



**REDES DE INTERAÇÕES DE FRUGIVORIA E
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS
DESEMPENHADOS POR ESPÉCIES-BANDEIRA
DO CERRADO**

BEATRIZ CHRISTINA BARBOSA DE FARIAS





UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Redes de Interações de Frugivoria e Importância de Espécies-bandeira do Cerrado

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade de Brasília.

Aluna: Beatriz Christina Barbosa de Farias
Orientador: Profa. Dra. Rosana de Carvalho
Cristo Martins

Brasília, DF
2022

CIP – Catalogação Internacional da Publicação

Farias, Beatriz Christina Barbosa de.

Redes de Interações de Frugivoria e Importância de
Espécies-bandeira do Cerrado / Beatriz Christina Barbosa de Farias.
Brasília: UnB, 2022. p. : il.

Monografia (Graduação) – Engenharia Florestal – Universidade de Brasília,
2022.

1. Interações mutualísticas. 2. Frugivoria. 3. Espécies-bandeira 4. Cerrado.
I. Martins, Rosana de Carvalho Cristo, orient. II. Oliveira, Hernani Fernandes
Magalhães, co orient.

CDU Classificação



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Redes de Interações de Frugivoria e Importância de Espécies-bandeira do Cerrado

Beatriz Christina Barbosa de Farias

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal, da Universidade de Brasília, em 06/04/2022 apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Profa. Dra. Rosana de Carvalho Cristo Martins
EFL/FT/UnB
Orientadora

Prof. Dr. Hernani Fernandes Magalhães Oliveira
UFPR
Co-orientador

Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão
EFL/FT/UnB
Membro

Brasília, DF
2022

A diversidade de formas de vida, em número tão grande que ainda temos que identificar a maioria delas, é a maior maravilha desse planeta.

Edward O. Wilson. Biodiversity. 1997.

Dedico esse trabalho à Beatriz de 6 anos, por amar a natureza e criar um “programa de restauração de gramíneas” do pátio escolar (eu replantava no recreio, com alguns amiguinhos, os torrões de grama que os alunos mais velhos arrancavam para atirar uns nos outros). À Beatriz de 12 que chorou vendo reportagens sobre incêndio no Cerrado e quis fortemente “abandonar tudo” e se embrenhar no mato mais próximo. À Beatriz de 15, 16 e 17 pelo esforço e dedicação que me deram oportunidade de cursar o curso dos meus sonhos na única Universidade que meus olhos enxergavam. E às Beatrizes de 18, 19, 20, 21, 22 e 23 (sim, elas são muitas e completamente diferentes) por toda a perseverança, garra e resiliência para concluir mais essa etapa tão difícil, mas tão maravilhosa e enriquecedora. Eu certamente saio agora, a Beatriz de 24, muito orgulhosa de quem fui, sou e serei daqui pra frente.

AGRADECIMENTOS

O melhor momento de terminar um ciclo é olhar para trás e agradecer por todos que nos ajudaram pelo caminho.

Agradeço aos meus pais, Nívea e João Henrique (moms e pops) por tudo e absolutamente tudo. Pelo carinho incondicional da moms e até pelas piadas do pops (eu sei que são sua forma de demonstrar amor).

Agradeço aos meus irmãos, Matheus e João Arthur, pelo convívio sempre tão divertido e leve que tivemos todos os dias por tantos anos.

Aos meus amigos maravilhosos desses anos de graduação, principalmente Carol e Deds.

Vocês transformaram esses anos todos em uma experiência ímpar de amor e coletividade.

Aos meus irmãos da vida, Adda, mulher incrível e uma inspiração na luta; e Andrezinho, meu amigo maravilhoso e companheiro de casa, meu melhor conselheiro e o melhor padeiro de todos os tempos.

À Vitória, que é e sempre será parte importante de mim.

À maravilhosa Zuzu e todo seu apoio em momentos de surto. Como pode uma amizade que só ficou ainda mais forte com a distância?

À Sofia por todo amor que transborda.

Aos meus orientadores Rosana Cristo e Hernani Oliveira, por todo o ensinamento, pelas risadas e pela paciência desses 2 anos contínuos de contato quase semanal.

À UnB, sua linda. A universidade que amo e que sempre quis estar. Fico feliz de ter tido essa oportunidade única.

À minha amiga Cintia por tudo que passamos nesses tantos anos de graduação. É como eu sempre digo pra ti, meu diploma devia vir com meu nome e o seu.

E a todos que de alguma forma contribuíram para minha chegada neste momento tão importante e significativo da minha vida.

RESUMO

Conservar a biodiversidade é crucial para a vida humana na Terra. Os índices internacionais que monitoram biodiversidade estão cada vez mais baixos e seu declínio é causado principalmente pela ação humana. A biodiversidade atua na regulação do clima, controle de estoque de carbono, fornecimento de fibras e energia e fonte de princípios ativos para a produção de medicamentos. A Biologia da Conservação é o campo multidisciplinar que atua em resposta aos impactos à biodiversidade. Uma das estratégias para a conservação é o uso de espécies-bandeira. Essa estratégia aproxima o público das campanhas conservacionistas. As interações entre animais e plantas podem ser mutualistas ou antagonistas. Essas interações podem ser estudadas através da teoria de redes, que auxilia na análise da complexidade estrutural da comunidade. Frugivoria é uma interação entre animais que consomem frutos das plantas. O Cerrado é um bioma extremamente rico e diverso. Sua conservação é essencial para a manutenção do bem-estar social. O objetivo do presente trabalho é analisar a importância das espécies-bandeira do Cerrado para a rede de interações de frugivoria e sugerir novas espécies que possuam relevância para a rede de interações. Foi utilizado o banco de dados de frugivoria no Cerrado (ISLA *et al.*, 2021). As espécies-bandeira foram escolhidas através das fontes WWF-Brasil e Wosnick *et al* (2021). As espécies selecionadas foram: *Tapirus terrestres* (Anta), *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-guará), *Trogon curucui* (Surucua-de-barriga-vermelha) e *Turdus rufiventris* (Sabiá-laranjeira). As métricas trabalhadas foram de centralidade *degree centrality*, *closeness centrality* e *betweenness centrality* por meio do software R pacote bipartite. As análises estatísticas foram feitas por Teste Z. Entre as espécies-bandeira, a única que apresentou dados significativos de DC e BC foi *Tapirus terrestris*. De toda a rede, 14 espécies apresentaram valor significativo negativo de CC e 18, resultados significativos positivos de BC. A rede apresenta poucas espécies com muitas interações e muitas espécies com poucas interações. Com base nas análises realizadas, os animais mais relevantes para a rede de interações de frugivoria do Cerrado são: *Turdus leucomelas*, *Ramphastos toco*, *Tapirus terrestris* (já utilizada como espécie-bandeira), *Artibeus lituratus*, *Carolia perspicillata*, *Tangara cayana*, *Dacnis cayana*, *Tyrannus melancholicus*, *Pitangus sulphuratus*, *Antilophia galeata*, *Tangara sayaca*, *Tangara palmarum*, *Turdus amarouchalinus*, *Brotogeris chiriri*, *Saltator similis*, *Didelphis albiventris*, *Ara ararauna*. Há a necessidade de se trabalhar o carisma de algumas espécies para que sejam utilizadas como bandeira.

Palavras-chave: Interações animais-planta, Bioconservação, Frugivoria, Espécies-bandeira.

ABSTRACT

Conserving biodiversity is crucial for human life on Earth. International indices of monitoring biodiversity are increasingly low and its decline is mainly caused by human action. Biodiversity acts in climate regulation, carbon stock control, fiber and energy supply and source of active ingredients for the production of medicines. Conservation Biology is the multidisciplinary field that acts in response to impacts on biodiversity. One of the strategies for conservation is the use of flagship species. This strategy brings the public closer to conservation campaigns. The interactions between animals and plants can be mutualistic or antagonistic. These interactions can be studied through network theory, which helps in the analysis of the structural complexity of the community. Frugivory is an interaction between animals that consume fruit from plants. The Cerrado is an extremely rich and diverse biome. Its conservation is essential for the maintenance of social well-being. The objective of the present work is to analyze the importance of the Cerrado flagship species for the frugivory interaction network and to suggest new species that are relevant to the interaction network. The Cerrado frugivory database was used (ISLA et al., 2021). The flagship species were chosen through the sources WWF-Brasil and Wosnick et al (2021). The selected species were: *Tapirus terrestris* (Anta), *Chrysocyon brachyurus* (Maned wolf), *Trogon curucui* (Red-bellied Surucuá) and *Turdus rufiventris* (Laranjeira thrush). The metrics worked were degree centrality, closeness centrality and betweenness centrality through the R software bipartite package. Statistical analyzes were performed by Z Test. Among the flagship species, the only one that presented significant data on DC and BC was *Tapirus terrestris*. From the entire network, 14 species showed a significant negative value of CC and 18, significant positive results of BC. The network has few species with many interactions and many species with few interactions. Based on the analyses, the most relevant animals for the Cerrado frugivory interaction network are: *Turdus leucomelas*, *Ramphastos toco*, *Tapirus terrestris* (already used as a flagship species), *Artibeus lituratus*, *Carolia perspicillata*, *Tangara cayana*, *Dacnis cayana*, *Tyrannus melancholicus*, *Pitangus sulphuratus*, *Antilophia galeata*, *Tangara sayaca*, *Tangara palmarum*, *Turdus amarouchalinus*, *Brotogeris chiriri*, *Saltator similis*, *Didelphis albiventris*, *Ara ararauna*. There is a need to work on the charisma of some species so that they can be used as a flag.

Keywords: Animal-plant interactions, Bioconservation, Frugivory, Flagship species.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** A) Matriz e grafo de uma rede de interações unipartida. B) Matriz e grafo de uma rede de interações bipartida.
- Figura 2.** Gráfico da Rede de interação frugívoro-planta.
- Figura 3.** Distribuição de interações.
- Figura 4.** Espécies que apresentam valor de DC significativos.
- Figura 5.** Espécies que apresentaram valor de BC significativos.
- Figura 6.** Rede de interações frugívoro-plantas do Cerrado espécies-bandeira.....
- Figura 7.** Espécies que apresentam valor de DC significativos.
- Figura 8.** Valores de CC de espécies de relevância etnobotânica.
- Figura 9.** Valores de BC de espécies de relevância etnobotânica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. Objetivo geral	14
2.1. Objetivos específicos	14
3. referencial teórico	14
3.1. Cerrado e Conservação	15
3.2. Frugivoria e Serviços ecossistêmicos	15
3.3. Espécies-bandeira	16
3.4. Redes de interação	17
3.4.1. Análise de redes	17
3.4.2. Modularidade	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1. Busca de dados	18
4.2. Seleção das espécies-bandeira	19
4.3. Espécies estudadas	19
4.3.1. <i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	19
4.3.2. <i>Tapirus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	20
4.3.3. <i>Trogon curucui</i> (Linnaeus, 1766)	20
4.3.4. <i>Turdus rufiventris</i> (Vieillot, 1818)	20
4.4. Análise de dados	21
4.5. Análise estatística	21
5. RESULTADOS	22
5.1. Banco de Dados	22
5.2. Análise da Rede	22
5.3. Centralidades	23
5.3.1. Degree Centrality	23
5.3.2. Closeness Centrality	24
5.3.3. Betweenness Centrality	25
5.4. Comportamento das espécies-bandeira	25

6. DISCUSSÃO	28
6.1. Análise da Rede	28
6.2. Espécies-bandeira	29
6.3. Proposta de espécies-bandeira	30
7. CONCLUSÃO E SUGESTÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

A vida na Terra está se tornando insustentável. O *Global Environment Outlook 6* (GEO-6), uma das ferramentas mais relevantes de avaliação sobre meio ambiente da Organização das Nações Unidas (ONU), indica que a Biodiversidade mundial está em crise e muitos cientistas acreditam que podemos estar acelerando a Sexta Extinção em Massa da história do planeta, o que causará impactos intensos e irreversíveis na sobrevivência humana (BARNOSKY *et al.*, 2011; CEBALLOS; EHRLICH; DIRZO, 2017; ONU, 2019). Mas o que é Biodiversidade e por que sua conservação é tão primordial?

Biodiversidade pode ser interpretada como a variedade de organismos vivos de todas as formas, incluindo diversidade dentro de espécies, entre espécies e nos ecossistemas (ONU, 1992). A biodiversidade ajuda com a regulação do clima, controle do estoque de carbono, dinâmica de chuvas, mitiga impacto de desastres naturais, é essencial para a alimentação humana e fornecimento de fibras e energia, além da importância imensurável para a saúde mental e do corpo, sendo uma fonte inesgotável de princípios ativos para produção de medicamentos e outros tratamentos (CLARK *et al.* 2014; HARRISON *et al.*, 2014; WHO; SCBD, 2015; PASCUAL *et al.*, 2017; WWF, 2020).

Mesmo com a irrevogável dependência humana, a biodiversidade segue em um declínio alarmante, principalmente por causa da ação antrópica. O Índice do Planeta Vivo, ferramenta da *World Wide Fund for Nature* (WWF) que rastreia cerca de 21 mil populações de animais em todo o mundo, corrobora com os estudos da ONU e aponta para uma queda média de 68% nas populações monitoradas entre 1970 e 2016 (WWF, 2020). As principais causas de perda de biodiversidade são destruição dos ecossistemas, espécies invasoras, poluição e exploração excessiva (QUAMMEN, 2008; GROOM; MEFFE; CARROLL, 2006; WILSON, 1994; WILSON, 2002; WILSON, 2008).

A Biologia da Conservação é uma resposta da comunidade científica aos impactos antrópicos à biodiversidade (GROOM; MEFFE; CARROLL, 2006). É o campo multidisciplinar que leva em consideração tanto os princípios da ecologia, biologia e genética quanto da economia, sociologia, antropologia, entre outros (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; GROOM; MEFFE; CARROLL, 2006).

Para a conservação efetiva, não se pode ignorar a parcela humana, não só como causa dos problemas, mas como agente ativo das soluções. A participação popular é de extrema relevância para a efetiva conservação da biodiversidade. Uma das ferramentas mais estratégicas para a conservação é o uso de Espécies-Bandeira (LEADER-WILLIAMS;

DUBLIN, 2000). Essa ferramenta é muito útil para a aproximação popular dos temas de conservação do meio ambiente. Essas espécies são, por definição, espécies empregadas como peça-chave de campanhas ambientalistas, utilizando-se de seu carisma para conseguir apelo social, direcionando cuidados em prol da conservação (HEYWOOD; SAMWAYS *et al.*, 1995; SIMBERLOFF, 1998). Porém, apesar de inúmeras campanhas associadas a espécies-bandeira, existem questionamentos acerca da efetividade do uso dessas espécies para proteger outras espécies ou ecossistemas as quais elas estão inseridas (ENTWISTLE & DUNSTONE, 2000).

Há muitos tipos de interações entre animais e plantas, que são muito importantes para compreender alguns processos ecológicos essenciais para a manutenção dos ambientes, como a frugivoria, polinização e dispersão de sementes. No Cerrado, a dispersão por animais corresponde a cerca de 60% entre as espécies arbóreas (CORRÊA *et al.*, 2007). As aves desempenham papéis importantíssimos, auxiliando na polinização e dispersão, além de sua participação crucial na recuperação de áreas degradadas, pois levam consigo diásporos de áreas preservadas para áreas devastadas (KASSAOKA, 2021). Frutos dispersos por animais são um dos fatores responsáveis pela alta diversidade de plantas (OLTIS, 2004).

As interações podem ser estudadas através do auxílio da teoria de redes, que traz o embasamento para investigar as interações entre os organismos e contribui para a avaliação das consequências de perturbações do ecossistema. Redes de interações são importantes ferramentas de análise de processos ecológicos e a complexidade estrutural das comunidades (CARLO & YANG, 2011; EMER *et. al.*, 2018). Fazer a análise dessas redes de interação fornece a possibilidade de comparar de forma quantitativa os padrões de interação entre plantas e animais, permitindo observações sobre a história natural das comunidades (BASCOMPTE; JORDANO, 2007). Tais padrões em redes mutualísticas discorrem sobre a estabilidade e funcionamento das comunidades. As redes aninhadas são mais resistentes à extinção de espécies (CARLO; YANG, 2011; FORTUNA; BASCOMPTE, 2006).

A relevância da frugivoria vai muito além da base alimentar de muitos animais, principalmente mamíferos e aves (PIZO; GALETTI, 2010). Ao se alimentarem, esses animais regurgitam, defecam, cospem, derrubam ou, de alguma outra forma, derrubam sementes e frutos, auxiliando na dispersão, incremento e manutenção do banco de sementes e mudas nos ecossistemas naturais (JORDANO, 2000). A frugivoria é uma interação que pode gerar eventos antagonísticos ou mutualísticos (ARROYO, 2004). Eventos antagonísticos ocorrem, por exemplo, quando o animal frugívoro preda a semente da planta, diminuindo ou impedindo a dispersão e efetiva germinação, o que prejudica a sucessão florestal (SIMMONS, 2018).

O Cerrado é um mosaico vegetacional rico em espécies, que ocupava originalmente 21% do território brasileiro. É a savana mais diversa do mundo em espécies vegetais (KLINK; MACHADO, 2005; SANO *et al.*, 2008), com o total de 12.669 espécies vegetais, sendo 4215 endêmicas do Bioma (MENDONÇA *et al.*, 2008; FORZZA *et al.*, 2012). Por isso e pelo alto grau de ameaça que sofre é considerada um dos *hotspots* de biodiversidade (MYERS, 2000). O Cerrado é apontado como a última fronteira agrícola do mundo (BOURLAUG, 2002). Com uma área total de 2.036.448 km² de extensão (IBGE, 2004), cerca de metade já foi antropizado (conservadas (FRANÇOSO *et al.*, 2015; GRANDE *et al.*, 2020; MAPBIOMAS, 2020). Além disso, o Cerrado é vulnerável a fragmentação, o que aumenta drasticamente os riscos de perda de biodiversidade (KLINK; MACHADO, 2005). Esses dados mostram a importância de programas de preservação assertivos e eficientes.

A conservação do Cerrado é essencial para a manutenção do bem-estar dos brasileiros, uma vez que oito das doze maiores bacias hídricas brasileiras nascem no Cerrado. A agricultura também é dependente da conservação do bioma, não só por conta da irrigação, como também pela polinização. A polinização gera para a agricultura do Centro-Oeste uma economia de milhões de reais (BARBOSA *et al.* 2021).

2. OBJETIVO GERAL

Com esse trabalho objetiva-se analisar a importância das interações em que as espécies-bandeira do Cerrado se encontram, a fim de avaliar a relevância e o impacto da conservação estratégica dessas espécies na dinâmica de interações de frugivoria e serviços ecossistêmicos prestados. Dessa forma, deseja-se contribuir para a tomada de decisões sociopolíticas em relação à conservação do Cerrado.

2.1. Objetivos específicos

- Analisar a rede de interações frugívoro-planta entre espécies de Cerrado;
- Analisar a centralidade das espécies-bandeira determinadas no estudo na rede de interação;
- Sugerir novas espécies-bandeira, com base em sua relevância na rede e importância para a conservação do Cerrado;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Cerrado e Conservação

O Cerrado se caracteriza pela presença de clima predominantemente tropical chuvoso, Aw de Koppen, caracterizado por invernos secos e verões chuvosos (ALVARES *et al.*, 2013). Possui precipitação média anual de cerca de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm (ADÁMOLI *et al.*, 1987). O clima influenciou fortemente na origem da vegetação savânica, já as chuvas, ao longo do tempo geológico, intemperizam os solos, lixiviando por milhões de anos nutrientes essenciais (WALTER, 2006). Porém, as espécies vegetais do Cerrado são muito bem adaptadas e não se observa diferenças nutricionais significativas. A distribuição de sua vegetação se dá principalmente de acordo com a profundidade do solo, sendo as formações florestais presentes em solos profundos e as savânicas nos mais rasos (EMMERICH, 1990).

O Cerrado apresenta formações florestais, savânicas e campestres. As formações florestais (Cerradão, Mata Seca, Mata de Galeria e Mata Ciliar) representam áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel contínuo ou descontínuo. Já nas formações savânicas (cerrado sentido restrito, Vereda, Parque Cerrado e Palmeiral) árvores e, predominantemente, arbustos ocorrem espalhados sobre um estrato gramíneo, sem que haja formação de dossel contínuo. Nas formações campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) o predomínio é de espécies herbáceas e arbustivas, sem que haja presença de espécies arbóreas (RIBEIRO & WALTER, 2008).

A conservação do Cerrado é essencial para a população brasileira. A riquíssima biodiversidade, pouco estudada, guarda consigo inúmeras curas para diversos males. Além de sua biodiversidade incontestável, inúmeros rios nascem na região e abastecem todo o país e parte da América do Sul (OVERBECK *et al.*, 2015; STRASSBURG *et al.*, 2017). Mesmo assim, apenas 8% do bioma é protegido por meios de Unidades de Conservação (FRANÇOSO *et al.*, 2015), que sofrem constante pressão para diminuição de suas áreas ou permissão para uso exploratório (BERNARD *et al.*, 2014). As áreas de Cerrado não preservadas sofrem com o desmatamento e conversão do uso do solo para áreas agrícolas (STRASSBURG *et al.*, 2017).

3.2. Frugivoria e Serviços ecossistêmicos

Grande parte das funções biológicas surgem a partir de interações entre muitos componentes, não apenas por conta de um efeito particular de um único gene. Interações frugívoro-planta são fundamentais para a regeneração natural das plantas que dependem da dispersão animal (JORDANO, 2000; JORDANO *et al.*, 2011). Existem evidências de que o mutualismo influencia fortemente na especiação evolucionária de plantas e animais

(HERRERA 1985; ERIKSSON *et al.*, 2000; TIFFNEY 2004; ERIKSSON 2008; BOLMGREN & ERIKSSON, 2010). Os frutos consumidos por animais guiados pelo sentido da visão, como aves, por exemplo, possuem, geralmente, coloração contrastante, menor tamanho e pouco cheiro (CAZETTA; SCHAEFER; GALETTI, 2009). Já frutos consumidos por animais guiados por olfato, a exemplo de mamíferos, possuem geralmente mais investimento em odores fortes do que em cor (WILSON, 1993). Essas características evidenciam a pressão seletiva mútua e coevolução ao longo de milhões de anos (GAUTIER-HION *et al.*, 1985; HERRERA, 1985; FLEMING & KRESS, 2013).

Mais de 2 milhões de espécies se encontram no Brasil, o correspondente a 10% da biodiversidade global (LEWINSOHN & PRADO, 2005), que se mantêm vivos graças ao fluxo energético do Sol para as plantas, que por sua vez fornece energia para a cadeia energética através da predação e decomposição. Esse fluxo entre os organismos, o meio físico e biótico compõe o sistema interativo (MEA, 2005) do qual surgem as funções ecossistêmicas. Quando essas funções trazem benefícios diretos ou indiretos para a humanidade, são chamadas de serviços ecossistêmicos (DE GROOT, 1992; HUETING *et al.*, 1998; MEA 2005). Os serviços ecossistêmicos podem ser divididos em categorias (MEA, 2005; LELE *et al.*, 2014):

- Serviços de provisão;
- Serviços de regulação;
- Serviços culturais; e
- Serviços de suporte.

3.3. Espécies-bandeira

Espécies-bandeiras podem ser definidas como espécies muito conhecidas, carismáticas, ou símbolos de campanhas conservacionistas (MALLINSON, 1991; SIMBERLOFF, 1998). Esse termo faz alusão às bandeiras de navios, que são um símbolo visível. São uma ferramenta estratégica de conservação, utilizadas para receber atenção de tomadores de decisão, governos e apoio do público em geral.

- Fundação Projeto TAMAR: O Projeto TAMAR nasceu de uma dor de graduandos de Oceanografia que, no fim dos anos 1970, abriram um projeto de proteção à vida marinha utilizando as tartarugas como espécie-bandeira. Atualmente, a Fundação possui artigos científicos que mostram tendência de

recuperação de quatro espécies de tartarugas marinhas do Brasil. Essa fundação modificou, ao longo dos anos, a relação das comunidades costeiras com as tartarugas, diminuindo atividades de caça, muito comuns antes da atuação do Projeto.

- World Wildlife Fund (WWF): O WWF é a maior organização de conservação do mundo, presente em mais de 100 países. Nasceu com o propósito de angariar fundos para conservação dos pandas chineses e logo a espécie virou bandeira da organização. Hoje, o WWF trabalha em mais de 2 mil projetos de conservação, trabalhando em ações em prol da Amazônia, identificando áreas prioritárias para a criação de Unidades de Conservação; e fomentando a educação ambiental e comunicação.

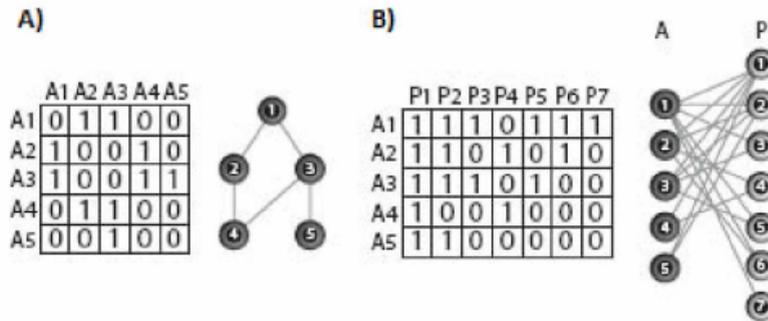
3.4. Redes de interação

3.4.1. Análise de redes

Redes são representações de sistemas que possuem múltiplos elementos ligados entre si e da complexidade de sistemas de múltiplas estruturas. Redes estão em tudo, desde genes, proteínas interagindo e criando estruturas, até cada pessoa inserida na sociedade ou espécies em comunidades ecológicas ligadas por relações frugívoro-planta (BARABÁSI & ALBERT, 1999; AMARAL; SCLALA *et al.*, 2000; STROGATS, 2001; ALBERT & BARABÁSI, 2002; DOROGOVTSSEV & MENDES, 2002; NEWMAN, 2003, 2004; WATTS, 2003; PROULX; PROMISLOW *et al.*, 2005; MONTOYA; PIMM *et al.*, 2006; MAY, 2006; NEWMAN; BARABÁSI *et al.*, 2006; SOLÉ & BASCOMPTE, 2006).

Há dois tipos de redes, as de um modo e as de dois modos. Nas redes de um modo há apenas uma categoria de nó, logo qualquer nó pode estar conectado um ao outro por uma ligação. São representados por grafos unipartidos, em que há apenas um conjunto de nós que se ligam entre si. A exemplo das redes de aeroportos. Já as redes de dois modos apresentam duas categorias de nós distintas, de forma que os nós do grupo A se ligam apenas com os nós do grupo B, sem se conectarem entre si. É representado por grafos bipartidos, com dois grupos distintos de nós. Redes mutualísticas planta-animal são por definição redes de dois modos (BASCOMPTE & JORDANO, 2006). Os grafos bipartidos representam muito bem as interações de reciprocidade em redes de polinização e dispersão de sementes e auxiliam na compreensão da complexidade dos padrões em redes mutualísticas (BASCOMPTE *et al.*, 2003,2006; JORDANO, *et al.*, 2003, 2006). Grafos bipartidos são definidos por uma matriz

na qual os elementos a_{ij} correspondem a 1 no caso dos nós i e j interagirem entre si e 0, caso não interajam.



A) Matriz e grafo de uma rede de interações unipartida. B) Matriz e grafo de uma rede de interações bipartida. Fonte: BASCOMPTE & JORDANO, 2014.

As ferramentas de análise de redes permitem analisar atributos de cada nó individualmente ou do sistema no total (POULIN, 2010), além de possibilitar a operação e teste de hipóteses teóricas (DORMANN, 2011; SEBASTIÁN-GONZALES *et al.*, 2015) tanto por meio de comparação de sistemas estudados quanto por meio de dados gerados por modelos nulos (BASCOMPTE & JORDANO, 2014).

3.4.2. Modularidade

Dentre as propriedades das redes complexas, a modularidade descreve a estrutura não apenas focando na quantidade de interações que um nó possui, mas principalmente com quem ele interage. Redes modulares apresentam estrutura organizada em módulos diferentes, nos quais os nós de dentro do módulo possuem muitas ligações uns com os outros, mas poucas ligações com nós de outro módulo. Analisar se a rede é modular é essencial para a compreensão de seu funcionamento e complexidade (GUIMERÀ & AMARAL, 2005; GUIMERÀ; SALES-PARDO *et al.*, 2007).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Busca de dados

O estudo foi realizado a partir de uma revisão na bibliográfica sobre frugivoria e interações animais-frutos no bioma Cerrado. As buscas foram realizadas nas plataformas: *Google Scholar*, *Jstor*, *Scielo*, *Scopus* e *Web of Knowledge*, utilizando as palavras-chave: “cerrado” e “frugivoria”, em português e inglês, utilizando os *boolean operators* “and” e

“or” (ISLA *et al.* 2021), seguindo uma metodologia próxima a utilizada no “Atlantic Frugivory” (BELLO *et al.*, 2017), diferenciando-se apenas pelas palavras-chave.

Os artigos encontrados na busca foram avaliados por um revisor e reavaliados por um segundo revisor em caso de dúvidas. Todos os estudos não realizados no domínio do bioma Cerrado, também os que não se referiam a interações de frugivoria ou não informavam quais espécies estavam envolvidas no evento de frugivoria (animal ou planta) foram excluídos do banco de dados. Para verificar se os estudos foram realizados no bioma Cerrado foi considerado o domínio geográfico do bioma de acordo com o IBGE. Utilizando o *software QGis* versão 3.16, as coordenadas geográficas dos estudos foram conferidas e comparadas com a malha de distribuição do IBGE.

Dos estudos devidamente incluídos no banco de dados, foram coletadas as seguintes informações: espécie animal, espécie vegetal, fitofisionomia, localização geográfica da área de estudo, método de estudo utilizado, se houve ou não dispersão de semente e, caso tenha ocorrido, se foi realizada análise de diferença de germinabilidade entre as sementes que passam ou não pelo trato digestório dos animais.

4.2. Seleção das espécies-bandeira

Para selecionar as espécies analisadas no presente trabalho, utilizou-se as espécies definidas como espécies-bandeira do Cerrado pelas seguintes fontes:

- “The Big 5 of the Cerrado”. WW-Brasil Cerrado/Pantanal Programme (2015);
- “Evaluating conservation status and governmental efforts towards regional flagship species in Brazil”. Wosnick *et al.* (2021)

As espécies contidas nas fontes supracitadas foram comparadas com as espécies existentes no banco de dados, sendo selecionadas as espécies-bandeira contidas no banco de dados. Essas espécies são: *Tapirus terrestris* (Anta), *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-guará), *Trogon curucui* (Surucuá-de-barriga-vermelha) e *Turdus rufiventris* (Sabiá-laranjeira).

4.3. Espécies estudadas

4.3.1. *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815)

O Lobo-guará é o maior canídeo selvagem da América do Sul. Com preferência a ambientes abertos, sua área de distribuição vai desde toda a extensão do Cerrado e seus ecótonos com a Caatinga, Mata Atlântica e Pampas até os Chacos e outras áreas de savana sul-americanas (DIETZ, 1985). Possui comprimento médio de 147 cm quando adulto, sendo

45 cm referentes a cauda. Possui orelhas grandes e pernas compridas. Sua pelagem é muito característica, num tom castanho-avermelhado em todo o corpo, exceto na crina, do meio das pernas até as patas e focinho, onde os pelos adquirem tonalidade negra (DIETZ, 1985). Suas pernas longas e pelagem avermelhada são adaptações aos ambientes savânicos (CARVALHO, 1976; SHAW *et al.*, 1985; RODDEN *et al.*, 2012). É um animal onívoro, se alimentando de pequenos vertebrados e frutos, sendo muito importantes para a dispersão de sementes, principalmente de Lobeira (*Solanum lycocarpum*) (MOTTA-JÚNIOR, 2014). Está classificada como Quase Ameaçada (*Near Threatened – NT*) pela International Union for Conservation of Nature (IUCN) e como Vulnerável (VU) pela última avaliação nacional realizada pela Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES) (CHIARELLO *et al.* 2008).

4.3.2. *Tapirus terrestris* (Linnaeus, 1758)

A anta é um mamífero herbívoro que se alimenta de frutos e ramos. Está geralmente em áreas com recursos hídricos e são excelentes nadadoras (MELO *et al.*, 2018). É o maior mamífero terrestre da América do Sul (OLIVEIRA *et al.*, 2018), por onde está distribuída por quase todos os países (PADILLA & DOWLER, 1994; MAY-JÚNIOR, 2011). Chega a medir quase 2,00 m e pesa até 300 kg. Tem uma pequena tromba e sua pelagem é marrom escura. São importantes dispersoras de sementes florestais (IAP, 2007). Está classificada como Em Perigo (EN) no Cerrado, de acordo com a redução populacional ocorrida no passado e projetada para o futuro, critérios A2bcd + A3bcd (ICMBIO, 2010).

4.3.3. *Trogon curucui* (Linnaeus, 1766)

O Surucuá-de-barriga-vermelha é a ave símbolo do Piauí (WOSNICK *et al.*, 2021). Possui cerca de 25 cm de comprimento e pesa entre 40 e 60 g. Os machos são azulados, com o dorso verde, cauda negra com faixas brancas e peito vermelho, enquanto as fêmeas possuem cabeça e pescoço acinzentados. Vivem em áreas de floresta e se alimentam de insetos e frutos (CLEMENTS *et al.*, 2016; DEL HOYO *et al.*, 2016).

4.3.4. *Turdus rufiventris* (Vieillot, 1818)

Uma das espécies símbolo de São Paulo (WOSNICK *et al.*, 2021), o Sabiá-laranjeira é uma ave de pequeno porte, da Ordem dos Passeriformes, com cerca de 20 a 25 cm e pesando de 70 a 80 g em média. Possui um canto bastante conhecido e já foi citado ou serviu de inspiração para diversas composições artísticas na música, a exemplo de “Sabiá”, música

composta por Luiz Gonzaga e Zé Dantas, em 1951. É uma ave discreta, com plumagem parda e peito avermelhado. Se alimenta de insetos, minhocas e frutas (CLEMENTS *et al.*, 2016).

4.4. Análise de dados

Para análise, primeiro foi construída uma matriz com as interações observadas entre as espécies de animais frugívoros e plantas. A posição dos nós na rede possui total relevância para seu entendimento. Para quantificar a importância da posição de cada nó na rede, existem métricas de centralidade. A importância e posição das espécies-bandeira dentro da rede de interação de frugivoria foram medidas com base nas métricas de centralidade *degree centrality*, *closeness centrality* e *betweenness centrality*.

Degree centrality é a métrica de centralidade mais simples de medir. Trata-se do número de ligações realizadas por uma espécie. A *closeness centrality*, por sua vez, mede a quantos “passos” uma espécie está de qualquer outra. Já o conceito de *betweenness centrality* é um pouco mais complexo. Em uma rede, para ir de um nó (espécie X) para outro (espécie Y) existem várias possibilidades de caminho. A *betweenness centrality* representa a possibilidade de um nó se comunicar com vários outros pelo menor caminho possível (GOMES *et al.*, 2003).

As métricas foram calculadas pelo software R versão 4.3.1 (R CORE TEAM, 2022), com o auxílio dos pacotes *bipartite* (DORMANN *et al.*, 2020) e *igraph* (CSARDI, 2020).

Uma vez calculados os valores das métricas de centralidade das espécies contidas na rede de interações, foram observados os valores correspondentes às espécies-bandeira selecionadas, a fim de verificar quais as suas respectivas importâncias dentro da rede de frugivoria simulada.

4.5. Análise estatística

A análise estatística foi realizada para verificar a distribuição dos valores das métricas de centralidade. Para isso, foi utilizado o Teste Z, que verifica se há diferença significativa entre os valores observados e a média.

Etapas do Teste Z:

- Média do conjunto de valores;
- Desvio padrão;
- Diferença (d) entre o valor observado e a média do conjunto de dados
- Z-score

Sendo superior a 2 desvios padrões, para cima ou para baixo, os valores observados de DC, BC ou CC são significativamente diferentes da média dos valores observados.

5. RESULTADOS

5.1. Banco de Dados

No *dataset*, foram encontrados 3942 estudos a respeito de frugivoria no Cerrado, incluindo resumos e trabalhos em anais de congressos, dissertações e publicações em periódicos. Quando submetidos a avaliação, apenas 101 dos artigos foram incluídos. Ao todo, registrou-se 1919 interações entre frugívoros e plantas do Cerrado, contando cada interação encontrada, mesmo que se repetisse em outro trabalho. Contando as repetições de interação, as espécies frugívoras mais registradas foram *Turdus leucomelas*, *Ramphastos toco* e *Tangara cayana* com, respectivamente, 90, 67 e 65 interações. Já as espécies de plantas foram *Miconia albicans*, *Miconia chamissois* e *Cecropia pachystachya* com 125, 108 e 105 interações respectivamente. A maioria dos estudos não chegou a avaliar se houve ou não dispersão de sementes e tampouco a germinabilidade das sementes após passarem pelo trato digestório dos animais.

5.2. Análise da Rede

A rede aparenta apresentar pouca formação de módulos. Existem muitas espécies na periferia da rede que fazem ligações com apenas uma outra espécie. A rede possui uma ordem de 561 nós, sendo 245 espécies de frugívoros e 316 espécies de plantas. As aves interagem, em geral, com as mesmas plantas, assim como parte dos invertebrados.

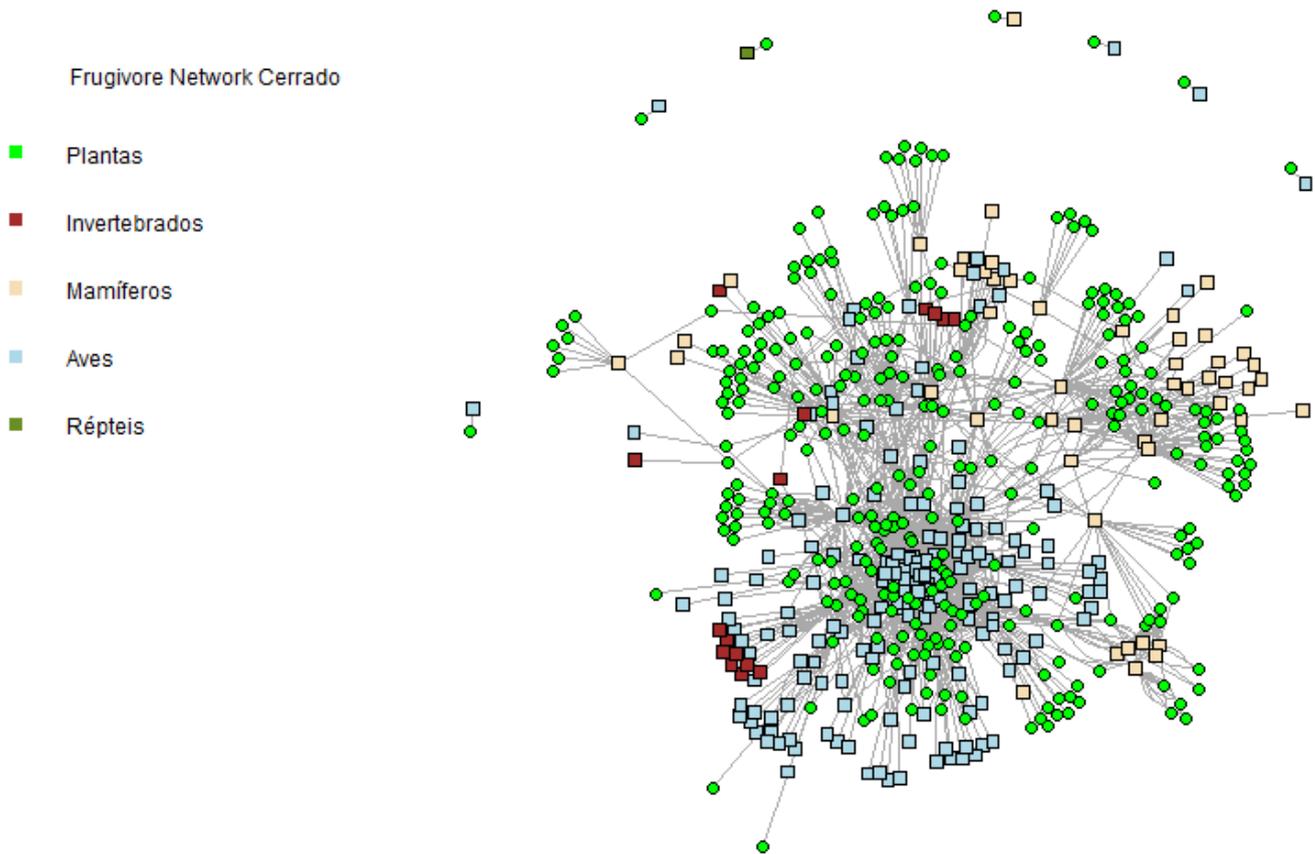
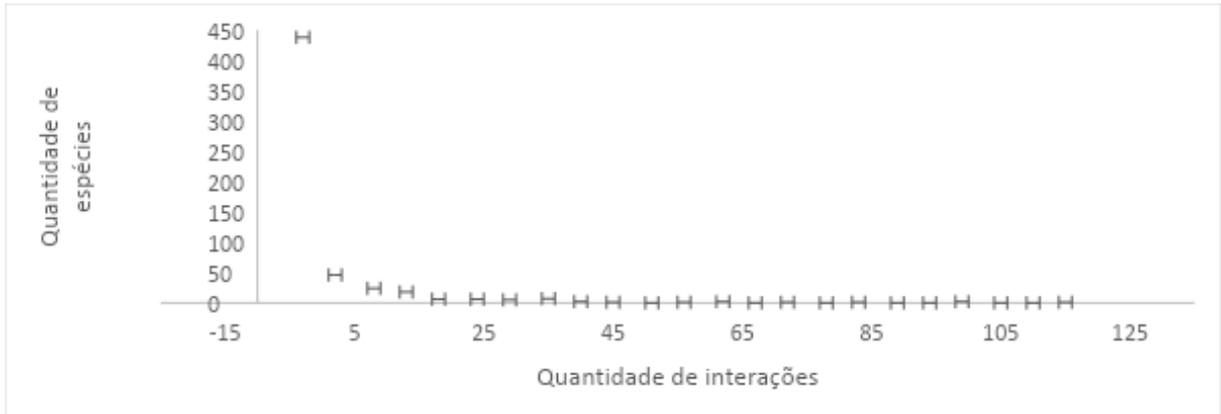


Gráfico da Rede de interação frugívoro-planta.

5.3. Centralidades

5.3.1. Degree Centrality

A rede apresenta o total de 3838 interações, com uma densidade de 6,84 interações por nó. A maioria das espécies (figura 3) faz poucas interações, enquanto poucas espécies concentram a maioria das interações. 231 espécies apresentam apenas uma interação, sendo majoritariamente espécies de plantas.



Distribuição de interações.

As espécies frugívoras com maior número de interações na rede foram *Turdus leucomelas*, *Ramphastos toco* e *Tangara cayana*. Observa-se que, entre as espécies de planta, as que mais se destacam são *Miconia albicans*, *Cecropia pachystachya*, *Miconia chamissois*.

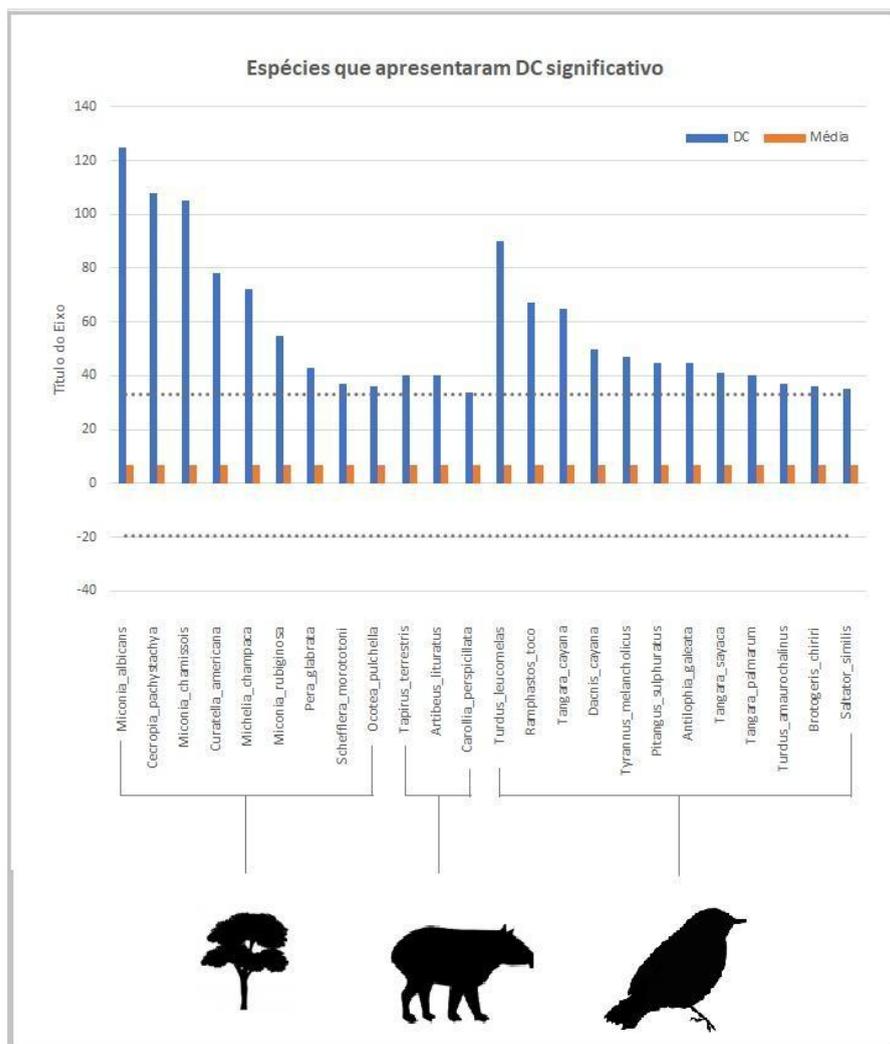


Figura 4. Espécies que apresentam valor de DC significativos.

5.3.2. Closeness Centrality

Os resultados de *closeness centrality* foram muito próximos, sendo significativo apenas os dados de 14 espécies, possuindo valores abaixo de dois desvios padrão. Foram elas: *Cnemidophorus ocellifer*, *Leptotila verreauxi*, *Amazona amazônica*, *Eupetomena macroura*, *Heliomaster furcifer*, *Xolmis velatus*, *Chrotopterus auritus*, *Melocactus glaucescens*, *Annona cornifolia*, *Plenckia populnea*, *Connarus suberosus*, *Maprounea guianensis*, *Miconia burchellii*, *Syagrus coronata*, apresentando o mesmo valor de CC.

5.3.3. Betweenness Centrality

18 espécies apresentaram valores de BC significativos, sendo elas: *Cecropia pachystachya*, *Ramphastos toco*, *Turdus leucomelas*, *Miconia albicans*, *Artibeus lituratus*, *Mauritia flexuosa*, *Tapirus terrestris*, *Tangara cayana*, *Miconia chamissois*, *Miconia rubiginosa*, *Schefflera morototoni*, *Curatella americana*, *Carollia perspicillata*, *Brotogeris chiriri*, *Antilophia galeata*, *Psidium guajava*, *Didelphis albiventris* e *Ara ararauna*, totalizando 18 espécies. As espécies com maior BC foram *Cecropia pachystachya*, *Ramphastos toco* e *Turdus leucomelas*.

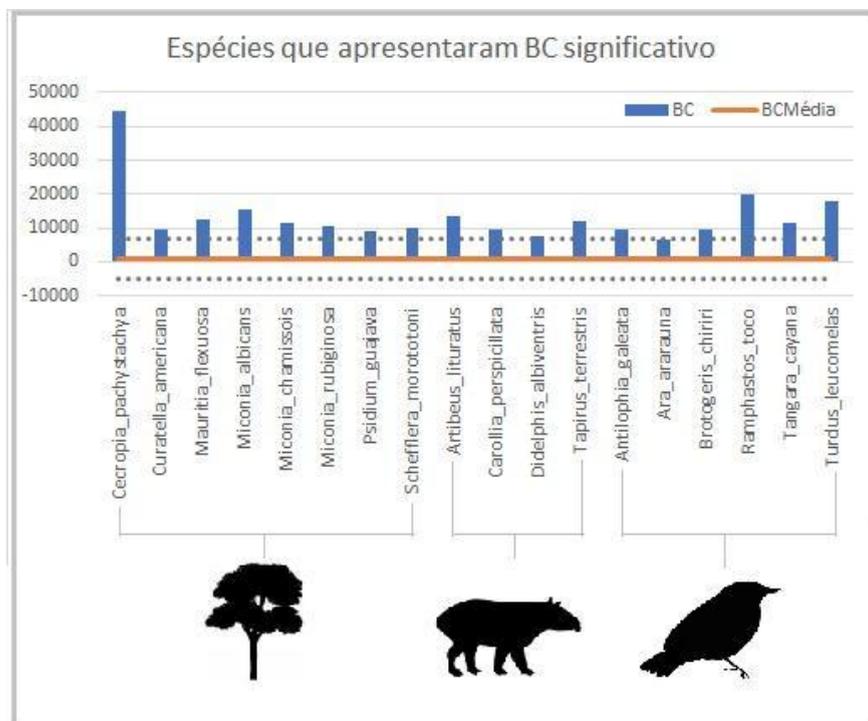
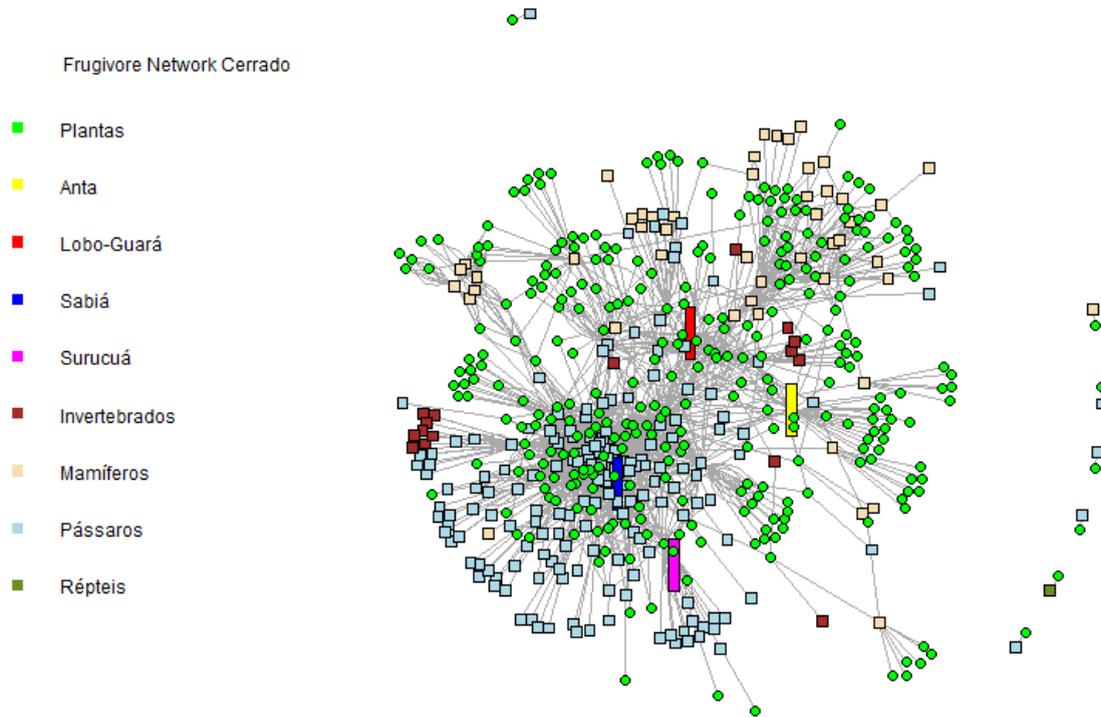


Figura 5. Espécies que apresentaram valor de BC significativos.

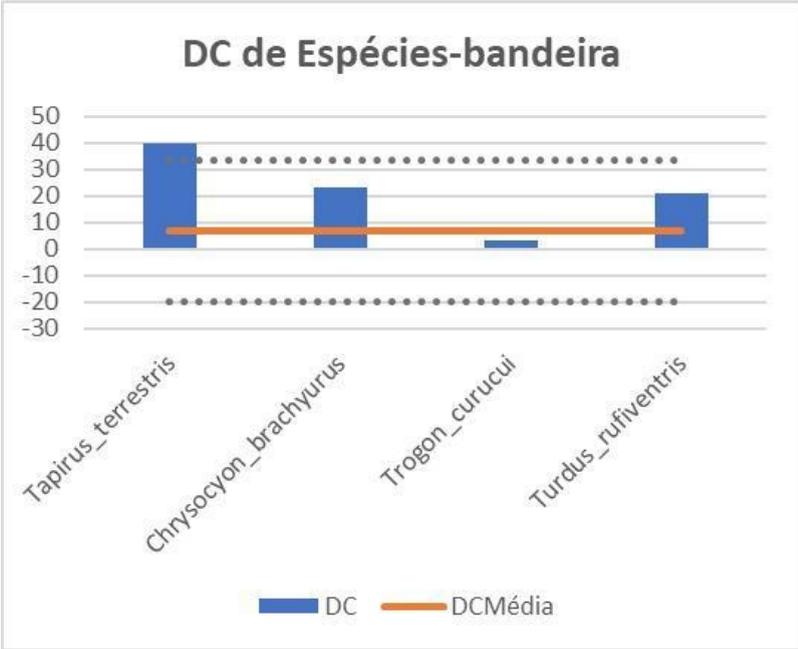
5.4. Comportamento das espécies-bandeira

As espécies-bandeira analisadas se encontram em posições diversas na rede, possuindo espécies em posições centrais e espécies mais periféricas.



Rede de interações frugívoro-plantas do Cerrado com destaque para as espécies-bandeira.

Suas DC são: *C. brachyurus* (23), *T. terrestres* (40), *T. curucui* (3) e *T. rufiventris* (21). Apenas *T. terrestres* possui DC significativa e *T. curucui* possui DC abaixo da média.



██████ Espécies que apresentam valor de DC significativos.

Na análise de CC, todas as espécies-bandeira apresentaram valores próximos a média, sendo nenhum valor estatisticamente significativo.

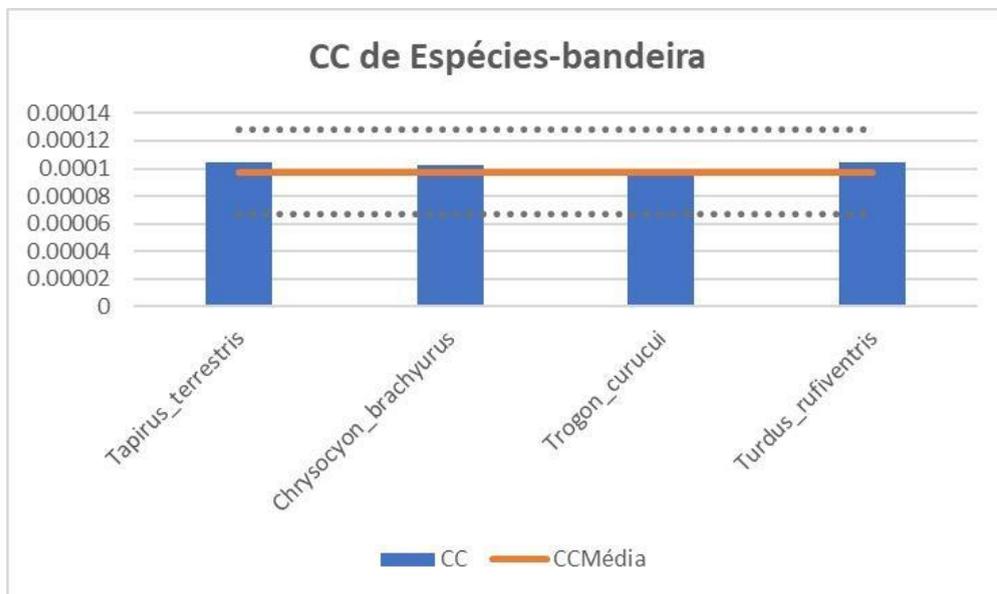


Figura 8. Valores de CC de espécies de relevância etnobotânica.

Quanto à BC, *T. terrestris* apresentou um alto valor, sendo estatisticamente significativo. As demais espécies não apresentaram valor significativo.

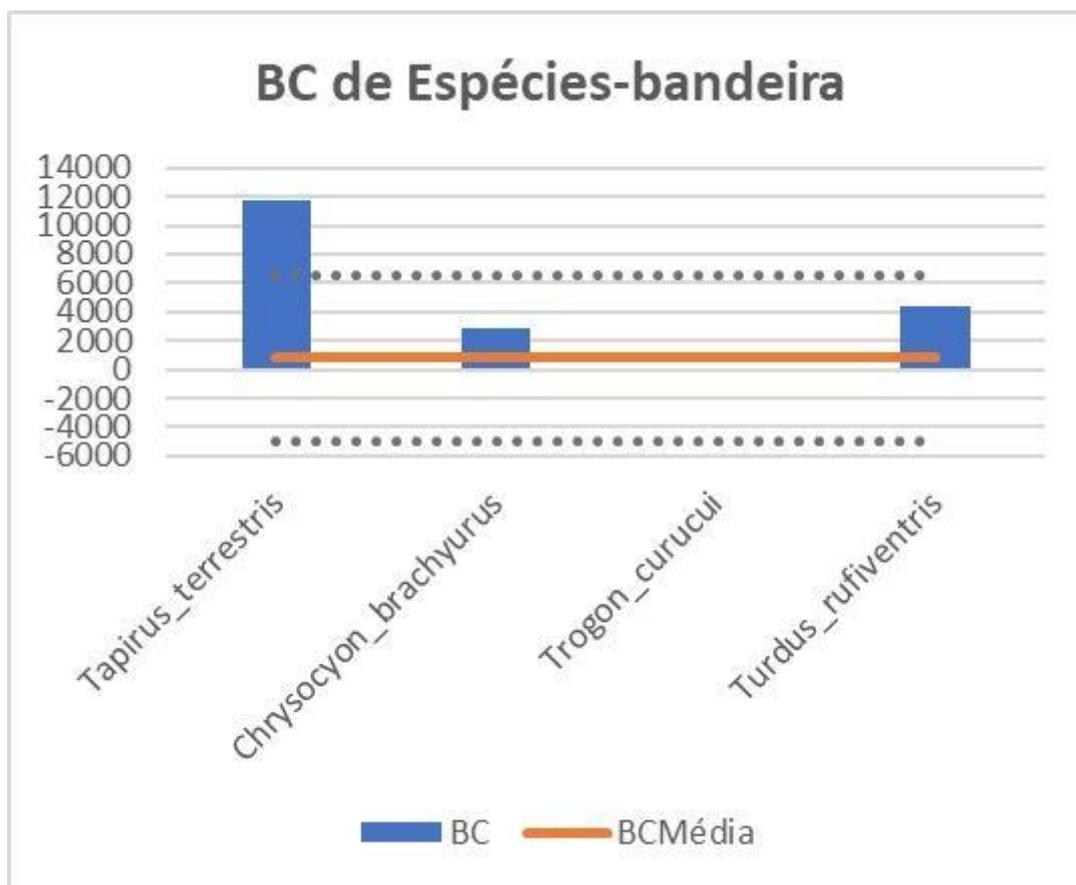


Figura 9. Valores de BC de espécies de relevância etnobotânica.

6. DISCUSSÃO

6.1. Análise da Rede

A rede apresenta poucas espécies responsáveis pela maior parte das interações da rede e muitas espécies realizando poucas interações. Observa-se orbitando o grafo, grupos isolados da rede, formando ligações apenas entre si. Sabendo-se que o comportamento comum de espécies especialistas é de formar interações com espécies que formam interações com várias outras espécies, pode-se inferir que esses grupos isolados com apenas duas espécies está, provavelmente, mais ligado a falta de estudo sobre essas interações do que sobre a possibilidade de se tratar de espécies especialistas. A exemplo, no *dataset* do Cerrado (ISLA, 2021) há apenas uma espécie de réptil, o que indica a necessidade de mais pesquisa sobre frugivoria por répteis no Cerrado.

Há também na periferia da rede muitas espécies que realizam apenas uma interação, porém estas estão geralmente ligadas a espécies que interagem com várias outras. Pode-se inferir que essas espécies possuem comportamento especialista. Há um adensamento no centro da rede, que envolve principalmente interações com aves. A maioria das interações de

frugivoria no Cerrado são com aves, o que corrobora com os dados encontrados no trabalho. O comportamento da rede, com espécies especialistas e um núcleo de espécies com muitas interações, geralmente generalistas, sugerem que se trata de uma rede aninhada. Esse comportamento da rede sugere, por sua vez, estabilidade e resistência (BASCOMPTE et al., 2003; BASCOMPTE & JORDANO, 2006), mas é necessário que se realizem novas análises considerando métricas de aninhamento.

6.2. Espécies-bandeira

Entre as espécies-bandeira estudadas, *T. terrestris* apresenta os melhores resultados de centralidade, o que comprova sua importância na rede. Essa espécie é muito suscetível a distúrbios e se encontra na categoria EN (endangered) de extinção no Cerrado. Ela sofre muito com a queda de qualidade do seu habitat, sendo encontrada apenas em áreas de Cerrado bem preservadas (ICMBIO 2012). O *T. terrestris* habita diferentes ambientes, mas principalmente ambientes florestais. Palmeirais são um dos habitats mais relevantes para a conservação desses animais (MEDICI, 2010). No Cerrado, as principais ameaças para esse animal são o desmatamento, monoculturas e fragmentação dos habitats. Por ocupar longos territórios, ser um excelente dispersor de sementes e precisar de ambientes bem preservados para sua sobrevivência, investir recursos para a preservação desse animal seria de benefício para todo o ecossistema. É importante salientar também que a anta é o maior mamífero da América do Sul e nos ambientes de Cerrado, poucos animais da megafauna sobraram para dispersar sementes de grandes frutos, como do araticum (*Annona spp.*) (PERES & PALACIOS, 2007; GOLIN et al., 2011).

O *C. brachyurus*, apesar de muito carismático, não apresentou dados significativos das métricas de centralidade. Porém, trata-se do maior canídeo sul-americano e se encontra na categoria VU de risco de extinção no Cerrado. Além disso, é um animal que precisa de longas extensões de habitat para sobreviver e vive principalmente em áreas de campo do Cerrado. Essas áreas campestres são pouco visadas por políticas de preservação e necessitam de mais direcionamento.

O *T. curucui* é uma ave de extrema beleza, facilmente avaliada como carismática. Porém, para redes de frugivoria seus dados de centralidade não foram significativos. No entanto, para o turismo ecológico de observação de pássaros, o Surucuá-de-barriga-vermelha possui grande estima (PIVATTO et al., 2007). Há necessidade de mais pesquisas sobre essa ave.

O *T. rufiventris* também não possui dados de centralidade significativos. Apesar de extremamente conhecida, o Sabiá não possui características fundamentais para a estratégia de conservação. São aves de grande distribuição espacial, índices elevados de abundância e adaptabilidade ao ambiente urbano (KRÜGEL & ANJOS, 2000; GASPERIN & PIZO, 2009).

6.3. Proposta de espécies-bandeira

As espécies escolhidas como bandeira são mais comumente grandes mamíferos, pelos quais o público tende a ter mais empatia (ALBERT *et al.*, 2018). Porém, o Brasil possui uma enorme riqueza de avifauna e sua relevância para a conservação é inegável. Com base nas análises realizadas, os animais mais relevantes para a rede de interações de frugivoria do Cerrado são: *Turdus leucomelas*, *Ramphastos toco*, *Tapirus terrestris* (já utilizada como espécie-bandeira), *Artibeus lituratus*, *Carolia perspicillata*, *Tangara cayana*, *Dacnis cayana*, *Tyrannus melancholicus*, *Pitangus sulphuratus*, *Antilophia galeata*, *Tangara sayaca*, *Tangara palmarum*, *Turdus amarouchalinus*, ***Brotogeris chiriri***, *Saltator similis*, *Didelphis albiventris*, *Ara ararauna*. Sendo as espécies marcadas em negrito relevantes para mais de uma métrica de centralidade.

Todas as espécies acima possuem importância ecológica, sendo necessário trabalhar em algumas o conhecimento por parte da população e principalmente o carisma. Para isso, é crucial que se trabalhe a imagem dessas espécies na mídia.

O carisma pode ser conceituado como autoridade, fascinação irresistível exercida sobre um grupo de pessoas, advinda de poderes sobrenaturais (WEBER, 1991). Atualmente, a mídia possui grande força e influência sobre as tendências e predileções humanas. Ela forma e comanda nossos gostos, hábitos e pensamentos (RAMONET, 2002). Uma das formas possíveis de se tratar carisma de animais não-carismáticos, como morcegos e cobras, é utilizar de estratégias que valorize as características “fofas” dos animais, como seus filhotes, ou uso de campanha com mascotes, bichos de pelúcia com características de bebês humanos, como cabeças e olhos grandes, membros curtos e corpo macio (NGAI, 2012). Todas essas características, chamadas de *cute*, aumentam a afeição porque trazem atributos humanos para seres não-humanos (HARRIS, 2000).

7. CONCLUSÃO E SUGESTÕES

A rede de interações de frugivoria no Cerrado, apresentada nesse trabalho, mostra poucas espécies fazendo muitas interações e muitas espécies interagindo pouco. O grafo

sugere a presença de espécies especialistas, na periferia da rede, fazendo poucas interações com espécies generalistas, nos núcleos adensados da rede.

Entre as espécies-bandeiras analisadas, apenas *T. terrestris* apresentou valores significativos das métricas de centralidade DC e BC. As outras espécies não apresentaram importância significativa para a rede.

Entre as espécies sugeridas como possíveis espécies-bandeira, as que apresentam maior importância para rede são *Turdus leucomelas*, *Ramphastos toco*, *Artibeus lituratus*, *Carolia perspicillata*, *Tangara cayana*, *Antilophia galeata* e *Brotogeris chiriri*.

Apesar da dificuldade em se transformar a imagem de alguns animais não-carismáticos, como os morcegos e o gambá, é possível construir carisma através de campanhas e estratégias midiáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÁMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L.G.; NETTO, J.M. 1987. **Caracterização da região dos Cerrados**. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. [Planaltina: Embrapa-CPAC] São Paulo: Nobel, pp. 33–74.

ALBERT, Céline; LUQUE, Gloria M.; COURCHAMP, Franck. **The twenty most charismatic species**. PloS one, v. 13, n. 7, p. e0199149, 2018.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. 2013. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorol Z 22: 711–728.

ARROYO, Juan M. et al. **La distribución de las especies a diferentes escalas espacio-temporales**. 2004.

BARBOSA, Francis Régis Gonçalves Mendes; DE OLIVEIRA NORONHA, Maiara; PIACENTI, Carlos Alberto. **Valoração econômica do serviço de polinização na agricultura no Centro-Oeste brasileiro (2010-2018)**. Geosul, v. 36, n. 78, p. 310-332, 2021.

BARNOSKY, Anthony D. et al. **Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?**. Nature, v. 471, n. 7336, p. 51-57, 2011.

BASCOMPTE, Jordi. **Networks in ecology**. Basic and Applied Ecology, v. 8, n. 6, p. 485-490, 2007.

BASCOMPTE, J. et al. **The nested assembly of plant-animal mutualistic networks**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 100, n. 16, p. 9383-9387, 2003.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. **Ecological networks: linking structure to dynamics in food webs**. Oxford University Press, Oxford, UK. p-143-159. 2006.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. **Mutualistic networks**. Princeton, USA: Princeton University Press, 2014

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. **Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity** Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 2007.

- BELLO, C. et al. **Atlantic frugivory**: a plant–frugivore interaction data set for the Atlantic Forest. *Ecology*, v. 98, n. 6, p. 1729, 2017.
- BERNARD, E; PENNA, L; ARAÚJO, E. **Downgrading, downsizing, degazettement, and reclassification of protected areas in Brazil**. *Conservation biology*, 2014.
- BOLMGREN, Kjell; ERIKSSON, Ove. **Seed mass and the evolution of fleshy fruits in angiosperms**. *Oikos*, v. 119, n. 4, p. 707-718, 2010.
- BOURLAUG, N. E. **Feeding a world of 10 billion people**: the miracle head. *In vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, v.38, p.221–228, 2002.
- CARLO, T. A., & YANG, S. (2011). **Network models of frugivory and seed dispersal**: Challenges and opportunities. *Acta Oecologica*, 37(6), 619–624.
- CEBALLOS, Gerardo; EHRLICH, Paul R.; DIRZO, Rodolfo. **Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines**. *Proceedings of the national academy of sciences*, v. 114, n. 30, p. E6089-E6096, 2017.
- CLEMENTS, J. F., T. S. Schulenberg, M. J. Iliff, D. Roberson, T. A. Fredericks, B. L. Sullivan, and C. L.. **The Clements checklist of Birds of the World**: Version 6.9; Cornell: Cornell University Press, 2016.
- CSARDI, G. Package igraph. <http://cran.r-project.org/web/packages/igraph/igraph.pdf>. 2020.
- CORRÊA, CHRISTIANE et al. **Síndromes de dispersão em fragmentos de cerrado no município de Itirapina/SP**. Unicampi, Campinas, 2007.
- DE GROOT, S. J. **Herstel van riviertrekkissen in de Rijn een realiteit?** 8. de Fint. *De Levende Natuur*, v. 93, n. 6, p. 182-186, 1992.
- DEL HOYO, J.; et al.. **Handbook of the Birds of the World Alive**. Lynx Edicions, Barcelona. 2016.
- Dietz JM. *Chrysocyon brachyurus*. *Mammalian Species*. 1985; 234: 1-4. **Fauna do Paraná em Extinção (Campos, Patrocínio, Tossulino)**. Instituto Ambiental do Paraná, 2006.
- DORMANN, C. F. **How to be a specialist?** Quantifying specialisation in pollination networks. *Network Biology*, v. 1, n. 1, p. 1-20, 2011.

DORMANN, C. F., FRUEND, J., GRUBER, B., DORMANN, M. C. F., LAZYDATA, T. R. U. E., & BYTECOMPILE, T. R. U. E. (2020). Package 'bipartite'. <https://cran.rproject.org/web/packages/bipartite/bipartite.pdf>

EMER, C., GALETTI, M., PIZO, M. A., GUIMARAES JR, P. R., MORAES, S., PIRATELLI, A., & JORDANO, P. (2018). **Seed-dispersal interactions in fragmented landscapes—a metanetwork approach**. *Ecology Letters*, 21(4), 484-493.

EMMERICH, K.H. 1990. **Influence of landform, landscape development and soil moisture balance on forest and savanna ecosystem patterns in Brazil**. *Pedologie*, 11(1): 5–17.

Entwistle, A.C. & Dunstone, N. **Future priorities for Biographical sketches mammalian conservation. In Priorities for the Conservation of Mammalian Diversity**. Has the Panda had its Day? (eds A. Entwistle & N. Dunstone), pp. 369–387. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2000

FORTUNA, M.A., & BASCOMPTE, J. (2006). **Habitat loss and the structure of plant–animal mutualistic networks**. *Ecology letters*, 9(3), 281-286.

GASPERIN, G. & PIZO, M.A. 2009. **Frugivory and habitat use by thrushes (Turdus spp.) in a suburban area in south Brazil**. *Urban Ecosyst.* 12:425-436. <http://dx.doi.org/10.1007/s11252-009-0090-2>

Gomes, D.; González-Arangüena, E.; Manuel, C.; Owen, G.; Pozo, M. e Tejada, J. **Centrality and power in social networks: a game theoretic approach**. *Mathematical Social Sciences*. v. 46, p. 27–54. 2003.

GROOM, Martha J.; MEFFE, Gary K.; CARROLL, C. Ronald (Eds.). **Principles of Conservation Biology**. 3. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2006.

GUIMERA, R. & AMARAL, L. N. **Functional cartography of complex metabolic networks**. *Nature* 433:895-900. 2005

HEYWOOD, V.H. (ed). **The Global Biodiversity Assessment**. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. xi + 1140. 1995

JORDANO, P. (2001). **Fruits and frugivory**. In 'Seeds: the ecology of regeneration in plant communities', ed. M. Fenner. <https://doi.org/10.1079/9780851994321.0125>

JORDANO, P. et al. **Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação**. In: DUARTE, C. F.; BERGALLO, H. G.; DOS SANTOS, M. A. (Eds.). *Biologia da conservação: essências*. São Paulo, Brazil: Editorial Rima, p. 411-436. 2006.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KRÜGEL, M. M. & ANJOS, L. **Bird communities in Forest remnants in the city of Maringá, Paraná State, Southern Brazil**. *Ornitol. Neotrop.* 11(4):315-330. 2000.

LEADER-WILLAMS, N. and H.T. Dublin. 2000. **Charismatic megafauna as 'flagship species'**. In: *Priorities for the conservation of mammalian diversity: has the panda had its day?* (eds. Entwistle, A and N. Dunstone). Pp. 53-81. Cambridge: Cambridge University Press.

MEDICI, E.P.; et al. **Avaliação do Risco de Extinção da Anta brasileira *Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758, no Brasil**. Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. SP, 2010.

MYERS, Norman. **Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests**. *Environmentalist*, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1988.

OLTIS, D. E. S. **Origin and diversification of Angiosperm**. *Flora*, v. 91, n. 10, p. 1614-1626, 2004.

PIZO, M. A.; GALETTI, M. (2010) **Métodos e perspectivas do estudo da frugivoria e dispersão de sementes por aves**. In: ACCORDI, I.; STRAUBE, F. C.; VON MATTER, S. (Org.). *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Technical Books. p. 493-504.

POULIN, R. **Network analysis shining light on parasite ecology and diversity**. *Trends in Parasitology*, v. 26, n. 10, p. 492-498, 2010.

PRIMACK, R.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. 328 p. Efraim Rodrigues, Londrina. 2001.

RAMONET, Igmacio. **Propagandas silenciosas: massas, televisão, cinema**. Petrópolis,RJ: Vozes, 2002

REATTO, A. CORREIA, J.R.; SPER, S.T. & MARTINS, E.S. 2008. **Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos**. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. & RIBEIRO, J.P. (Eds.). Cerrado: ecologia e flora. Planaltina, Embrapa, pp. 107–134.

RESENDE, F. M. **Planejamento para conservação de serviços ecossistêmicos no Cerrado**. 2018. 115 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M. 2008. **As principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds). Cerrado: Ecologia e Flora. Embrapa Cerrados, v. 1, pp. 153–212.

Samways, M.J., Stork, N.E., Cracraft, J., Eeley, H.A.C., Foster, M., Lund, G. & Hilton-Taylor, C. **Scales, planning and approaches to inventoring and monitoring**. In: Global Biodiversity Assessment, ed. V.H. Heywood & R.T. Watson, pp. 475–517. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 1995

SIMBERLOFF, D. 1998. **Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era?** Biological Conservation 83 (3): 247-257.

UN Environment. Global Environment Outlook – **GEO 6: Healthy Planet, Healthy People**. Nairobi. DOI 10.1017/9781108627146.

WALTER, B.M.T. 2006. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Tese de Doutorado em Ecologia. Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, 389 p.

Weber, Max. **Economia e sociedade Brasília**: Ed. UnB , 1991 (vol. 1).

WOSNICK, Natascha et al. **Evaluating conservation status and governmental efforts towards regional flagship species in Brazil**. Journal of Environmental Management, v. 292, p. 112732, 2021.

WWF-Brasil. **The “Big Five” of the Cerrado**. 2015. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?50242/The-Big-Five-of-the-Cerrado>. Acesso em: 28 mar. 2022.