. De acordo com Pratt e Stiles (1983), aves frugívoras devem contribuir para maior remoção de frutos e sementes da planta-mãe, mas como podem despende mais tempo em uma única planta, devem deixar muitas sementes sob a planta adulta, o que desfavorece a germinação devido à elevada competição e atração a predadores de sementes. Howe (1979) avaliou outros cenários

e propôs que o risco de predação força as espécies a limitarem sua estadia em árvores frutificando, uma vez que a atividade de frugívoros nessas árvores pode atrair predadores, embora Wheelwright (1991) indique nunca ter observado uma tentativa de predação a aves que estejam se alimentando em árvores de Lauraceae, sugerindo que a predação não é um risco tão expressivo. Este último autor, no entanto, encontrou maior tempo de permanência em árvores frutificando por *Aulacorhynchus prasinus* (Ramphastidae), maior espécie por ele observada e, conseqüentemente, aquela com menor risco de predação.

Resultados de Howe e Primack (1975) apontaram que aves frugívoras menores, ao consumirem frutos, se deslocam para árvores sem frutos para usar de poleiro, de modo que as sementes são depositadas longe da planta-mãe. De todo modo, a elevada taxa de ingestão por essa guilda e a possibilidade de ingerir muitos frutos de uma mesma espécie acarretam a deposição agrupada das sementes. Embora os impactos desse agrupamento não tenham sido avaliados neste trabalho, Wilson e Gende (2004) apontam para conseqüências negativas devido a competição intraespecífica durante o desenvolvimento da planta.

No processo de dispersão de sementes é comum identificar relações de coevolução difusa (Herrera, 1982), na qual as características selecionadas tendem a possibilitar interações com grande número de outras espécies. A seleção por características restritivas no processo está usualmente associada a situações em que o tamanho de sementes restringe a ingestão dos frutos por dispersores (Herrera, 1985). As espécies amostradas neste trabalho apresentam porte pequeno, impossibilitando o consumo de frutos com sementes grandes. Frutos de tamanho pequeno, por sua vez, permitem a ingestão por grande diversidade de dispersores. As famílias mais representadas nas amostras foram Rubiaceae e Melastomataceae, sendo caracterizadas por frutos e sementes pequenos e ornitocóricos (Eriksson & Bremer, 1991). Por outro lado, frutos com sementes grandes, como de Lauraceae e Arecaceae, limitam os dispersores disponíveis. Nos dados aqui descritos, apenas espécies de *Turdus*, maiores aves amostradas, dispersaram sementes desta família.

A dispersão de sementes para áreas abertas é fundamental para restauração de florestas secundárias (Charles-Dominique, 1986), possibilitando o desenvolvimento de estágios seguintes na sucessão ecológica. Entre as espécies de Melastomataceae encontram-se muitas pioneiras (Baider et al., 1999). A presença de sementes dessa família em amostras de grande número de espécies (11 espécies do JB-UFJF e 12 espécies na ReBioPD) indica sua importância na manutenção dos ambientes naturais. Diferentes dispersores depositam as sementes em diferentes padrões pelo habitat devido aos padrões de movimentação de cada espécie (Westcott & Graham, 2000). Sendo assim, do ponto de vista de plantas pioneiras, apresentar grande diversidade de dispersores possibilita ser depositada em diferentes locais (Nathan & Muller-Landau, 2000), aumentando as chances de serem depositadas em locais adequados, como clareiras ou áreas abertas (Harper, 1977).

**2.4.2 Estrutura das redes:** Ambas as redes não apresentaram modularidade, aninhamento ou assimetria, características cujas presenças estão associadas a topologias estáveis ao longo do tempo

(May, 1972; Fortuna & Bascompte 2006). De modo geral, esses resultados sugerem que, de maneira isolada, as redes de dispersão de sementes por aves do sub-bosque estudadas podem não ser tão estáveis quanto aquelas que incluem mais espécies e outros táxons e que não são limitadas ao sub-bosque, já que pelo menos a modularidade tende a não ocorrer em sub-redes limitadas espacial e taxonomicamente (Donatti et al, 2015).

A existência de espécies onívoras com parâmetros iguais ou superiores às espécies frugívoras, no entanto, foi inesperada. O fato de ambas as espécies buscarem alimentos de forma semelhante pode ser responsável por essa semelhança (Moermond, 1985). Segundo os parâmetros avaliados neste trabalho, ambas as guildas apresentam semelhanças no grau de importância para estruturação da topologia das redes. Segundo Heleno et al. (2012), o desenvolvimento de parâmetros para análises de rede consideram as espécies como entidades de mesmo peso, ignorando as diferenças ecológicas e biológicas envolvidas. Segundo Beissinger e Osborne (1982), espécies onívoras apresentam maior resistência a urbanização e fragmentação de habitat, podendo atuar na recuperação de áreas e expansão da cobertura vegetal. Como exemplo entre os dados descritos neste trabalho podemos comparar a importância das espécies do gênero *Turdus* para o processo de dispersão de sementes. A partir de um ponto de vista baseado apenas nos parâmetros das redes, *Turdus albicollis* se destaca na rede da ReBioPD, enquanto *Turdus rufiventris* se destaca na rede do JB-UFJF. No entanto, *T. albicollis* ocupa predominantemente áreas florestais, enquanto *T. rufiventris*, assim como *T. leucomelas*, é encontrado rotineiramente em áreas urbanizadas próximos a pequenos parques ou áreas arborizadas (Gasperin & Pizo, 2009). O fato de percorrerem áreas abertas e urbanizadas faz com que estas duas últimas espécies sejam mais importantes para recuperação de áreas degradadas quando comparadas com *T. albicollis*.

Este trabalho objetivou descrever o processo de dispersão de sementes segundo suas propriedades de rede, sendo o primeiro a ser realizado com essa abordagem nas áreas amostradas. De modo geral, a guilda onívora foi a mais expressiva em número de espécies e, juntamente com a guilda frugívora, a mais importante nos parâmetros avaliados. Embora o período amostrado tenha sido extenso, muitas espécies botânicas foram amostradas uma única vez, fazendo necessário manter a amostragem por períodos mais longos em trabalhos futuros a fim de avaliar suas importâncias relativas na dieta das aves e a consequente importância das aves para dispersão dessas sementes.

### **3 O PAPEL DOS ATRIBUTOS MORFOFUNCIONAIS E DO PERFIL TAXONÔMICO DE AVES FRUGÍVORAS DE SUB-BOSQUE EM REDES DE INTERAÇÕES MUTUALÍSTICAS AVE-PLANTA**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

A identificação das espécies mais importantes para a manutenção dos ambientes naturais é uma questão central em ecologia (Cottee-Jones e Whittaker 2012). Diversos termos foram criados e utilizados para definir a importância relativa de espécies para biodiversidade local, como espécie-chave (Paine, 1966; 1969), espécie-engenheira (Duncan, 2003, O’Briain et al., 2017; Tambling et al., 2013) e predador-chave (Fauth e Resetarits, 1991; McClanahan, 2000). No entanto, esses termos não são acompanhados por metodologias específicas para sua avaliação, gerando diversas publicações de difícil comparação. Avaliar a importância das espécies em um contexto de múltiplas espécies é algo difícil (Mello et al., 2015) porém essencial para correta compreensão dos processos ecológicos (Hagen et al., 2012; Bascompte e Jordano, 2014).

A aplicação da teoria de redes permite contornar essa dificuldade, possibilitando analisar processos ecológicos complexos. Nessa teoria, redes são representações gráficas de processos nas quais os nós representam unidades e as conexões representam interações ou trocas de informações entre essas unidades (García, 2016). Na ecologia, as unidades podem representar indivíduos, espécies ou mesmo áreas. Essa abordagem permite descrever os processos segundo diversos parâmetros, os quais buscam elucidar tendências de estabilidade, características do processo e unidades mais importantes em sua manutenção. De modo geral, parâmetros como grau, força e centralidade descrevem a contribuição das unidades para a organização da estrutura e estabilidade da rede (Tylianakis et al., 2010), sendo as unidades com valores mais elevados consideradas mais importantes por controlarem as taxas e direções dos processos ecológicos (Power et al., 1996; Olesen et al., 2007), podendo ser consideradas espécies chaves para manutenção dos processos (Mello et al., 2015).

Embora apresente diversas vantagens para estudos ecológicos, esta abordagem necessita de processo de amostragem expressivo, uma vez que se baseia na descrição de todo processo, o que pode ser difícil (Fragoso, 1997; Jordano et al., 2007; Pigot et al., 2016), demorado e custoso em muitos ambientes (Blüthgen et al., 2008; Costa et al., 2016). Objetivando facilitar a identificação dos membros mais importantes para os processos ecológicos, pesquisas têm sido realizadas buscando identificar características das espécies que as favoreçam a apresentar parâmetros de rede elevados (Bascompte e Jordano, 2013; Mello et al., 2015). Identificar essas características permitiria prever a importância das espécies a partir de uma simples lista de

riqueza de espécies e conhecimentos básicos sobre sua morfologia e história de vida, tornando a tomada de decisões mais rápida.

Diversas características de história de vida, morfologia e comportamento das espécies podem influenciar sua importância para estabilidade dos processos naturais. Área de vida e tamanho corporal se relacionam em diversos grupos animais (Juanes, 1986; Lindstedt et al. 1986; Cumming et al. 2003; Perry e Garland, 2002). Para o processo de dispersão de sementes, área de vida se relaciona com os padrões de deposição de sementes (Westcott e Graham, 2000; Wehncke et al., 2003; Holbroock, 2010), influenciando assim a distribuição das espécies botânicas (Pizo e Simão, 2001). Tamanho corporal se relaciona ainda com o tamanho dos frutos consumidos (Moermond e Denslow, 1985), taxa de consumo de frutos (Shiple et al. 1994; Nakagawa, 2009), necessidades metabólicas (Kendeigh, 1970) e risco de predação (Gotmark e Post, 1996). A largura de bico se correlaciona em algum grau com tamanho corporal e atua como limitante para a ingestão de frutos (Martin, 1985; Gonzáles-Varo e Traveset, 2016). Características comportamentais relacionados a obtenção de frutos, manipulação dos frutos obtidos, área de forrageio e especialização da dieta influenciam o processo de busca por alimento (Krebs *et al.*, 1974), a taxa de ingestão (Snow, 1977) e o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal (Herrera, 1981).

Entre os Passeriformes, as famílias Pipridae, Thraupidae e Turdidae são consideradas as mais importantes dispersoras na Região Neotropical pela elevada taxa de consumo de frutos e abundância das espécies (Loiselle et al., 1999; Cestari et al., 2013; Messeder et al., 2020; Michel et al., 2020), embora essa consideração seja baseada em descrições de dieta como indicativo de dispersão de sementes. Poucos estudos buscaram descrever a importância de grupos filogeneticamente relacionados de uma perspectiva de múltiplas espécies. Para dispersão de sementes, Schleuning et al. (2014) encontraram pequena influência da filogenia sobre a importância das espécies, enquanto os resultados de Mello et al. (2015) indiquem que, para alguns grupos, a filogenia pode ser importante.

Neste trabalho analisamos 14 redes de dispersão de sementes por aves da região neotropical com objetivo de identificar se as características selecionadas determinam a importância das espécies para o processo de dispersão de sementes. Para isso, foi utilizado a teoria de redes de interações e alguns de seus parâmetros para descrever a importância de cada espécie. Os parâmetros foram selecionados devido às suas relações com a estruturação de redes estáveis, sendo, desse modo, úteis na determinação da importância das espécies na manutenção do processo em estudo. Para caracterizar as aves foram reunidas informações acerca da dependência por frutos na dieta, massa corporal, largura de bico, comportamento de obtenção

e manipulação dos frutos e estrato de forrageio, todas influentes no comportamento de forrageio das espécies. Esperou-se que aves com maior parte da dieta composta por frutos, com comportamento de engolir frutos inteiros, com maiores valores de massa e de largura de bico e com maior amplitude de estrato de forrageio apresentassem maior importância para a dispersão de sementes. Além disso, foi testada a hipótese de que a importância para o processo de dispersão de sementes é derivado do grupo taxonômico a nível de família, esperando encontrar espécies das famílias Pipridae, Thraupidae e Turdidae como as mais importantes, importância essa indicada pelos valores mais elevados dos parâmetros de rede selecionados.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2.1 Conjunto de dados

Foram utilizadas 13 redes neotropicais de dispersão de sementes (Apêndice A). Estas redes foram selecionadas por utilizarem captura por rede de neblina no sub-bosque, amostragem das interações exclusivamente por amostras fecais e regurgitos espontâneos e por representarem seus dados de maneira quantitativa. Os dados foram organizados em matrizes ave-planta representando a frequência de interações, ou seja, o número de amostras de uma espécie de ave que possuía ao menos uma semente de uma espécie de planta.

#### 3.2.2 Caracterização das espécies

As aves foram caracterizadas segundo sua família, largura de bico, massa corporal, estrato de forrageio, modo de obtenção dos frutos, técnica de manuseio do recurso alimentar, especialização da dieta por frutos e rede de origem. As informações para os dados de estrato de forrageio e especialização da dieta por frutos seguiram as proporções descritas em Wilman et al. (2014) e as informações de modo de obtenção dos frutos e técnica de manuseio do recurso alimentar foram baseadas nos dados obtidos na revisão de Pizo et al. (2019). O estrato de forrageio se refere ao número de estratos vegetacionais de ambiente de floresta utilizados para o forrageio. Para isso, o espaço vertical foi dividido em cinco categorias (solo, sub-bosque, bosque, dossel e aéreo) e as espécies foram caracterizadas segundo a quantidade de estratos diferentes utilizados (Wilman et al., 2014). Pressupõe-se que aves com forrageio em diferentes estratos podem encontrar e ingerir maior diversidade de frutos. Modo de obtenção de fruto se refere ao comportamento associado com a remoção dos frutos da planta-mãe. O modo de obtenção do fruto foi dividido em cinco variáveis referentes a proporção de uso de cada modo pelas aves, sendo elas captura em voo contínuo, captura em voo pairado, pousada sem alongamento de corpo, pousada com alongamento de corpo e pendurada de cabeça para baixo (Pizo et al., 2019). A técnica de manuseio do recurso alimentar se refere a proporção em cada

uma das categorias de manipulação realizadas pelas aves, sendo elas engolir frutos, mandibular frutos ou bicar frutos. Para a especialização da dieta por frutos, foi utilizada a proporção da dieta composta por frutos descrita em Wilman et al. (2014). Os valores de massa corporal e largura de bico foram obtidos pelo cálculo das médias dos valores obtidos em Hasui et al. (2018), Montoya et al. (2018) e Ricklefs (2020). Pelo fato de o processo de dispersão de sementes ser pouco específico, sendo estruturado a partir da composição de espécies de cada área, os dados foram caracterizados segundo a rede de onde foram obtidos. Espécies que foram amostradas em mais de uma área foram representadas mais de uma vez na planilha de dados para a estatística. Desse modo, cada linha da planilha de dados representa cada espécie de cada rede, chamadas aqui em diante de espécies-rede.

### 3.2.3 Estatística

Para análise das propriedades da rede, foi utilizado o pacote *bipartite* (Dormann et al., 2008) do software R (R Core Team, 2013). Foram usados os parâmetros de grau normalizado, centralidade de intermediação, centralidade de proximidade (Martín-González et al., 2010) e força da espécie (Bascompte et al., 2006), devido a influência desses parâmetros na estruturação das redes (Dehling, 2018). Grau normalizado representa a razão entre o número de parceiros de interações e o número de parceiros disponíveis. Força da espécie representa a somatória das dependências que as demais espécies da rede possuem de interagir com a espécie em foco. Centralidade de intermediação representa a frequência em que a espécie em foco aparece no menor caminho entre cada par de espécies da rede. Centralidade de proximidade representa a somatória da menor distância entre a espécie em foco e cada uma das demais espécies da rede. Esses parâmetros descrevem diferentes propriedades das espécies na estruturação das redes. Grau normalizado e força da espécie caracterizam a importância das espécies com base apenas nas interações diretas, referenciando assim a importância das espécies para a manutenção de seus parceiros diretos de interação, enquanto os parâmetros de centralidade de intermediação e proximidade avaliam a importância da espécie considerando interações indiretas, de modo a referenciar a influência das espécies em processos ao nível de toda a rede (Jordán et al., 2007).

Foi utilizado o pacote *stats* do software R (R Core Team, 2013) para realização do teste de colinearidade para avaliar a existência de correlação entre variáveis explanatórias, com intuito de realizar melhor ajuste no modelo, tendo sido encontrada correlação entre as proporções dos modos de captura de frutos e das técnicas de manipulação dos frutos ( $P < 0,05$ ), de modo que foi mantida apenas uma proporção para cada característica (proporção do comportamento de alcançar frutos alongando o corpo e proporção de consumo engolindo frutos



inteiros). Para relacionar as características das aves com os parâmetros de rede, foi utilizado o modelo linear generalizado misto (GLMM) do pacote *MCMCglmm* (Jarrod, 2010) do software R, utilizando um milhão de iterações. O número de iterações elevado é necessário para produzir a correta mistura dos dados pelas cadeias de markov, de modo que cada amostragem subsequente não seja dependente da amostragem anterior. Após testes subsequentes, este número de iterações se mostrou adequado para o conjunto de dados utilizados. Este pacote retorna como resultado dois valores de interesse para análise: valor de P e 95% da distribuição posterior. O valor de P e a distribuição posterior se referem ao efeito de cada variável explanatória sobre a variável dependente avaliada. A distribuição posterior indica o potencial efeito da variável explanatória sobre a variável resposta, enquanto o valor de P indica a probabilidade da distribuição posterior ser devida ao acaso. Para o efeito de uma variável ser considerado significativo deve apresentar amostra efetiva próxima do tamanho de amostra do modelo, valor de P menor que 0,05 e distribuição posterior que não abranja o valor zero. Distribuição posterior abrangendo o valor zero, isto é, com limite inferior negativo e limite superior positivo, sugere a possibilidade do efeito da variável explanatória sobre a resposta ser nulo e, por isso, considerado não significativo. Foram executados quatro GLMMs, cada um tendo um parâmetro de rede como variável resposta. Todos os quatro GLMMs tiveram como fator aleatório a rede de origem e como fatores fixos o valor de massa corporal, largura de bico, proporção de frutos ingeridos inteiros, proporção de frutos capturados pousados alongando o corpo, proporção da dieta composta por frutos e amplitude de estratos utilizados para forrageio.

Para avaliar se os parâmetros escolhidos (variáveis dependentes) são atributos derivados de seus agrupamentos taxonômicos em nível de família (variável independente), foi realizado comparação de amostras multivariadas não paramétricas pelo pacote *npmv* (Woodrow et al., 2017) do software R. Este pacote é apontado por seus autores como uma opção não paramétrica ao teste de MANOVA. Esse pacote requer ao menos duas entradas de dados para cada fator da variável independente, de modo que famílias com apenas uma espécie-rede foram removidas. Além do resultado da estatística  $F$  e valor de  $p$ , este pacote retorna tabela com os valores dos efeitos relativos da variável independente sobre as variáveis dependentes. Ao se sortear uma espécie de uma família e uma espécie dentre todo conjunto de dados, o efeito relativo representa a probabilidade de a espécie da família apresentar valores de parâmetros mais elevados que a espécie sorteada a partir de todo conjunto de dados.

### 3.3 RESULTADOS

As 13 redes obtidas tiveram uma média de  $59,85 \pm 32,05$  espécies de plantas e animais ( $13,92 \pm 4,54$  espécies de animais e  $45,62 \pm 29,80$  espécies de plantas), média de  $284,15 \pm 193,45$  interações por rede, com um total de 103 espécies de aves pertencentes a 22 famílias e 8 ordens, totalizando um conjunto de 181 espécies-rede.

Famílias para as quais os dados de modo de obtenção dos frutos e técnica de manuseio do recurso alimentar estiveram ausentes foram removidas. Com isso, as famílias Conopophagidae, Cuculidae, Furnariidae, Passerellidae e Trochilidae foram removidas, removendo com isso nove espécies-rede. Entre os dados restantes, 21 foram removidos pela falta de informação sobre tamanho de bico e/ou massa corporal, restando um total de 151 espécies-rede. Daqui em diante, os valores se referem ao conjunto de dados após as remoções citadas acima. A ordem Passeriformes foi a predominante no trabalho (149 espécies-rede). As demais quatro ordens (Columbiformes, Coraciiformes, Piciformes e Trogoniformes) foram representados por apenas uma espécie-rede. Entre as famílias, Thraupidae, Turdidae, Tyrannidae e Pipridae foram as mais amostradas (respectivamente 36, 32, 27 e 19 espécies-rede), enquanto as demais 13 famílias tiveram menos de 10 representantes.

A massa corporal das aves variou de oito gramas (*Certhidea fusca*) a 177,72 gramas (*Leptotila rufaxila*), com média de  $32,06 \pm 23,47$  e mediana de 24,9. A largura de bico variou de 3,70 mm (*Geothlypis formosa*) a 17,90 mm (*Trogon rufus*), com média de  $8,46 \pm 2,17$  mm e mediana de 8,6 mm. As aves utilizaram de um a cinco estratos para forrageio, com média e mediana igual a dois estratos. Apenas 14 espécies utilizaram quatro ou cinco estratos para o forrageio.

Em relação ao modo de obtenção dos frutos, 50 espécies apresentaram mais de 50% da captura pousado sem alongar o corpo e 18 espécies-rede apresentaram mais de 50% da captura em pousado alongando o corpo. Em relação à técnica de manipulação dos frutos, 54 espécies apresentaram mais de 50% do forrageio com comportamento de engolir frutos inteiros, 35 espécies com 50% do forrageio realizado com mandibulação dos frutos e 9 espécies com mais de 50% do forrageio composto de bicar frutos. Em relação à especialização da dieta por frutos, 32 espécies-rede apresentaram 50% ou mais da dieta composta por frutos e 56 espécies apresentaram 30% ou menos da dieta composta por frutos.

Os resultados dos GLMMs mostraram que dependência de frutos na dieta e o comportamento de engolir frutos sem mandibulação foram os principais fatores para explicar a variação nos parâmetros de rede. Grau normalizado, força da espécie e centralidade de proximidade estiveram diretamente relacionados a dependência por frutos na dieta (todos  $p < 0,05$ ), grau normalizado e centralidade de proximidade ao comportamento de engolir frutos

sem mandibulação ( $p < 0,05$ ), ao passo que centralidade de intermediação não teve relação com nenhuma das variáveis explanatórias ( $p > 0,05$ ) (tabela 3.1).

Para realização da comparação de amostras multivariadas não paramétrica foram removidas as famílias Columbidae, Momotidae, Picidae e Trogonidae por apresentarem apenas uma espécie-rede. Esta análise apresentou resultado significativo [ $F(12, 185,4044) = 4,669$ ;  $P < 0.05$ ], indicando diferença nos parâmetros avaliados entre as famílias de aves. Os efeitos relativos das famílias sobre os parâmetros estão descritos na Tabela 3.2. Os valores das famílias consideradas importantes dispersoras, como Pipridae, Thraupidae e Turdidae foram elevados, enquanto famílias consideradas insetívoras e granívoras, como Thamnophilidae e Cardinalidae, apresentaram valores baixos.

Tabela 3.1 – Distribuição posterior da relação entre aspectos morfofuncionais e parâmetros de rede resultantes dos modelos lineares generalizados mistos.

	Grau Normalizado		Força da espécie		Centralidade de intermediação		Centralidade de proximidade	
Massa corporal	-0,00173	- 0,00939	-0,01838	- 0,01125	-0,00227	- -0,00079	-0,00063	- 0,00031
Largura de bico	-0,01624	- 0,00752	-0,21795	- 0,03127	-0,00807	- 0,01722	-0,00270	- 0,00547
Estrato de forrageio	-0,01980	- 0,03175	-0,34800	- 0,19316	-0,03219	- 0,02294	-0,00324	- 0,01442
Ingestão de frutos inteiros	0,03632	- 0,19789**	-0,00613	- 1,73842	-0,04931	- 0,13275	0,00304	- 0,05940*
Obtenção de frutos alongando o corpo	-0,07205	- 0,25383	-1,41062	- 2,21076	-0,16574	- 0,20863	-0,07495	- 0,03976
Dependência por frutos	0,15225	- 0,36317***	0,48632	- 2,75098***	-0,02763	- 0,19453	0,00347	- 0,08086*

\* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001

Tabela 3.2 – Efeitos relativos da família das aves sobre os parâmetros de rede avaliados

Família	Efeitos relativos
Cardinalidae	0,348
Emberizidae	0,367
Fringilidae	0,675
Icteridae	0,395
Mimidae	0,636
Parulidae	0,419
Pipridae	0,738
Thamnophilidae	0,266
Thraupidae	0,592
Tityridae	0,543
Turdidae	0,625
Tyrannidae	0,515
Vireonidae	0,381

### 3.4 DISCUSSÃO

Trabalhos utilizando redes de interações buscam identificar padrões gerais nos processos e, devido a isso, utilizam de todos os dados disponíveis, muitas vezes unindo dados de áreas muito distintas, com amostragens diferentes (Schleuning et al., 2014; Sebastián-González et al., 2015; Escribano-Avila et al., 2018). Segundo Wheelwright et al. (1984), diferentes metodologias de amostragem de dieta de aves apresentam predisposições a subestimarem diferentes eventos de interações, o que poderia acrescentar variações indesejadas nos nossos resultados. Foi escolhido utilizar dados de amostras fecais pelo fato desta amostragem representar o processo de dispersão de sementes de forma consistente, uma vez que resulta na amostragem das sementes carregadas para longe da planta mãe via ingestão.

Os resultados apresentados neste trabalho indicam que espécies mais dependentes de frutos atuam como os mais importantes dispersores de sementes. Os mecanismos relacionados com essa relação não foram avaliados no presente trabalho, mas dados na literatura apresentam algumas hipóteses. A dependência por frutos influencia no tempo e energia despendidos na busca por frutos (Graham, 2001) e no processo de escolha de frutos a ingerir (Levey et al., 1984).

Frutos podem ser divididos entre os ricos em carboidratos e os ricos em proteínas/lipídeos (Howe, 1993), sendo os primeiros usualmente mais abundantes e consumidos por maior número de espécies, e os últimos consumidos por grupo mais seletivo, geralmente frugívoros especialistas (Howe, 1993). Como frutos ricos em proteínas/lipídeos são mais espaçados no espaço e no tempo (Foster, 1977), seu consumo por aves cuja dieta dependa pouco de frutos é pouco interessante, uma vez que estas podem atender suas necessidades nutricionais a partir de outros itens alimentares mais abundantes, como invertebrados (Witmer, 1998).

Aves que consomem pouco ou nenhum material animal devem suprir suas necessidades proteicas a partir de frutos específicos menos abundantes no espaço e tempo (Moermond e Denslow, 1985). Essa hipótese está de acordo com trabalhos de deslocamento de aves, os quais identificaram que aves frugívoras apresentam maiores áreas de vida, possivelmente como resposta a distribuição heterogênea dos recursos alimentares (Neuschulz et al., 2013). Desse modo, a necessidade de obter frutos pouco abundantes em um ambiente heterogêneo expõe aves frugívoras a maior diversidade de espécies botânicas, refletindo na maior diversidade de frutos consumidos, elevando o valor de grau normalizado, e na possibilidade de consumo de frutos pouco dispersados por outras espécies, elevando o valor de força. Em conjunto, ambas as situações possibilitam elevação do valor de centralidade de proximidade pelo consumo de

espécies generalistas e especialistas, mantendo distâncias curtas em relação à maioria das demais espécies da rede.

Outra possível explicação para valores mais elevados dos parâmetros para espécies frugívoras foi sugerida por Izhaki e Safriel (1989), os quais apontam para a possível intoxicação por metabólitos secundários presentes nos frutos. Frutos imaturos possuem quantidades consideráveis de metabólitos secundários, possivelmente como proteção contra qualquer consumidor (Cipollini e Levey, 1997), os quais são removidos gradualmente no processo de maturação dos frutos (Eltayeb and Roddick 1984). No entanto, essa remoção não é perfeita, restando nos frutos maduros quantidades consideráveis de metabólitos secundários, muitos em concentrações potencialmente letais (Heiser 1969). A ingestão contínua desses metabólitos oferece custos e riscos aos animais durante o forrageio, possivelmente pela necessidade de desintoxicação do material ingerido (Herrera 1982). Embora os mecanismos não estejam claros, há relatos de redução na absorção de proteínas (Feeny 1969), nutriente pouco abundante na grande maioria dos frutos. Com isso, os animais frugívoros devem limitar o consumo contínuo de um mesmo fruto (Izhaki e Safriel, 1989), ingerindo diferentes espécies e mantendo a concentração de metabólitos secundários abaixo de um limiar de segurança, garantindo assim a adequada absorção dos nutrientes ingeridos. A necessidade de ingerir muitos frutos para suprir suas necessidades metabólicas e ainda evitar consumir muitos dos mesmos frutos pode ser o mecanismo relacionado com a relação entre dependência da dieta por frutos e os parâmetros de rede avaliados da mesma forma como descrito anteriormente para o balanço nutricional.

O comportamento de engolir frutos inteiros mostrou relação significativa com a determinação do valor de grau normalizado. Tradicionalmente, as aves frugívoras são divididas em engolidoras (“gulpers”) e mastigadoras (“mashers”) (Moermond e Denslow, 1985), e uma terceira categoria, chamada de bicadores (“peckers”), foi apresentada por Pizo et al. (2019). Aves engolidoras despendem pouco tempo na manipulação dos frutos, ingerindo-os inteiros em conjunto com suas sementes. Aves mastigadoras, por outro lado, processam e manipulam os frutos em seus bicos, possibilitando separar a polpa das sementes, as quais são deixadas sob a planta-mãe (Levey, 1987). Aves bicadoras, também chamadas de ladras de polpa, ingerem pedaços de frutos, bicando-os e arrancando partes da polpa e, com isso, evitando a ingestão de sementes grandes (Pizo et al., 2019). Sementes pequenas são dispersadas independente da manipulação do alimento realizado devido à dificuldade de separá-las da polpa do fruto (Levey, 1987), enquanto sementes medianas ou grandes são dispersadas apenas pelas espécies

engolidoras. Desse modo, aves engolidoras dispersam maior número de espécies de plantas, refletindo nos maiores valores de grau normalizado obtidos neste trabalho.

Os resultados também apontam para a existência de diferenças na importância das famílias para manutenção do processo de dispersão de sementes. Os efeitos relativos apresentados representam a probabilidade de uma espécie naquele grupo apresentar valores superiores a outra espécie de todo conjunto de dados utilizados. A família Pipridae apresentou os maiores efeitos relativos, concordando com outros trabalhos em que apontam a importância de membros desse grupo para a dispersão de sementes devido sua predominância no sub-bosque (Levey, 1998) e o grande número de frutos consumidos (Manhães et al., 2010). As famílias Thraupidae e Turdidae são consideradas importantes dispersoras de sementes, embora exista muita variação na dieta de suas espécies. Ambas as famílias são consideradas linhagens importantes no desenvolvimento de frugivoria (Fleming e Kress, 2011), e, conseqüentemente, importantes para a dispersão de sementes. A família Turdidae é representada pelos maiores organismos utilizados nas análises. Tamanho corporal é comumente relacionado com a taxa de consumo de frutos em diferentes organismos (Herrel et al., 2004; French e Smith, 2005), tempo de passagem do conteúdo gastrointestinal, a distância de dispersão de sementes (Wotton e Kelly, 2012) e tamanho limitante de frutos e sementes ingeridos (Olesen et al., 2011), principalmente em espécies com comportamento de engolir frutos inteiros, como é o caso dos integrantes desta família. O mesmo princípio pode ser o responsável pelos valores elevados dos efeitos relativos referente a família Mimidae, segunda família em valor de massa corporal.

Os resultados aqui obtidos devem ser interpretados com cautela. Neste trabalho foram avaliadas as relações entre os parâmetros de rede obtidos a partir de número de amostras com sementes de aves e características morfológicas e comportamentais associadas com forrageio. No entanto, o uso destes parâmetros pode simplificar a complexidade real do processo em estudo. Espécies cujo comportamento foi predominantemente mastigador ou bicador, indicado por valores baixos no comportamento de engolir frutos inteiros, não carregam sementes medianas ou grandes para longe da planta-mãe (Stiles e Rosselini, 1993). No entanto, do ponto de vista ecológico o descarte de sementes sob a copa da planta-mãe pode disponibilizar estas sementes a agentes de dispersão secundárias, como formigas (Magalhães et al., 2018), roedores (Forget e Milleron, 1991) ou mesmo fatores ambientais como vento e chuva (Schurr et al., 2005; Walls et al., 2005). Desse modo, a atuação de espécies mastigadoras e bicadoras pode sim ser relevante para a dispersão de sementes, embora o sejam por mecanismos distintos.

Concluindo, os resultados aqui descrevem tendências generalizadas na determinação dos valores de parâmetros de redes para aves do sub-bosque, embora indiquem que variações nos



diferentes táxons pode se dar por diferentes razões. Além disso, deve-se manter a clara distinção entre o real processo ecológico avaliado e os parâmetros utilizados. Os parâmetros de rede são maneiras matemáticas de se resumir informações de um sistema complexo. No entanto, são limitados pela sua própria natureza, tratando todas as unidades da rede como iguais. Como o objetivo deste trabalho era tentar identificar padrões gerais, os parâmetros foram úteis. Mas em trabalhos mais direcionados visando manutenção de áreas específicas, as unidades que compõem a rede podem ter peso diferente, devendo esse peso ser levado em consideração durante o estudo. De todo modo, os resultados apresentados sugerem que é possível identificar espécies cuja remoção pode ser extremamente danosa para o equilíbrio do processo a partir de um levantamento de fauna, sendo as espécies mais dependentes de frutos as mais importantes para manutenção do processo de dispersão de sementes.

## **4 INFLUÊNCIA DA AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DAS SEMENTES NA DESCRIÇÃO DE REDES DE DISPERSÃO DE SEMENTES**

### **4.1 INTRODUÇÃO**

A dispersão de sementes por endozoocoria é uma interação mutualística entre plantas e animais, na qual as plantas têm suas sementes deslocadas para longe da planta-mãe e os animais recebem alimento. Diversos fatores são cruciais para que a interação seja realmente mutualística, ou seja para que ambas as partes recebam algum benefício. Os benefícios para os animais são facilmente mantidos uma vez que são estes que buscam os frutos e os ingerem, garantindo sua nutrição (Sorensen, 1981; Johnson et al., 1985). Plantas, por outro lado, devem garantir que suas sementes sobrevivam durante o processo (Izhaki e Safriel, 1989) e germinem, completando assim seu processo reprodutivo (Tomback, 1982). O local de deposição das sementes depende exclusivamente do animal dispersor (Schupp, 1995), sendo influenciado tanto pela sua área de vida e deslocamento (Côrtes e Uriarte, 2012), quanto do tempo de passagem do conteúdo intestinal (Murray et al, 1994). Espécies consideradas importantes dispersoras de semente podem ser péssimos parceiros mutualistas se estas forem depositadas em locais inadequados (O’Farrill et al., 2012) ou se estas são mortas durante o processo de forrageio (Bodmer, 1991).

De modo geral, os animais são conhecidos por incrementar a taxa de germinação das sementes ao realizar escarificação das sementes (Potter et al, 1984; Davis et al, 1991) ou remoção de inibidores de germinação presentes nos frutos (Robertson et al, 2006; ChangSing-Yi et al, 2012). Este processo está associado com a velocidade de passagem do conteúdo intestinal (Samuels e Levey, 2005), onde passagens mais rápidas causam menores efeitos de escarificação e remoção de inibidores. Embora em muitos casos o processo de escarificação seja vantajoso, o excesso deste pode adiantar o momento da germinação, ocorrendo em período pouco adequado para o estabelecimento da nova planta, ou mesmo danificar as sementes, tornando-as inviáveis (Travesset et al, 2001; Finch-Savage e Footitt, 2017; Penfield, 2017). Desse modo, aves que consumam os mesmos frutos podem não serem redundantes ao processo de dispersão de sementes por oferecerem diferentes tratamentos a estas durante a passagem pelo trato gastrointestinal.

Dentre as características das plantas que afetam o processo de dispersão de sementes, pode-se destacar o tamanho das sementes, uma vez que afeta a capacidade dos animais de as ingerirem (Levey, 1987), o tempo de passagem pelo trato gastrointestinal (Figuerola et al., 2010) e a consequente distância de dispersão (Westcott e Graham, 2000), os recursos alocados

para sobrevivência das sementes após a dispersão (Bennett et al, 2012) e a probabilidade de escapar de predadores de sementes (Janzen, 1970). Sementes grandes apresentam grandes quantidades de recursos para cada embrião e estão associadas com germinação em áreas de sombra no interior de florestas (Walters e Reich, 2000). Já sementes menores apresentam menores quantidades de recursos alocados, associadas geralmente a dispersão para áreas iluminadas, como clareiras ou bordas de floresta (Osunkoya et al., 1994), maior produtividade anual (Moles et al., 2004) e maiores distâncias de dispersão (Howe e Richter, 1982). Além disso, sementes grandes estão associadas a dispersão isolada devido ao grande volume ocupado por cada semente no interior dos animais, de modo que apenas algumas poucas podem ser transportadas por vez, enquanto sementes menores estão associadas a dispersão agregada, de modo que cada amostra fecal dos dispersores apresente dezenas ou centenas de sementes (Janzen, 1970). As vantagens ecológicas de cada padrão (semente grande ou pequena) estão relacionadas ao principal fator de mortalidade de sementes após a dispersão: sementes grandes são vantajosas quando a agregação funciona como atrativo para predadores ou quando há a necessidade de sobreviver a eventos climáticos severos (Moles e Westoby, 2004); sementes pequenas são vantajosas quando a agregação de sementes funciona como mecanismo para saciar os predadores que as encontram, garantindo que alguma escape da predação (Xiao et al., 2017), ou quando a dispersão agregada de sementes permite espaçar as sementes em distâncias superiores ao alcançado por patógenos (Janzen, 1970).

Estudos de dispersão de sementes a partir de uma perspectiva de múltiplas espécies utiliza da ingestão de frutos ou defecação de sementes como indicativo da dispersão de sementes (Mello et al, 2011; Heleno et al, 2012), ignorando os diversos fatores influentes no processo (Russo et al, 2006). Pesquisas utilizando a abordagem de redes de interações têm sido realizadas com intuito de identificar padrões gerais no processo (Donatti et al, 2011), parâmetros influentes na manutenção das redes ao longo do tempo (Correa et al, 2016) e identificação de espécies mais importantes para conservação (Mello et al, 2015). Embora forneçam dados essenciais para tomadas de decisão, estes estudos ignoram diversos fatores da complexidade do processo, como competição, risco de predação e disponibilidade e variedade de recursos, e, devido a isso, devem ser considerados com cautela.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o quão impactante sobre estudos de redes de dispersão de sementes pode ser a avaliação da condição das sementes obtidas em amostras fecais e regurgitos de aves. Para isso, foram comparadas as redes elaboradas a partir de todas as sementes obtidas e a partir apenas das sementes vivas obtidas. Além disso, foi testada a

hipótese de que a sobrevivência das sementes nas amostras seja resultado tanto da espécie animal dispersora quanto do tamanho das sementes dispersadas.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Área de Estudo

O município de Juiz de Fora está localizado no sudeste do Estado de Minas Gerais (coordenadas: 21°43'28"-21°45'49" S e 43°16'47"-43°19'11" O), apresentando clima subtropical úmido, pluviosidade média anual de 1536 mm (Granzinoli & Motta-Júnior, 2006) com invernos secos e verões chuvosos. A temperatura média anual é de 20,1°C e a altitude média de 678 metros. Foram amostradas duas áreas do município, o Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF) e a Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta (ReBioPD).

### 4.2.2 Amostragem das aves e composição da dieta

As áreas foram amostradas utilizando oito a 13 redes-de-neblina dispostas em linha em trilhas e caminhos pré-existentes nas áreas. As amostragens ocorreram mensalmente entre agosto/2019 e junho/2020 para JB-UFJF e entre fevereiro/2020 a junho/2020. As redes foram abertas entre 06:20hs-07:00hs e fechadas entre 11:00hs-12:00hs dependendo da época do ano, das condições ambientais e das taxas de captura, e verificadas a cada 20 minutos. As aves capturadas foram identificadas, anilhadas com anilhas metálicas numeradas para identificação individual, pesadas e mantidas em sacolas de pano devidamente arejadas por 20 a 30 minutos para obtenção de amostras fecais e regurgito não induzido, sendo soltas em seguida próximo ao local de captura.

Com intuito de otimizar as amostragens de aves de sub-bosque, que predominam em capturas em ambiente de floresta, foram utilizados playbacks de algumas espécies desse estrato consumidoras de frutos pertencentes às famílias Thraupidae, Pipridae, Turdidae e Tyrannidae. Os equipamentos de playback (2 ou 3) foram mantidos juntos às linhas de rede e as vocalizações emitidas durante todo o intervalo de capturas com redes.

As amostras obtidas foram armazenadas a seco em potes plásticos identificados e levados ao laboratório, onde foram triadas sob microscópio estereoscópico 8x-45x. As sementes obtidas foram identificadas em nível de família, gênero ou espécie em até 48 horas após coleta, visando evitar proliferação de fungos que poderiam interferir na análise de viabilidade das sementes. Sementes não identificadas foram tratadas como morfoespécies. A identificação se deu por comparação com coleção de sementes consideradas ornitocóricas montada a partir de exsiccatas

depositadas na coleção do Herbário Leopoldo Krieger (Universidade Federal de Juiz de Fora), ou obtidas de plantas coletadas nas áreas durante as amostragens e identificadas com ajuda de especialistas. A coleção baseou-se em listas de plantas encontradas nas áreas, de acordo com Fonseca e Carvalho (2012) e Silva (2020). Também foram utilizadas referências bibliográficas com imagens das sementes (Lorenzi, 1992; Lorenzi, 2000; Lorenzi, 1998c; Kawasaki & Pizo, 2001; Boubli & Couto-Santos, 2005; Lorenzi, 2011; Cornejo & Janovec, 2010; Moreira et al., 2010; Souza e Alves, 2010; Kuhlmann, 2018a; Kuhlmann, 2018b) e sites de internet (<https://www.discoverlife.org/>, <https://herbariovaa.org/>).

Os dados de dieta das aves foram organizados em matrizes ave x planta, considerando a frequência de interações, isto é, o número de amostras de uma espécie de ave que continha pelo menos uma semente intacta da planta. Assim, em vez de matrizes binárias, foram consideradas apenas matrizes de dados ponderados, cujas propriedades são importantes para entender a arquitetura de comunidades (Silva et al., 2016) e estão mais próximas dos efeitos totais das interações na maioria das redes (Bascompte & Jordano, 2014).

**4.2.3 Análise da condição das sementes:** A avaliação das sementes teve como objetivo refinar a análise da real relação mutualística entre aves e plantas através do teste com 2, 3, 5 trifênil cloreto de tetrazólio. Este reagente é utilizado para avaliação de viabilidade de sementes de valor econômico, corando em tons avermelhados os tecidos onde ocorra respiração celular, indicando que estes tecidos estão vivos (Delouche et al., 1976). Para sementes de valor econômico, protocolos quanto às concentrações e tempo adequados para coloração já foram definidos (Brasil, 1992; Brasil, 2009), sendo possível avaliar o grau de viabilidade das sementes pela identificação precisa das estruturas do embrião danificadas. Como o atual trabalho teve como objetivo avaliar sementes para as quais não existem tais protocolos, foi utilizado concentrações e tempo de exposição uniformes para todas as espécies amostradas.

As sementes foram mantidas submersas em água destilada por 24 horas, seguidas por pequeno corte nas sementes maiores ou pequena perfuração nas sementes menores. As sementes lesionadas foram mantidas em solução 1% de 2,3,5-trifênil cloreto de tetrazólio por 24 horas no escuro a temperatura ambiente. Após esse período, as sementes foram lavadas, seccionadas e avaliadas para presença de tecidos corados. Os tempos de exposição e concentração do reagente foram escolhidos baseando-se nos protocolos citados em Brasil (2009). Embora não seja específico para as espécies amostradas, o protocolo utilizado é superior a concentração e tempo de exposição necessários para grande parte das sementes apontadas em Brasil (2009). No entanto, por não ser específico e calibrado para as espécies, o procedimento

não possibilitou identificar detalhes das estruturas coradas e, por isso, as sementes foram classificadas apenas como vivas, aquelas com algum tecido corado independente da intensidade ou proporção de tecidos corados, ou mortas, sementes sem tecidos corados.

**4.2.4 Estrutura de redes:** Para elaboração da estrutura da rede e para o cálculo dos parâmetros ao nível de rede e de espécies foi utilizado o pacote *bipartite* (Dormann et al., 2008) do software R (R Core Team, 2013). Foram geradas duas redes de dispersão de sementes para cada área, utilizando para uma rede os dados das sementes obtidas nas amostras fecais e regurgitos espontâneos, e em outra os dados das sementes vivas obtidas pelo teste de tetrazólio. As redes foram elaboradas a partir da frequência de ocorrência das sementes nas amostras, ou seja, o número de amostras contendo ao menos uma semente da espécie. Foram calculados os parâmetros de modularidade (método DormannStrauss: Dormann & Strauss, 2014), aninhamento (método NODF: Almeida-Neto et al., 2008) e assimetria de rede (Blüthgen et al., 2007) para as redes e os parâmetros de grau, centralidade de intermediação, centralidade de proximidade (Martín-González et al., 2010) e força para as espécies (Bascompte et al., 2006).

**4.2.5 Estatística:** Foi utilizado modelo linear generalizado tendo como variável resposta a condição da semente (viva ou morta) e como variáveis explanatórias a espécie de aves dispersando aquela semente e a família botânica a qual aquela semente pertence. A razão para se ter utilizado a espécie animal foi para agrupar sementes que tenham passado pelo mesmo tratamento pela passagem gastrointestinal, enquanto o tamanho das sementes foi utilizado por reunir sementes que apresentam padrões de dispersão semelhantes. Estas três características são associadas a padrões de ingestão e dispersão de sementes, influenciando assim a ecologia e evolução das espécies. Com objetivo de comparar as redes compostas por sementes vivas e as redes compostas por todas as sementes obtidas para cada área, foi utilizado o método de semelhança da frequência relativa dos sub-gráficos (PRŽULJ et al., 2004). Este método calcula a frequência de ocorrência de sub-gráficos e calcula a diferença na frequência de cada sub-gráfico entre as duas redes, dando como resultado um percentual de diferença entre as duas redes. Sub-gráficos podem ser definidos como blocos construtores de redes, caracterizados como pequenas redes constituídas por número limitado de nós, de forma a descrever todas as possibilidades de interações entre aquele número de nós. Esses blocos construtores de redes são úteis na compreensão dos mecanismos funcionais, organizacionais e mecanismos ocultos em redes complexas. Para descrever os sub-gráficos presentes nas redes, foi utilizado o pacote *bmotif* (Simmons et al., 2019) do software R, utilizando seis nós. O pacote *bmotif* permite obter os sub-gráficos compostos por até cinco ou seis nós. Em redes de biologia celular é comum

utilizar cinco nós como forma de reduzir o processamento computacional necessário devido ao tamanho das redes analisadas. Como as redes aqui descritas são pequenas, optou-se por utilizar seis nós.

### 4.3 RESULTADOS

Os dados de dieta das aves do JB-UFJF estão listados nas Tabelas 4.1 e da ReBioPD nas tabelas 4.2. Foram obtidas 4154 sementes de 52 espécies e 4 morfoespécies de 24 famílias botânicas obtidas nas amostras fecais de 21 espécies de aves de 9 famílias. As espécies botânicas mais representativas em número de sementes obtidas foram *Miconia* sp. (1439 sementes), *Miconia latecrenata* (531 sementes) *Miconia cinnamomifolia* (330 sementes), *Clidemia* sp (314 sementes), *Leandra* sp. (292 sementes) e *Miconia racemifera* (226 sementes), todas pertencentes à família Melastomataceae, sendo a família mais representada com 3221 sementes (77% das sementes obtidas). A segunda família mais representada na amostragem foi Rubiaceae, com 269 sementes (6,4% das sementes obtidas). Treze espécies foram representadas por apenas uma semente, cinco espécies por duas sementes e seis espécies por três sementes. Em relação as espécies animais, *Tangara cyanoventris* dispersou mais sementes (1447 sementes, 34% das sementes obtidas), seguida por *Manacus manacus* (757 sementes, 18,2% das sementes obtidas), *Tachyphonus coronatus* (702 sementes, 16,89% das sementes obtidas) e *Trichothraupis melanops* (584 sementes, 14,05% das sementes obtidas). As demais espécies animais dispersaram menos de 200 sementes cada.

Das 4154 sementes submetidas ao reagente, apenas 669 foram coradas. Destas, 157 pertenceram a família Rubiaceae, 104 a família Moraceae, 80 a família Melastomataceae e 72 a família Salicaceae. Dentre os animais, *Tachyphonus coronatus* dispersou maior número de sementes vivas (162 sementes), seguido por *Tangara cyanoventris* (120 sementes), *Chiroxiphia caudata* (79 sementes), *Trichothraupis melanops* (74 sementes), *Turdus rufiventris* (71 sementes) e *Mionectes rufiventris* (54 sementes). Todas as sementes das famílias botânicas Annonaceae (4 sementes), Dileniaceae (5 sementes), Lauraceae (8 sementes), Menispermaceae (1 semente), Myrtaceae (7 sementes), Sapindaceae (6 sementes), Urticaceae (5 sementes) e Zingiberaceae (2 sementes) estavam vivas. As famílias Myrsinaceae (1 semente) e Clusiaceae (3 sementes) não apresentaram nenhuma semente viva. O modelo linear generalizado indicou relação significativa entre o tamanho das sementes ( $p < 0,001$ ) e espécies de aves ( $p < 0,001$ ) sobre a manutenção da viabilidade das sementes dispersadas.

As redes de dispersão de sementes do JB-UFJF estão representadas na Figura 4.1 e da ReBioPD na Figura 4.2, os parâmetros das espécies na Tabela 4.3 para as espécies do JB-UFJF

e Tabela 4.4 para as espécies da ReBioPD e os parâmetros de rede para ambas as áreas na Tabela 4.5. De acordo com a frequência relativa dos sub-gráficos, a semelhança foi de 89,85% entre as redes de dispersão de sementes do JB-UFJF e de 83,9% entre as redes de dispersão de sementes da ReBioPD. Isso significa dizer que, em relação aos blocos básicos de construção de uma rede, as redes baseadas em sementes vivas apresentaram menos de 90% dos blocos que constituem as redes baseadas em todas as sementes.



Tabela 4.1 - Quantidade de sementes vivas e total de sementes obtidas nas amostras de aves frugívoras do sub-bosque capturadas no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz e Fora, Juiz de Fora – MG. Quantidade de sementes vivas encontra-se fora de parênteses e quantidade total de sementes dentro de parênteses.

Planta	Espécies de aves																			
	Pl	Cc	Mm	Mr	La	Ts	Em	Ar	Cg	Tf	Tl	Tr	Ta	As	Bc	Hr	Tc	Tm	Tg	
Annonaceae																				
<i>Guatteria</i> sp							1(1)													
<i>Xylopia aromatica</i>					1(1)															
<i>Xylopia emarginata</i>		2(2)																		
Arecaceae																				
<i>Euterpe edulis</i>										1(1)		0(1)								
Bromeliaceae																				
<i>Portea petropolitana</i>																	23(51)	10(16)		
Clusiaceae																				
<i>Vismia</i> sp																	0(3)			
Dileniaceae				5(5)																
Erythroxyloaceae																				
<i>Erythroxyllum</i> sp		5(6)																		
Euphorbiaceae																				
<i>Alchornea</i> sp				4(4)		1(1)		3(6)												
<i>Alchornea</i> sp2			1(1)																	
Lauraceae																				
<i>Nectandra oppositifolia</i>											3(3)		5(5)							
Loranthaceae			2(2)	25(26)																
Melastomataceae																				
<i>Clidemia</i> sp			1(314)																	
<i>Leandra</i> sp		0(22)	0(150)														1(25)			
<i>Miconia</i> sp			0(76)													0(37)		0(52)	9(1291)	
<i>Miconia budlejoides</i>													7(34)							
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	1(22)		0(4)				0(12)					0(1)					1(53)			

Tabela 4.1 - Continuação

Planta	Espécies de aves																		
	Pl	Cc	Mm	Mr	La	Ts	Em	Ar	Cg	Tf	Tl	Tr	Ta	As	Bc	Hr	Tc	Tm	Tg
<i>Miconia latecrenata</i>		0(1)	9(183)														0(149)	11(198)	
<i>Miconia sellowiana</i>														1(14)					
Moraceae																			
<i>Ficus</i> sp												6(42)			2(3)		96(118)		
<i>Ficus citrifolia</i>												0(6)							
Myrtaceae																			
<i>Myrcia</i> sp.														1(1)					
Poaceae														2(3)					
Rubiaceae																			
<i>Psychotria</i> sp							0(6)										0(1)	0(3)	
<i>Psychotria</i> sp2																	1(1)		
<i>Psychotria</i> sp3																	0(1)		
<i>Psychotria</i> sp4																		0(1)	
<i>Psychotria vellosiana</i>		0(2)	3(4)				11(11)			4(5)		3(4)					7(9)		65(92)
Siparunaceae																			
<i>Siparuna guianensis</i>											3(3)								
Solanaceae															1(1)				
<i>Solanum</i> sp				0(1)															19(29)
<i>Cestrum</i> sp			1(1)																
Urticaceae																			
<i>Urera baccifera</i>																	5(5)		
Zingiberaceae																			
<i>Hedychium</i> sp				2(2)															
Morfoespécie 1									2(2)										
Morfoespécie 2																	5(34)		
Morfoespécie 3																	0(6)		
Morfoespécie 4													2(2)						

Pl: *Pyriglena leucoptera*; Cc: *Chiroxiphia caudata*; Im: Mm: *Manacus manacus*; Mr: *Mionectes rufiventris*; La: *Leptopogon amaurocephalus*; Ts: *Tolmomyias sulphureus*; Em: *Elaenia mesoleuca*; Ar: *Attila rufus*; Cg: *Cyclarhis gujanensis*; Tf: *Turdus flavipes*; Tl: *Turdus leucomelas*; Tr: *Turdus rufiventris*; ; Ta: *Turdus albicollis*; As: *Arremon semitorquatus*; Bc: *Basileuterus culicivorus*; Hr: *Hemithraupis ruficapilla*; Tc: *Tachyphonus coronatus*; Tm: *Trichothraupis melanops*; Tg: *Tangara cyanoventris*.

Tabela 4.2 - Quantidade de sementes vivas e total de sementes obtidas nas amostras de aves frugívoras do sub-bosque capturadas na Reserva Biológica Municipal Poço D'Antas, Juiz de Fora – MG. Quantidade de sementes vivas encontra-se fora de parênteses e quantidade total de sementes dentro de parênteses.

Planta	Espécies de aves											
	Cl	Cc	Im	Mm	Mr	Ar	Tl	Tr	Ta	Tc	Tm	Tg
Araliaceae												
<i>Schefflera morototoni</i>		0(1)						2(2)	4(4)			
Arecaceae												
<i>Geonoma</i> sp									1(1)			
Euphorbiaceae												
<i>Alchornea</i> sp					1(2)							
<i>Maprounea</i> sp		1(2)						27(60)	1(1)			
Erythroxylaceae												
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>		32(32)					9(9)	6(6)				
Loranthaceae					4(4)							
Melastomataceae												
<i>Leandra</i> sp		13(13)								0(82)		
<i>Miconia budlejoides</i>		0(3)		1(1)								
<i>Miconia cinnamomifolia</i>		1(2)							0(75)	21(161)		
<i>Miconia racimifera</i>	0(11)										3(209)	0(6)
<i>Miconia</i> sp											0(20)	
Menispermaceae												
<i>Cissampelos</i> sp		1(1)										
Myrsinaceae												
<i>Myrsine guianensis</i>		0(1)										
Myrtaceae									3(3)			
<i>Myrcia litualinervia</i>		3(3)										

Tabela 4.2 - Continuação

Planta	Espécies de aves											
	Cl	Cc	Im	Mm	Mr	Ar	Tl	Tr	Ta	Tc	Tm	Tg
Rubiaceae												
<i>Chiococca</i> sp				2(2)								
<i>Cordia concolor</i>			5(16)	0(13)					4(26)			
<i>Faramea</i> cf. <i>multiflora</i>										1(1)		
<i>Palicourea</i> sp		3(3)										
<i>Psychotria</i> sp1				1(2)		2(2)				1(2)		27(29)
<i>Psychotria</i> sp2		0(1)									0(3)	
<i>Psychotria</i> sp3											0(1)	
<i>Psychotria sessilis</i>				2(3)								
<i>Psychotria vellosiana</i>		10(15)							2(2)		3(7)	
Salicaceae												
<i>Casearia sylvestris</i>					6(8)			23(34)			43(69)	
Sapindaceae												
<i>Paullinia trigonia</i>								4(4)	2(2)			
Siparunaceae												
<i>Siparuna guianensis</i>		5(6)			7(7)							
Morfoespécie 1		2(2)										
Morfoespécie 2		1(1)										
Morfoespécie 3				1(1)								
Morfoespécie 4											4(4)	

Cl: *Conopophaga lineata*; Cc: *Chiroxiphia caudata*; Im: *Ilicura militaris*; Mm: *Manacus manacus*; Mr: *Mionectes rufiventris*; Ar: *Attila rufus*; Tl: *Turdus leucomelas*; Tr: *Turdus rufiventris*; ; Ta: *Turdus albicollis*; Tc: *Tachyphonus coronatus*; Tm: *Trichothraupis melanops*; Tg: *Tangara cyanoventris*.

Tabela 4.3 - Comparação dos parâmetros de redes das espécies amostradas no Jardim Botânico da UFJF - MG. As redes foram baseadas em todas as sementes obtidas (coluna Total) ou apenas nas sementes vivas obtidas (coluna Vivas). “-“ representa inexistência da espécie na rede de sementes vivas dispersadas; CI representa Centralidade de intermediação; CP representa Centralidade de proximidade.

Espécie de ave	Grau		Força		CI		CP	
	Total	Vivas	Total	Vivas	Total	Vivas	Total	Vivas
<i>Arremon semitorquatus</i>	4	4	4,000	4,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Attila rufus</i>	1	1	0,333	0,333	0,000	0,000	0,019	0,022
<i>Basileuterus culicivorus</i>	1	1	0,333	0,200	0,000	0,000	0,026	0,024
<i>Chiroxiphia caudata</i>	5	2	2,433	2,000	0,000	0,000	0,031	0,000
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	-	1,000	-	0,000	-	0,000	-
<i>Elaenia mesoleuca</i>	4	2	2,238	1,077	0,000	0,000	0,027	0,027
<i>Hemithraupis melanops</i>	1	-	0,100	-	0,000	-	0,018	-
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	1	1	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Manacus manacus</i>	9	6	3,866	3,444	0,262	0,353	0,038	0,033
<i>Mionectes rufiventris</i>	5	4	3,667	3,167	0,208	0,265	0,041	0,036
<i>Pyriglena leucoptera</i>	1	1	0,167	0,500	0,000	0,000	0,019	0,025
<i>Tachyphonus coronatus</i>	13	8	9,230	5,902	0,394	0,382	0,046	0,052
<i>Tangara cyanoventris</i>	3	3	1,529	2,462	0,078	0,000	0,051	0,056
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	1	1	0,333	0,333	0,000	0,000	0,019	0,022
<i>Trichothraupis melanops</i>	5	2	3,295	1,229	0,014	0,000	0,043	0,044
<i>Turdus albicollis</i>	3	3	2,667	2,667	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Turdus flavipes</i>	2	2	0,571	1,077	0,000	0,000	0,021	0,027
<i>Turdus leucomelas</i>	2	2	1,333	1,333	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Turdus rufiventris</i>	5	2	1,905	0,277	0,044	0,000	0,031	0,033

Tabela 4.4 - Comparação dos parâmetros de redes das espécies amostradas na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta de Juiz de Fora – MG. As redes foram baseadas em todas as sementes obtidas (coluna Total) ou apenas nas sementes vivas obtidas (coluna Vivas). “-“ representa inexistência da espécie na rede de sementes vivas dispersadas; CI representa Centralidade de intermediação; CP representa Centralidade de proximidade.

	Grau		Força		CI		CP	
	Total	Vivas	Total	Vivas	Total	Vivas	Total	Vivas
<i>Attila rufus</i>	1	1	0,200	0,250	0,000	0,000	0,035	0,035
<i>Chiroxiphia caudata</i>	15	11	10,421	8,480	0,514	0,489	0,091	0,060
<i>Conopophaga lineata</i>	1	-	0,250	-	0,000	-	0,030	-
<i>Ilicura militaris</i>	1	1	0,333	0,500	0,000	0,000	0,033	0,025
<i>Manacus manacus</i>	6	5	4,033	4,250	0,016	0,000	0,042	0,036
<i>Mionectes rufiventris</i>	4	4	2,829	2,900	0,000	0,045	0,057	0,046
<i>Tachyphonus coronatus</i>	4	3	2,033	1,917	0,015	0,315	0,063	0,063
<i>Tangara cyanoventris</i>	2	1	0,450	0,250	0,008	0,000	0,046	0,035
<i>Trichothraupis melanops</i>	8	4	4,891	2,543	0,312	0,000	0,070	0,035
<i>Turdus albicollis</i>	8	7	3,875	3,976	0,133	0,135	0,072	0,043
<i>Turdus leucomelas</i>	1	1	0,200	0,200	0,000	0,000	0,032	0,030
<i>Turdus rufiventris</i>	5	5	1,483	1,733	0,000	0,015	0,058	0,042

Tabela 4.5 - Parâmetros das redes obtidas. Total se refere as redes baseadas em todas as sementes encontradas nas amostras e vivas se refere as redes baseadas apenas nas sementes vivas.

	Modularidade	Aninhamento	Assimetria de rede
JB-UFJF Total	0,601	5,580	-0,356
JB-UFJF Vivas	0,685	4,104	-0,292
ReBioPD Total	0,502	10,024	-0,441
ReBioPD Vivas	0,579	6,919	-0,421

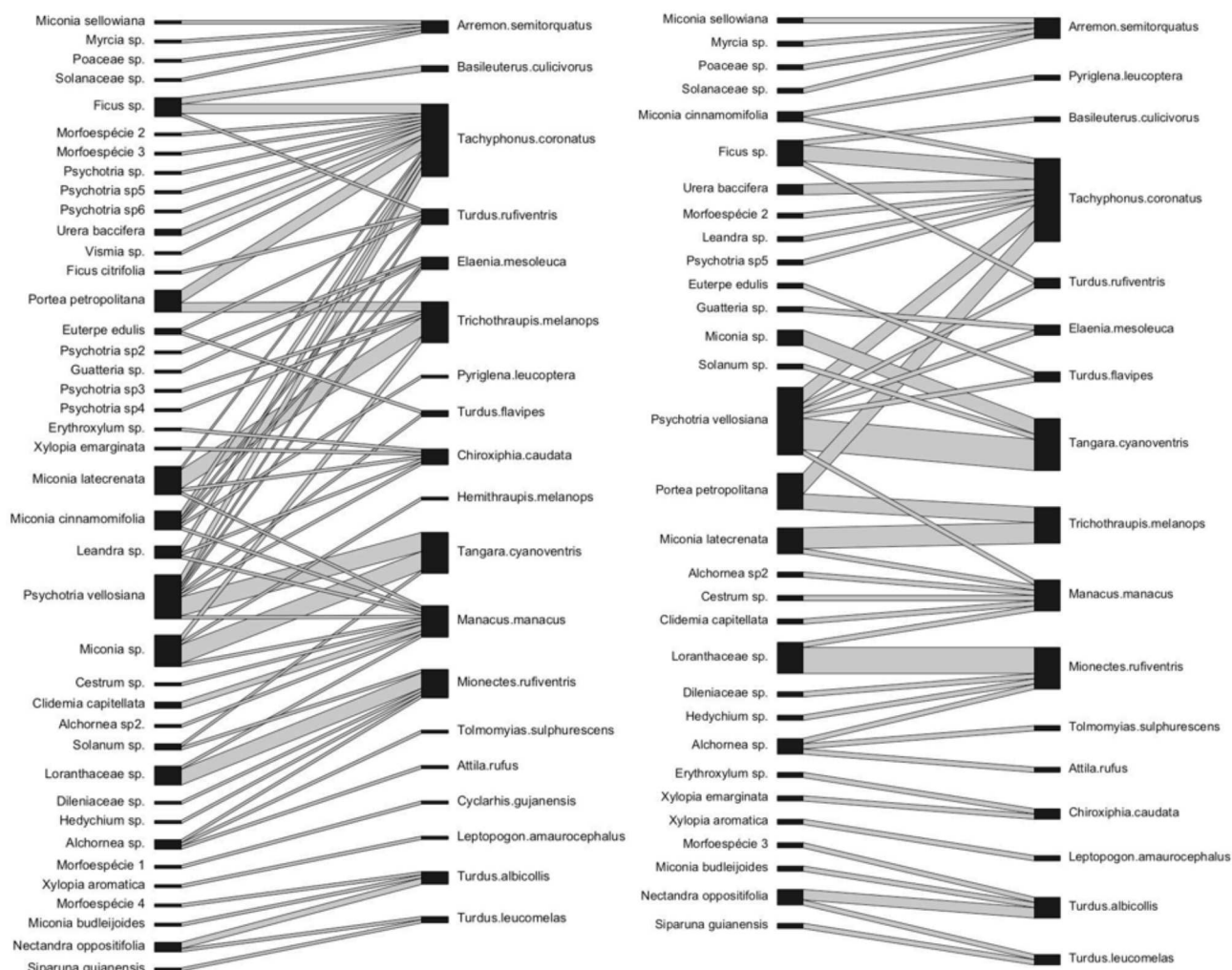


Fig. 4.1 – Redes de dispersão de sementes por aves do sub-bosque capturadas no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. A rede da esquerda foi gerada a partir de todas as sementes obtidas nas amostras e a da direita foi gerada a partir das sementes vivas obtidas nas amostras.

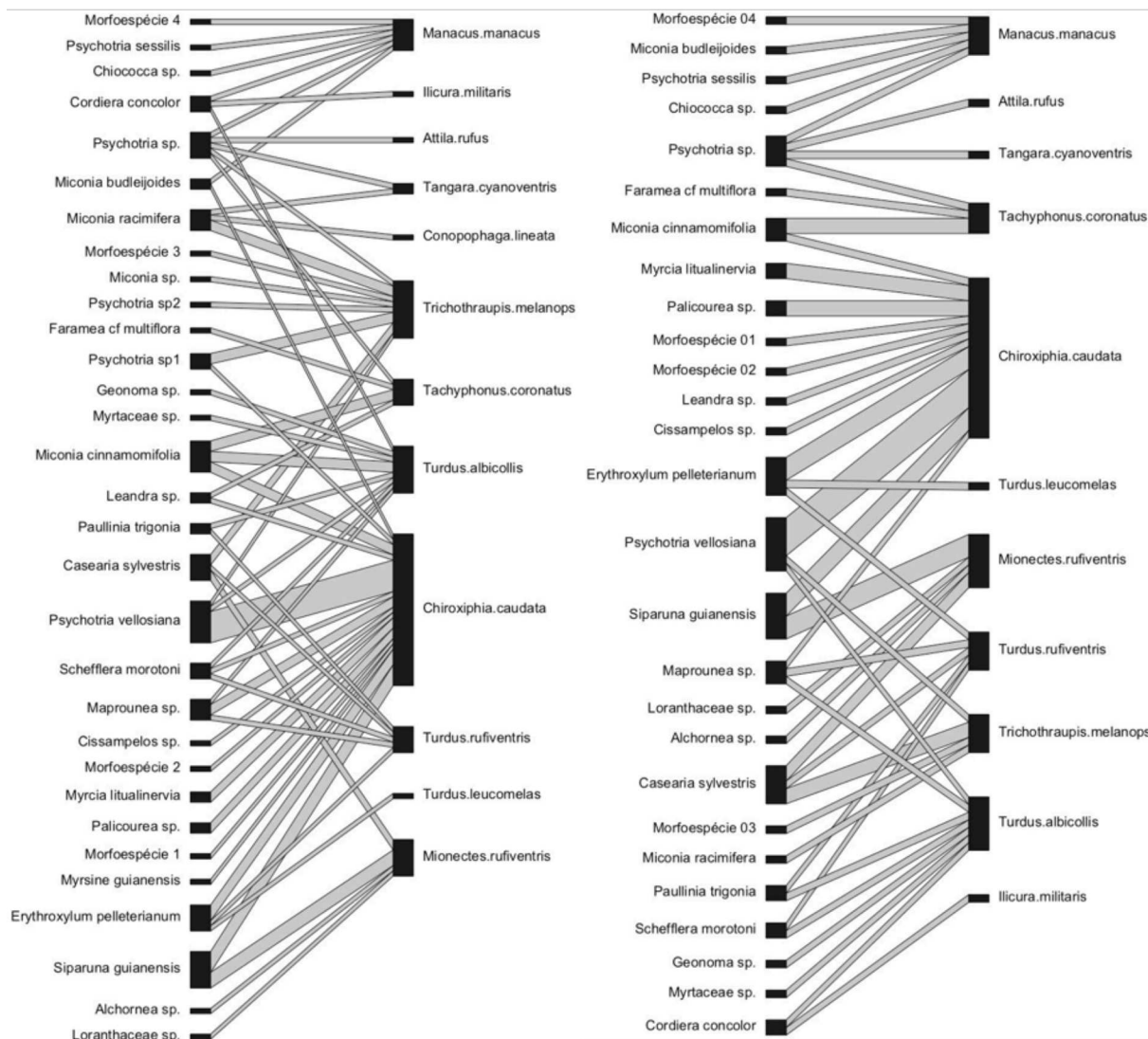


Fig. 4.2 – Redes de dispersão de sementes por aves do sub-bosque capturadas na Reserva Biológica Municipal Poço D’Antas. A rede da esquerda foi gerada a partir de todas as sementes obtidas nas amostras e a da direita foi gerada a partir das sementes vivas obtidas nas amostras.



#### 4.4 DISCUSSÃO

**4.4.1 Condição das sementes:** Os dados obtidos neste trabalho apontam pra uma predominância de sementes mortas dispersadas por aves do sub-bosque. Tradicionalmente, espécies das famílias Pipridae, Thraupidae e Turdidae são consideradas importantes dispersoras de sementes na região Neotropical pelo elevado consumo de frutos e abundância das espécies (Moermond e Denslow, 1983; Moermond e Denslow, 1985). Embora espécies insetívoras e onívoras tenham apresentado maior proporção de sementes vivas, a quantidade de sementes dispersadas foi muito pequena, apontando para importância da taxa de consumo de frutos para dispersão de sementes, conforme descrito para outros grupos (Mello et al., 2015), mesmo levando em consideração o elevado número de sementes mortas obtidas.

A variável família botânica apresentou relação significativa com o encontro de sementes vivas nas amostras das aves. Todas as famílias apresentaram mais da metade das sementes vivas nas amostras, à exceção de cinco famílias. Dentre estas últimas, a família Melastomataceae se destacou pela quantidade extremamente baixa de sementes vivas obtidas (2,48% das sementes). De modo geral, espécies com sementes pequenas e numerosas estão relacionadas a menores investimentos em cada semente individualmente, de modo a poder produzir a grande quantidade de sementes, resultando em menores recursos para manutenção das sementes e a consequente sobrevivência das mesmas (Westoby et al., 2002; Moles et al., 2004). Embora neste estudo não tenha sido avaliada a condição das sementes antes da ingestão pelas aves, os resultados obtidos por Silveira et al. (2013) sugerem a possibilidade de uma baixa proporção de sementes vivas ainda na planta-mãe. A vantagem ecológica de tal característica pode estar associada com efeito de saciar predadores, reduzindo as chances das sementes vivas serem predadas (Janzen, 1970), enquanto o pequeno tamanho possibilita maiores distâncias de dispersão.

A espécie dispersora também apresentou relação com a obtenção de sementes vivas nas amostras. Animais interferem nas sementes pelo processo de escarificação ou remoção de inibidores de germinação. Embora o segundo seja benéfico para germinação das sementes, acelerando o processo, o primeiro pode causar danos ao embrião, prejudicando-o. Manipulação dos frutos durante o forrageio, comprimento do trato gastrointestinal e velocidade de passagem do conteúdo gastrointestinal são características animais que afetam a intensidade do processo de escarificação. A diferente influência das espécies dispersoras sobre a mortalidade de sementes sugere que as espécies dispersoras não sejam completamente redundantes. Outros trabalhos apontam para essa possibilidade devido às diferenças na biologia da espécie, como a presença de sementes diferentes e compostos químicos nas fezes (Willson e Gende, 2004), e padrão de deslocamento pelo hábitat (Westcott e Graham, 2000). Essas diferenças são

raramente levadas em consideração em estudos de dispersão de sementes em larga escala, mesmo que essenciais para compreensão das dinâmicas populacionais e de comunidades.

**4.4.2 Redes de interações:** Redes de dispersão de sementes são usualmente avaliadas a partir da perspectiva do consumo de frutos ou do transporte de sementes pela ingestão. Os resultados aqui apresentados sugerem que redes elaboradas a partir dos dados das sementes vivas dispersadas diferem das redes elaboradas a partir de todas as sementes obtidas nas amostras fecais.

As redes apresentaram diferenças em relação aos sub-gráficos presentes (89,85% de semelhança para as redes do JB-UFJF e 83,9% para as redes da ReBioPD). Sub-gráficos podem ser considerados como estruturas básicas que surgem em resposta a limitações oriundas do processo evolutivo ao qual a rede em questão foi selecionada, de modo que compreender as dinâmicas envolvidas com a presença desses sub-gráficos pode gerar informações importantes para estudos de processos complexos (Milo et al, 2002). No entanto, a diferença considerável identificada entre as redes sugere que utilizar a ingestão de sementes como indicativo de dispersão pode descrever dinâmicas inexistentes na natureza. Os parâmetros de rede diferiram entre as redes, apresentando a mesma tendência em ambas as áreas. Enquanto os valores de modularidade e assimetria aumentaram nas redes baseadas em sementes vivas, o valor de aninhamento diminuiu.

O aumento da modularidade indica que os módulos presentes estão menos conectados entre si, indicando um maior isolamento. Redes modulares são consideradas estáveis pelo fato dos módulos reduzirem a propagação de perturbações pela rede, retendo-as nos módulos afetados (Grilli et al, 2016; Silva et al, 2016). No entanto, o perfeito isolamento de módulos descaracteriza-os, transformando cada módulo isolado em uma rede pequena e pouco estável, como ocorreu para o módulo composto pelas espécies *Turdus albicollis* e *Turdus leucomelas* e pelo módulo composto por *Leptopogon amaurocephalus*, que se mantiveram isoladas das demais espécies em ambas as redes do JB-UFJF.

O aninhamento é associado a estabilidade por promover maior robustez contra extinções aleatórias (Burgos et al., 2007; Memmott et al, 2004) e perda de habitat (Fortuna e Bascompte, 2006), além de possibilitar maior número de espécies coexistindo (Bastolla et al, 2009). A redução do aninhamento é resultado do maior isolamento das espécies em módulos nas redes. Ambos, modularidade e aninhamento, contribuem, a sua maneira, para o aumento da estabilidade das redes e, por isso, a redução de um parâmetro e incremento no outro dificulta dizer qual rede é, de modo geral, mais estável. Pode-se, no entanto, dizer que as redes a partir de sementes vivas e, desse modo, mais próximas da rede real existente, apresentam menores

chances de uma perturbação se propagar por toda a rede, mas apresentam menores resistências a extinção de espécies quando comparadas as estimativas dos parâmetros a partir de todas as sementes obtidas.

Os parâmetros ao nível de espécie também diferiram entre as redes. Esses parâmetros são usados para definir a importância das espécies para manutenção da estabilidade das redes (Dehling, 2018). Comparando os valores dos parâmetros entre as espécies, é possível identificar diferenças marcantes. Três espécies pouco importantes na manutenção da rede não dispersaram sementes vivas e, portanto, não apareceram na rede de sementes vivas. Dentre as demais espécies, algumas mantiveram o número de parceiros de interações fixas, modificando apenas a intensidade dessa interação (Apêndice B) enquanto outras tiveram decréscimo no número de parceiros. As espécies identificadas como mais importantes nas redes de dados totais se mantiveram como mais importantes nas redes de sementes vivas, indicando que identificar as espécies que mais contribuem para o processo de dispersão de sementes a partir da ingestão de sementes pode ser considerado funcional, por mais que os valores reais dos parâmetros sejam um pouco diferentes.

## 5 CONCLUSÃO

- As redes de dispersão de sementes do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora e da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta apresentaram estrutura de rede semelhantes, sem estrutura modular, aninhada ou assimétrica. Entre as guildas de aves, as mais importantes para o processo foram as onívoras e frugívoras.
- A dependência por frutos na dieta e comportamento de engolir frutos inteiros apresentaram relação significativa com os parâmetros de grau normalizado, força e centralidade de proximidade, indicando a relação dessas características com a respectiva importância das espécies para o processo de dispersão de sementes.
- A avaliação de viabilidade das sementes alterou os parâmetros de rede e espécies, indicando que os valores usualmente descritos nos estudos de redes podem não representar o valor real. No entanto, as alterações não alteraram a ordenação das espécies, sugerindo ser possível avaliar a contribuição relativa das espécies para o processo sem a necessidade de avaliar a viabilidade das sementes dispersadas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA-NETO, M. et al. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. **Oikos**, v. 117, n. 8, p. 1227–1239, 2008.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.. O Banco de sementes de um trecho de uma floresta Atlântica montana (São Paulo - Brasil). **Rev. Bras. Biol.**, São Carlos , v. 59, n. 2, p. 319-328, May 1999 .
- BAIRLEIN, F. **Nutrition and Food Selection in Migratory Birds**. (E. Gwinner, Ed.) Bird Migration. **Anais...** Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1990
- BARNEA, A.; YOM-TOV, Y.; FRIEDMAN, J. Does Ingestion by Birds Affect Seed Germination? **Functional Ecology**, v. 5, n. 3, p. 394–402, 1991.
- BARRAT, A. et al. The architecture of complex weighted networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, n. 11, p. 3747, 16 mar. 2004.
- BASCOMPTE, J. Disentangling the Web of Life. **Science**, v. 325, n. 5939, p. 416, 24 jul. 2009.
- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P.; OLESEN, J. M. Asymmetric Coevolutionary Networks Facilitate Biodiversity Maintenance. **Science**, v. 312, n. 5772, p. 431–433, 2006.
- BASCOMPTE, J., & JORDANO, P. **Mutualistic Networks**. Oxford: Princeton University Press. 2014. 224 p.
- BASTOLLA, U. et al. The architecture of mutualistic networks minimizes competition and increases biodiversity. **Nature**, v. 458, n. 7241, p. 1018–1020, abr. 2009.
- BEISSINGER, S. R.; OSBORNE, D. R. Effects of Urbanization on Avian Community Organization. **The Condor**, v. 84, n. 1, p. 75–83, 1 fev. 1982.
- BENÍTEZ-MALVIDO, J. et al. Germination and Seed Damage in Tropical Dry Forest Plants Ingested by Iguanas. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 2, p. 301–308, 1 abr. 2003.
- BENNETT, E.; ROBERTS, J. A.; WAGSTAFF, C. Manipulating resource allocation in plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 9, p. 3391–3400, 1 maio 2012.
- BERMEJO, T., et al. Post-Dispersal seed predation in the temperate rainforest of Southeast Alaska. **Canadia Field Naturalist**, v. 112, p. 510-512.
- BLÜTHGEN, N. et al. Specialization, Constraints, and Conflicting Interests in Mutualistic Networks. **Current Biology**, v. 17, n. 4, p. 341–346, 20 fev. 2007.
- BLÜTHGEN, N. et al. What Do Interaction Network Metrics Tel Us About Specialization and Biological Traits. **Ecology**, v. 89, n. 12, p. 3387–3399, 2008.
- BODMER, R. E. Strategies of Seed Dispersal and Seed Predation in Amazonian Ungulates. **Biotropica**, v. 23, n. 3, p. 255–261, 1991.
- BOUBLI, J.P., COUTO-SANTOS, F. Sementes da Estação Biológica de Caratinga. 2005. Obtido de <https://fieldguides.fieldmuseum.org/pt-br/guias/guia/188>

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399p.

BURCHETT, W. W. et al. Nonparametric Inference for Multivariate Data: The R Package nrmv. **Journal of Statistical Software; Vol 1, Issue 4 (2017)**, 11 jan. 2017.

BURGOS, E. et al. Why nestedness in mutualistic networks? **Journal of Theoretical Biology**, v. 249, n. 2, p. 307–313, 21 nov. 2007.

CESTARI, C. et al. Frugivory by the White-bearded Manakin (*Manacus manacus*, Pipridae) in restinga forest, an ecosystem associated to the Atlantic forest. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 2, p. 345–350, jun. 2013.

CIPOLLINI, M. L.; LEVEY, D. J. Secondary Metabolites Of Fleshy Vertebrate-Dispersed Fruits: Adaptive Hypotheses And Implications For Seed Dispersal. **The American Naturalist**, v. 150, n. 3, p. 346–372, 1997.

CIPOLLINI, M. L.; LEVEY, D. J. Why are Some Fruits Toxic? Glycoalkaloids in *Solanum* and Fruit Choice by Vertebrates. **Ecology**, v. 78, n. 3, p. 782–798, 1997.

CHANGSING-YI et al. Frugivory by Taiwan Barbets (*Megalaima nuchalis*) and the effects of deinhibition and scarification on seed germination. **Canadian Journal of Zoology**, 27 abr. 2012.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Eds.). **Frugivores and seed dispersal**. Tasks for vegetation science. Dordrecht: Springer Netherlands, 1986. p. 119–135.

CLAUSS, M. et al. A case of non-scaling in mammalian physiology? Body size, digestive capacity, food intake, and ingesta passage in mammalian herbivores. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 148, n. 2, p. 249–265, 1 out. 2007.

CONNER, R. N. et al. Woodpecker Nesting Habitat in Cut and Uncut Woodlands in Virginia. **The Journal of Wildlife Management**, v. 39, n. 1, p. 144–150, 1975.

CORLETT, R. T. Seed Dispersal Distances and Plant Migration Potential in Tropical East Asia. **Biotropica**, v. 41, n. 5, p. 592–598, 2009.

CORNEJO, F., & JANOVEC, J. **Seeds of Amazonian Plants**. Princeton: Princeton University Press, 2010. 162 p.

CORREA, S. B. et al. Stability and generalization in seed dispersal networks: a case study of frugivorous fish in Neotropical wetlands. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 283, n. 1837, p. 20161267, 31 ago. 2016.

CÔRTEZ, M. C.; URIARTE, M. Integrating frugivory and animal movement: a review of the evidence and implications for scaling seed dispersal. **Biological Reviews**, v. 88, n. 2, p. 255–272, 2013.

COSTA, J. M. et al. Sampling completeness in seed dispersal networks: When enough is enough. **Basic and Applied Ecology**, v. 17, n. 2, p. 155–164, 1 mar. 2016.

COTTEE-JONES, H. E. W.; WHITTAKER, R. J. perspective: The keystone species concept: a critical appraisal. **Frontiers of Biogeography**, v. 4, n. 3, 2012.

CUMMING, D. H. M.; CUMMING, G. S. Ungulate community structure and ecological processes: body size, hoof area and trampling in African savannas. **Oecologia**, v. 134, n. 4, p. 560–568, 1 mar. 2003.

CUNZE, S.; LEIBLEIN, M. C.; TACKENBERG, O. Range Expansion of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe Is Promoted by Climate Change. **ISRN Ecology**, v. 2013, p. 610126, 24 fev. 2013.

DÁTTILO, W. et al. The structure of ant–plant ecological networks: Is abundance enough? **Ecology**, v. 95, n. 2, p. 475–485, 1 fev. 2014.

DAVIS, T. D. et al. Improvement of Seedling Emergence of *Lupinus texensis* Hook. Following Seed Scarification Treatments. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 9, n. 1, p. 17–21, 1 mar. 1991.

DEAN, W.R.J, et al. large trees, fertile islands, and birds in arid savanna. **Journal of Arid Environments**, v. 41, n. 1, p. 61-78. 1999.

DEHLING, D. M. The Structure of Ecological Networks. In: DÁTTILO, W.; RICO-GRAY, V. (Eds.). **Ecological Networks in the Tropics: An Integrative Overview of Species Interactions from Some of the Most Species-Rich Habitats on Earth**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 29–42.

DELOUCHE, J. C. et al. **The tetrazolium test of seed viability**. Brasília: Editora AGIPLAN, 1976. 103 p.

DONATTI, C. I. et al. Analysis of a hyper-diverse seed dispersal network: modularity and underlying mechanisms. **Ecology Letters**, v. 14, n. 8, p. 773–781, 2011.

DORMANN, C.F., GRUBER B. & FRUEND, J. Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. **R news** Vol 8, n. 2, p. 8 – 11, 2008.

DORMANN, C. F.; STRAUSS, R. A method for detecting modules in quantitative bipartite networks. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 1, p. 90–98, 1 jan. 2014.

DUNCAN, S. Coming home to roost: the pileated woodpecker as ecosystem engineer. **Science Findings 57. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station**. v. 57, 2003.

DURÃES, R., & MARINI, M.A. A quantitative assessment of bird diets in the Brazilian Atlantic forest, with recommendations for future diet studies. **Ornitologia Neotropical**, v. 16, n. 1, p. 65–83. 2005.

ELTAYEB, E. A.; RODDICK, J. G. Changes in the Alkaloid Content of Developing Fruits of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): I. ANALYSES OF CULTIVARS AND MUTANTS WITH DIFFERENT RIPENING CHARACTERISTICS. **Journal of Experimental Botany**, v. 35, n. 151, p. 252–260, 1984.

ERIKSSON, O.; BREMER, B. Fruit Characteristics, Life Forms, and Species Richness in the Plant Family Rubiaceae. **The American Naturalist**, v. 138, n. 3, p. 751–761, 1991.

ESCRIBANO-AVILA, G. et al. Tropical Seed Dispersal Networks: Emerging Patterns, Biases, and Keystone Species Traits. In: DÁTILLO, W.; RICO-GRAY, V. (Eds.). **Ecological Networks in the Tropics: An Integrative Overview of Species Interactions from Some of the Most Species-Rich Habitats on Earth**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 93–110.

FAUTH, J. E.; RESETARITS, W. J. Interactions Between the Salamander *Siren intermedia* and the Keystone Predator *Notophthalmus viridescens*. **Ecology**, v. 72, n. 3, p. 827–838, 1991.

FEENY, P. P. Inhibitory effect of oak leaf tannins on the hydrolysis of proteins by trypsin. **Phytochemistry**, v. 8, n. 11, p. 2119–2126, 1 nov. 1969.

FIGUEROLA, J. et al. Internal dispersal of seeds by waterfowl: effect of seed size on gut passage time and germination patterns. **Naturwissenschaften**, v. 97, n. 6, p. 555–565, 1 jun. 2010.

FINCH-SAVAGE, W. E.; FOOTITT, S. Seed dormancy cycling and the regulation of dormancy mechanisms to time germination in variable field environments. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n. 4, p. 843–856, 1 fev. 2017.

FLEMING, T. H.; JOHN KRESS, W. A brief history of fruits and frugivores. **Frugivores and Seed Dispersal: Mechanisms and Consequences of a Key Interaction for Biodiversity**, v. 37, n. 6, p. 521–530, 1 nov. 2011.

FONSECA, C. R. da, & CARVALHO, F. A. Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de floresta atlântica (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14215>. 2012

FORGET, P.-M.; MILLERON, T. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. **Oecologia**, v. 87, n. 4, p. 596–599, 1 set. 1991.

FORTUNA, M. A.; BASCOMPTE, J. Habitat loss and the structure of plant-animal mutualistic networks. **Ecology Letters**, v. 9, n. 3, p. 281–286, mar. 2006.

FOSTER, M. S. Ecological and Nutritional Effects of Food Scarcity on a Tropical Frugivorous Bird and its Fruit Source. **Ecology**, v. 58, n. 1, p. 73–85, 1977.



FRAGOSO, J. M. V. Tapir-Generated Seed Shadows: Scale-Dependent Patchiness in the Amazon Rain Forest. **Journal of Ecology**, v. 85, n. 4, p. 519–529, 1997.

FRENCH, A. R.; SMITH, T. B. Importance of Body Size in Determining Dominance Hierarchies among Diverse Tropical Frugivores I. **Biotropica**, v. 37, n. 1, p. 96–101, 1 mar. 2005.

GALEANO, J.; PASTOR, J. M.; IRIONDO, J. M. Weighted-Interaction Nestedness Estimator (WINE): A new estimator to calculate over frequency matrices. **Environmental Modelling & Software**, v. 24, n. 11, p. 1342–1346, 1 nov. 2009.

GARCÍA, D. Birds in Ecological Networks: Insights from Bird-Plant Mutualistic Interactions. **Ardeola**, v. 63, n. 1, p. 151–180, jun. 2016.

GASPERIN, G.; AURÉLIO PIZO, M. Frugivory and habitat use by thrushes (*Turdus* spp.) in a suburban area in south Brazil. **Urban Ecosystems**, v. 12, n. 4, p. 425, 17 mar. 2009.

GODÍNEZ-ALVAREZ, H.; RÍOS-CASANOVA, L.; PECO, B. Are large frugivorous birds better seed dispersers than medium- and small-sized ones? Effect of body mass on seed dispersal effectiveness. **Ecology and Evolution**, v. 10, n. 12, p. 6136–6143, 1 jun. 2020.

GODÍNEZ-ALVAREZ, H.; VALIENTE-BANUET, A. Germination and early seedling growth of Tehuacan Valley cacti species: the role of soils and seed ingestion by dispersers on seedling growth. **Journal of Arid Environments**, v. 39, n. 1, p. 21–31, 1 maio 1998.

GONZÁLEZ-VARO, J. P.; TRAVESET, A. The Labile Limits of Forbidden Interactions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 31, n. 9, p. 700–710, 1 set. 2016.

GÖTMARK, F.; POST, P. Prey selection by sparrowhawks, *Accipiter nisus*: relative predation risk for breeding passerine birds in relation to their size, ecology and behaviour. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 351, n. 1347, p. 1559–1577, 29 nov. 1996.

GRAHAM, C. H. Factors Influencing Movement Patterns of Keel-Billed Toucans in a Fragmented Tropical Landscape in Southern Mexico. **Conservation Biology**, v. 15, n. 6, p. 1789–1798, 14 dez. 2001.

GRANZINOLLI, M. A. M.; MOTTA-JUNIOR, J. C. Small mammal selection by the white-tailed hawk in southeastern Brazil. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 118, n. 1, p. 91–98, 1 mar. 2006.

GRILLI, J.; ROGERS, T.; ALLESINA, S. Modularity and stability in ecological communities. **Nature Communications**, v. 7, n. 1, p. 12031, 23 jun. 2016.

HADFIELD, J. D. MCMC Methods for Multi-Response Generalized Linear Mixed Models: The MCMCglmm R Package. **Journal of Statistical Software; Vol 1, Issue 2 (2010)**, 2 fev. 2010.

HAGEN, M. et al. Biodiversity, Species Interactions and Ecological Networks in a Fragmented World. In: JACOB, U.; WOODWARD, G. (Eds.). **Advances in Ecological Research**. Academic Press, 2012. v. 46p. 89–210.

HAMANN, A. Flowering and fruiting phenology of a Philippine submontane rain forest: climatic factors as proximate and ultimate causes. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 1, p. 24–31, 1 fev. 2004.

HARPER, L.J. Population biology of plants. Cambridge, MA: Academic Press, London.1977.

HASUI, É. et al. ATLANTIC BIRDS: a data set of bird species from the Brazilian Atlantic Forest. **Ecology**, v. 99, n. 2, p. 497–497, 2018.

HEISER, C. B. **Nightshades: The Paradoxical Plants**. San Francisco: W. H. Freeman, 1969. 384 p.

HELENO, R.; DEVOTO, M.; POCOOCK, M. Connectance of species interaction networks and conservation value: Is it any good to be well connected? **Ecological Indicators**, v. 14, n. 1, p. 7–10, 1 mar. 2012.

HELENO, R. H.; RAMOS, J. A.; MEMMOTT, J. Integration of exotic seeds into an Azorean seed dispersal network. **Biological Invasions**, v. 15, n. 5, p. 1143–1154, 1 maio 2013.

HERREL, A. et al. Frugivory in polychrotid lizards: effects of body size. **Oecologia**, v. 140, n. 1, p. 160–168, 1 jun. 2004.

HERRERA, C. M. Are Tropical Fruits More Rewarding to Dispersers Than Temperature Ones? **The American Naturalist**, v. 118, n. 6, p. 896–907, 1981.

HERRERA, C. M. Defense of Ripe Fruit from Pests: Its Significance in Relation to Plant-Disperser Interactions. **The American Naturalist**, v. 120, n. 2, p. 218–241, 1 ago. 1982.

HERRERA, C. M. Seasonal Variation in the Quality of Fruits and Diffuse Coevolution Between Plants and Avian Dispersers. **Ecology**, v. 63, n. 3, p. 773–785, 1 jun. 1982.

HERRERA, C. M. Determinants of Plant-Animal Coevolution: The Case of Mutualistic Dispersal of Seeds by Vertebrates. **Oikos**, v. 44, n. 1, p. 132–141, 1985.

HOLBROOK, K. M. Home Range and Movement Patterns of Toucans: Implications for Seed Dispersal. **Biotropica**, v. 43, n. 3, p. 357–364, 1 maio 2011.

HORÁK, J. Insect ecology and veteran trees. **Journal of Insect Conservation**, v. 21, n. 1, p. 1–5, 1 fev. 2017.

HOWE, H. F. Fear and Frugivory. **The American Naturalist**, v. 114, n. 6, p. 925–931, 1979.

HOWE, H.F. Seed Dispersal by Fruit-Eating Birds and Mammals. In MURRAY, D.R. **Seed dispersal**. Academic Press, 1986. p 123-189.

HOWE, H. F. Specialized and generalized dispersal systems: where does ‘the paradigm’ stand? **Vegetatio**, v. 107, n. 1, p. 3–13, 1 jun. 1993.

HOWE, H. F. Scatter-and clump-dispersal and seedling demography: hypothesis and implications. **Oecologia**, v. 79, n. 3, p. 417–426, 1 maio 1989.

HOWE, H. F.; DE STEVEN, D. Fruit production, migrant bird visitation, and seed dispersal of *Guarea glabra* in Panama. **Oecologia**, v. 39, n. 2, p. 185–196, 1 jan. 1979.

HOWE, H. F.; PRIMACK, R. B. Differential Seed Dispersal by Birds of the Tree *Casearia nitida* (Flacourtiaceae). **Biotropica**, v. 7, n. 4, p. 278–283, 1975.

HOWE, H. F.; RICHTER, W. M. Effects of seed size on seedling size in *Virola surinamensis*; a within and between tree analysis. **Oecologia**, v. 53, n. 3, p. 347–351, 1 jun. 1982.

IZHAKI, I.; SAFRIEL, U. N. Why Are There So Few Exclusively Frugivorous Birds? Experiments on Fruit Digestibility. **Oikos**, v. 54, n. 1, p. 23–32, 1989.

JANZEN, D. H. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501–528, 1970.

JOHNSON, R. A. et al. Nutritional Values of Wild Fruits and Consumption by Migrant Frugivorous Birds. **Ecology**, v. 66, n. 3, p. 819–827, 1985.

JORDÁN, F.; BENEDEK, Z.; PODANI, J. Quantifying positional importance in food webs: A comparison of centrality indices. **Ecological Modelling**, v. 205, n. 1, p. 270–275, 10 jul. 2007.

JORDANO, P. Fig-Seed Predation and Dispersal by Birds. **Biotropica**, v. 15, n. 1, p. 38–41, 1983.

JORDANO, P. et al. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 9, p. 3278–3282, 27 fev. 2007.

JUANES, F. Population Density and Body Size in Birds. **The American Naturalist**, v. 128, n. 6, p. 921–929, 1986.

KAWASAKI, M.L., & PIZO, M.A. Frutos e sementes de Myrtaceae. 2001. Obtido de <https://fieldguides.fieldmuseum.org/guides/guide/90>

KENDEIGH, S. C. Energy Requirements for Existence in Relation to Size of Bird. **The Condor**, v. 72, n. 1, p. 60–65, 1970.

KREBS, J. R.; RYAN, J. C.; CHARNOV, E. L. Hunting by expectation or optimal foraging? A study of patch use by chickadees. **Animal Behaviour**, v. 22, p. 953–963, 1 nov. 1974.

KREFTING, L. W.; ROE, E. I. The Role of Some Birds and Mammals in Seed Germination. **Ecological Monographs**, v. 19, n. 3, p. 269–286, 1949.

KUHLMANN, M.. **Frutos e Sementes do Cerrado: Espécies Atrativas Para Fauna: vol. 1.** Santo André: Ipis Gráfica e Editora, 2018a. 464 p.

KUHLMANN, M.. **Frutos e Sementes do Cerrado: Espécies Atrativas Para Fauna: vol. 2.** Santo André: Ipis Gráfica e Editora, 2018b. 464 p.

LE VIOL, I. et al. More and more generalists: two decades of changes in the European avifauna. **Biology Letters**, v. 8, n. 5, p. 780–782, 23 out. 2012.

LEVEY, D. J.; MOERMOND, T. C.; DENSLOW, J. S. Fruit Choice in Neotropical Birds: The Effect of Distance Between Fruits on Preference Patterns. **Ecology**, v. 65, n. 3, p. 844–850, 1984.

LEVEY, D. J. Seed Size and Fruit-Handling Techniques of Avian Frugivores. **The American Naturalist**, v. 129, n. 4, p. 471–485, 1 abr. 1987.

LEVEY, D. J. Tropical Wet Forest Treefall Gaps and Distributions of Understory Birds and Plants. **Ecology**, v. 69, n. 4, p. 1076–1089, 1988.

LEVIN, D. A.; KERSTER, H. W. Gene Flow in Seed Plants. In: DOBZHANSKY, T.; HECHT, M. K.; STEERE, W. C. (Eds.). **Evolutionary Biology: Volume 7**. Boston, MA: Springer US, 1974. p. 139–220.

LEWINSOHN, T. M.; CAGNOLO, L. Keystones in a Tangled Bank. **Science**, v. 335, n. 6075, p. 1449, 23 mar. 2012.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D. An Experimental Study of Seed Ingestion and Germination in a Plant-Animal Assemblage in Ghana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 2, n. 2, p. 113–126, 1986.

LINDSTEDT, S. L.; MILLER, B. J.; BUSKIRK, S. W. Home Range, Time, and Body Size in Mammals. **Ecology**, v. 67, n. 2, p. 413–418, 1986.

LOISELLE, B. A.; BLAKE, J. G. DISPERSAL OF MELASTOME SEEDS BY FRUIT-EATING BIRDS OF TROPICAL FOREST UNDERSTORY. **Ecology**, v. 80, n. 1, p. 330–336, 1 jan. 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: vol.1**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 385 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: vol. 2**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2000. 382 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil: vol. 3**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2011. 385 p.

MAGALHÃES, V. B. et al. Secondary seed dispersal by ants in Neotropical cerrado savanna: species-specific effects on seeds and seedlings of *Siparuna guianensis* (Siparunaceae). **Ecological Entomology**, v. 43, n. 5, p. 665–674, 2018.

MANHÃES, M. A.; LOURES-RIBEIRO, A.; DIAS, M. M. Diet of understory birds in two Atlantic Forest areas of southeast Brazil. **Journal of Natural History**, v. 44, n. 7–8, p. 469–489, 22 fev. 2010.

MANHÃES, M. A.; LOURES-RIBEIRO, A.; DIAS, M. M. Avifauna da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora, MG. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 3, p. 275–286. 2011.

MARTÍN GONZÁLEZ, A. M.; DALSGAARD, B.; OLESEN, J. M. Centrality measures and the importance of generalist species in pollination networks. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 1, p. 36–43, 2010.

MARTIN, T. E. Resource selection by tropical frugivorous birds: integrating multiple interactions. **Oecologia**, v. 66, n. 4, p. 563–573, 1 jul. 1985.

MAY, R. M. Will a Large Complex System be Stable? **Nature**, v. 238, n. 5364, p. 413–414, 1 ago. 1972.

MCCLANAHAN, T. R. Recovery of a coral reef keystone predator, *Balistapus undulatus*, in East African marine parks. **Biological Conservation**, v. 94, n. 2, p. 191–198, 1 jul. 2000.

MELLO, M. A. R. et al. The Missing Part of Seed Dispersal Networks: Structure and Robustness of Bat-Fruit Interactions. **PLOS ONE**, v. 6, n. 2, p. e17395, 28 fev. 2011.

MELLO, M. A. R. et al. Keystone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. **Oikos**, v. 124, n. 8, p. 1031–1039, 1 ago. 2015.

MEMMOTT, J.; WASER, N. M.; PRICE, M. V. Tolerance of pollination networks to species extinctions. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 271, n. 1557, p. 2605–2611, 22 dez. 2004.

MESSEDER, J. V. S. et al. Frugivory and seed dispersal in a hyperdiverse plant clade and its role as a keystone resource for the Neotropical fauna. **Annals of Botany**, n. mcaa189, 5 nov. 2020.

MESSEDER, J. V. S. et al. Searching for keystone plant resources in fruit-frugivore interaction networks across the Neotropics. **Biotropica**, v. 52, n. 5, p. 857–870, 1 set. 2020.

MICHEL, N. L.; WHELAN, C. J.; VERUTES, G. M. Ecosystem services provided by Neotropical birds. *The Condor*, v. 122, n. duaa022, 4 ago. 2020.

MILO, R. et al. Network Motifs: Simple Building Blocks of Complex Networks. **Science**, v. 298, n. 5594, p. 824–827, 25 out. 2002.

MOERMOND, T. C.; DENSLow, J. S. Fruit Choice in Neotropical Birds: Effects of Fruit Type and Accessibility on Selectivity. **Journal of Animal Ecology**, v. 52, n. 2, p. 407–420, 1983.

MOERMOND, T. C.; DENSLow, J. S. Neotropical Avian Frugivores: Patterns of Behavior, Morphology, and Nutrition, with Consequences for Fruit Selection. **Ornithological Monographs**, n. 36, p. 865–897, 1985.

MOLES, A. T. et al. Small-seeded species produce more seeds per square metre of canopy per year, but not per individual per lifetime. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 3, p. 384–396, 2004.

MOLES, A. T.; WESTOBY, M. Seedling survival and seed size: a synthesis of the literature. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 3, p. 372–383, 1 jun. 2004.

MONTOYA, P. et al. A morphological database for 606 Colombian bird species. **Ecology**, v. 99, n. 7, p. 1693–1693, 2018.

MOREIRA, A.C.C., et al. Seeds and other Diaspores of Marambaia Island. 2010. Obtido de <https://fieldguides.fieldmuseum.org/guides/guide/433>

MURRAY, K. G. et al. Fruit Laxatives and Seed Passage Rates in Frugivores: Consequences for Plant Reproductive Success. **Ecology**, v. 75, n. 4, p. 989–994, 1 jun. 1994.

NAKAGAWA, N. Feeding rate as valuable information in primate feeding ecology. **Primates**, v. 50, n. 2, p. 131, 11 fev. 2009.

NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 7, p. 278–285, 1 jul. 2000.

NEUSCHULZ, E. L.; BROWN, M.; FARWIG, N. Frequent bird movements across a highly fragmented landscape: the role of species traits and forest matrix. **Animal Conservation**, v. 16, n. 2, p. 170–179, 2013.

O'BRIAIN, R.; SHEPHARD, S.; COGHLAN, B. Pioneer macrophyte species engineer fine-scale physical heterogeneity in a shallow lowland river. **Ecological Engineering**, v. 102, p. 451–458, 1 maio 2017.

ODUM, E. P.; KUENZLER, E. J. Measurement of Territory and Home Range Size in Birds. **The Auk**, v. 72, n. 2, p. 128–137, 1955.

O'FARRILL, G.; GALETTI, M.; CAMPOS-ARCEIZ, A. Frugivory and seed dispersal by tapirs: an insight on their ecological role. **Integrative Zoology**, v. 8, n. 1, p. 4–17, 2013.

OLESEN, J. M. et al. The modularity of pollination networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 50, p. 19891, 11 dez. 2007.

OLESEN, J. M. et al. Missing and forbidden links in mutualistic networks. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 278, n. 1706, p. 725–732, 7 mar. 2011.

OSUNKOYA, O. O. et al. Influence of Seed Size and Seedling Ecological Attributes on Shade-Tolerance of Rain-Forest Tree Species in Northern Queensland. **Journal of Ecology**, v. 82, n. 1, p. 149–163, 1994.

PAINE, R. T. Food Web Complexity and Species Diversity. **The American Naturalist**, v. 100, n. 910, p. 65–75, 1 jan. 1966.

PAINE, R. T. A Note on Trophic Complexity and Community Stability. **The American Naturalist**, v. 103, n. 929, p. 91–93, 1969.

PENFIELD, S. Seed dormancy and germination. **Current Biology**, v. 27, n. 17, p. R874–R878, 11 set. 2017.

PERRY, G.; GARLAND, T. Lizard Home Ranges Revisited: Effects of Sex, Body Size, Diet, Habitat, and Phylogeny. **Ecology**, v. 83, n. 7, p. 1870–1885, 2002.

PIZO, M. A.; SIMÃO, I. Seed deposition patterns and the survival of seeds and seedlings of the palm *Euterpe edulis*. **Acta Oecologica**, v. 22, n. 4, p. 229–233, 1 jul. 2001.

PIZO, M. A.; BATISTA, E. C.; MONTEIRO, E. C. A Reappraisal of the Fruit-Taking and Fruit-Handling Behaviors of Neotropical Birds. In: REBOREDA, J. C.; FIORINI, V. D.; TUERO, D. T. (Eds.). **Behavioral Ecology of Neotropical Birds**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 185–198.

POTTER, R. L.; JOSEPH L. PETERSEN; UECKERT, D. N. Germination Responses of *Opuntia* spp. to Temperature, Scarification, and Other Seed Treatments. **Weed Science**, v. 32, n. 1, p. 106–110, 1984.

POWELL, L. L. et al. Changes in Habitat Use at Rain Forest Edges Through Succession: a Case Study of Understory Birds in the Brazilian Amazon. **Biotropica**, v. 47, n. 6, p. 723–732, 1 nov. 2015.

POWER, M. E. et al. Challenges in the Quest for Keystones. **BioScience**, v. 46, n. 8, p. 609–620, 1996.

PRATT, T. K.; STILES, E. W. How Long Fruit-Eating Birds Stay in the Plants Where They Feed: Implications for Seed Dispersal. **The American Naturalist**, v. 122, n. 6, p. 797–805, 1983.

PRŽULJ, N.; CORNEIL, D. G.; JURISICA, I. Modeling interactome: scale-free or geometric? **Bioinformatics**, v. 20, n. 18, p. 3508–3515, 12 dez. 2004.

PURIFICAÇÃO, K. N. et al. Disentangling the architecture of the frugivorous bird-plant interaction networks in a savanna-forest mosaic in the Neotropical savanna. **Acta Oecologica**, v. 107, p. 103601, 1 ago. 2020.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. 2013.

REY, P. J.; ALCÁNTARA, J. M. Recruitment dynamics of a fleshy-fruited plant (*Olea europaea*): connecting patterns of seed dispersal to seedling establishment. **Journal of Ecology**, v. 88, n. 4, p. 622–633, 1 ago. 2000.

RICKLEFS, R. E. Passerine morphology: external measurements of approximately one-quarter of passerine bird species. **Ecology**, v. 98, n. 5, p. 1472–1472, 2017.

ROBERTSON, A. W. et al. Assessing the Benefits of Frugivory for Seed Germination: The Importance of the Deinhibition Effect. **Functional Ecology**, v. 20, n. 1, p. 58–66, 2006.

ROBERTSON, R. J.; RENDELL, W. B. A comparison of the breeding ecology of a secondary cavity nesting bird, the Tree Swallow (*Tachycineta bicolor*), in nest boxes and natural cavities. **Canadian Journal of Zoology**, v. 68, n. 5, p. 1046–1052, 1 maio 1990.

RUSSO, S. E.; PORTNOY, S.; AUGSPURGER, C. K. INCORPORATING ANIMAL BEHAVIOR INTO SEED DISPERSAL MODELS: IMPLICATIONS FOR SEED SHADOWS. **Ecology**, v. 87, n. 12, p. 3160–3174, 1 dez. 2006.

SAMUELS, I. A.; LEVEY, D. J. Effects of Gut Passage on Seed Germination: Do Experiments Answer the Questions They Ask? **Functional Ecology**, v. 19, n. 2, p. 365–368, 2005.

SANTIAGO, B.S., et al. Reserva Biológica Municipal de Poço D’Anta, Juiz de Fora/MG – aspectos da fragmentação de habitat e efeito de borda. **Gaia Scientia**, v. 1, n. 1, p. 53-66.

SCHLEUNING, M. et al. At a loss for birds: insularity increases asymmetry in seed-dispersal networks. **Global Ecology and Biogeography**, v. 23, n. 4, p. 385–394, 1 abr. 2014.

SCHLEUNING, M. et al. Ecological, historical and evolutionary determinants of modularity in weighted seed-dispersal networks. **Ecology Letters**, v. 17, n. 4, p. 454–463, 2014.

SCHUPP, E. W. Seed-Seedling Conflicts, Habitat Choice, and Patterns of Plant Recruitment. **American Journal of Botany**, v. 82, n. 3, p. 399–409, 1995.

SCHURR, F. M. et al. A mechanistic model for secondary seed dispersal by wind and its experimental validation. **Journal of Ecology**, v. 93, n. 5, p. 1017–1028, 2005.

SEBASTIÁN-GONZÁLEZ, E. et al. Macroecological trends in nestedness and modularity of seed-dispersal networks: human impact matters. **Global Ecology and Biogeography**, v. 24, n. 3, p. 293–303, 1 mar. 2015.

SHIPLEY, L. A. et al. The Scaling of Intake Rate in Mammalian Herbivores. **The American Naturalist**, v. 143, n. 6, p. 1055–1082, 1994.

SILVA, A. M. et al. Modularity in ecological networks between frugivorous birds and congeneric plant species. **Journal of Tropical Ecology**, v. 32, n. 6, p. 526–535, 2016.

SILVA, C. N. et al. Flora fanerogâmica do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 71, 2020.

SILVA, M. G.; TABARELLI, M. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. **Acta Oecologica**, v. 22, n. 5, p. 259–268, 1 set. 2001.

SILVEIRA, F. A. O. et al. Physiological dormancy and seed germination inhibitors in *Miconia* (Melastomataceae). **Plant Ecology and Evolution**, v. 146, n. 3, p. 290–294, 12 nov. 2013.

SIMMONS, B. I. et al. bmotif: A package for motif analyses of bipartite networks. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 5, p. 695–701, 1 maio 2019.

SNOW, B. K. Territorial Behavior and Courtship of the Male Three-Wattled Bellbird. **The Auk**, v. 94, n. 4, p. 623–645, 1 out. 1977.

SORENSEN, A. E. Interactions between birds and fruit in a temperate woodland. **Oecologia**, v. 50, n. 2, p. 242–249, 1 ago. 1981.

SOUZA, J.A.N., & ALVES, M. Fleshy Fruits of the Atlantic Forest of Pernambuco. 2010. Obtido de <https://fieldguides.fieldmuseum.org/guides/guide/284>

STILES, F. G.; ROSSELLI, L. Consumption of fruits of the Melastomataceae by birds: how diffuse is coevolution? **Vegetatio**, v. 107, n. 1, p. 57–73, 1 jun. 1993.

TAMBLING, C. J. et al. Elephants facilitate impact of large predators on small ungulate prey species. **Basic and Applied Ecology**, v. 14, n. 8, p. 694–701, 1 dez. 2013.

TOMBACK, D. F. Dispersal of Whitebark Pine Seeds by Clark's Nutcracker: A Mutualism Hypothesis. **Journal of Animal Ecology**, v. 51, n. 2, p. 451–467, 1982.

TRAVERSE, A.; BERMEJO, T.; WILLSON, M. Effect of manure composition on seedling emergence and growth of two common shrub species of Southeast Alaska. **Plant Ecology**, v. 155, n. 1, p. 29–34, 1 jul. 2001.



TRAVESET, A.; RIERA, N.; MAS, R. E. Passage through bird guts causes interspecific differences in seed germination characteristics. **Functional Ecology**, v. 15, n. 5, p. 669–675, 1 out. 2001.

TRAVESET, A.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, J.; PÍAS, B. Seed trait changes in dispersers' gut and consequences for germination and seedling growth. **Ecology**, v. 89, n. 1, p. 95–106, 1 jan. 2008.

TYLIANAKIS, J. M. et al. Conservation of species interaction networks. **Conserving complexity: Global change and community-scale interactions**, v. 143, n. 10, p. 2270–2279, 1 out. 2010.

VÁZQUEZ, D. P. Species abundance and asymmetric interaction strength in ecological networks. **Oikos**, v. v. 116, n. 7, p. 1120–1127, jul. 2007.

VIDAL, M. M.; PIRES, M. M.; GUIMARÃES, P. R. Large vertebrates as the missing components of seed-dispersal networks. **Special Issue: Defaunation's impact in terrestrial tropical ecosystems**, v. 163, p. 42–48, 1 jul. 2013.

VITTOZ, P.; ENGLER, R. Seed dispersal distances: a typology based on dispersal modes and plant traits. **Botanica Helvetica**, v. 117, n. 2, p. 109–124, 1 dez. 2007.

WALL, S. B. V.; KUHN, K. M.; BECK, M. J. Seed Removal, Seed Predation, and Secondary Dispersal. **Ecology**, v. 86, n. 3, p. 801–806, 2005.

WALTERS, M. B.; REICH, P. B. SEED SIZE, NITROGEN SUPPLY, AND GROWTH RATE AFFECT TREE SEEDLING SURVIVAL IN DEEP SHADE. **Ecology**, v. 81, n. 7, p. 1887–1901, 1 jul. 2000.

WEHNCKE, E. V. et al. Seed Dispersal Patterns Produced by White-Faced Monkeys: Implications for the Dispersal Limitation of Neotropical Tree Species. **Journal of Ecology**, v. 91, n. 4, p. 677–685, 2003.

WESTCOTT, D. A.; GRAHAM, D. L. Patterns of movement and seed dispersal of a tropical frugivore. **Oecologia**, v. 122, n. 2, p. 249–257, 1 fev. 2000.

WESTOBY, M. et al. Plant Ecological Strategies: Some Leading Dimensions of Variation Between Species. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, n. 1, p. 125–159, 1 nov. 2002.

WHEELWRIGHT, N. T. et al. Tropical Fruit-Eating Birds and Their Food Plants: A Survey of a Costa Rican Lower Montane Forest. **Biotropica**, v. 16, n. 3, p. 173–192, 1984.

WILLIAMS, S.E., et al. Climate change in Australian Tropical rainforests: an impending environmental catastrophe. **Proceedings Biological Sciences**, v. 270, n. 1527, p. 1887–1892. 2003.

WILLSON, M. F.; GENDE, S. M. Seed Dispersal by Brown Bears, *Ursus arctos*, in Southeastern Alaska. **The Canadian Field-Naturalist**, v. 118, n. 4, p. 499–503, 2004.

WILMAN, H. et al. EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. **Ecology**, v. 95, n. 7, p. 2027–2027, 2014.

WITMER, M. C.; VAN SOEST, P. J. Contrasting digestive strategies of fruit-eating birds. **Functional Ecology**, v. 12, n. 5, p. 728–741, 1 out. 1998.

WOODWARD, G. et al. Body size in ecological networks. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 20, n. 7, p. 402–409, 1 jul. 2005.

WOTTON, D. M.; KELLY, D. Do larger frugivores move seeds further? Body size, seed dispersal distance, and a case study of a large, sedentary pigeon. **Journal of Biogeography**, v. 39, n. 11, p. 1973–1983, 1 nov. 2012.

XIAO, Z. et al. Seed–predator satiation and Janzen–Connell effects vary with spatial scales for seed-feeding insects. **Annals of Botany**, v. 119, n. 1, p. 109–116, 1 jan. 2017.

YAGIHASHI, T.; HAYASHIDA, M.; MIYAMOTO, T. Inhibition by pulp juice and enhancement by ingestion on germination of bird-dispersed *Prunus* seeds. **Journal of Forest Research**, v. 5, n. 3, p. 213–215, 1 ago. 2000.

ZHANG, Y. et al. Resilience centrality in complex networks. **Phys. Rev. E**, v. 101, n. 2, p. 022304, fev. 2020.

ZHAO, S. et al. Landscape pattern analysis and ecological network planning of Tianjin City. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 46, p. 126479, 1 dez. 2019.

**APÊNDICE A - Referências das redes de interações utilizadas**

1. BLAKE, J. G.; LOISELLE, B. A. Fruits in the Diets of Neotropical Migrant Birds in Costa Rica. **Biotropica**, v. 24, n. 2, p. 200–210, 1992.
2. SARMENTO, Raissa et al . Partitioning of seed dispersal services between birds and bats in a fragment of the Brazilian Atlantic Forest. **Zoologia (Curitiba)**, Curitiba , v. 31, n. 3, p. 245-255, June 2014 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1984-46702014000300006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-46702014000300006&lng=en&nrm=iso)>. access on 10 Feb. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702014000300006>.
3. POULIN, B. et al. Interspecific synchrony and asynchrony in the fruiting phenologies of congeneric bird-dispersed plants in Panama. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, n. 2, p. 213–227, 1999.
4. PALMEIRIM, J. M.; GORCHOY, D. L.; STOLESON, S. Trophic structure of a neotropical frugivore community: is there competition between birds and bats? **Oecologia**, v. 79, n. 3, p. 403–411, 1 maio 1989.
5. AZAMBUJA, B.O. **Relações entre aves dispersoras de sementes e manchas florestais em matriz campestre na Serra do Sudeste, RS**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 80. 2009.
6. LOISELLE, B. A.; BLAKE, J. G. DISPERSAL OF MELASTOME SEEDS BY FRUIT-EATING BIRDS OF TROPICAL FOREST UNDERSTORY. **Ecology**, v. 80, n. 1, p. 330–336, 1 jan. 1999.
7. HELENO, R. H. et al. Seed dispersal networks in the Galápagos and the consequences of alien plant invasions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1750, p. 20122112, 7 jan. 2013.
8. LEFEVRE, K.L. **THE INFLUENCE OF HUMAN DISTURBANCE ON AVIAN FRUGIVORY AND SEED DISPERSAL IN A NEOTROPICAL RAINFOREST**. Tese (Doutorado em Filosofia) – Programa de Graduação em Zoologia, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade de Toronto. Toronto, p. 215. 2008.
9. BOYLE, W. A.; CONWAY, C. J.; BRONSTEIN, J. L. Why do some, but not all, tropical birds migrate? A comparative study of diet breadth and fruit preference. **Evolutionary Ecology**, v. 25, n. 1, p. 219–236, 1 jan. 2011.

10. MANHÃES, M. A.; LOURES-RIBEIRO, A.; DIAS, M. M. Diet of understory birds in two Atlantic Forest areas of southeast Brazil. **Journal of Natural History**, v. 44, n. 7–8, p. 469–489, 22 fev. 2010.

Observações:

- I. Duas redes foram obtidas da referência de número 10
- II. Duas redes foram amostradas durante este trabalho, se referindo as áreas de Jardim Botânico da UFJF e da Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta.

Tabela I – Dados de amostras fecais com sementes vivas e número total de amostras com sementes obtidas de aves do sub-bosque capturadas no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora – MG. Dados entre parênteses representam o número de amostras com ao menos uma semente, enquanto dados fora dos parênteses representam o número de amostras com ao menos uma semente viva.

Plantas	Espécies de aves																			
	Pl	Cc	Mm	Mr	La	Ts	Em	Ar	Cg	Tf	Tl	Tr	Ta	As	Bc	Hr	Tc	Tm	Tg	
Annonaceae																				
<i>Guatteria</i> sp							1(1)													
<i>Xylopia aromatica</i>					1(1)															
<i>Xylopia emarginata</i>		1(1)																		
Arecaceae																				
<i>Euterpe edulis</i>										1(1)		0(1)								
Bromeliaceae																				
<i>Portea petropolitana</i>																	4(4)	3(3)		
Clusiaceae																				
<i>Vismia</i> sp																	0(1)			
Dileniaceae				1(1)																
Erythroxylaceae																				
<i>Erythroxylum</i> sp		1(1)																		
Euphorbiaceae																				
<i>Alchornea</i> sp				1(1)		1(1)		1(1)												
<i>Alchornea</i> sp2			1(1)																	
Lauraceae																				
<i>Nectandra oppositifolia</i>											1(1)		2(2)							
Loranthaceae			1(1)	5(5)																
Melastomataceae																				
<i>Clidemia</i> sp			1(2)																	
<i>Leandra</i> sp		0(1)	0(1)														1(2)			
<i>Miconia</i> sp			0(1)													0(1)		0(2)	3(6)	
<i>Miconia budlejoides</i>													1(1)							
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	1(1)		0(1)				0(1)					0(1)					1(2)			

Tabela I - Continuação

Planta	Espécies de aves																		
	Pl	Cc	Mm	Mr	La	Ts	Em	Ar	Cg	Tf	Tl	Tr	Ta	As	Bc	Hr	Tc	Tm	Tg
<i>Miconia latecrenata</i>		0(1)	1(1)														0(1)	4(6)	
<i>Miconia sellowiana</i>														1(1)					
Moraceae																			
<i>Ficus</i> sp												1(1)			1(2)		3(3)		
<i>Ficus citrifolia</i>												0(1)							
Myrtaceae																			
<i>Myrcia</i> sp.														1(1)					
Poaceae														1(1)					
Rubiaceae																			
<i>Psychotria</i> sp							0(1)										0(1)	0(1)	
<i>Psychotria</i> sp2																	1(1)		
<i>Psychotria</i> sp3																	0(1)		
<i>Psychotria</i> sp4																		0(1)	
<i>Psychotria vellosiana</i>		0(1)	1(1)				1(1)			1(1)		1(1)					3(3)		6(6)
Siparunaceae																			
<i>Siparuna guianensis</i>												1(1)							
Solanaceae														1(1)					
<i>Solanum</i> sp				0(1)															1(1)
<i>Cestrum</i> sp			1(1)																
Urticaceae																			
<i>Urera baccifera</i>																	2(2)		
Zingiberaceae																			
<i>Hedychium</i> sp				1(1)															
Morfoespécie 1									1(1)										
Morfoespécie 2																	1(1)		
Morfoespécie 3																	0(1)		
Morfoespécie 4													1(1)						

Pl: *Pyriglena leucoptera*; Cc: *Chiroxiphia caudata*; Im: Mm: *Manacus manacus*; Mr: *Mionectes rufiventris*; La: *Leptopogon amaurocephalus*; Ts: *Tolmomyias sulphureus*; Em: *Elaenia mesoleuca*; Ar: *Attila rufus*; Cg: *Cyclarhis gujanensis*; Tf: *Turdus flavipes*; Tl: *Turdus leucomelas*; Tr: *Turdus rufiventris*; ; Ta: *Turdus albicollis*; As: *Arremon semitorquatus*; Bc: *Basileuterus culicivorus*; Hr: *Hemithraupis ruficapilla*; Tc: *Tachyphonus coronatus*; Tm: *Trichothraupis melanops*; Tg: *Tangara cyanoventris*.

Tabela II – Dados de amostras fecais com sementes vivas e número total de amostras com sementes obtidas de aves do sub-bosque capturadas na Reserva Biológica Municipal Poço D’Anta, Juiz de Fora – MG. Dados entre parênteses representam o número de amostras com ao menos uma semente, enquanto dados fora dos parênteses representam o número de amostras com ao menos uma semente viva.

Planta	Espécies de aves												
	Cl	Cc	Im	Mm	Mr	Ar	Tl	Tr	Ta	Tc	Tm	Tg	
Araliaceae													
<i>Schefflera morototoni</i>		0(1)						1(1)	1(1)				
Arecaceae													
<i>Geonoma</i> sp									1(1)				
Euphorbiaceae													
<i>Alchornea</i> sp					1(1)								
<i>Maprounea</i> sp		1(2)						1(1)	1(1)				
Erythroxylaceae													
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>		3(3)					1(1)	1(1)					
Loranthaceae													
Melastomataceae													
<i>Leandra</i> sp		1(1)								0(1)			
<i>Miconia budlejoides</i>		0(1)		1(1)									
<i>Miconia cinnamomifolia</i>		1(2)							0(2)	2(2)			
<i>Miconia racimifera</i>	0(1)										1(2)	0(1)	
<i>Miconia</i> sp											0(1)		
Menispermaceae													
<i>Cissampelos</i> sp		1(1)											
Myrsinaceae													

Tabela II - Continuação

Plantas	Espécies de aves											
	Cl	Cc	Im	Mm	Mr	Ar	Tl	Tr	Ta	Tc	Tm	Tg
<i>Myrsine guianensis</i>		0(1)										
Myrtaceae									1(1)			
<i>Myrcia litualinervia</i>		2(2)										
Rubiaceae												
<i>Chiococca</i> sp				1(1)								
<i>Cordia concolor</i>			1(1)	0(1)					1(1)			
<i>Faramea</i> cf. <i>multiflora</i>										1(1)		
<i>Palicourea</i> sp		2(2)										
<i>Psychotria</i> sp1				1(1)		1(1)				1(1)		1(1)
<i>Psychotria</i> sp2		0(1)									0(2)	
<i>Psychotria</i> sp3											0(1)	
<i>Psychotria sessilis</i>				1(1)								
<i>Psychotria vellosiana</i>		5(6)							1(1)		1(1)	
Salicaceae												
<i>Casearia sylvestris</i>					2(2)			1(1)			2(2)	
Sapindaceae												
<i>Paullinia trigonia</i>								1(1)	1(1)			
Siparunaceae												
<i>Siparuna guianensis</i>		3(4)			3(3)							
Morfoespécie 1		1(1)										
Morfoespécie 2		1(1)										
Morfoespécie 3				1(1)								
Morfoespécie 4											1(1)	

Cl: *Conopophaga lineata*; Cc: *Chiroxiphia caudata*; Im: *Ilicura militaris*; Mm: *Manacus manacus*; Mr: *Mionectes rufiventris*; Ar: *Attila rufus*; Tl: *Turdus leucomelas*; Tr: *Turdus rufiventris*; ; Ta: *Turdus albicollis*; Tc: *Tachyphonus coronatus*; Tm: *Trichothraupis melanops*; Tg: *Tangara cyanoventris*.