



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA



PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

**SAZONALIDADE E ESTRUTURA DE REDE DE
INTERAÇÕES ENTRE AVES
FRUGÍVORAS E PLANTAS EM
UM FRAGMENTO FLORESTAL DE CERRADO**

ANDRÉIA CRISTINA DE OLIVEIRA

2020

Andréia Cristina de Oliveira

**SAZONALIDADE E ESTRUTURA DE REDE DE
INTERAÇÕES ENTRE AVES
FRUGÍVORAS E PLANTAS EM
UM FRAGMENTO FLORESTAL DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências para obtenção
do título de Mestre em Ecologia e Conservação
de Recursos Naturais.

Orientador

Prof. Dr. Kleber Del Claro

Coorientador

Dr. Diego Vinícius Anjos Silva

UBERLÂNDIA

Janeiro - 2020

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

O48
2020 Oliveira, Andréia Cristina de, 1986-
Sazonalidade e estrutura de rede de interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento florestal de cerrado [recurso eletrônico] / Andréia Cristina de Oliveira. - 2020.

Orientador: Kleber Del Claro.
Coorientador: Diego Vinícius Anjos Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.169>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Ecologia. I. Claro, Kleber Del, 1965-, (Orient.). II. Silva, Diego Vinícius Anjos, -, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. IV. Título.

CDU: 574

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de
 Recursos Naturais

Av. Pará, 1720, Bloco 2D, Sala 26 - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38405-320
 Telefone: (34) 3225-8641 - www.ppgeco.ib.ufu.br - ecologia@umuarama.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ecologia e Conservação de Recursos Naturais				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 287, PPGECRN				
Data:	dezesete de fevereiro de dois mil e vinte	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:11
Matrícula do Discente:	11812ECR002				
Nome do Discente:	Andréia Cristina de Oliveira				
Título do Trabalho:	Sazonalidade e estrutura de rede de interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento florestal de cerrado				
Área de concentração:	Ecologia				
Linha de pesquisa:	Ecologia comportamental e de interações				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Riqueza e distribuição de interações entre plantas, formigas e herbívoros trofobiontes em vegetação de Cerrado				

Reuniu-se no Anfiteatro do Bloco 4K, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, assim composta: Professores Doutores: Oswaldo Marçal Júnior - INBIO/UFU; Eduardo Calixto Soares - USP; Kleber Del Claro - INBIO/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Kleber Del Claro, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Kleber Del Claro, Presidente**, em 17/02/2020, às 16:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Oswaldo Marcal Júnior, Membro de Comissão**, em 17/02/2020, às 16:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Calixto Soares, Usuário Externo**, em 17/02/2020, às 16:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1845481** e o código CRC **BB77DCC9**.

Andréia Cristina de Oliveira

**SAZONALIDADE E ESTRUTURA DE REDE DE
INTERAÇÕES ENTRE AVES
FRUGÍVORAS E PLANTAS EM
UM FRAGMENTO FLORESTAL DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências para obtenção
do título de Mestre em Ecologia e Conservação
de Recursos Naturais.

APROVADA em 17 de fevereiro de 2020

Prof. Dr. Oswaldo Marçal Júnior UFU

Dr. Eduardo Calixto Soares USP-Ribeirão Preto

Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Stefani Sul Moreira (Suplente) UFU

Prof. Dr. Kleber Del Claro
UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA

Janeiro – 2020



*“Ora, a fé é a certeza das coisas que se esperam,
e a convicção de fatos que não se vêem”*

Hebreus 11.1

Ao meu Criador e Salvador

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus que me deu o mestrado como um presente, que por algumas vezes considerei distante e inatingível. Depois de muito tempo sonhando, enfim, chegou a hora certa para a realização deste sonho; e, então, pude entender porque foi no Seu tempo e não no meu.

Agradeço aos meus pais, Minergido e Rute, por me apoiarem em minhas escolhas, por proporcionarem a educação que tenho hoje e pelo suporte financeiro. Agradeço imensamente à minha mãe por me acompanhar em praticamente todas as minhas visitas ao campo, pois sei que não foi fácil: dias em que estive nervosa, desanimada e até desesperada, dias de chuva, sol e carrapatos, obrigada mãe. Agradeço também à minha irmã, ao meu cunhado e ao meu sobrinho pelo apoio e ânimo necessários para a conclusão do mestrado.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Kleber Del Claro, que mesmo sem me conhecer aceitou me orientar. Pela oportunidade, paciência, por acreditar e até mesmo me confortar afirmando que as coisas dariam certo. Obrigada pela extrema eficiência. Agradeço também ao meu co-orientador Diego Anjos Silva pelo apoio, ajuda e por toda parte de estatística, como disse o Kléber: “Ele foi um Anjo”. Agradeço ao Laboratório LECI.

Agradeço aos meus tios, tias, primos, primas e avó pelo amor e incentivo. Às minhas tias que me hospedaram durante o tempo de estudo. A todos os meus amigos que fazem parte da minha vida e ao Mateus que esteve presente durante a etapa final deste processo.

À Universidade Federal de Uberlândia, ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais e aos professores agradeço pelo suporte e aprendizado. Em especial ao César Cestari que me deu grandes oportunidades para aprender e crescer.

À minha turma de mestrado quero agradecer pelo companheirismo, pelos grupos de estudo, conversas descontraídas e bons momentos que passamos juntos.

Agradeço aos professores que fizeram parte da minha banca pela disponibilidade.

À CAPES pelo suporte financeiro, por meio da concessão da bolsa de estudos.

Agradeço ao Centro Universitário do Cerrado Patrocínio (UNICERP) pela permissão para fazer as coletas de campo em sua reserva, especialmente aos guardas que sempre estiveram de prontidão.

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para que esse sonho se concretizasse meu Muito Obrigada.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO	01
MATERIAL E MÉTODOS	05
Área de estudo	05
Coleta dos dados.....	07
Análises dos dados	08
RESULTADOS.....	10
DISCUSSÃO.....	20
CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
ANEXOS.....	32

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Imagem da Reserva legal da Fazenda Esmeril onde foram estudadas as interações mutualísticas plantas-aves frugívoras, Patrocínio, MG.

Figura 2 – Redes de interações mutualísticas entre aves frugívoras e plantas da reserva legal da Fazenda Esmeril.

Figura 3 – Estrutura modular da rede de interação aves frugívoras-plantas na estação chuvosa.

Figura 4 – Estrutura modular da rede de interação aves frugívoras-plantas na estação seca.

Figura 5 – Espécies de aves consideradas generalistas nas redes de interação chuvosa e seca da reserva legal da Fazenda Esmeril.

Figura 6 – Espécies de plantas consideradas generalistas nas redes de interação chuvosa e seca da reserva legal da Fazenda Esmeril.

Tabela 1 – Espécies de plantas registradas na rede de interações de aves frugívoras-plantas.

Tabela 2 – Espécies de aves registradas na rede de interações de aves frugívoras-plantas.

Tabela S1 – Espécies de aves observadas no fragmento florestal e no entorno da Reserva legal da Fazenda Esmeril (Suplementar).

RESUMO

Oliveira, Andréia C. de, (2020). Sazonalidade e estrutura de rede de interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento florestal de cerrado. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 47 p.

A frugivoria é uma interação mutualística cuja redução ou perda tem implicação direta na conservação e biodiversidade das comunidades. A teoria de redes tem se mostrado importante ferramenta no entendimento dessas interações dentro de comunidades. Além disso, a variação sazonal pode influenciar a quantidade e a qualidade dos recursos disponíveis para diferentes animais na rede e, portanto, a estrutura da rede. O objetivo desse estudo foi analisar a influência da sazonalidade sobre a estrutura da rede de interações aves frugívoras-plantas em um fragmento florestal, identificar as espécies com maior importância para a comunidade e a guilda trófica das aves com maior representatividade. Assumimos a hipótese de que a sazonalidade modificaria a estrutura da rede nas duas estações. O estudo de campo foi desenvolvido em um fragmento florestal de Cerrado, onde há estações seca e chuvosa bem definidas e frutificação principalmente durante a estação chuvosa. Foram realizadas amostragens de novembro/2018 a outubro/2019 por meio de transectos e observações focais, anotando as espécies de ave, plantas e a quantidade de interações pareadas. Foram estabelecidas redes de interações para as duas estações e calculou-se o aninhamento, modularidade e especialização destas redes. Foram registradas 43 espécies de plantas, 33 espécies de aves, um total de 186 interações e 583 registros de alimentação, em 252 h de observação. A estrutura das redes não foi alterada pela sazonalidade, ambas se mostraram modulares e especializadas, e sem aninhamento. O maior número de interações foi registrado na estação seca. As espécies de aves mais importantes foram as de hábito onívoro. Fragmentos de cerrado são refúgios para aves frugívoras, e são bancos de sementes importantes para a dispersão vegetal por zoocoria.

Palavras-chave: Frugivoria, estações, aninhamento, modularidade, generalistas.

ABSTRACT

Oliveira, Andréia C. de, (2020). Seasonality and structure of plant-frugivore birds networks in a cerrado forest fragment. MSc. thesis in Ecology and Conservation of Natural Resources. UFU Uberlândia-MG. 47 p.

Frugivory is a mutualistic interaction whose reduction or loss has direct implications on the conservation and biodiversity of communities. Network theory has proven to be an important tool in understanding these interactions within communities. In addition, seasonal variation may influence the quantity and quality of resources available to different animals in the network, changing the network structure. The aim of this study was to analyze the seasonality influence on the frugivory network structure in a forest fragment, to identify the most important species for community and the most representative birds trophic guild. We assumed that seasonality would change the network structure in both seasons. Observations were carried out in a Cerrado forest fragment, where there are well defined dry and wet seasons and fructification mainly during rainy season. Samples were performed from November/2018 to October/2019 through transects and focal observations, observing birds and plants species, and the paired interactions number. Interaction networks were established for both seasons and the nestedness, modularity and specialization of these networks were calculated. A total of 43 plant species, 33 bird species, 186 interactions and 583 feeding records were recorded in 252 observation hours. The networks structure was not altered by seasonality, both network were modular and specialized, and were not nested. The largest number of interactions was recorded in the dry season. The most important bird species were those of omnivorous habit. Cerrado fragments are refuges for frugivorous birds and are important seed banks for zoochory plant dispersal.

Keywords: Frugivory, seasons, nestedness, modularity, generalists.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas são estruturados e regidos por diversas formas de interações entre animais e plantas, entre as quais está a frugivoria, uma interação mutualista em que ambas as partes são beneficiadas (Begon et al., 2006; Alves et al., 2012). Para os frugívoros, frutos são fonte de nutrientes e energia necessários para sua sobrevivência, enquanto que para as plantas, há maior chance de recrutamento dos propágulos para longe de seu local de origem, fugindo da intensa predação por animais consumidores de sementes e da competição que há abaixo da planta-mãe (Howe & Smallwood, 1982; Ribeiro et al., 2013).

Estima-se que cerca de 50% a 90% das espécies arbóreas encontradas em florestas tropicais produzem frutos carnosos (Howe & Smallwood, 1982; Jordano, 2000). Segundo Kuhlmann e Ribeiro (2016), o Cerrado possui cerca de 70% das espécies arbóreas produzindo frutos que são consumidos e dispersos pela fauna, e quase 50% das aves e mamíferos do bioma se alimentam de frutos de forma frequente ou ocasional. Especificamente nas matas de galeria do Centro do Brasil, de 65% a 74% das árvores possuem dispersão zoocórica (Oliveira et al., 2011; Haidar et al., 2013). Contudo, o suprimento de frutos está sujeito a um padrão de organização espaço-temporal, ou seja, não estão distribuídos homoganeamente por todo o hábitat e a produção de frutos da maioria das espécies zoocóricas segue padrão sazonal. As espécies costumam concentrar os picos de frutificação na estação chuvosa, aproveitando as condições favoráveis para o recrutamento e estabelecimento de novas plântulas (Jordano, 2000; Camargo et al., 2013). Essa sazonalidade foi observada em cerrado sentido restrito (Camargo et al., 2013; Silva & Pedroni, 2014), e também em matas de galeria (Oliveira & De Paula, 2001).

As aves são organismos fundamentais para a frugivoria devido a sua abundância, pois das famílias de aves do planeta as frugívoras representam 56% e, em florestas neotropicais, de 25 a 30% da avifauna inclui frutos na sua dieta (Pizo & Galetti, 2010). Elas também são

importantes pela frequência com que se alimentam de frutos e pela capacidade de deslocamento a maiores distâncias e entre ambientes (Cazetta et al., 2002; Pizo & Santos, 2011). A influência nesse processo, no entanto, varia para as diferentes espécies dependendo diretamente do comportamento alimentar, do processamento do fruto e dos movimentos pós-alimentares (Jordano & Schupp, 2000; Manhães et al., 2003), pois as aves apresentam características intrínsecas que resultam em papéis diferenciados. Fatores como o modo de apanhar os frutos, o tratamento dado à semente no bico e no trato digestivo e a qualidade da deposição de sementes no ambiente distinguem os dispersores dos predadores e a eficiência na dispersão, conseqüentemente, afetando o sucesso reprodutivo de uma planta (Gondim, 2001).

Os frugívoros atraídos pelas espécies zoocóricas não apenas dispersam as sementes das plantas, mas também trazem consigo sementes de outras espécies nativas, criando um banco de sementes e aumentando a riqueza específica da área (Silva, 2003; Oliveira et al., 2018). Neste sentido, as interações plantas-frugívoros são essenciais nas comunidades tropicais, desempenhando papel imprescindível na recuperação da vegetação em áreas alteradas e fragmentadas, contribuindo para a recolonização e reestruturação da vegetação através da dispersão de sementes. A modificação ou perda dessas interações podem ter profundas implicações para conservação (Githiru et al., 2002; Garcia et al., 2009).

Nos últimos anos o estudo das interações ecológicas tem contado com uma importante ferramenta, a teoria de redes. Essa abordagem tem permitido a representação visual das interações, compreensão das complexas comunidades e melhor entendimento de processos ecológicos. A rede de interações é representada por um grafo bipartido composto por pontos (nós) e linhas, onde as espécies animais e vegetais são os pontos e a linha representa a interação entre elas. As redes podem ser binárias quando demonstram a ocorrência ou não ocorrência de interações, e podem-se usar diferentes espessuras nas linhas representando a

intensidade das interações entre as duas espécies, chamada de rede ponderada (Bascompte & Jordano, 2014). São inúmeras as possibilidades de utilização das redes de interações, tais como identificar os parceiros que cada espécie interage, quais espécies são mais importantes ou centrais, medir atributos de cada nó ou do sistema como um todo; quais traços biológicos têm influência na estrutura da comunidade, comparações entre redes, encontrar propriedades e padrões gerais do sistema (Githiru et al., 2002; Mello et al., 2014; Purificação et al., 2014; Sebastián-González, 2017; Fuzessy et al., 2018).

Em geral, as redes mutualistas seguem certos padrões, como o aninhamento, em que espécies generalistas (que participam de muitas interações) interagem na rede com outras generalistas e especialistas (espécies que realizam poucas interações), sendo que as últimas raramente interagem entre si (Bascompte et al., 2003). Em uma estrutura aninhada há poucas interações fortemente específicas e as espécies generalistas criam um núcleo que obtêm a maioria das interações sendo capaz de mantê-las mesmo após a perda de espécies especialistas, formando uma rede fortemente coesa e resistente à quebra após a extinção de espécies (Bascompte et al., 2003; Jordano et al., 2003). Outro padrão verificado nas redes mutualistas é a modularidade, caracterizada por conjuntos de espécies que interagem mais entre si do que com as outras espécies de outros módulos da rede. Na análise da modularidade o papel funcional de cada espécie da rede pode ser determinado, e esta análise pode prover um caminho para detectar unidades coevolutivas (Olesen et al., 2007; Bascompte & Jordano, 2014). Os padrões de interação entre espécies fornecem os caminhos para a evolução e coevolução (as mudanças evolutivas recíprocas nas espécies em interação) que são modulados pela maneira como os traços afetam a aptidão individual (mecanismos funcionais). Os mecanismos funcionais, por sua vez, também afetam a probabilidade de uma interação ecológica, articulando a estrutura das redes de interação (Andreazzi et al., 2019).

As redes de frugivoria são um tipo de rede mutualista caracterizada por baixa especificidade e diversas interações que são uma resposta típica à heterogeneidade ambiental (Carlo e Yang, 2011). Através das redes percebemos que fatores têm influenciado as interações entre frugívoros e plantas como a estratificação do ambiente (Schleuning et al., 2011), variação nos tipos de paisagem (Purificação et al., 2014), efeitos do pastejo induzidos pelo homem (Miguel et al., 2018), compatibilidade espaço-temporal (Maruyama et al., 2014). Um fator importante que pode interferir nas interações é a sazonalidade, as variações na disponibilidade de recursos para frugívoros, podem influenciar na força e tipo de interações (Mulwa et al., 2012), onde um possível aumento da oferta de alimentos pode causar acréscimo no número de interações (Ramos-Robles et al., 2016). Essa sazonalidade aparentemente influencia características das redes (Darosci et al., 2017) e poucas são as abordagens sobre como a estrutura das redes sofre a influência da sazonalidade.

O Cerrado é um exemplo claro de um mosaico de coberturas fitofisionômicas, e assim como a Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais ameaçados do planeta (Myers et al., 2000; Silva et al., 2006). Os problemas de conservação do Cerrado têm sido negligenciados graças à falsa noção de que é pobre em biodiversidade, pela competição por recursos de conservação com a Amazônia e a Mata Atlântica e seu uso altamente produtivo pelo agronegócio (Marini et al., 2009). Graças ao avanço da agricultura mecanizada e da pecuária extensiva temos presenciado a perda acelerada da cobertura vegetal nativa e a fragmentação da paisagem, o que implica diretamente na perda ou mudança da composição e abundância das espécies (Silva et al., 2006). Seu atual sistema de reservas é pequeno e muito aquém da adequação, cobre mal suas espécies endêmicas e raras. São necessárias atitudes mais proativas em relação à sua conservação especialmente para a implementação de novas e grandes reservas (Marini et al., 2009). Assim, agregadas as características de heterogeneidade, marcada sazonalidade e drásticas transformações de sua estrutura ao longo dos anos, faz do Cerrado ou um fragmento

dele um bom modelo de estudo das mudanças nas interações mutualistas de frugivoria. Por isso, este estudo tem como foco o mutualismo existente entre plantas-aves frugívoras em um fragmento florestal de cerrado.

O presente estudo objetivou analisar a influência da sazonalidade sobre a estrutura das redes de interações, identificar as espécies com maior importância para a comunidade e a guilda trófica das aves com maior representatividade no local. Foi considerada a hipótese de que a sazonalidade causa mudança na rede de interação entre a estação seca e chuvosa. Prevê-se que durante a estação chuvosa encontrar-se-á um número maior de interações, uma vez que no cerrado há maior disponibilidade de frutos maduros nesse período. Conseqüentemente, isso levará a mais ligações entre espécies gerando uma rede com maior aninhamento e menor especialização e modularidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na reserva legal da Fazenda Esmeril, no município de Patrocínio (MG), onde também estão situados o Centro Universitário do Cerrado Patrocínio (UNICERP) e a Escola Agrotécnica Sérgio de Freitas Pacheco (EASFP), pertencentes à Fundação Comunitária, Educacional e Cultural de Patrocínio (FUNCECP) (Caetano, 2006).

A reserva dista 3 km da sede do município, a uma altitude de 950 m e sob as coordenadas 18°58'04,16" S e 46°57'42,86"O (Silva, 1999). Possui aproximadamente 29,62 hectares com diferentes fitofisionomias de Cerrado, incluindo 15 ha de Cerradão com árvores de até 10 metros de altura; 5,26 ha de Cerrado; 5 ha de mata Mesófila Estacional Semidecidual com vegetação de médio a alto porte, de dossel fechado e sub-bosque denso e

4,36 ha com predomínio de gramíneas (Silva, 1999; Caetano, 2006). É cortada pelo córrego Enxó com floretas de galeria ao longo de seu curso e possui também uma pequena represa artificial. A reserva é toda cercada por áreas de plantio de lavouras de milho, trigo e soja, pastagens e ao fundo, por plantação de eucalipto (Silva, 1999; Caetano, 2006) (Figura 1).

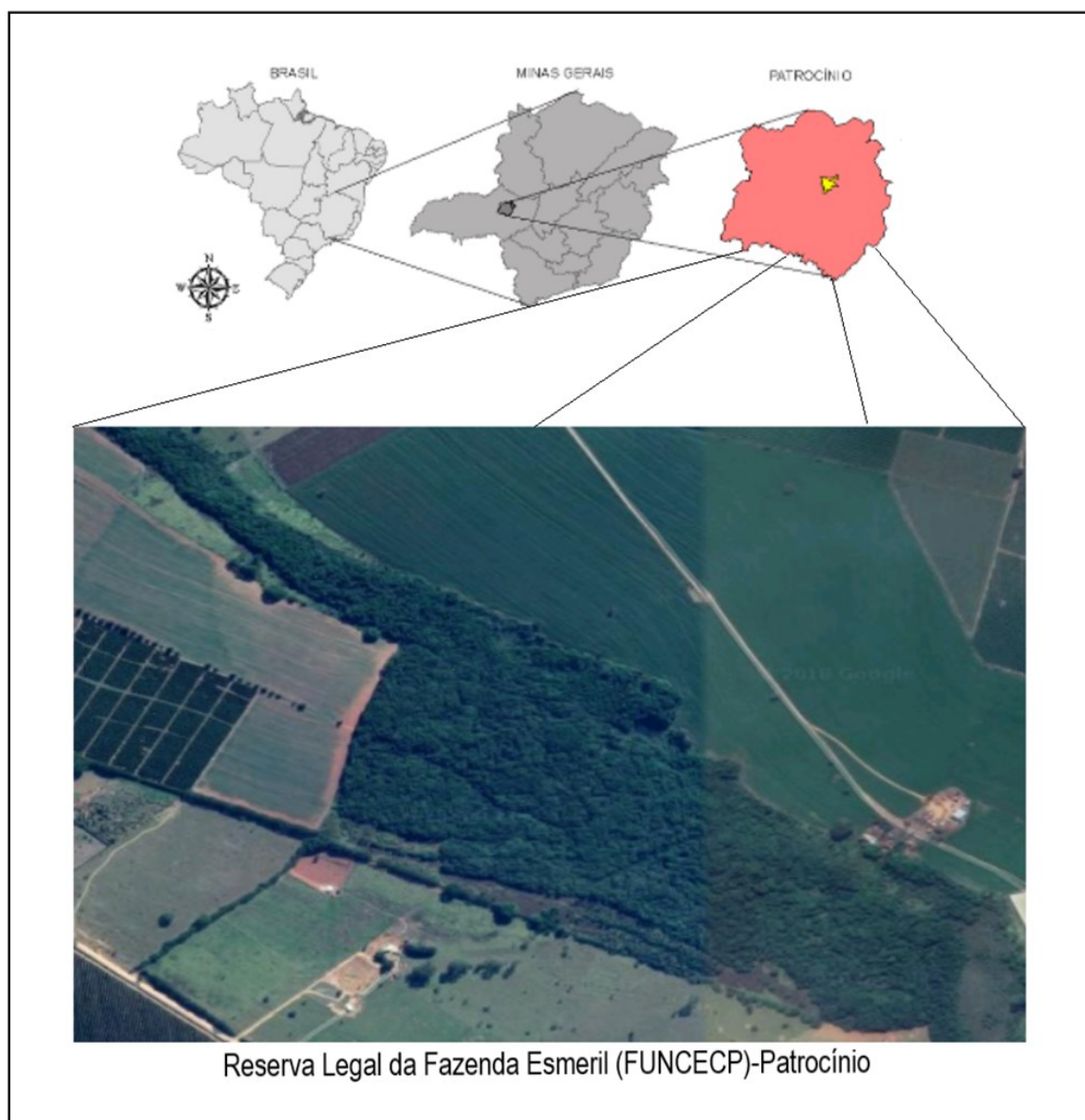


FIGURA 1. Imagem da Reserva legal da Fazenda Esmeril onde foram estudadas as interações mutualísticas plantas-aves frugívoras, Patrocínio, MG, Brasil (Fonte: Google Earth).

O clima da região segundo classificação de Köppen é Aw, com duas estações bem definidas, caracterizadas por um verão quente e chuvoso (outubro a março) e inverno frio e seco (abril a setembro). Apresentando temperatura média de 26°C e precipitação pluviométrica média de 1.535 mm ao ano (Silva & Malvino, 2005; Silva & Silva, 2012).

Coleta dos dados

As observações das interações ocorreram entre novembro de 2018 e outubro de 2019, sendo realizadas de três a quatro visitas mensais (42 visitas no total), totalizando 252 h de observação. Foram percorridas duas trilhas pré-existentes no fragmento, no período de maior consumo de frutos por aves, de 06:30h a 12:30h (Pizo & Galetti, 2010). Para registro das interações foi utilizado o método de transecto linear, juntamente com a observação focal quando encontrada uma árvore em frutificação (Pizo & Galetti, 2010).

Cada vez que foi observado o consumo de frutos por aves foi anotado um registro de alimentação (feeding bound), independentemente da quantidade de frutos consumidos e da duração da visita. No caso de bandos de aves que forragearam ao mesmo tempo em uma mesma planta, foi considerado o consumo de fruto por cada indivíduo do bando como um registro de alimentação. Se algum desses indivíduos se deslocaram para outra planta e consumiram frutos, foi anotado um novo registro de interação. Para os registros observados, os seguintes dados foram registrados: a espécie vegetal, espécies e o número de aves visitantes e o comportamento de consumo dos frutos (Pizo & Galetti, 2010). Quanto ao modo de consumo as aves que consumiram pedaços da polpa, frutos imaturos ou que trituraram as sementes, foram desconsideradas por serem predadoras de sementes (Howe & Smallwood, 1982; Pizo, 1997) e somente aquelas que engoliram os frutos inteiros ou levaram para longe da planta-mãe foram consideradas potenciais dispersoras e por isso fizeram parte do conjunto de dados. Devido à dificuldade de identificação em campo, espécies do gênero *Elaenia*,

Myiarchus e fêmeas do gênero *Sporophila* foram consideradas nos complexos *Elaenia* spp., *Myiarchus* spp. e *Sporophila* spp.

As observações foram realizadas com auxílio de binóculos (Pentax 10x50 mm). Para auxiliar na identificação das aves foi utilizado um guia de identificação (Gwynne et al., 2010). As plantas em frutificação nas quais houve consumo, após observadas as interações, tiveram amostras de ramos e frutos coletados e foram fotografadas para identificação (Kuhlmann, 2018). A partir do material coletado foram confeccionadas exsicatas, as quais serão depositadas no herbário da UFU (Herbarium Uberlandensis).

Quanto a classificação em guildas e nomenclatura taxonômica das aves seguimos a adotada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Piacentini et al., 2015) e a classificação taxonômica das plantas seguiu a adotada pela Lista de Espécies da Flora do Brasil (2015).

Análise dos dados

Com os dados das interações foram construídas matrizes de incidência, onde a_{ij} = número de interações de uma espécie planta i com o pássaro frugívoro j e 0 onde não houve nenhuma interação. Construiu-se duas matrizes: i) uma composta pelas interações durante a estação chuvosa (outubro a março) e ii) outra composta pelas interações durante a estação seca (abril a setembro). A partir dessas matrizes foram calculados o número de interações e testadas as seguintes métricas de rede: especialização da rede (índice H_2'), aninhamento e modularidade.

A especialização (H_2') é derivada do índice de diversidade de espécies de Shannon-Wiener, sendo baseada no desvio da distribuição de probabilidade esperada das interações. Este índice mede a especialização de uma rede assumindo que interações raras não refletem especialização real e varia de 0 (rede completamente generalista, sobreposição completa de

interações) a 1 (rede completamente especializada, sem sobreposição de interações). Para testar se houve diferenças entre as redes em cada estação, testou-se se a diferença absoluta nos valores observados do índice H_2' era maior do que seria esperado em redes aleatorizadas geradas por um modelo nulo. Para isso, foram comparadas as diferenças observadas e aleatorizadas nos valores do índice H_2' entre a rede formada na estação chuvosa e a na estação seca, 1000 redes foram aleatorizadas para cada uma das comparações.

Além disso, para procurar padrões de interações não aleatórias (ex. topologia da rede) entre espécies de aves e de plantas, calculou-se o nível de aninhamento (redundância de interações) usando o método WNODF (métrica de aninhamento ponderada com base na sobreposição e diminuição do preenchimento) (Almeida-Neto & Ulrich, 2011). Os valores do índice WNODF variam de 0 (não aninhado) a 100 (perfeitamente aninhado).

Foi estimado ainda o grau de modularidade (segregação de interações) usando o algoritmo QuanBiMo (Q) (Dormann & Strauss, 2014). O índice de modularidade (Q) varia de 0 (sem subgrupos) a 1 (subgrupos totalmente separados). Para testar se os valores computados realmente refletem uma estrutura não aleatória, aplicou-se uma abordagem de modelo nulo na qual geramos 1000 matrizes aleatórias, usando o algoritmo de Patefield (Patefield, 1981), para comparar se o valor observado diferia dos valores obtidos pelo método modelo nulo.

O teste Z foi realizado para testar a significância das métricas de rede: WNODF e Q. Os valores de todas as métricas nas aleatorizações foram usadas para determinar o “Z-score”, que é o número de desvios-padrão na um dado acima da média de 1000 redes aleatórias. Valores de escore “Z-score” iguais ou superiores a 2 foram considerados significativamente especializados, aninhados ou modulares (Almeida-Neto & Ulrich, 2011; Blüthgen et al., 2006; Dormann & Strauss, 2014).

Por fim, para descrever espécies (ex. aves e plantas) como componentes periféricos (espécies seletivas, que têm poucas interações) ou núcleo generalista (espécies generalistas,

que têm mais interações) das redes, foi usada a fórmula proposta por Dáttilo et al. (2013): $G_c = (k_i - k_{\text{médio}}) / \sigma_k$, em que k_i = número médio de links para uma determinada espécie, $k_{\text{médio}}$ = número médio de links para todas as espécies da rede, e σ_k = desvio padrão do número de links para cada espécie. $G_c > 1$ são espécies do núcleo “generalista” e $G_c < 1$ são espécies periféricas.

RESULTADOS

Foram observadas interações envolvendo 43 espécies de plantas (Tabela 1) e 33 espécies de aves frugívoras (Tabela 2). As aves pertencem a quatro ordens e 11 famílias, das quais Thraupidae e Tyrannidae foram as mais frequentes (14 e 7 espécies respectivamente). As plantas se distribuíram em 24 famílias, destas Melastomataceae, Anacardiaceae, Myrtaceae e Rubiaceae foram as mais representativas (7, 4, 4 e 4 cada uma, respectivamente), sendo que nove espécies são endêmicas. Das 1.419 interações aos pares possíveis de ocorrer foram registradas apenas 186. No total a rede possuiu 583 registros de alimentação.

Na estação chuvosa estiveram presentes 28 espécies de aves e 31 espécies de plantas, onde registrou-se 114 interações e 264 registros alimentares. Já na estação seca foram observadas 22 espécies de aves, 27 espécies de plantas e 94 interações, obteve-se 319 registros alimentares.

TABELA 1. Espécies de plantas registradas na rede de interações de aves frugívoras-plantas da Reserva legal da Fazenda Esmeril (FUNCECP) Patrocínio-MG, Brasil.

Família	Espécie	Nome popular	Forma de vida*	Origem*
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	aroeira-d'água	Árvore	Nativa
	<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	aroeira-branca	Árvore	Nativa
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	pau-pombo	Árvore	Nativa
	<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	pau-pombo	Árvore	Nativa
Annonaceae	<i>Xylopia emarginata</i> Mart.	pindaíba-preta	Árvore	Nativa
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	cambará-preto	Árvore	Nativa
Asteraceae	<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski	margaridinha-doce	Arbusto	Naturaliza da
Burseraceae	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	breu	Árvore	Nativa
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	cocô-de-bode	Árvore	Nativa
Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	guapeva	Árvore	Nativa
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum campestre</i> A.St.-Hil.	coca-do-Paraguai	Arbusto	Nativa
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	tapiá, tanheiro	Árvore	Nativa
Lacistemataceae	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	espeteiro-do-campo	Árvore	Nativa
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	canela-amarela	Árvore	Nativa
	<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez	canelão, canela-preta	Árvore	Endêmica
Loranthaceae	<i>Struthantus flexicaulis</i> (Mart.) Mart.	erva-de-passarinho	Erva hemiparasita	Nativa
Malpighiaceae	<i>Byrsonima affinis</i> W.R.Anderson	murici-de-anta	Árvore	Endêmica
	<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.	murici-da-mata	Arbusto	Endêmica
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	pixirica-verde	Arbusto	Nativa
	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	pixirica-do-brejo	Arbusto	Nativa
	<i>Miconia cuspidata</i> Naudin	pixirica-comprida	Árvore	Nativa
	<i>Miconia elegans</i> Cogn.	pixirica-da-mata	Arbusto	Endêmica
	<i>Miconia fallax</i> DC.	pixirica-do-cerrado	Arbusto	Nativa
	<i>Miconia nervosa</i> (Sw.) Triana	pixirica-azul	Arbusto	Endêmica
Myrtaceae	<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O. Berg	gabiroba	Árvore	Endêmica
	<i>Eugenia florida</i> DC.	pitanga-preta	Árvore	Endêmica
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	araçazinho	Árvore	Endêmica
	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.)DC.	araçazinho	Árvore	Nativa
Phyllanthaceae	<i>Richeria grandis</i> Vahl	caferana	Árvore	Nativa
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	cafezinho	Árvore	Nativa
Rubiaceae	<i>Chomelia pohliana</i> Müll.Arg.	mentolzinho	Arbusto	Endêmica
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	anil	Erva	Nativa
	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schtdl.	veludo-branco	Árvore	Nativa
	<i>Psychotria prunifolia</i> (Kunth) Steyerm.	erva-de-rato	Arbusto	Nativa
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl. & Krause	mama-de-porca	Árvore	Nativa

... continua ...

TABELA 1, Cont.

Família	Espécie	Nome popular	Forma de vida*	Origem*
Santalaceae	<i>Phoradendron affine</i> (Pohl ex DC.) Engl.	erva-de-passarinho	Erva hemiparasita	Nativa
	<i>Phoradendron crassifolium</i> (Pohl ex DC.) Eichler	erva-de-passarinho	Erva hemiparasita	Nativa
	<i>Phoradendron</i> sp	erva-de-passarinho	Erva hemiparasita	
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	limão-bravo	Árvore	Nativa
Solanaceae	<i>Cestrum schlechtendalii</i> G.Don	berinjelinha	Arbusto	Nativa
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba	Árvore	Nativa
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J.Koenig	lírio-do-brejo	Erva rizomatos a	Naturaliza da

* Fonte: Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020). Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 11 de novembro de 2019.

TABELA 2. Espécies de aves registradas na rede de interações de aves frugívoras-plantas da Reserva legal da Fazenda Esmeril (FUNCECP) Patrocínio-MG, Brasil.

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	Guilda alimentar ¹
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonaterre, 1792)	pomba-galega	F
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i> Stadius Muller, 1776	tucanuçu	O
	Picidae	<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-de-cabeça-amarela	O
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Stadius Muller, 1776)	periquitão	F
		<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	F
		<i>Antilophia galeata</i> (Lichtenstein, 1823)	soldadinho	F
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	O
		<i>Elaenia spp.</i> Sundevall, 1836		O
		<i>Myiarchus spp.</i> Cabanis, 1844		O
		<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	O
		<i>Myiodynastes maculatus</i> (Stadius Muller, 1776)	bem-te-vi rajado	O
		<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	nei-nei	O
		<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	O
	Corvidae	<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821) *	gralha-cancã	O
	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-branco	O
		<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	O
		<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	O
	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769)	japu	O
	Thraupidae	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento	O
		<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro	O
		<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela	F
		<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto	I
		<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-de-papo-preto	I
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)		tiziu	G	

...continua...

TABELA 2, Cont.

Ordem	Família	Espécie	Nome popular	Guilda alimentar ¹
		<i>Eucometis penicillata</i> (Spix, 1825)	pipira-da-taoca	O
		<i>Coryphospingus pileatus</i> (Wied, 1821)	tico-tico-rei-cinza	G
		<i>Coryphospingus cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-rei	O
		<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	tiê-preto	O
		<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	O
		<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1822)	baiano	G
		<i>Sporophila spp.</i>		G
		<i>Saltator maximus</i> (Statius Muller, 1776)	tempera-viola	F
	Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	F

*Endêmica do Brasil. Fonte: CBRO Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos 2015. Lista das Aves do Brasil. <www.cbro.org.br> Acesso em 11 de novembro de 2019.

¹ Guilda: F frugívoro, G granívoro, I insetívoro, O onívoro. Fonte: DEL HOYO, J., ELLIOTT, A., SARGATAL, J., CHRISTIE, D. A., JUANA, E. (eds.) 2014. Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona. <www.hbw.com> Acesso em 11 de novembro de 2019.

Ambas as redes na estação chuvosa e na estação seca apresentaram um padrão não-aninhado (estação chuvosa: WNODF = 16,20, Z-score = -2,84, $p < 0,01$, Figura 2A; estação seca: WNODF = 19,68, Z-score = -4,26, $p < 0,01$, Figura 2B), e modular (estação chuvosa: Q = 0,43, Z-score = 13,34, $p < 0,01$, Figura 3; estação seca: Q = 0,39, Z-score = 14,97, $p < 0,01$, Figura 4). Foi observado que o nível de especialização (H_2') das redes na estação seca e chuvosa foi significativamente maior do que os modelos nulos (estação chuvosa: $H_2' = 0,37$, $p < 0,01$; estação seca: $H_2' = 0,36$, $p < 0,01$).

Na estação chuvosa as espécies de aves *T. cayana*, *T. sayaca*, *S. maximus*, *T. amaurochalinus* e *A. galeata* (Figura 5) foram consideradas como generalistas, representando 62,5% das interações na rede durante a estação chuvosa. Com relação as espécies de planta *A. glanulosa*, *Phoradendron sp.*, *C. pachystachya*, *S. guianensis* e *M. splendens* (Figura 6A-C) foram as espécies mais generalistas (40,2% das interações registradas), as quais tiveram seus

frutos removidos por uma maior diversidade de espécies de aves. Já na estação seca, as espécies de aves consideradas como generalistas foram *T. cayana*, *S. maximus* e *T. amaurochalinus* (Figura 5) representando 45,5% das interações registradas neste período. Entre as espécies de planta, *M. cuspidata*, *Z. riedelianum*, *R. grandis*, *A. glandulosa* e *M. chamissois* (Figura 6D-F) foram as espécies de planta consideradas como generalistas (59,2% das interações registradas). A espécie *Tangara cayana* foi responsável por 24% do total de registros alimentares na estação chuvosa e na estação seca obteve 27% de todos os registros.

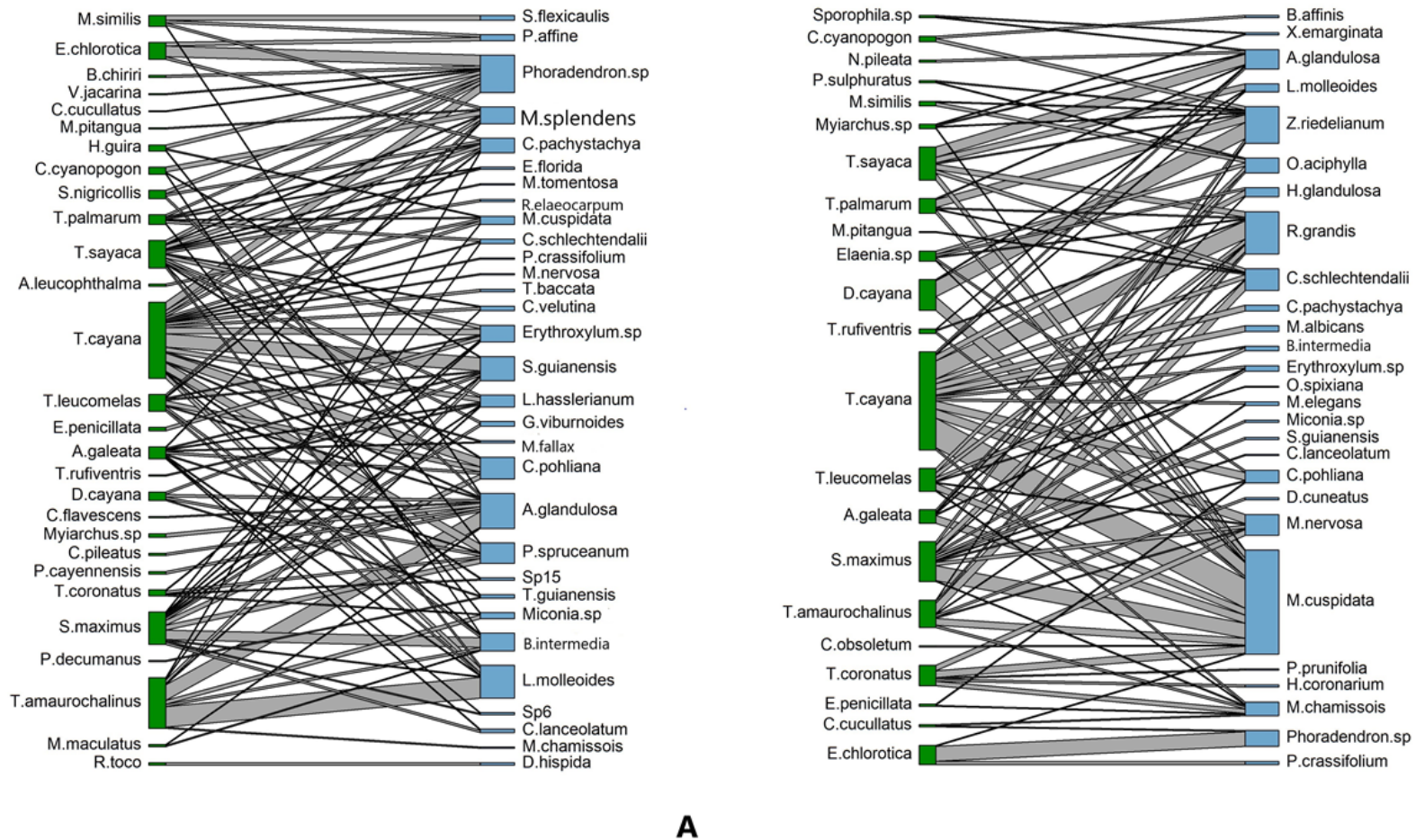


FIGURA 2. Redes de interações mutualísticas entre aves frugívoras e plantas da Reserva legal da Fazenda Esmeril (FUNCECP) Patrocínio- MG, Brasil. Aves frugívoras (retângulos verdes à esquerda) e plantas (retângulos azuis à direita) em interações na estação chuvosa (A) e na estação seca (B). A espessura das barras representa a frequência de interação de cada espécie e a espessura das linhas que conectam as barras representa a frequência de interação que uma espécie teve com a outra.

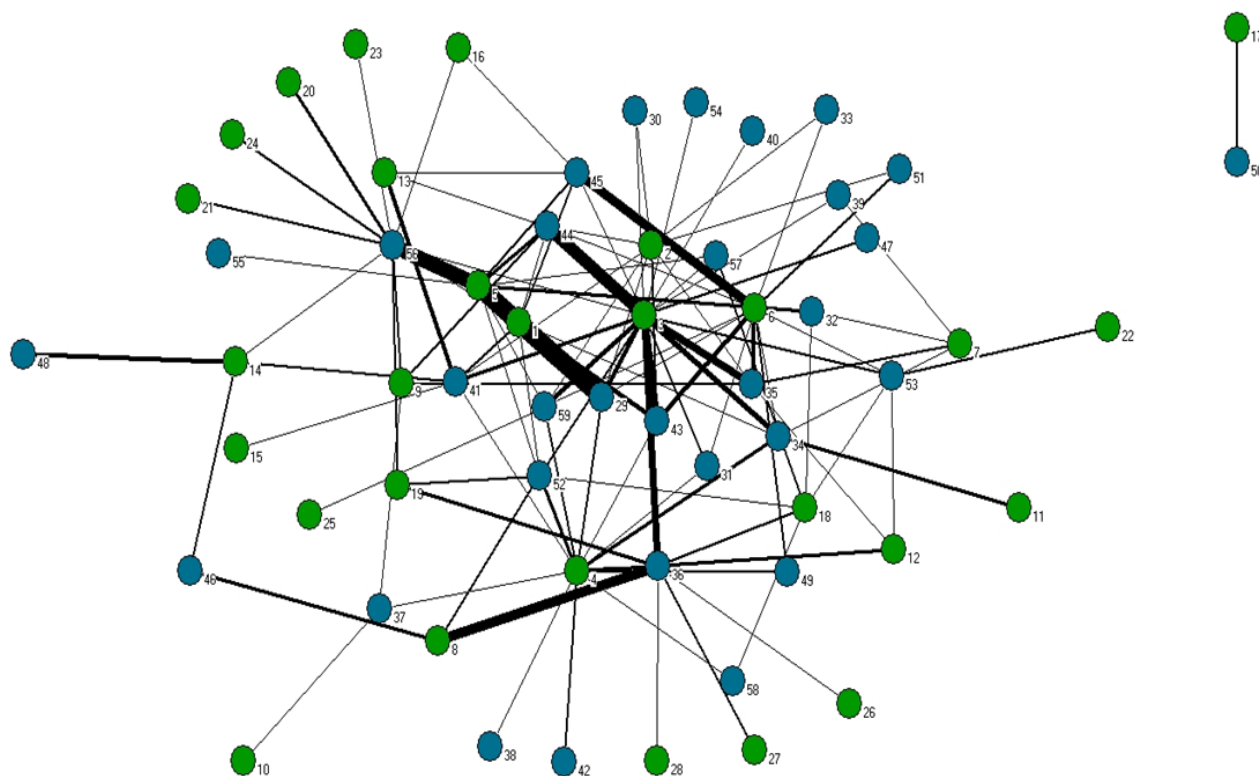


FIGURA 3. Estrutura modular da rede de interação aves frugívoras-plantas na estação chuvosa, Reserva legal da Fazenda Esmeril (FUNCECP) Patrocínio- MG, Brasil. Os círculos verdes representam as aves e os círculos azuis as plantas. A espessura das linhas que conectam as espécies representa a frequência de interação. **Legenda: Aves:** 1-*T.leucomelas*, 2-*A.galeata*, 3-*T.cayana*, 4-*T.sayaca*, 5-*T.amaurochalinus*, 6-*S.maximus*, 7-*T.coronatus*, 8-*E.chlorotica*, 9-*D.cayana*, 10-*P.decumanus*, 11-*E.penicillata*, 12-*H.guira*, 13-*C.cyanopogon*, 14-*M.similis*, 15-*M.pitangua*, 16-*M.maculatus*, 17-*R.toco*, 18-*T.palmarum*, 19-*S.nigricollis*, 20-*Myiarchus spp.*, 21-*C.pileatus*, 22-*A.leucophthalma*, 23-*C.flavescens*, 24-*P.cayennensis*, 25-*T.rufiventris*, 26-*V.jacarina*, 27-*B.chiriri*, 28-*C.cucullatus*. **Plantas:** 29-*L.molleoides*, 30-*M.fallax*, 31-*C.velutina*, 32-*Miconia sp.*, 33-*Sp6*, 34-*Erythroxylum.sp.*, 35-*P.spruceanum*, 36-*Phoradendron.sp.*, 37-*T.guianensis*, 38-*M.tomentosa*, 39-*Sp15*, 40-*P.crassifolium*, 41-*M.splendens*, 42-*R.elaeocarpum*, 43-*C.pohliana*, 44-*S.guianensis*, 45-*B.intermedia*, 46-*P.affine*, 47-*T.baccata*, 48-*S.flexicaulis*, 49-*G.viburnoides*, 50-*D.hispida*, 51-*C.lanceolatum*, 52-*C.pachystachya*, 53-*M.cuspidata*, 54-*M.nervosa*, 55-*M.chamissois*, 56-*A.glandulosa*, 57-*C.schlechtendalii*, 58-*E.florida*, 59-*L.hasslerianum*.

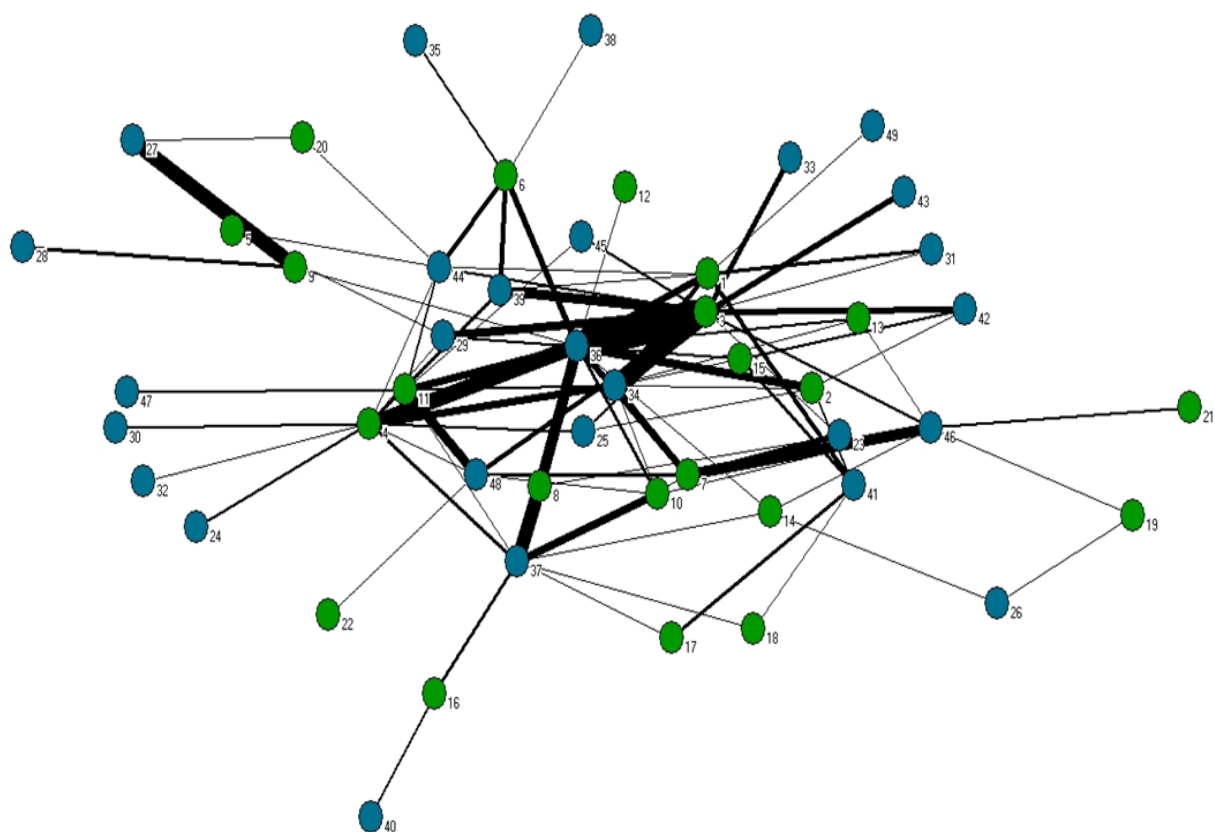


FIGURA 4. Estrutura modular da rede de interação aves frugívoras-plantas na estação seca, Reserva legal da Fazenda Esmeril (FUNCECP) Patrocínio- MG, Brasil. Os círculos verdes representam as aves e os círculos azuis as plantas. A espessura das linhas que conectam as espécies representa a frequência de interação. **Legenda: Aves:** 1-*T.leucomelas*, 2-*A.galeata*, 3-*T.cayana*, 4-*S.maximus*, 5-*E.penicillata*, 6-*T.coronatus*, 7-*T.sayaca*, 8-*D.cayana*, 9-*E.chlorotica*, 10-*T.palmarum*, 11-*T.amaurochalinus*, 12-*C.obsoletum*, 13-*T.rufiventris*, 14-*Myiarchus spp.*, 15-*Elaenia spp.*, 16-*C.cyanopogon*, 17-*M.similis*, 18-*P.sulphuratus*, 19-*Sporophila spp.*, 20-*C.cucullatus*, 21-*N.pileata*, 22-*M.pitangua*. **Plantas:** 23-*L.molleoides*, 24-*Miconia sp.*, 25-*Erythroxylum.sp*, 26-*X.emarginata*, 27-*Phoradendron sp.*, 28-*P.crassifolium*, 29-*C.pohliana*, 30-*S.guianensis*, 31-*B.intermedia*, 32-*C.lanceolatum*, 33-*C.pachystachya*, 34-*R.grandis*, 35-*H.coronarum*, 36-*M.cuspidata* 37-*Z.riedelianum*, 38-*P.prunifolia*, 39-*M.nervosa*, 40-*B.affinis*, 41-*O.aciphylla*, 42-*H.glandulosa*, 43-*M.albicans*, 44-*M.chamissois*, 45-*M.elegans*, 46-*A.glandulosa*, 47-*D.cuneatus*, 48-*C.schlechtendalii*, 49-*O.spixiana*.



FIGURA 5. Espécies de aves consideradas generalistas nas redes de interação chuvosa e seca da reserva legal da Fazenda Esmeril, A: *Tangara cayana*, B: *Tangara sayaca*, C: *Saltator maximus*, D: *Turdus amaurochalinus*.



FIGURA 6. Espécies de plantas consideradas generalistas nas redes de interação da reserva legal da Fazenda Esmeril, na estação chuvosa- A: *Alchornea glanulosa*, B: *Phoradendron sp*

e C: *Cecropia pachystachya*, na estação seca- D: *Miconia cuspidata*, E: *Zanthoxylum riedelianum* e F: *Richeria grandis*.

Entre as aves a guilda trófica mais representativa foram as espécies onívoras (n=20) e frugívoras (n=7). As duas únicas espécies de aves envolvidas comprovadamente em interações antagonistas (predação de sementes) foram dois psitacídeos: *Amazona aestiva* que macerou frutos de *Protium spruceanum* e *Xylopia emarginata*, e *Alipiopsitta xanthops* que macerou frutos de *Protium spruceanum*, *Alchornea glandulosa*, frutos imaturos de *Tapirira obtusa*, *Tapirira guianensis* e *Astronium fraxinifolium*.

DISCUSSÃO

A estrutura das redes de interações aves frugívoras-plantas não sofreu variações conforme a sazonalidade, assim sendo nossa hipótese não foi corroborada. Inversamente ao esperado obtivemos mais interações na estação seca, mesmo assim esse aumento não foi suficiente para gerar um aninhamento, pois em ambas as estações as redes se mostraram modulares e especializadas. Darosci et al. (2017) em estudo em duas florestas de galeria no cerrado da região Central do Brasil, perceberam a mudança de parâmetros da rede em decorrência da sazonalidade em apenas uma das florestas, os parâmetros foram a especialização, conectância e links por espécie. Dessa forma, sugerimos que a variação sazonal em algumas redes de interações aves frugívoras-plantas, tem pouca influência na estrutura da rede.

A sazonalidade pode não ter influenciado a mudança da estrutura, mas pode ser citada como um importante fator de modularidade para estas redes ecológicas (Martín-González et al., 2012; Maruyama et al., 2014; Schleuning et al., 2014), principalmente para plantas que

interagem com mutualistas com alta rotatividade dentro de um ano, como insetos longevos e ativos (Martín-González et al., 2012) ou aves frugívoras migrantes (Schleuning et al., 2014). A modularidade também é comum em redes de plantas-polinizadores, onde os módulos são propostos para refletir grupos funcionais especializados de polinizadores e características florais, que podem determinar o subconjunto de espécies que interagem preferencialmente (Olesen et al., 2007; Maruyama et al., 2014) ou a sazonalidade da aparência floral e do polinizador; ou seja, correspondência fenológica (Martín-González et al., 2012). Há algumas características estruturais que são associadas ao aspecto da resistência de uma rede, como conectância e número de componentes de uma rede. Redes altamente conectadas propagam mais os distúrbios e redes compostas por mais de um componente propagam menos, além da possibilidade do distúrbio ou doenças ficarem contidos no módulo afetado (Silva et al., 2007).

Um padrão aninhado nas redes era o esperado para esse estudo, já que é comumente encontrado em redes de interações mutualísticas entre aves frugívoras e plantas em regiões tropicais (Bascompte et al., 2003). No entanto, conforme observado por Bascompte et al. (2003), o aninhamento não significativo é mais comumente observado em redes com poucas espécies (< 30 espécies) e em ambientes menos complexos (regiões temperadas). O que pode ser verdadeiro para fragmentos florestais, como o aqui estudado. Bomfim e colaboradores (2018) observaram que o tamanho do fragmento afeta significativamente o aninhamento das redes, onde redes mais aninhadas são encontradas em fragmentos cada vez maiores (também ver Emer et al., 2019).

Em ambas as estações as aves presentes na rede interagiram com poucas plantas, 59% das aves interagiram com até no máximo quatro espécies de plantas na estação seca e na estação chuvosa esse número subiu para mais de 70% das aves. Dessa maneira, essas espécies podem explicar os valores tão altos de especialização (H_2') e a similaridade em ambas as redes. O que mais uma vez pode também ser um resultado dependente do tamanho do

fragmento. Lewinsohn et al. (2006) disseram que interações especializadas em redes podem contribuir para a formação de módulos. Os módulos das redes analisadas no presente estudo mostram-se principalmente relacionados com o período pontual em que ocorre a frutificação de determinadas plantas, onde percebemos que houve uma sucessão em algumas espécies de plantas, outras estiveram simultaneamente em frutificação durante todo o ano, dessa forma as aves frugívoras sempre tiveram recursos alimentares disponíveis no decorrer do estudo. Reforçando a importância da heterogeneidade vegetal para a manutenção da biodiversidade, permitindo a disponibilidade de recursos variados para as aves ao longo do ano.

As espécies com maior importância, ou seja, aquelas que interagiram com o maior número de espécie de planta nas redes: *Tangara cayana* (saí-amarelo), *Tangara sayaca* (sanhaço-cinzento), *Turdus amaurochalinus* (sabiá-poca) e *Saltator maximus* (tempera-viola) são generalistas (onívoras) e por isso elas têm o papel de conectoras na rede de interações. Essas aves de pequeno porte também costumam ser links conectores de elementos da paisagem (Pizo & Santos, 2011). Isso é comumente observado em locais onde há maior fragmentação, a perda não aleatória de espécies gerando seleção em prol de espécies generalistas (Emer et al., 2019). Registros de interações de frugívoros de grande porte como potenciais dispersores, representantes das Famílias Cracidae e Ramphastidae, têm sido inexistentes em muitos estudos. A fragmentação de hábitat e a pressão de caça sobre essas espécies tem gerado seu desaparecimento desses locais, e assim favorecido frugívoros de menor tamanho corporal (Galetti et al., 2013; Dirzo et al., 2014; Silva & Pedroni, 2014). Isso tem resultado em uma pressão seletiva favorecendo interações e dispersão de sementes pequenas (Fuzessy et al., 2018). Na reserva estudada há a presença de grandes frugívoros: *Crax fasciolata* (mutum-de-penacho) (Vulnerável de acordo com IUCN-União Internacional para a conservação da natureza), *Penelope superciliares* (jacupemba) e *Ramphastos toco*

(tucano) (Tabela S1), mas devido seus hábitos furtivos e a metodologia utilizada não foi possível a visualização das suas interações.

A guilda com maior representatividade foi a de aves onívoras nas duas estações (17 espécies em cada estação). Essa guilda de aves pode interagir com muitas árvores frutíferas e influenciar a conectância e interações por espécie (Baiser et al., 2012; Darosci et al., 2017). Elas podem ser uma das explicações pela falta de diferenças sazonais na estrutura das redes e pelo aumento das interações na estação seca. Nos cerrados brasileiros, a sazonalidade na disponibilidade de recursos (maior na estação chuvosa) (Jordano, 2000; Silva & Pedroni, 2014) pode afetar as interações fruto-frugívoro; onde uma maior disponibilidade de frutos em uma estação pode, por exemplo, levar ao aumento da riqueza e abundância de frugívoros (Mulwa et al., 2013). A partir dessas informações sobre fenologia, esperávamos encontrar maiores registros de interações durante a estação chuvosa. No entanto, a nossa hipótese não foi confirmada, tivemos mais números de interações na estação seca. Assim como nosso resultado, Purificação et al. (2014) obtiveram a maior parte de seus registros de alimentação (70%) também na estação seca.

A presença de outros tipos de alimentos também pode influenciar as interações nas redes (Gonzalez-Castro et al., 2012). No Cerrado, as ordens de insetos, exceto Diptera, são mais abundantes no início das chuvas (Silva et al., 2011). Sugere-se aqui que com essa grande disponibilidade de insetos muitas aves insetívoras ou onívoras não precisem recorrer ao consumo de frutas nesse período chuvoso, por isso animais insetívoros são registrados com menor frequência na estação chuvosa do que na estação seca em florestas de galeria (Darosci et al., 2017). A família Tyrannidae, por exemplo, é conhecida por apresentar dieta predominantemente insetívora, mas incluem muitas espécies com dieta mista à base de insetos e frutos (Sigrist, 2009). No presente estudo foram registradas três diferentes espécies de tiranídeos somente na estação seca. Assim deduzimos que durante a estação seca, período em

que há redução de itens alimentares, como pequenos artrópodes (Macedo, 2002) há aumento de consumo de frutos, já que eles podem ser uma importante fonte disponível de alimento (Darosci et al., 2017), principalmente se elas forem mais fáceis de capturar do que os insetos. Purificação et al. (2014) sugerem que devido a marcante sazonalidade nos recursos alimentares, há um deslocamento de espécies e indivíduos de aves frugívoras entre áreas abertas e formações savânicas no período seco (de menor abundância de recursos) para as formações florestais do Cerrado. Logo, as áreas florestais representam uma área de forrageamento para a avifauna frugívora durante a estação seca (Purificação et al., 2014), mostrando que a manutenção de áreas florestais em ecossistemas savânicos e em áreas degradadas é extremamente importante para a conservação das interações frugívoro-plantas.

CONCLUSÕES

Os resultados sugerem que, apesar de uma sazonalidade acentuada, as redes frugívoras no Cerrado podem não variar sazonalmente, no entanto, observamos sua colaboração para a modularidade. Futuros estudos que testem variações sazonais na estrutura de redes devem pesquisar vários locais simultaneamente para controlar a variação anual de frutos, além de buscar outros mecanismos que atuem independentes ou dependentes da sazonalidade (como tamanho do fragmento) determinando a ocorrência da interação entre as espécies frugívoras e plantas.

A maioria da avifauna registrada consumindo frutos foi constituída por espécies que utilizam frutos e outros recursos; portanto, inferimos que espécies generalistas (onívoras) são extremamente importantes nas interações entre aves frugívoras e plantas no Cerrado, conectando módulos e elementos do ambiente. Durante a estação seca, foi observado um aumento de registros de interações. Sugere-se que em resposta às flutuações dos recursos

alimentares, espécies de aves possam usar os frutos para complementar a dieta e até buscar esses ambientes aparentemente como um refúgio durante a estação seca, evidenciando a importância dos fragmentos florestais na manutenção e estabilidade das interações de frugivoria.

Portanto, a análise da rede de interações foi uma importante ferramenta para entender como as espécies estão organizadas dentro desta comunidade de um fragmento de Cerrado. O estudo de rede de interações juntamente com as características biológicas das espécies é fundamental para entender a importância das espécies dentro da comunidade, podendo auxiliar em tomadas de decisões quanto à conservação da biodiversidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida-Neto, M., & Ulrich, W. (2011). A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. *Environmental Modelling & Software*, 26(2), 173-178. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.08.003>
- Alves, M. A. S., Vecchi, M. B., Tomaz, V. C., & Piratelli, A. J. (2012). O impacto de vertebrados terrestres sobre a comunidade vegetal: aves como exemplo de estudo. In: K. Del Claro, & H. M. Torezan-Silingardi (Eds.). *Ecologia das interações plantas-animais: Uma abordagem ecológico-evolutiva* (pp.). Rio de Janeiro, RJ: Technical Books.
- Andreazzi, C., Astegiano, J., & Guimarães, P. R. (2019). Coevolution by different functional mechanisms modulates the structure and dynamics of antagonistic and mutualistic networks. *Oikos*. <https://doi.org/10.1111/oik.06737>
- Baiser, B., Gotelli, N. J., Buckley, H. L., Miller, T. E., & Ellison, A. M. (2011). Geographic variation in network structure of a nearctic aquatic food web. *Global Ecology and Biogeography*, 21(5), 579–591. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00705.x>
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2014). *Mutualistic networks*. Princeton, USA: Princeton University Press. <https://doi.org/10.23943/princeton/9780691131269.001.0001>
- Bascompte, J., Jordano, P., Melián, J., & Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Pnas*, 100, 9383-9387. <https://doi.org/10.1073/pnas.1633576100>
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to Ecosystems*, 4th edn. Blackwell, Oxford: Artmed.
- Blüthgen, N., Menzel, F. & Blüthgen, N. (2006). Measuring specialization in species interaction networks. *BMC Ecol*, 6, 9. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-9>
- Bomfim, J. D. A., Guimarães, P. R., Peres, C. A., Carvalho, G., & Cazetta, E. (2018). Local extinctions of obligate frugivores and patch size reduction disrupt the structure of seed dispersal networks. *Ecography*, 41(11), 1899-1909. <https://doi.org/10.1111/ecog.03592>
- Caetano, G. S. (2006). Análise da Interação Ecodinâmica: um estudo de caso da Fazenda Esmeril (FUNCECP) no município de Patrocínio – MG. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário do Cerrado Patrocínio, Patrocínio, MG.
- Camargo, M. G. G., Cazetta, E., Schaefer, H. M., & Morelato, L. P. C. (2013). Fruit color and contrast in seasonal habitats - a case study from a cerrado savanna. *Oikos*, 000, 001-008. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00328.x>
- Carlo, T. A., & Yang, S. (2011). Network models of frugivory and seed dispersal: Challenges and opportunities. *Acta Oecologica*, 37, 619-624. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.08.001>
- Cazetta, E., Rubim, P., Lunardi, V. O., Francisco, M. R., & Galetti, M. (2002). Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovata* (Magnoliaceae) no sudeste brasileiro. *Ararajuba*, 10, 199-206.
- Darosci, A. A. B., Bruna, E. M., Motta-Junior, J. C., Ferreira, C. da S., Blake, J. G., & Munhoz, C. B. R. (2017). Seasonality, diaspore traits and the structure of plant-frugivore

networks in Neotropical savanna forest. *Acta Oecologica*, 84, 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2017.08.003>

Dáttilo, W., Guimarães, P. R., & Izzo, T. J. (2013). Spatial structure of ant-plant mutualistic networks. *Oikos*, 122(11), 1643–1648. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00562.x>

Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A., Juana, E. (Eds.) (2014). Handbook of the Birds of the World Alive. Barcelona: Lynx Edicions. <www.hbw.com> Acesso em 11 de novembro de 2019.

Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J. B., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195), 401-406. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>

Dormann, C. F., & Strauss, R. (2014). A method for detecting modules in quantitative bipartite networks. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(1), 90-98. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12139>

Emer, C., Jordano, P., Pizo, M. A., Ribeiro, M. C., da Silva, F. R., Galetti, M. (2019) Seed dispersal networks in tropical forest fragments: Area effects, remnant species, and interaction diversity. *Biotropica*, 2019;00:1–9. <https://doi.org/10.1101/701730>

Fuzessy, L. F., Janson, C., & Silveira, F. A. O. (2018). Effects of seed size and frugivory degree on dispersal by Neotropical frugivores. *Acta Oecologica*, 93, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.10.004>

Galetti, M. R., Guevara, R., Côrtes, M. C., Fadini, R., Von Matter, S., Leite, A. B., Labecca, F., Ribeiro, T., Carvalho, C. S., Collevatti, R. G., Pires, M. M., Guimarães Jr, P. R., Brancalion, P. H., Ribeiro, M. C., & Jordano, P. (2013). Functional extinction of birds drives rapid evolution changes in seed size. *Science*, 340(6136), 1086–1090. <https://doi.org/10.1126/science.1233774>

Garcia, L. C., Barros, F. V., & Lemos-Filho, J. P. (2009). Fructification phenology as an important tool in the recovery of iron mining areas in Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(3), 887-893. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000400017>

Githiru, M., Lens, L., Bennur, L. A., & Ogot, C. P. K. O. (2002). Effects of site and fruit size on the composition of avian frugivore assemblages in a fragmented Afrotropical forest. *Oikos*, 96, 320–330. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2002.960214.x>

Gondim, M. J. C. (2001). Dispersão de sementes de *Trichilia* spp (Meliaceae) por aves em um fragmento de mata mesófila semidecídua, Rio Claro, SP, Brasil. *Ararajuba*, 9(1): 101-112.

González-Castro, A., Yang, S., Nogales, M., & Carlo, T. A. (2012). What determines the temporal changes of species degree and strength in an oceanic island plant-disperser network? *PLoS One*, 7(7), e41385. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041385>

Gwynne, J. Á., Ridgely, R. S., Tudor, G., & Argel, M. (2010) *Aves do Brasil - Pantanal & Cerrado*. São Paulo, SP: Editora Horizonte.

Haidar, R. F., Felfili, J. M., Damasco, G., Brandão, M. M. V., Carneiro, D. C., Lobo, R. N., Amaral, A. G., & Silveira, I. M. (2013). Florística, estrutura e diversidade da Mata de

- Galeria da Estação Ecológica de Águas Emendadas ESEC-AE. Brasil Central. *Heringeriana*, 7(1), 33-49.
- Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Ann Rev. Ecol. Syst*, 13, 201-208. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>
- Jordano, P. (2000). Fruits and frugivory. In: M. Fenner (Eds.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (pp. 125-166). Wallingford, UK: CABI Publ. <https://doi.org/10.1079/9780851994321.0125>
- Jordano, P., & Schupp, E. W. (2000). Seed Disperser Effectiveness: The quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs*, 70, 591-615. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2000\)070\[0591:SDETQC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2000)070[0591:SDETQC]2.0.CO;2)
- Jordano, P., Bascompte, J., & Olesen, J. M. (2003). Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology letters*, 6, 69-81. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00403.x>
- Kuhlmann, M. (2018). *Frutos e sementes do Cerrado: espécies atrativas para a fauna: volume 1*. 2 ed. Brasília, DF: Ipsis Gráfica e Editora.
- Kuhlmann, M. (2018). *Frutos e sementes do Cerrado: espécies atrativas para a fauna: volume 2*. 1 ed. Brasília, DF: Ipsis Gráfica e Editora.
- Kuhlmann, M., & Ribeiro, J. F. (2016). Fruits and frugivores of the Brazilian Cerrado: ecological and phylogenetic considerations. *Acta Bot. Bras*, 30(3), 495-507. <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0192>
- Lewinsohn, T. M., Prado, P. I., Jordano, P., Bascompte, J., & Olesen, J. M. (2006). Structure in plant-animal interaction assemblages. *Oikos*, 113(1), 174-184. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2006.14583.x>
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. (2015). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. In: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em 10 de novembro de 2019.
- Macedo, R. H. F. (2002). The avifauna: ecology, biogeography, and behavior. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (Eds.), *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna* (pp. 242- 265). New York: Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/oliv12042-014>
- Manhães, M. A., Assis, L. C. S., & Castro, R. M. (2003). Frugivoria e dispersão de sementes de *Miconia urophylla* (Melastomataceae) por aves em um fragmento de Mata Atlântica secundária em Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Ararajuba*, 11(2), 173-180.
- Marini, M. A., Barbet-Massin, M., Lopes, L. E., & Jiguet, F. (2009). Major current and future gaps of Brazilian reserves to protect Neotropical savanna birds. *Biological Conservation*, 142, 3039-3050. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.08.002>
- Martín González, A. M., Allesina, S., Rodrigo, A., & Bosch, J. (2012). Drivers of compartmentalization in a Mediterranean pollination network. *Oikos*, 121, 2001-2013. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.20279.x>

- Maruyama, P. K., Vizenin-Bugoni, J., Oliveira, G. M., Oliveira, P. E., & Dalsgaard, B. (2014). Morphological and spatio-temporal mismatches shape a neotropical savanna plant-hummingbird network. *Biotropica*, 46(6), 740–747. <https://doi.org/10.1111/btp.12170>
- Mello, M. A. R., Rodrigues, F. A., Costa, L. F., Kissling, W. D., Şekercioğlu, Ç. H., Marquitti, F. M. D., & Kalko, E. K. V. (2014). Keystone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. *Oikos*, 000, 001–009.
- Miguel, M. F., Jordano, P., Tabeni, S., & Campos, C. M. (2018). Context-dependency and anthropogenic effects on individual plant–frugivore networks. *Oikos*, 00, 1–15. <https://doi.org/10.1111/oik.04978>
- Mulwa, R. K., Neuschulz, E. L., Böhning-Gaese, K., & Schleuning, M. (2012). Seasonal fluctuations of resource abundance and avian feeding guilds across forest-farmland boundaries in tropical Africa. *Oikos*, 122(4), 524–532. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.20640.x>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. F., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Olesen, J. M., Bascompte, J., Dupont, Y. L., & Jordano, P. (2007). The modularity of pollination networks. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(50), 19891–19896. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706375104>
- Oliveira, A. K. M., Bocchese, R. A., Pereira, K. R. F., & Carvalho, T. D. (2018). Seed deposition by birds on artificial perches at different distances from a gallery forest in the cerrado area. *Floresta*, 48(3), 363–372. <https://doi.org/10.5380/rf.v48i3.55228>
- Oliveira, M. C., Felfili, J. M., & Silva Júnior, M. C. (2011). Análise florística e fitossociológica da comunidade arbórea da Mata de Galeria do Capetinga, após vinte anos de passagem de fogo, na Fazenda Água Limpa, Brasília – DF. *Heringeriana*, 5, 19–31.
- Oliveira, P. E. A. M., & De Paula, F. R. (2001). Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de Matas de Galeria. In: J. F. Ribeiro, C. E. L. Fonseca, & J. C. Sousa-Silva (eds.), *Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria* (pp. 303–332). Planaltina, Brasil: Embrapa Cerrados.
- Patefield, W. M. (1981). Algorithm AS 159: An Efficient Method of Generating Random $R \times C$ Tables with Given Row and Column Totals. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 30(1), 91–97. <https://doi.org/10.2307/2346669>
- Piacentini, V. Q., Aleixo, A., Agne, C. E., Maurício, G. N., Pacheco, J. F., Bravo, G. A., ... Cesari, E. (2015). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23, 91–298. <https://doi.org/10.1007/BF03544294>
- Pizo, M. A. (1997). Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 13, 559–578. <https://doi.org/10.1017/S0266467400010713>

- Pizo, M. A., & Galetti, M. (2010). Métodos e perspectivas do estudo da frugivoria e dispersão de sementes por aves. In: I. Accordi, F. C. Straube, & S. Von Matter (org.). *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento* (pp. 493-504). Rio de Janeiro, RJ: Technical Books.
- Pizo, M. A., & Santos, B. T. P. (2011). Frugivory, post-feeding flights of frugivorous birds and the movement of seeds in a Brazilian fragmented landscape. *Biotropica*, 43(3), 335–342. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00695.x>
- Purificação, K. N., Pascotto, M. C., Pedroni, F., Pereira, J. M. N., & Lima, N. A. (2014). Interactions between frugivorous birds and plants in savanna and forest formations of the Cerrado. *Biota Neotropica*, 14(4), e20140068. <https://doi.org/10.1590/1676-06032014006814>
- Ramos-Robles, M., Andresen, E., & Díaz-Castelazo, C. (2016). Temporal changes in the structure of a plant-frugivore network are influenced by bird migration and fruit availability. *PeerJ* 4, e2048. <https://doi.org/10.7717/peerj.2048>
- Ribeiro, E. S., Souza, R. S., Moreira, E. L., Pasa, M. C., & Souza, R. A. T. M. de (2013). Contribuição das plantas frutíferas do cerrado na dieta das aves e a importância das aves no processo de dispersão de sementes. *Biodiversidade*, 12(1), 86.
- Schleuning, M., Blüthgen, N., Flörchinger, M., Braun, J., Schaefer, H. M., & Böhning-Gaese, K. (2011). Specialization and interaction strength in a tropical plant-frugivore network differ among forest strata. *Ecology*, 92, 26-36. <https://doi.org/10.1890/09-1842.1>
- Schleuning, M., Ingmann, L., Strauß, R., Fritz, S. A., Dalsgaard, B., Matthias Dehling, D., ... Dormann, C. F. (2014). Ecological, historical and evolutionary determinants of modularity in weighted seed-dispersal networks. *Ecology Letters*, 17(4), 454–463. <https://doi.org/10.1111/ele.12245>
- Sebastián-González, E. (2017). Drivers of species' role in avian seed-dispersal mutualistic networks. *Journal of Animal Ecology*, 86, 878–887. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12686>
- Sigrist, T. (2009). *Avifauna Brasileira: Guia de Campo Descrição Das Espécies*. Volume 2. Vinhedo, SP: Avis Brasilis.
- Silva, C. A. (1999). Recuperação de áreas degradadas em remanescente de uma mata mesófila no município de Patrocínio, MG. Monografia de especialização. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- Silva, E., & Malvino, S. S. A. B. (2005). Análise climática do município de Patrocínio (MG). *Caminhos de Geografia*, 10(16), 93-108.
- Silva, G. B. M. da, & Pedroni, F. (2014). Frugivoria por aves em área de cerrado no município de Uberlândia, Minas Gerais. *Revista Árvore-Sociedade de Investigações Florestais*, 38(3), 433-442. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000300005>
- Silva, J. F., Fariñas, M. R., Felfili, J. M., & Klink, C. A. (2006). Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, 33, 536-548. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01422.x>

Silva, N. A. P. da, Frizzas, M. R., & Oliveira, C. M. de (2011). Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(1), 79–87. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262011000100013>

Silva, R. E., & Silva, G. A. (2012). A importância do clima na instalação e produção cafeeira no cerrado mineiro: o caso de Patrocínio no Alto Paranaíba (MG). *Geonorte*, 2(5), 840-852.

Silva, W. R. (2003). A importância das interações planta-animal nos processos de Restauração. In P. Y. Kageyama, R. E. Oliveira, L. F. D. Moraes, V. L. Engel & F. B. Gandara (Eds.), *Restauração ecológica de ecossistemas naturais* (pp.77-90). Botucatu, SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais.

Silva, W. R., Guimarães Jr, P. R., Dos Reis, S. F., & Guimarães, P. (2007). Investigating fragility in plant–frugivore networks: a case study of the atlantic forest in Brazil. In: A. J. Dennis, E. W. Schupp, R. J. Green & D. W. Westcott (Eds.), *Seed dispersal: theory and its application in a changing world* (pp. 561-578). Wallingford, Inglaterra: CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9781845931650.0561>

The IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2017-2. <www.iucnredlist.org>. Acesso em 19 de Dezembro de 2019.

ANEXOS

TABELA S1. Espécies de aves observadas no fragmento florestal e no entorno da Reserva legal da Fazenda Esmeril (FUNCECP) Patrocínio-MG, Brasil.

Táxon	Nome comum
Tinamiformes	
Tinamidae	
<i>Crypturellus</i> sp	inhambú
Anseriformes	
Anatidae	
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato-do-mato
Galliformes	
Cracidae	
<i>Penelope superciliaris</i> Temminck, 1815	jacupemba
<i>Crax fasciolata</i> Spix, 1825	mutum-de-penacho
Pelecaniformes	
Threskiornithidae	
<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	coró-coró
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca
Cathartiformes	
Cathartidae	
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu
Accipitriformes	
Accipitridae	
<i>Accipiter bicolor</i> (Vieillot, 1817)	gavião-bombachinha-grande
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó
<i>Buteo brachyurus</i> Vieillot, 1816	gavião-de-cauda-curta
Gruiformes	
Rallidae	
<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes
<i>Laterallus melanophaius</i> (Vieillot, 1819)	sanã-parda
Charadriiformes	
Charadriidae	
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero
Columbiformes	
Columbidae	
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	rolinha-caldo-de-feijão
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	asa-branca
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	pomba-galega
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	avoante
<i>Leptotila</i> sp.	juriti
Cuculiformes	
Cuculidae	
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto

TABELA S1, Cont.

Caprimulgiformes**Caprimulgidae**

Nyctidromus albicollis (Gmelin, 1789) bacurau

Apodiformes**Trochilidae**

Phaethornis pretrei (Lesson & Delattre, 1839) rabo-branco-acanelado

Eupetomena macroura (Gmelin, 1788) beija-flor-tesoura

Florisuga fusca (Vieillot, 1817) beija-flor-preto

Colibri serrirostris (Vieillot, 1816) beija-flor-de-orelha-violeta

Chlorostilbon lucidus (Shaw, 1812) besourinho-de-bico-vermelho

Thalurania furcata (Gmelin, 1788) beija-flor-tesoura-verde

Galbuliformes**Galbulidae**

Galbula ruficauda Cuvier, 1816 ariramba

Piciformes**Ramphastidae**

Ramphastos toco Statius Muller, 1776 tucanuçu

Picidae

Picumnus albosquamatus d'Orbigny, 1840 picapauzinho-escamoso

Veniliornis passerinus (Linnaeus, 1766) pica-pau-pequeno

Celeus flavescens (Gmelin, 1788) pica-pau-de-cabeça-amarela

Campephilus melanoleucos (Gmelin, 1788) pica-pau-de-topete-vermelho

Cariamiformes**Cariamidae**

Cariama cristata (Linnaeus, 1766) seriema

Falconiformes**Falconidae**

Caracara plancus (Miller, 1777) carcará

Milvago chimachima (Vieillot, 1816) carrapateiro

Psittaciformes**Psittacidae**

Diopsittaca nobilis (Linnaeus, 1758) maracanã-pequena

Psittacara leucophthalmus (Statius Muller, 1776) periquitão

Eupsittula aurea (Gmelin, 1788) periquito-rei

Brotogeris chiriri (Vieillot, 1818) periquito-de-encontro-amarelo

Alipiopsitta xanthops (Spix, 1824) papagaio-galego

Amazona aestiva (Linnaeus, 1758) papagaio

Passeriformes**Thamnophilidae**

Herpsilochmus longirostris Pelzeln, 1868 chorozinho-de-bico-comprido

Thamnophilus caerulescens Vieillot, 1816 choca-da-mata

Dendrocolaptidae

Lepidocolaptes angustirostris (Vieillot, 1818) arapaçu-de-cerrado

Furnariidae

Furnarius rufus (Gmelin, 1788) joão-de-barro

Lochmias nematura (Lichtenstein, 1823) joão-porca

TABELA S1, Cont.

<i>Clibanornis rectirostris</i> (Wied, 1831)	cisqueiro-do-rio
<i>Automolus leucophthalmus</i> (Wied, 1821)	barranqueiro-de-olho-branco
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim
<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	uí-pi
Pipridae	
<i>Antilophia galeata</i> (Lichtenstein, 1823)	soldadinho
Tityridae	
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto
Platyrinchidae	
<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho
Rhynchocyclidae	
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	cabeçudo
<i>Corythopsis delalandi</i> (Lesson, 1830)	estalador
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio
Tyrannidae	
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela
<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	guaracava-grande
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	piolhinho
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	irré
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado;
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri
<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)	viuvinha
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	príncipe
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada
Vireonidae	
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari
Corvidae	
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821)	galha-cancã
Hirundinidae	
Troglodytidae	
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra
<i>Cantorchilus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845)	garrinchão-de-barriga-vermelha
Turdidae	
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-branco
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca

TABELA S1, Cont.

Passerellidae	
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico
<i>Arremon flavirostris</i> Swainson, 1838	tico-tico-de-bico-amarelo
Parulidae	
<i>Setophaga pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula
<i>Myiothlypis flaveola</i> Baird, 1865	canário-do-mato
Icteridae	
<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769)	japu
<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro
<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	pássaro-preto
Thraupidae	
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra
<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-de-papo-preto
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu
<i>Eucometis penicillata</i> (Spix, 1825)	pipira-da-taoca
<i>Coryphospingus pileatus</i> (Wied, 1821)	tico-tico-rei-cinza
<i>Coryphospingus cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-rei
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	tiê-preto
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	baiano
<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho
<i>Saltator maximus</i> (Statius Muller, 1776)	tempera-viola
Fringillidae	
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim
Estrildidae	
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	bico-de-lacre
