



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR – SEMAGRO

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL – IMASUL

GERÊNCIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO



RELATÓRIO FINAL

Efeito da urbanização sobre as interações mutualistas planta-animal: como a estrutura da rede e a diversidade de parceiros interagentes respondem a diferenças nas matrizes urbanas?

Processo Nº: 71/400527/2020
Titular da Pesquisa: Maiara Vissoto
Orientadora: Andréa Cardoso de Araujo

1. Introdução

O rápido crescimento da população humana teve como consequência o aumento da urbanização (Eigenbrod *et al.*, 2011) levando à elevação das temperaturas, da poluição, e da fragmentação de habitats (Nowan & Walton, 2005). A conversão de habitats naturais em grandes áreas de superfície impermeável é uma das maiores mudanças na paisagem decorrentes da urbanização, e resulta na perda de espécies (Solé & Montoya, 2001; Sol *et al.*, 2014, Rocha & Fellowes, 2018). Nesse sentido, a importância da manutenção de áreas verdes para conservação de espécies nativas e suas funções ecológicas nas áreas urbanas tem sido cada vez mais reconhecida (Pickett & Cadenasso, 2017; Hagen *et al.*, 2017; Nowak & Walton 2005; Alvey, 2006; Cruz *et al.* 2013).

Serviços ecossistêmicos, tais como os prestados por polinizadores e dispersores de sementes são benefícios fundamentais para a sociedade gerados pelos ecossistemas. As interações entre plantas e aves frugívoras resultam no serviço de dispersão de sementes (Sekercioglu, 2006). A remoção de frutos pelas aves frugívoras (Jordano, 1987) pode ter efeitos na persistência, distribuição, densidade de populações de plantas e na coexistência com outras espécies na comunidade (Levine & Murrell, 2003; Parchman & Benkman, 2007). Frutos são um importante item alimentar para aves frugívoras (Kissling *et al.*, 2009), e a disponibilidade desse recurso no ambiente é essencial para persistência de populações dessas aves (Jordano *et al.*, 2004). Como diferentes espécies de aves exercem papéis diferentes na dispersão de sementes, é esperado que uma maior diversidade de aves seja fundamental para manter a estabilidade de ecossistemas, mesmo em áreas urbanas.

As interações entre pares de espécies geram redes complexas de interações. Em sistemas naturais essas redes costumam ser especializadas, ou seja, possuem alta partição de recursos entre as aves (Figura 1) (Vázquez *et al.*, 2009). Tal partição pode ser resultado de um conjunto de vários processos, tais como (i) contexto espacial (e.g.,

comunidades inseridas em grande remanescente de mata, a qual abriga uma alta riqueza de espécies), (ii) atributos funcionais (e.g., acoplamento morfológico que ocorrem entre frutos grandes consumidos por aves de bico grande, e frutos pequenos consumidos, principalmente, por aves de bico pequeno), (iii) conexões por história evolutiva, dentre outros (Dehling *et al.*, 2016; Gleditsch *et al.*, 2017). A importância da conservação de áreas verdes bem arborizadas, com disponibilidade de recursos diversificados para fauna, tem sido cada vez mais reconhecida como forma de manter a biodiversidade urbana (Vissoto *et al.*, 2023). Isso ocorre, pois, muitas espécies, sobretudo as mais sensíveis, não toleram algumas das modificações que ocorrem no ambiente, tais como aumento da poluição sonora e ambiental, e o aumento da cobertura por superfícies impermeáveis, decorrentes da urbanização. Sendo assim, a manutenção de áreas de preservação dentro das cidades tem especial importância.

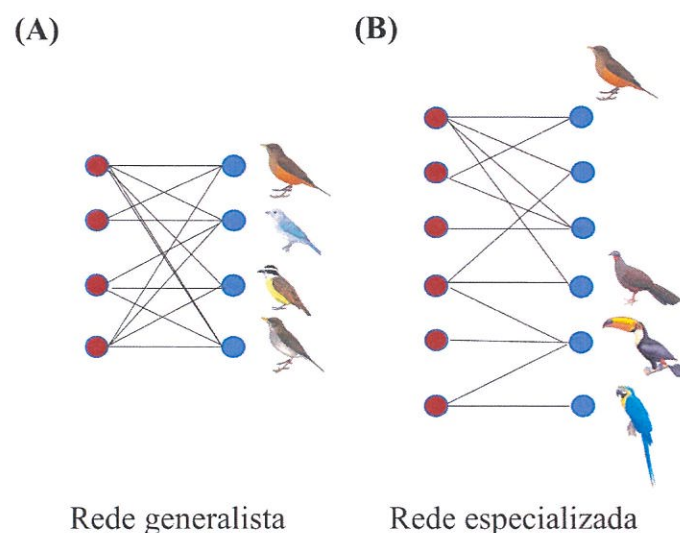


Figura 1. Exemplo de redes de interações entre espécies de plantas (círculos vermelhos) e aves-frugívoras (círculos azuis). (A) Ilustração de uma rede generalista, que se caracteriza por uma maior sobreposição de nicho; e (B) rede especializada, que se caracteriza por uma maior partição de nicho.

O Parque Estadual Matas do Segredo (PEMS) e Parque Estadual do Prosa (PEP) são duas unidades de conservação do Estado de Mato Grosso do Sul, ambas inseridas dentro dos limites urbanos de Campo Grande. Os dois parques são grandes

remanescentes de vegetação de Cerrado, possuem 177,88 e 135,257 hectares, respectivamente, e contribuem no aumento de áreas arborizada na cidade. Portanto, é esperado que possuam diversidade alta de plantas e disponibilizem recursos alimentares e abrigo para a avifauna. Tendo em vista que são as duas maiores áreas verdes preservadas na cidade, a inclusão dessas áreas no presente projeto foi pensada de modo a incluir em nossa amostragem espécies de aves menos tolerante a urbanização e, portanto, interações restritas a áreas mais preservadas. Amostramos também áreas verdes de menor tamanho (parques urbanos e praças) e com maior proporção de cobertura impermeável, de modo a incluir variações relacionadas às diferentes paisagens urbanas. Neste estudo registramos as interações entre aves frugívoras-plantas ao longo de dois anos, avaliando se a especialização das redes é influenciada pelo gradiente espacial de arborização dentro da cidade de Campo Grande. Em linhas gerais, esperamos que locais com maior cobertura de árvores e arbustos e menor área de superfície impermeável possam amortecer os impactos da urbanização. Nesse sentido, esperamos que (1) em paisagens mais arborizadas, as redes de interação sejam mais especializadas (maior partição de recursos). Por outro lado, em locais circundados por paisagem imersa em superfície impermeável e com menor cobertura arborizada, esperamos encontrar menor diversidade de plantas e de aves, gerando redes mais generalistas (com maior sobreposição no uso de recursos).

2. Objetivos

Objetivo geral: avaliar as interações mutualistas entre plantas e aves frugívoras em paisagens urbanas, analisando como variam o número de parceiros e a estrutura e especialização das redes de interação em diferentes contextos de paisagem.

Objetivos específicos:

- Identificar as plantas frutíferas e aves que consomem seus frutos em áreas verdes urbanas, avaliando como a estrutura das redes de interações variam em diferentes contextos de paisagem;
- Avaliar como a diversidade funcional de aves frugívoras e das plantas que utilizam como recurso varia entre essas áreas verdes urbanas com diferentes paisagens de entorno.

3. Metodologia

3.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido na área urbana de Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul. O município cobre uma área de 8.096 km², sendo 154 km² de área urbanizada. A cidade foi fundada em 1872 e está em expansão, atualmente com 897.938 habitantes (111,09 hab./km²) (IBGE, 2022). O clima é caracterizado por estações seca e úmida, com média de temperatura anual de 23,5 °C, precipitação média anual de 1.449 mm, e localizada em uma altitude de 532 m. A cidade está inserida no bioma Cerrado (IBGE, 2004). Neste estudo, usamos parques, praças e remanescentes de vegetação nativa de Cerrado e Cerradão com variação no grau de infraestrutura humana no seu entorno.

3.2 Seleção de áreas amostrais e medição das interações ave-planta

Foram selecionadas 24 unidades amostrais (12 praças e parques e 12 remanescentes, dentre os quais, o PEMS e o PEP), distando pelo menos 2 km entre si. Em cada unidade amostral foi feito um transecto onde todas as espécies que apresentavam frutos foram observadas por 15 min (Figura 1). O transecto foi percorrido das 6h até 9h, e a cada bimestre era novamente visitado em outro horário, 15h até 18h, de janeiro de 2021 a dezembro de 2022 (um total de 12 visitas, seis durante as manhãs e

seis durante as tardes). Cada unidade teve um esforço amostral de 36 horas, totalizando de 864 horas.

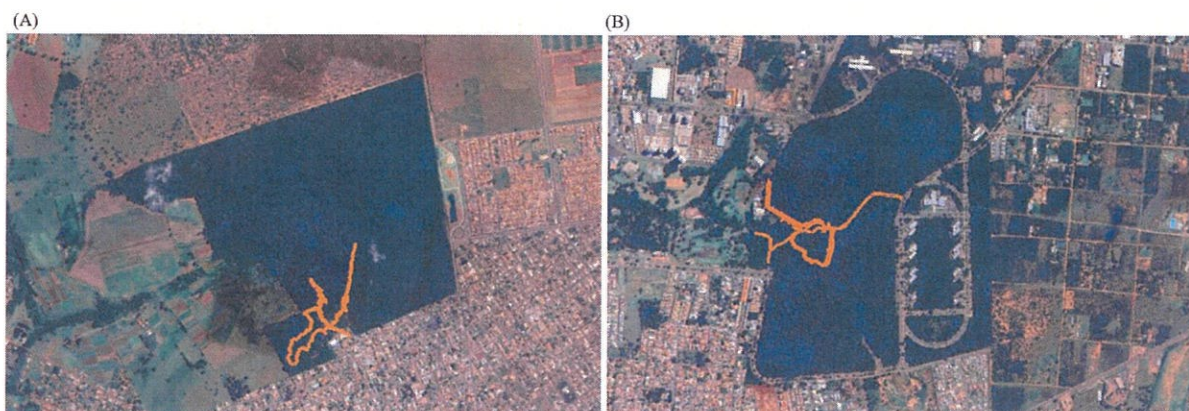


Figura 2. (A) Parque Estadual Matas do Segredo. (B) Parque Estadual do Prosa. Cada transecto era percorrido por cerca de 2,5 km (linha laranja) e era delimitado pelo tempo entre 6h e 9h ou entre 15h e 18h.

As interações entre aves-frutos foram amostradas através da combinação de dois métodos, transecto e observação focal (modelo proposto por Jordano, 2016). Em transectos foi realizada uma busca-ativa por plantas frutificando, quando detectadas, as plantas foram observadas durante 15 min. Interações de frugivoria foram registradas respeitando o limite de 10 a 15 m de distância da planta focal, usando binóculo 10 x 42. Em cada planta onde houve registro de frugivoria, coletou-se um ramo para identificação, e pelo menos 20 frutos para medições relacionadas aos atributos funcionais. Durante cada observação foi registrado (i) a espécie de ave que consumiu frutos, (ii) quantificado o número de visitas por cada espécie de ave, e (iii) anotado o número de frutos consumidos por visita. Nós consideramos uma visita como um evento em que um pássaro consumiu pelo menos um fruto (Saracco *et al.*, 2004). Dias de chuva intensa ou vento forte foram evitados.

Utilizando imagens de satélite localizamos as unidades amostrais e, no entorno de cada uma, foram estabelecidos buffers com raios de 200 m, 500 m e 1000 m. Dentro de cada buffer foi caracterizada a paisagem, definindo a área coberta por superfície impermeável (ou seja, edifícios e demais construções humanas) e área coberta por árvores e arbustos. Essas variáveis paisagísticas, serão variáveis preditoras utilizadas

para definir como a paisagem de entorno afetam as interações, através de métricas de especialização da rede de interações, e medidas de diversidade funcional e filogenética.

Destinação do material biológica: Os ramos coletados foram armazenados no Herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Os frutos foram congelados para futuros estudos.

4. Resultados

4.1. Parque Estadual Matas do Segredo

No parque Estadual Matas do Segredo foi observado frugivoria em oito espécies de plantas frutíferas por 12 espécies de aves (Figura 4, Tabela 1). Nesse estudo, o PEMS foi uma das áreas amostrais mais ricas em espécies. Durante os transectos para registro de frugivoria, foi possível detectar 105 espécies de aves por vocalização ou por observações (Anexo I); somando com registros de ornitólogos e entusiastas em observação de aves, o parque possui 178 espécies de aves. Adicionalmente, durante as amostragens foi também observado sete mamíferos, tatu galinha (*Dasypus novemcinctus*), cutia (*Dasypus azarae*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), cateto (*Pecari tajacu*), quati (*Nasua nasua*), veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Figura 3), e macaco-prego (*Sapajus cay*).

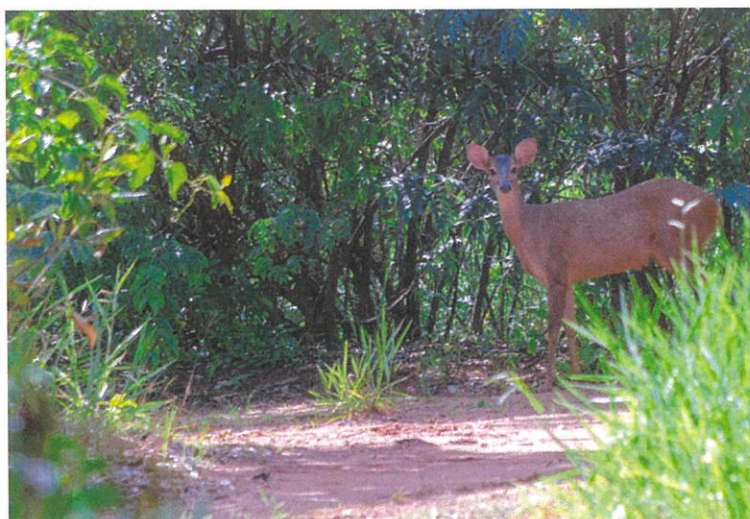


Figura 3. veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) observado no Parque Estadual Matas do Segredo durante amostragens de frugivoria.

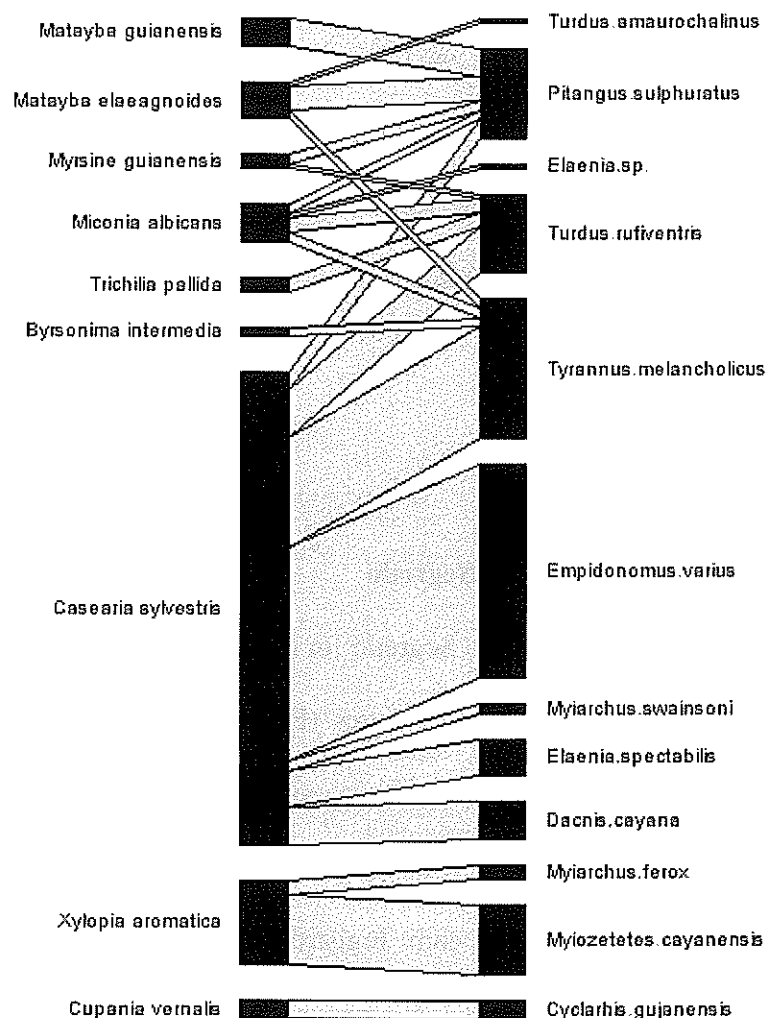


Figura 4. Rede de interações entre plantas (esquerda) e aves (direita) no Parque Estadual Matas do Segredo, a espessura das linhas indica o quão fortemente uma ave interagiu com uma espécie de planta (medida feita através do consumo de frutos).

Tabela 1. Lista de espécies de plantas encontradas no Parque Estadual Matas do Segredo que serviram de recursos para avifauna

Espécie	Latitude e Longitude	Núm. Coleta	Aves que consumiram seus frutos
<i>Matayba elaeagnoides</i>	20°23'58.90" S, 54°35'16.80" W	95	<i>Tyrannus melancholicus</i> , <i>Pitangus sulphuratus</i> , <i>Turdus amaurochalinus</i>
<i>Matayba guianensis</i>	20°23'53.70" S, 54°35'12.80" W	236	<i>Pitangus sulphuratus</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	20°23'53.40" S, 54°35'11.20" W	176	<i>Tyrannus melancholicus</i> , <i>Pitangus sulphuratus</i> ,
	20°23'55.20" S, 54°35'14.40" W	177	<i>Empidonomus varius</i> , <i>Turdus rufiventris</i> , <i>Myiarchus swainsoni</i> , <i>Elaenia spectabilis</i> , <i>Dacnis cayana</i>
<i>Xylopia aromatica</i>	20°23'50.80" S, 54°35'12.90" W	178	<i>Myiarchus ferox</i> , <i>Myiozetetes cayanensis</i>
	20°23'57.30" S,	251	

	54°35'17.30" W		
	20°23'57.80" S, 54°35'17.00" W	252	
<i>Byrsonima intermedia</i>	20°23'54.30" S, 54°35'15.20" W	237	<i>Tyrannus melancholicus</i>
<i>Cupania vernalis</i>	20°23'57.80" S, 54°35'19.74" W	289	<i>Cyclarhis gujanensis</i>
<i>Trichilia pallida</i>	20°23'52.73" S, 54°35'19.29" W	290	<i>Turdus rufiventris</i>
<i>Miconia albicans</i>	20°23'50.61" S, 54°35'11.21" W	301	<i>Tyrannus melancholicus</i> , <i>Pitangus sulphuratus</i> , <i>Turdus</i> <i>rufiventris</i> , <i>Elaenia</i> sp.
<i>Myrsine guianensis</i>	20°23'48.20" S, 54°35'12.98" W	302	<i>Pitangus sulphuratus</i> , <i>Turdus</i> <i>rufiventris</i>

*Núm. de Coleta em negrito são espécimes que tiveram ramos depositados no Herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e podem ser consultados pelo site JABOT (<<http://cgms.jbrj.gov.br/v2/consulta.php>>).

4.2. Parque Estadual do Prosa

No parque Estadual do Prosa foi observado frugivoria em 15 espécies de plantas frutíferas por 17 espécies de aves e um mamífero (Figura 5, 6 e 7, Tabela 2). Assim, como o PEMS, o PEP também foi um dos mais ricos em espécies. Durante os transectos para registro de frugivoria, foi possível detectar por vocalização ou por observações a avifauna que reside no parque, que chegou a 82 espécies (Anexo II), ao somar os registros de ornitólogos e entusiastas na observação de aves, o parque chega a 135 espécies de aves. No Parque Estadual do Prosa, durante as amostragens foi também observado sete espécies mamíferos, sendo eles: o tatu galinha (*Dasypus novemcinctus*), cutia (*Dasyprocta azarae*), tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), cateto (*Pecari tajacu*), quati (*Nasua nasua*), sagui-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*), e macaco-prego (*Sapajus cay*). O quati (*Nasua nasua*) foi registrado consumo de frutos em três plantas frutíferas (*Artocarpus heterophyllus*, *Inga* sf. *marginata*, e *Guazuma ulmifolia*, Figura 2 e 3).



Figura 5. Consumo de frutos da *Artocarpus heterophyllus* pelo quati (*Nasua nasua*).



Figura 6. Consumo de frutos da *Guazuma ulmifolia* pelo quati (*Nasua nasua*).

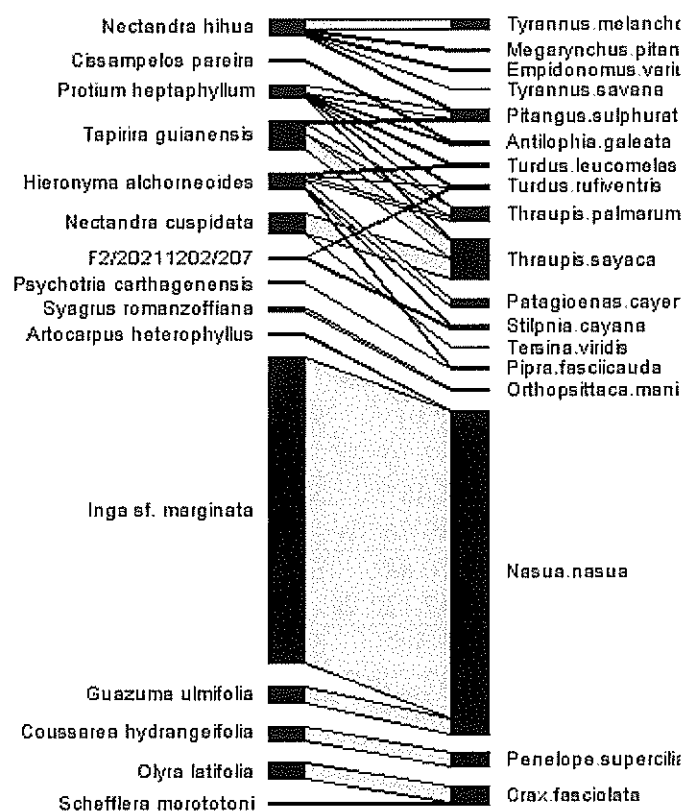


Figura 7. Rede de interações entre plantas (esquerda) e aves (direita) no Parque Estadual do Prosa, a espessura das linhas indica o quão fortemente uma ave interagiu com uma espécie de planta (medida feita através do consumo de frutos). Observação: F2/20211202/207 é um indivíduo de planta ainda não identificado.

Tabela 2. Lista de espécies de plantas encontradas no Parque Estadual do Prosa que serviram de recursos para avifauna

Espécie	Latitude e Longitude	Núm. Coleta	Frugívoros que consumiram seus frutos
<i>Nectandra cuspidata</i>	20°27'6.90" S; 54°33'43.60" W	19	<i>Thraupis sayaca</i> , <i>Tersina viridis</i>
	20°27'8.00" S; 54°33'46.41" W	181	
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	20°27'7.30" S; 54°33'52.60" W	20	<i>Orthopsittacus manilatus</i>
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	20°27'6.88" S; 54°33'48.96" W	61	<i>Nasua nasua</i>
<i>Protium heptaphyllum</i>	20°27'7.80" S; 54°33'38.00" W	62	<i>Thraupis sayaca</i> , <i>Pitangus sulphuratus</i> , <i>Turdus rufiventris</i> , <i>Antilophia galeata</i> , <i>Thraupis palmarum</i> , <i>Turdus leucomelas</i>
	20°27'9.30" S; 54°33'38.60" W	63	
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	20°27'13.60" S; 54°33'39.50" W	138	<i>Turdus rufiventris</i> , <i>Thraupis palmarum</i> , <i>Turdus leucomelas</i> , <i>Stelpnia cayana</i>
	20°27'7.00" S; 54°33'38.90" W	139	

<i>Nectandra hihua</i>	20°27'7.37" S, 54°33'46.31" W	180	<i>Pitangus sulphuratus</i> , <i>Tyrannus melancholicus</i> , <i>Megarynchus</i>
	20°27'7.70" S, 54°33'45.90" W	182	<i>pitangua</i> , <i>Empidonomus varius</i> , <i>Tyrannus savana</i>
<i>Coussarea hydrangeifolia</i>	20°27'9.00" S, 54°33'38.90" W	183	<i>Penelope superciliaris</i>
-	20°27'12.70" S, 54°33'43.50" W	207	<i>Turdus rufiventris</i> , <i>Stilpnia cayana</i>
<i>Tapirira guianensis</i>	20°27'10.60" S, 54°33'46.90" W	226	<i>Thraupis sayaca</i> , <i>Pitangus sulphuratus</i> , <i>Thraupis palmarum</i>
<i>Inga sf. marginata</i>	20°27'10.35" S, 54°33'47.58" W	227	<i>Nasua nasua</i>
<i>Olyra latifolia</i>	20°27'8.40" S, 54°33'37.70" W	239	<i>Crax fasciolata</i>
<i>Schefflera morototoni</i>	20°27'6.48" S, 54°33'49.76" W	263	<i>Crax fasciolata</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	20°27'10.88" S, 54°33'47.12" W	273	<i>Nasua nasua</i>
<i>Psychotria carthagenensis</i>	20°27'5.50" S, 54°33'37.50" W	274	<i>Pipra fasciicauda</i>
<i>Cissampelos pareira</i>	20°27'6.45" S, 54°33'38.81" W	300	<i>Antilophia galeata</i>

*Núm. de Coleta em negrito são espécimes que tiveram ramos depositados no Herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e podem ser consultados pelo site JABOT (<<http://cgms.jbrj.gov.br/v2/consulta.php>>).

6. Discussão com contribuições para Gestão e Manejo das Unidades de Conservação

Os dois parques estaduais, Parque Estadual do Prosa e Parque Estadual Matas do Segredo, são um dos maiores fragmentos de mata dentro do perímetro urbano de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul. A conservação dos dois remanescentes de vegetação nativa permite abrigar uma riqueza alta de fauna e flora, o que por sua vez, resulta em rede de interações entre as espécies complexa e particionada. Além disso, ambos os remanescentes, assim como outros fragmentos de mata dentro do perímetro urbano foram favoráveis para abrigar mamíferos em comparação a parques e praças na cidade. A presença de mamíferos em fragmentos e sua participação na rede de interações torna o fragmento mais robusto para desempenhar funções do ecossistema, como a dispersão de sementes grandes que aves não conseguem pela limitação morfológica. Isso é particularmente importante para se abordar em educação ambiental

nos parques, já que as funções ecossistêmicas que os animais que consomem frutos desempenham implica na regeneração florestal. Nas trilhas existentes em ambos os parques pode-se observar as plantas frutíferas (coordenadas de tais plantas está especificado nas Tabelas 1 e 2).

6.1. Educação Ambiental

A partir dos resultados desse estudo empírico e revisões sobre interações de frugivoria em áreas urbanas (Gelmi-Candusso & Hämäläinen, 2019; Vissoto *et al.*, 2023), em termos de educação ambiental recomenda-se abordar tópicos como:

- Importância de plantas nativas locais que são consumidas por frugívoros, especialmente aquelas com longo período de frutificação (como a embaúba, *Cecropia pachystachya*);
- Plantas que produzem frutos pequenos ajudam a sustentar alta abundância e riqueza de aves frugívoras, mas árvores com frutos grandes são importantes para frugívoros de grande porte;
- Fragmentos e remanescentes de vegetação nativa são importantes para abrigar frugívoros de grande porte como jacupemba (*Penelope obscura*), mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*), quati (*Nasua nasua*), cutia (*Dasyprocta azarae*); ou até mesmo frugívoros que são exigentes quanto a cobertura florestal, tais como soldadinho (*Antilophia galeata*) e uirapuru-laranja (*Pipra fasciicauda*);
- Fragmentos e remanescentes de vegetação nativa abrigando maior diversidade de plantas permite que as redes de interações entre as espécies sejam mais complexas, isso resulta no melhor desempenho de funções ecológicas.

7. Conclusão

Os dois parques estaduais abrigam grande diversidade de frugívoros e plantas, especialmente frugívoros de grande porte e frugívoros mais exigentes quanto a cobertura florestal. Isso indica a importância de remanescentes florestais dentro de áreas urbanas, que além de oferecer serviços ecossistêmicos benéficos para os habitantes (como a minimização de enchentes pelo aumento da permeabilidade do solo, sequestro de carbono e regulação da temperatura), esses remanescentes também desempenham bem suas funções ecológicas, como a dispersão de sementes.

7. Referências bibliográficas.

Alvey A.A. 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forest & Urban Greening* 5: 195-201.

Cruz J.C., Ramos J.A., Silva L.P., Tenreiro P.Q., Heleno R.H. 2013. Seed dispersal networks in an novel ecosystem. *European Journal of Forest Research* 132: 887-897.

Dehling D.M., Jordano P., Schaefer H.M., Böhning-Gaese K., Schleuning M. 2016. Morphology predicts species' functional roles and their degree of specialization in plant-frugivore interactions. *Proceedings of Royal Society Biological Sciences* 283: 1445-1457.

Eigenbrod F., Bell V.A., Davies H.N., Heinemeyer A., Armsworth P.R., Gaston K.J. 2011. The impact of projected increases in urbanization on ecosystem services. *Proceedings of the Royal Society* 278: 3201-3208.

Gelmi-Candusso T.A., Hämäläinen A.M. 2019. Seeds and the city: the interdependence of zoochory and ecosystem dynamics in urban environments. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7:41.

Gleditsch J.M., Hruska A.M., Foster J.T. 2017. Connecting resource tracking by frugivores to temporal variation in seed dispersal networks. *Frontiers in Ecology and Evolution* 5: 98.

Hagen E.O., Hagen O., Ibáñez-Álamo J.D., Petchey O.L., Evans K.L. 2017. Impacts of urban areas and their characteristics on avian functional diversity. *Frontiers in Ecology and Evolution* 5: 84.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa de vegetação do Brasil. Brasília: MMA; IBAMA. Escala 1:5.000.000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Banco de dados: cidades. Campo Grande. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/>>. Acessado em 20 de Julho de 2023.

Jordano P. 1987. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *American Naturalist* 129: 657-677.

Jordano P., Pulido F., Arroyo J., García-Castaño J.L., García-Fayos P. 2004. Procesos de limitación demográfica. In.: *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (Valladres, Ed). Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S.A., Madrid 229:248.

Jordano, P. 2016. Sampling networks of ecological interactions. *Functional Ecology* 30: 1883-1893.

Kissling W.D., Böhning-Gaese K., Jetz W. 2009. The global distribution of frugivory in birds. *Global Ecology and Biogeography* 18: 150-162.

Levine J.M., Murrell D.J. 2003. The community-level consequences of seed dispersal patterns. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 549-574.

- Nowak D.J., Walton J.T. 2005. Projected urban growth (2000-2050) and its estimated impact on the US forest resource. *Journal of Forestry* 103:383-389.
- Parchman T.L., Benkman C.W. 2007. The geographic selection mosaic for ponderosa pine and crossbills: a tale of two squirrels. *Evolution* 62: 348-360.
- Pickett S.T.A., Cadenasso M.L. 2017. How many principles of urban ecology are there? *Landscape Ecology* 32: 699-705.
- Rocha E.A., Fellowes M.D. 2018. Does urbanization explain differences in interactions between an insect herbivore and its natural enemies and mutualists? *Urban Ecosystems* 21: 405-417.
- Saracco J.F., Collazo J.A., Groom M.J. 2004. How do frugivores track resources? Insights from spatial analyses of bird foraging in a tropical forest. *Oecologia* 139: 235-245.
- Sekercioglu C.H. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 464-471.
- Sol D., González-Lagos C., Moreira D., Maspons J., Lapiedra O. 2014. Urbanisation tolerance and the loss of avian diversity. *Ecology Letters* 17: 942-950.
- Solé R., Montoya J.M. 2001. Complexity and fragility in ecological networks. *Proceedings of the Royal Society* 4: 367-387.
- Vázquez D.P., Blüthgen N., Cagnolo L., Chacoff N.P. 2009. Uniting pattern and process in plant-animal mutualistic networks: a review. *Annals of Botany* 103: 1445-1457.
- Vissoto, M.; Schneiberg, I.; Varassin, I.G.; Araujo, A.C.; Maruyama, P.K.; Vizentin-Bugoni, V. 2023. Frugivory and seed dispersal in tropical urban areas: a review. In: Angeoletto, F., P. Tryjanowski & M. Fellowes. "Ecology of Tropical Cities: Natural and

Social Sciences Applied to the Conservation of Urban Biodiversity". Doi:

10.31219/osf.io/fehb2

Anexo I. Lista de aves vistas ou ouvidas no Parque Estadual Matas do Segredo durante os transectos

Nome científico	Nome popular
Tinamiformes	
Tinamidae	
<i>Crypturellus undulatus</i>	Jaó
<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-chororó
<i>Rhynchotus rufescens</i>	Perdiz
Galliformes	
Cracidae	
<i>Crax fasciolata</i>	Mutum-de-penacho
<i>Penelope superciliaris</i>	Jacupemba
Columbiformes	
Columbidae	
<i>Patagioenas picazuro</i>	Pomba-asa-branca
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha
<i>Columbina squammata</i>	Rolinha-fogo-apagou
<i>Claravis pretiosa</i>	Pararu-azul
<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu
Cuculiformes	
Cuculidae	
<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Peixe-frito
<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato
Caprimulgiformes	
Caprimulgidae	
<i>Hydropsalis parvula</i>	Bacurau-chintã
Apodiformes	
Apodidae	
<i>Tachornis squamata</i>	Andorinhão-do-buriti
Trochilidae	
<i>Helimaster furcifer</i>	Bico-reto-azul
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Besourinho-de-bico-vermelho
<i>Thalurania furcata</i>	Beija-flor-tesoura-verde
<i>Eupetomena macroura</i>	Beija-flor-tesoura
<i>Chionomesa fimbriata</i>	Beija-flor-de-garganta-verde
<i>Hylocharis chrysura</i>	Beija-flor-dourado
Charadriiformes	
Charadriidae	
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero
Pelecaniformes	

Ardeidae*Egretta thula*

Garça-branca-pequena

Threskiornithidae*Theristicus caudatus*

Curicaca

Cathartiformes**Cathartidae***Coragyps atratus*

Urubu-preto

Cathartes aura

Urubu-de-cabeça-vermelha

Accipitriformes**Accipitridae***Spizaetus tyrannus*

Gavião-pega-macaco

Ictinia plumbea

Sovi

Rupornis magnirostris

Gavião-carijó

Trogoniformes**Trogonidae***Trogon curucui*

Surucuá-de-barriga-vermelha

Coraciiformes**Momotidae***Momotus momota*

Udu-de-coroa-azul

Alcedinidae*Megaceryle torquata*

Martim-pescador-grande

Galbuliformes**Bucconidae***Nystalus striatipectus*

Rapazinho-do-chaco

Galbulidae*Galbula ruficauda*

Ariramba-de-cauda-ruiva

Piciformes**Ramphastidae***Ramphastos toco*

Tucanuçu

Picidae*Picumnus albosquamatus*

Picapauzinho-escamoso

Dryobates passerinus

Pica-pau-pequeno

Colaptes melanochloros

Pica-pau-verde-barrado

Colaptes campestris

Pica-pau-do-campo

Cariamiformes**Cariamidae***Cariama cristata*

Seriema

Falconiformes**Falconidae***Herpetotheres cachinnans*

Acauã

Psittaciformes**Psittacidae**

<i>Brotogeris chiriri</i>	Periquito-de-encontro-amarelo
<i>Alipiopsitta xanthops</i>	Papagaio-galego
<i>Amazona aestiva</i>	Papagaio-verdadeiro
<i>Eupsittula aurea</i>	Periquito-rei
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	Maracanã-do-buriti
<i>Ara ararauna</i>	Arara-canindé
<i>Diopsittaca nobilis</i>	Maracanã-pequena
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Periquitão
Passeriformes	
Thamnophilidae	
<i>Thamnophilus doliatus</i>	Choca-barrada
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	Choca-do-planalto
<i>Herpsilochmus longirostris</i>	Chorozinho-de-bico-comprido
Dendrocolaptidae	
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	Arapaçu-de-cerrado
Furnariidae	
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro
<i>Phacellodomus ruber</i>	Graveteiro
<i>Synallaxis frontalis</i>	Petrim
Pipridae	
<i>Antilophia galeata</i>	Soldadinho
Rhynchocyclidae	
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	Sebinho-de-olho-de-ouro
<i>Todirostrum cinereum</i>	Ferreirinho-relógio
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Bico-chato-de-orelha-preta
Tyrannidae	
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha
<i>Myiopagis viridicata</i>	Guaracava-de-crista-alaranjada
<i>Elaenia flavogaster</i>	Guaracava-de-barriga-amarela
<i>Elaenia spectabilis</i>	Guaracava-grande
<i>Elaenia sp.</i>	Guaracava
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Guaracavuçu
<i>Casiornis rufus</i>	Maria-ferrugem
<i>Myiarchus swainsoni</i>	Irré
<i>Myiarchus ferox</i>	Maria-cavaleira
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado
<i>Myiarchus sp.</i>	Maria-cavaleira
<i>Machetornis rixosa</i>	Suiriri-cavaleiro
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi
<i>Megarynchus pitangua</i>	Neinei
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Bentevizinho-de-asa-ferrugínea
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado

<i>Empidonomus varius</i>	Peitica
<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	Peitica-de-chapéu-preto
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri
<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha
Vireonidae	
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Pitiguari
Hirundinidae	
<i>Progne tapera</i>	Andorinha-grande
Poliophtidae	
<i>Poliophtila dumicola</i>	Balança-rabo-de-máscara
Troglodytidae	
<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Catatau
<i>Cantorchilus leucotis</i>	Garrinchão-de-barriga-vermelha
Turdidae	
<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-branco
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca
Passeridae	
<i>Passer domesticus</i>	Pardal
Fringillidae	
<i>Euphonia chlorotica</i>	Fim-fim
Passerellidae	
<i>Ammodramus humeralis</i>	Tico-tico-do-campo
Icteridae	
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	Encontro
<i>Gnorimopsar chopi</i>	Pássaro-preto
Parulidae	
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula
<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-do-mato
Thraupidae	
<i>Eucometis penicillata</i>	Pipira-da-taoca
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento
<i>Thraupis palmarum</i>	Sanhaço-do-coqueiro
<i>Stelpnia cayana</i>	Saíra-amarela
<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Saíra-beija-flor
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra
<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu
<i>Sporophila leucoptera</i>	Chorão
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	Tico-tico-rei
<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica
<i>Saltator similis</i>	Trinca-ferro

Anexo II. Lista de aves vistas ou ouvidas no Parque Estadual do Prosa durante os transectos

Nome científico	Nome popular
Anseriformes	
Anatidae	
<i>Cairina moschata</i>	Pato-do-mato
Galliformes	
Cracidae	
<i>Penelope supercilialis</i>	Jacupemba
<i>Crax fasciolata</i>	Mutum-de-penacho
Columbiformes	
Columbidae	
<i>Columba livia</i>	Pombo-doméstico
<i>Patagioenas cayennensis</i>	Pomba-galega
<i>Patagioenas picazuro</i>	Pomba-asa-branca
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha
<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu
<i>Zenaida auriculata</i>	Avoante
Cuculiformes	
Cuculidae	
<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato
Caprimulgiformes	
Caprimulgidae	
<i>Hydropsalis parvula</i>	Bacurau-chintã
Apodiformes	
Trochilidae	
<i>Thalurania furcata</i>	Beija-flor-tesoura-verde
<i>Eupetomena macroura</i>	Beija-flor-tesoura
<i>Hylocharis chrysura</i>	Beija-flor-dourado
Gruiformes	
Rallidae	
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes
Pelecaniformes	
Ardeidae	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Socó-dorminhoco
<i>Syrigma sibilatrix</i>	Maria-faceira
Threskiornithidae	
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Coró-coró
<i>Theristicus caudatus</i>	Curicaca
Cathartiformes	
Cathartidae	
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-preto

Accipitriformes

Accipitridae

Spizaetus tyrannus

Gavião-pega-macaco

Spizaetus melanoleucus

Gavião-pato

Ictinia plumbea

Sovi

Buteo brachyurus

Gavião-de-cauda-curta

Strigiformes

Strigidae

Glaucidium brasilianum

Caburé

Athene cunicularia

Coruja-buraqueira

Trogoniformes

Trogonidae

Trogon curucui

Surucuá-de-barriga-vermelha

Coraciiformes

Momotidae

Momotus momota

Udu-de-coroa-azul

Piciformes

Ramphastidae

Ramphastos toco

Tucanuçu

Pteroglossus castanotis

Araçari-castanho

Picidae

Picumnus albosquamatus

Picapauzinho-escamoso

Dryobates passerinus

Pica-pau-pequeno

Falconiformes

Falconidae

Falco ruficularis

Cauré

Psittaciformes

Psittacidae

Brotogeris chiriri

Periquito-de-encontro-amarelo

Amazona aestiva

Papagaio-verdadeiro

Forpus xanthopterygius

Tuim

Eupsittula aurea

Periquito-rei

Orthopsittaca manilatus

Maracanã-do-buriti

Ara ararauna

Arara-canindé

Diopsittaca nobilis

Maracanã-pequena

Psittacara leucophthalmus

Periquitão

Passeriformes

Thamnophilidae

Thamnophilus doliatus

Choca-barrada

Herpsilochmus longirostris

Chorozinho-de-bico-comprido

Dendrocolaptidae

Sittasomus griseicapillus

Arapaçu-verde

<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	Arapáçu-grande
Furnariidae	
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro
<i>Clibanornis rectirostris</i>	Cisqueiro-do-rio
<i>Synallaxis frontalis</i>	Petrim
Pipridae	
<i>Antilophia galeata</i>	Soldadinho
<i>Pipra fasciicauda</i>	Uirapuru-laranja
Rhynchocyclidae	
<i>Todirostrum cinereum</i>	Ferreirinho-relógio
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Bico-chato-de-orelha-preta
Tyrannidae	
<i>Machetornis rixosa</i>	Suiriri-cavaleiro
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi
<i>Megarynchus pitangua</i>	Neinei
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Bentevizinho-de-asa-ferrugínea
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado
<i>Empidonomus varius</i>	Peitica
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri
<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha
Vireonidae	
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Pitiguari
Hirundinidae	
<i>Progne tapera</i>	Andorinha-grande
Poliophtilidae	
<i>Poliophtila dumicola</i>	Balança-rabo-de-máscara
Troglodytidae	
<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Catatau
Turdidae	
<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-branco
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca
Fringillidae	
<i>Euphonia chlorotica</i>	Fim-fim
Parulidae	
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula
<i>Myiothlypis leucophrys</i>	Pula-pula-de-sobrancelha
<i>Myiothlypis flaveola</i>	Canário-do-mato
Thraupidae	
<i>Nemosia pileata</i>	Saíra-de-chapéu-preto
<i>Eucometis penicillata</i>	Pipira-da-taoca
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento

Thraupis palmarum

Stilpnia cayana

Tersina viridis

Dacnis cayana

Cyanerpes cyaneus

Sicalis flaveola

Coereba flaveola

Sanhaço-do-coqueiro

Saíra-amarela

Saí-andorinha

Saí-azul

Saíra-beija-flor

Canário-da-terra

Cambacica