

EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO DO CERRADO NA DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL DE *SOLANUM LYCOCARPUM* ST. HILL NO BRASIL.

Isabela Lombardo Meniz (IC) e Leandro Tavares Azevedo Vieira (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

O avanço acelerado do desmatamento devido as atividades agropecuárias no Cerrado, provoca o aumento da fragmentação das paisagens, tornando a biodiversidade deste bioma cada vez mais ameaçada. Isso resulta em um grande desequilíbrio ecológico, que prejudica toda cadeia alimentar e produtiva, afetando assim, os humanos e a fauna nativa. A lobeira *Solanum lycocarpum* (A.St.-Hil.), é uma espécie com ampla distribuição no Cerrado, e principal elemento da dieta do lobo-guará, que contribui para dispersão de sementes da espécie. Porém, este animal está vulnerável para extinção, e como hipótese desde trabalho sugere-se que a distribuição populacional da lobeira, altamente dependente de dispersores devido aos frutos grandes, está sendo afetada pela redução da ocorrência do lobo-guará, e pela fragmentação das paisagens. Com isso realizou-se um levantamento bibliográfico de trabalhos de fitossociologia, obtendo 28 dados de densidade populacional das lobeiras em todo Brasil, com as respectivas coordenadas geográficas. Assim, realizou-se ao redor de cada coordenada geográfica um buffer de 50km, em que foi calculado por meio do programa R, as métricas de paisagem. Os dados das métricas da paisagem em cada levantamento e os dados das densidades populacionais foram analisadas por meio de técnicas multivariadas. Por meio das análises dessas métricas, foi possível verificar que os pontos em que apresentavam maiores valores de densidades da lobeira estavam associadas, majoritariamente, ao contexto paisagístico mais conservado, e os pontos com menores relacionados a paisagens mais fragmentadas e de Cerrado perturbado, permitindo concluir que a densidade populacional da lobeira está sendo afetada pela fragmentação.

Palavras-chave: Cerrado, Fragmentação, Lobeira.

ABSTRACT

The accelerated advance of deforestation due to agricultural activities in Cerrado, causes an increase to the fragmentation of landscapes, turning its biodiversity increasingly threatened. This results in a huge ecological imbalance, which affects the entire food and production chain, and as consequence, affecting humans and native fauna. Lobeira, *Solanum lycocarpum* (A.St.-Hil.), is a wide distribution specie in Cerrado, and the main element of the maned wolf's diet, which contributes to the dispersion of species' seeds. However, this animal is vulnerable to extinction, and as a hypothesis, this study suggests that the distribution of

lobeira, highly dependent on dispersers due to large fruits, is being affected by the reduction in occurrence of the maned wolf, and by the fragmentation of landscapes. Therefore, a bibliographic survey of phytosociology studies was carried out, obtaining 28 data on the population density of lobeiras throughout Brazil, with their respective geographic coordinates. Thus, around each geographic coordinate, a buffer of 50km was created, in which landscape metrics were calculated using the R program. Data from landscape metrics in each survey and data from population densities were analyzed using multivariate techniques. Through the analysis of these metrics, it was possible to verify that the points with largest values of lobeira densities were mostly associated with more conserved landscape context, and the points with lower densities values, related to more fragmented and disturbed Cerrado landscapes, allowing the conclusion that population density of lobeira is being affected by fragmentation.

Keywords: Cerrado, Fragmentation, Lobeira.

1. INTRODUÇÃO

Com a fragmentação do habitat, os processos de dispersão e polinização são afetados (HANADA, 2004), podendo alterar a floração e frutificação da espécie (GARCIA, 2014). Considerando este processo de fragmentação como uma mudança intensa no ambiente, também pode influenciar alterações morfológicas na planta. Mais precisamente, induzir uma plasticidade fenotípica no indivíduo, podendo ter consequências importantes para a probabilidade da persistência, crescimento e evolução da população de uma espécie durante mudanças ambientais rápidas (GIBBS & VAN DICK, 2009).

O desmatamento e a fragmentação de habitats florestais podem gerar a perda de variação genética entre as espécies, causando a extinção de populações localmente adaptadas, reduzindo o fluxo gênico e a população efetiva (número de indivíduos que efetivamente estão passando seus genes para gerações seguintes), e conseqüentemente, aumentar os níveis de endogamia, sendo esta comumente explicada por esses processos de isolamento da vegetação (LEDIG & CONKLE, 1983; DINIZ FILHO et al., 2009). A população remanescente passa a ter um tamanho menor que o mínimo adequado para seu processo natural de evolução (população mínima viável) e pode ocorrer a deriva genética, ou seja, a frequência de seus genes afastadas da população original (KAGEYAMA et al., 1998). Adicionalmente, geram alterações na composição e abundância nos grupos de polinizadores e dispersores e variabilidade de dispersão intraespecífica, o que pode afetar a fecundidade das espécies vegetais (LOPES e BUZATO, 2002; NÈVE et al., 2008).

Um único genótipo pode gerar diferentes fenótipos em diferentes ambientes, processo conhecido como plasticidade fenotípica (SULTAN, 2000). Nesse sentido, diferenças nos sistemas de polinização e dispersão da planta podem variar, como resultado da seleção de caracteres desses atributos fenotípicos por seus polinizadores e dispersores. Esse processo pode ocorrer em espécies com grande distribuição geográfica, e que se fazem presentes em diferentes tipos de habitat (NÈVE et al., 2008), e assim, com diferentes polinizadores e dispersores. Situação que pode ocorrer com a planta lobeira (*Solanum lycocarpum* St Hil), amplamente distribuída pelo Cerrado, chegando em algumas regiões da Mata Atlântica, e que apresenta variabilidade genotípica entre as populações da espécie nestes biomas (SANTOS, 2002).

A partir da identificação do comportamento da lobeira frente à fragmentação ambiental e da possibilidade de ausência de dispersores efetivos para espécie, permite-se compreender o impacto dessas perante as comunidades florísticas. Dessa forma, a problemática da pesquisa questiona se a fragmentação, juntamente com sua alteração no ambiente, gera mudanças no seu padrão de distribuição e conservação da espécie e na paisagem. Visto que

o Cerrado é um dos biomas mundialmente mais ameaçados (MITTERMEIER et al., 2011), e consequentemente, suas espécies também são, tornando esse estudo de grande importância para conservação ambiental.

O presente estudo, então, visa investigar a hipótese que a distribuição populacional da lobeira (*Solanum lycocarpum*), uma espécie com ampla distribuição no Cerrado, mas altamente dependente de agentes polinizadores e dispersores, esteja afetada devido a fragmentação do Cerrado. Mesmo que a megafauna tenha sido extinta, há ainda mamíferos dispersores nas áreas centrais, como o Lobo-Guará (*Chrysocyon brachyurus*), entretanto, em áreas de cerrado marginais e fragmentadas, houve uma redução significativa da distribuição de grandes mamíferos dispersores. Neste sentido, espera-se uma densidade populacional menor desta espécie em paisagens mais fragmentadas, e densidades populacionais maiores em paisagens menos fragmentadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A vegetação do Cerrado ocupa 22% da área total do País, equivalente a 2.036.448 km², estando presente nos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal (MMA, 2021). Embora muitas espécies possam ter desaparecido com o decorrer dos anos, a biodiversidade do Cerrado ainda é bastante significativa e notável, possuindo um alto número de endemismos (FILGUEIRAS, 2002), sendo assim considerada a savana mais rica do mundo (FORZZA, 2012), tornando-se um dos 35 hotspots mundiais para conservação ambiental, (MITTERMEIER et al., 2011).

Este bioma possui uma vegetação xeromorfa, com árvores e arbustos na maioria das vezes com casca grossa e troncos retorcidos, principalmente quando as queimadas são frequentes (EINTEN, 1972). A vegetação do cerrado pode variar entre cerradão, com alta densidade de árvores, e campo limpo, com predominância de gramíneas e poucas ou quase nenhuma árvore, sendo as fisionomias intermediárias consideradas ecótonos entre esses dois extremos (COUTINHO, 1978).

Ainda que com grande importância biológica, extensão e biodiversidade, o Cerrado é o bioma com menor porcentagem de áreas sob proteção integral, tendo somente 2,89% sob proteção de Unidades de Conservação federais (DRUMMOND et al., 2010). Ademais, no período entre 2010 e 2020, perdeu cerca de 99.238,73 km² de cobertura para atividades como mineração e agropecuária (PROJETO MAPBIOMAS ALERTA, 2021). Essas transformações em larga escala que tem ocorrido são ameaçadoras para sua biodiversidade, devido a fragmentação do habitat e extinção de animais (KLINK; MOREIRA, 2002), assim como

invasão de espécies exóticas, alteração nos regimes de queimadas, erosão dos solos e até mudança de climas regionais. (KLINK; MACHADO 2005).

O tamanho e a quantidade das Unidades de Conservação influenciam na persistência das populações, e com a acelerada expansão da ocupação humana, as Unidades passam a ter uma conformação de “ilha”, o que gera afastamento das características ambientais e ecológicas do habitat original. Conseqüentemente, as populações tendem a ficar cada vez mais distintas geneticamente e, mesmo se não ameaçada de extinção, podem servir como organismos-modelo para avaliar os processos de fragmentação da paisagem e da perda de habitats (DINIZ-FILHO et al, 2009; SANTOS et al., 2002).

A reprodução de muitas espécies de angiospermas depende da interação com os agentes polinizadores que irão levar o pólen de um planta para que ocorra a fecundação na flor de outra planta, garantindo assim a polinização cruzada, indispensável para o aumento da variabilidade genética da espécie (GUREVITCH et al., 2009). Neste contexto, as plantas desenvolveram estratégias para atrair polinizadores, como produção de néctar, cores chamativas e outras recompensas (VALENTA et al., 2016). Já o processo de dispersão de frutos e sementes garante à planta a possibilidade de germinação de sua linhagem em um ambiente que seja favorável, mas não tão próximo à planta-mãe que possa aumentar a competição intraespecífica (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971).

A dispersão de frutos por grandes mamíferos é extremamente importante para algumas plantas que possuem frutos grandes, que não seriam dispersas por animais menores, além de serem capazes de dispersar os frutos por grandes distâncias (GALETTI et al., 2018; PIRES et al., 2018). Ademais, Perez-Harguindeguy et al. (2013) ressalta que a capacidade de sobreviver em ambientes fragmentados é geralmente relacionado com potencial de dispersão, quanto mais sementes são produzidas, maior a probabilidade que uma semente alcance longas distâncias.

Além disso, as espécies com frutos grandes que apresentam ampla distribuição nos dias atuais na América do Sul foram favorecidas pela megafauna que viveu no Pleistoceno, e que hoje são extintas (GALETTI et al., 2018; PIRES et al., 2018), chamando-se esse processo de dispersão anacrônica (HANSEN et al., 2008). Uma dessas espécies e com ampla distribuição no Cerrado é a Fruta do Lobo ou lobeira, *Solanum lycocarpum* St. Hill, pertencente à família Solanaceae (DE MOURA, 2010). A lobeira tem se mostrado muito presente na dieta do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) em todo ano, e em maiores quantidades na época de seca, pois a diversidade de frutos de outras espécies neste período diminui enquanto a lobeira mantém sua frutificação, se sobressaindo em sua dieta, o que faz o lobo-guará um grande dispersor de sementes por todo ano (RODRIGUES, 2002; CHEIDA, 2005). Porém, o lobo-

guará atualmente está com sua população drasticamente reduzida, próximo a ameaça de extinção (PAULA; DEMATTEO, 2015), podendo contribuir para uma possível redução na distribuição da lobeira.

E ainda, Tavares (2014) identificou características das flores da lobeira que são essenciais para atração de abelhas, sendo consideradas polinizadoras efetivas da espécie, e em contrapartida, a lobeira é uma excelente fonte de recurso para a guilda de abelhas polinizadoras (TAVARES et al., 2014). Ademais, o fruto da lobeira ocorre somente por fecundação cruzada, sendo assim auto incompatível, ou seja, incapaz de formar sementes quando fertilizada por seu próprio pólen (TIBÉRIO et al., 2008). Dessa forma, a ocorrência e disponibilidade de seus polinizadores é determinante para a manutenção da espécie nos ambientes naturais.

3. METODOLOGIA

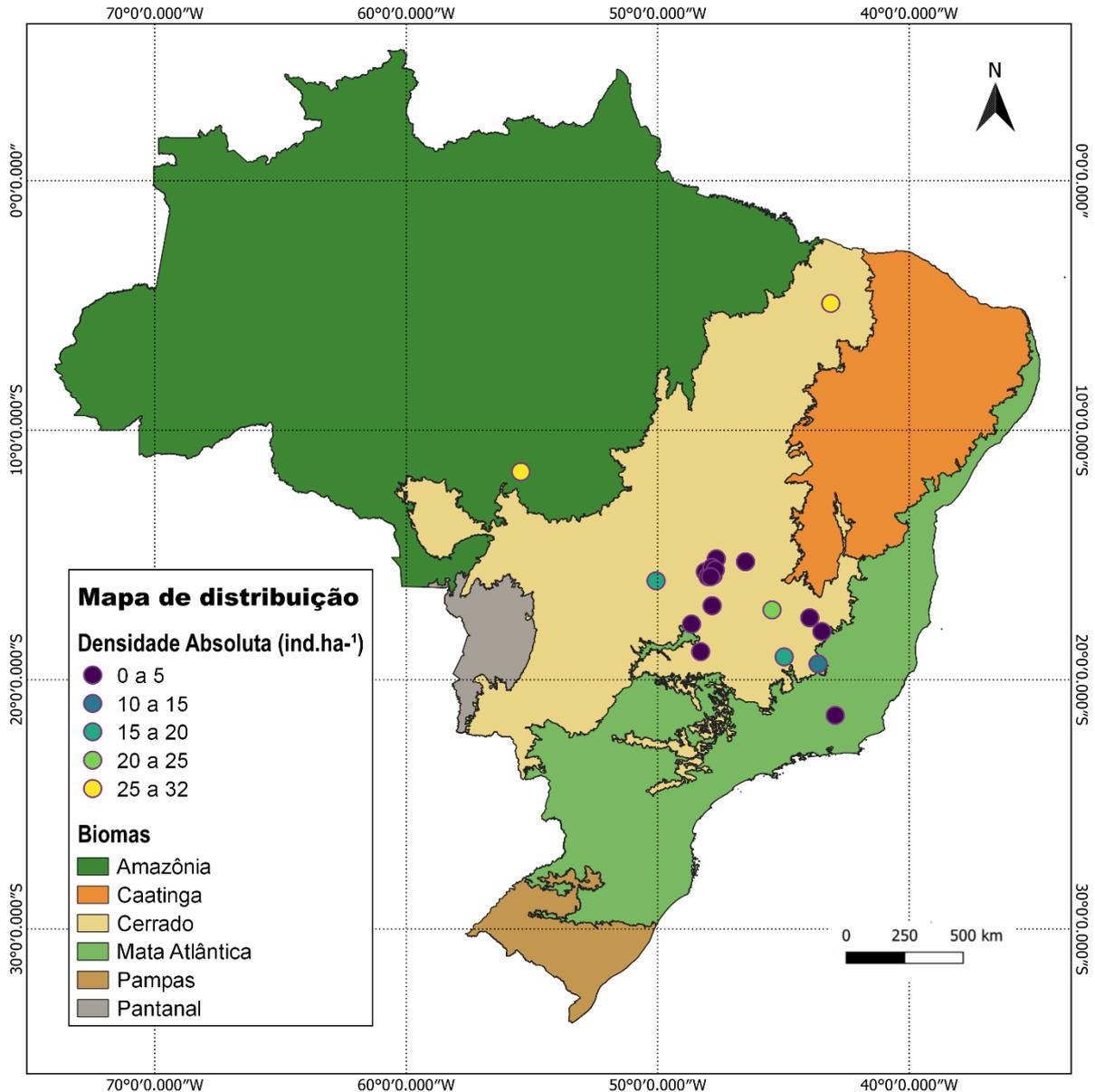
Espécie de estudo

A espécie *Solanum lycocarpum* St. Hil., da família Solanaceae, é popularmente conhecida por lobeira, capoeira branca ou berinjela-do-mato, nativa de quase todo país em áreas do cerrado. A espécie pode ser considerada um arbusto grande ou pequena árvore semidecídua de 3-5 m de altura, dotada de copa arredondada e aberta, com troncos e ramos esbranquiçados, providos de espinhos grandes nos mais jovens. Apresentam folhas simples, alternas, coriáceas, tomentosas na face inferior, de margens lobadas, de 16-28 cm de comprimento. Os frutos são bagas globosas, verdes, lisas, de 8-13 cm de diâmetro, contendo polpa carnosa com muitas sementes. Seus frutos representam até 50% da dieta alimentar do lobo-guará do cerrado (*Chrysocyon brachyurus*), e têm ação terapêutica contra verme-gigante-dos-rins, que é muito frequente e geralmente fatal no lobo-guará (LORENZI; MATOS 2008). O fruto da lobeira ocorre somente por fecundação cruzada além de ser uma planta andromonóica, que possui flores hermafroditas e masculinas na mesma planta, mas não femininas (TIBÉRIO et al., 2008), sendo que 5% das flores são hermafroditas (DE MOURA, 2010).

Coleta de dados

Para o levantamento de dados, foi realizada uma busca de 21 artigos, totalizando 28 dados, que continham a densidade absoluta (DA) da espécie *Solanum lycocarpum* (Figura 1). Além da densidade absoluta, foram coletados o local (Estado e Município), as coordenadas geográficas das áreas de estudo e o ano de coleta dos dados.

Figura 1 – Mapa da distribuição populacional de *Solanum lycocarpum* no Brasil, de acordo com levantamento dos 28 dados coletados.



Para cada localidade, foi construído um *buffer* de 50km a partir da coordenada geográfica no QGIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2021). Para cada *buffer*, foi realizado o cruzamento dos dados de uso e ocupação do solo provenientes da Plataforma MapBiomass (PROJETO MAPBIOMASS ALERTA, 2021) de acordo com cada ano de cada levantamento florístico. As diferentes categorias de uso e ocupação do solo foram agrupadas em “Formação Natural”, “Uso Antrópico” (mineração, pastagens, monoculturas) e “Áreas Urbanas”. Com base nessas categorias foram calculadas as métricas de paisagem de cada localidade, utilizando o pacote “LandscapeMetrics” (HESSELBARTH et al., 2019) do software “R” (TEAM R, 2019), nas quais tiveram métricas calculadas a nível de cada célula da paisagem (*patch*), e a nível da paisagem como um todo (*landscape*). Após a elaboração dos cálculos, para gerar

a análise das métricas a nível do *patch*, considerou-se a categoria de “Formação Natural”. Para a seleção das métricas da paisagem que mais explicariam a variação das densidades absolutas das lobeiras, produziu-se uma sequência de regressões lineares múltiplas selecionando as variáveis que deram significância com a densidade absoluta. As métricas da paisagem selecionadas estão descritas abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 – Métricas de paisagens selecionadas para levantamento de dados. As métricas indicadas com (*) são métricas calculadas a nível de *landscape*.

Grupo	Métrica	Nome	Descrição
Área e borda	Area_mn	Média da área do patch	Composição do panorama da paisagem
Formato	Contig_mn	Média do índice de contiguidade	Conexão espacial entre as células do patch
Agregação	Iji	Índice de interspersão e justaposição	Inter-relação e justaposição das classes, sem considerar adjacências.
Agregação	Pland	Porcentagem de classes da paisagem	Porcentagem da paisagem que pertence a classe x
Diversidade	Sdhi*	Índice de diversidade de Shannon	Número de classes e abundância de cada classe em consideração
Agregação	Ai*	Índice de agregação	Conexão da paisagem
Agregação	Contag*	Contágio	Contiguidade da paisagem

Análise de dados

Com base nos dados levantados, foram obtidas 28 localidades com os respectivos valores de densidades absolutas de lobeira, as coordenadas geográficas e as diferentes métricas da paisagem. Em uma análise preliminar, foram excluídas duas localidades, uma por ser considerada um *outliers*, e outra devido as coordenadas do trabalho caírem em uma região de intensa urbanização totalizando 28 dados. Foi realizada a seleção inicial das métricas, efetuou-se correlações lineares de Spearman entre as métricas da paisagem e foram removidas as variáveis que apresentaram alta correlação, acima de $r=0,80$, a fim de evitar a multicolinearidade.

Após a seleção das variáveis das métricas da paisagem, realizou-se a Análise de Redundância Canônica (RDA), para estimar a influência da métrica da paisagem sobre as densidades absolutas das lobeiras. A RDA é um método de ordenação restrito que preserva as distâncias euclidianas entre as observações no espaço dimensional total. Esta análise foi estabelecida utilizando como matriz primária os valores das densidades absolutas das lobeiras e as respectivas coordenadas geográficas dos 28 pontos, e na matriz secundária, ou matriz ambiental as variáveis das métricas da paisagem. Como a matriz ambiental possui unidades diferentes, realizou-se uma padronização na matriz escalonando cada dado para média zero e variância um. As transformações foram realizadas utilizando a função `deconstand` do pacote “vegan” (OKSANEN et al., 2016) no R (R Core Team, 2019).

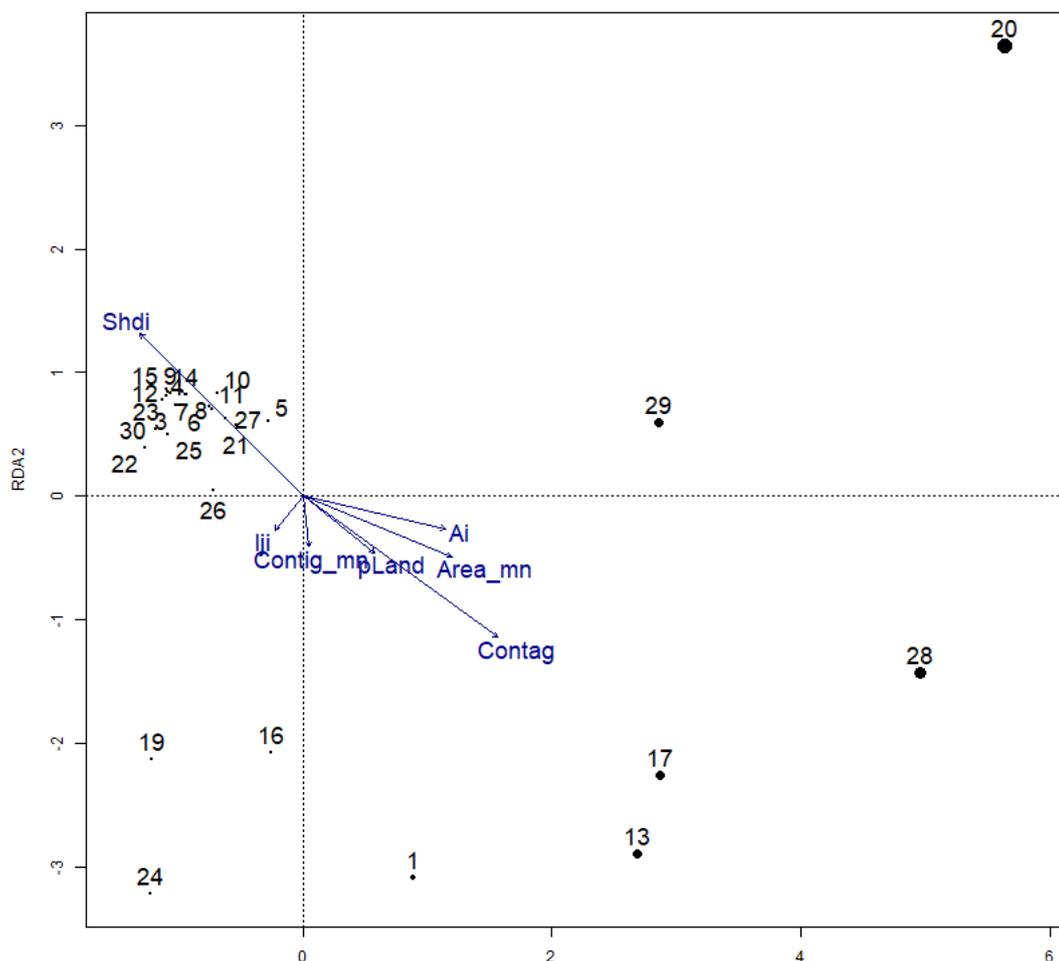
4. RESULTADO E DISCUSSÃO

As métricas que demonstraram maior correlação com as densidades absolutas (DA) da lobeira foram a média da área do patch (AREA_MN); média do índice de contiguidade (CONTIG_MN); índice de interspersão e justaposição (IJI); porcentagem de classes da paisagem (PLAND); índice de diversidade de Shannon (SDHI); índice de agregação (AI) e contágio (CONTAG) (Tabela 1). Com isso, obteve-se a análise de redundância canônica (RDA), com resultados ilustrados no gráfico abaixo (Gráfico 1), cujo tamanho dos pontos é proporcional ao tamanho da densidade absoluta das lobeiras.

Para análise, o gráfico foi dividido em 4 quadrantes, ilustrados na tabela abaixo (Tabela 2). Foram identificados aqueles com maior influência das métricas evidenciadas, o que não anula a interferência de métricas de um determinado quadrante em outros, mas há diferença de acordo com a intensidade de influência da métrica sob o ponto. As localidades presentes no primeiro quadrante demonstraram ter alta influência do Índice de Diversidade de Shannon (SDHI), o que indica ter muito fragmentos de áreas naturais e antrópicas sem continuidade, sendo essas compostas por pastos, plantações, fragmentos conservados e urbanização, além de que essas localidades foram as que tiveram menores valores de DA de lobeira. No segundo quadrante, estão os pontos com maiores densidades da espécie, e apresentaram correlação negativa com a métrica IJI, em que expressa a mistura e justaposição das classes consideradas, ou seja, por retratar uma correlação negativa com essa métrica, a paisagem é menos misturada, mais contínua, portanto, considerada mais conservada. Isso se estende pelo terceiro quadrante, em que os pontos com maiores valores de densidade absoluta da lobeira, tem forte correlação pelas métricas de área de vegetação (AREA_MN), contágio (CONTAG), agregação (AI) e porcentagem de classes da paisagem (PLAND), demonstrando ser paisagens mais conservadas, com fragmentos maiores e de alta contiguidade. No quarto quadrante, com baixos valores de DA, há influência e correlação positiva com a métrica IJI, indicando a fragmentação da paisagem, com maior mistura entre as classes.

Tabela 2 – Divisão dos quadrantes do gráfico para análise de acordo com as métricas de paisagem.

Quadrante	Métrica	Ponto
1	Sdhi	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 21, 22, 23, 25, 27, 30.
2	/	20, 29.
3	Ai, Area_mn, Contag, pLand, Contig_mn	1, 13, 17, 28.
4	iji	16, 19, 24, 26.

Gráfico 1 – Análise de redundância canônica (RDA), das métricas de paisagem e Densidades Absolutas da espécie de estudo (*Solanum lycocarpum*).

Verifica-se no eixo Y à direita, que os pontos estão sendo influenciados por métricas que indicam ser paisagens mais conservadas, contiguas, além de estarem relacionadas aos pontos com maiores valores de densidade absoluta da lobeira. E à esquerda, obtivemos os pontos com menores densidades e com influência das métricas que retratam a alta fragmentação e antropização dessas paisagens. Ou seja, de acordo com a análise da paisagem, as altas densidades de lobeira demonstraram estar associada, majoritariamente,

ao contexto paisagístico mais conservado. Esses dados corroboram com os resultados dos trabalhos da De Moura e colaboradores (2011a; 2011b), nos quais verificaram a forte presença de lobeiras em ambientes degradados e antropizados, porém observaram ocorrência em maior densidade nas áreas preservadas. Além disso, ao analisarem a estrutura genética da espécie, foi constatado que as populações com menor influência antrópica abrigavam maior diversidade alélica, demonstrando a eficiência das Unidades de Conservação para a preservação da diversidade genética da espécie.

Carmo et al. (2011) analisou a estrutura da comunidade de plantas lenhosas em 11 fragmentos de Cerrado em Minas Gerais, relacionando o tamanho do fragmento e o nível de perturbação, e verificou que o tamanho do fragmento é determinante para a estrutura das comunidades de plantas lenhosas, onde fragmentos maiores apresentaram maior densidades de indivíduos e espécies. Um estudo similar de Melo (2010) descreveu o efeito do tamanho e da distância de nove fragmentos de Cerrado na porção central do Brasil, sobre a espécie *Byrsonima pachyphylla* A. Juss, e como resultado observou que a densidade populacional média da espécie foi maior nos grandes fragmentos de vegetação do Cerrado. Nesse sentido, esses resultados se alinham com os dados da análise das métricas de paisagem do presente estudo, no qual os pontos com maior média da área do patch (AREA_MN), média do índice de contiguidade (CONTIG_MN), porcentagem de classes da paisagem (PLAND), índice de agregação (AI) e contágio (CONTAG) obtiveram maiores densidades de lobeira, ou seja, quanto maior a área de vegetação, contiguidade e agregação da paisagem, maiores as densidades de lobeira.

Ademais, Marjakangas e colaboradores (2019) inferiram por meio de estratégias de modelagem das comunidades, como a fragmentação influencia em interações pareadas entre 407 dispersores de sementes e 1.424 espécies de árvores da Mata Atlântica, um hotspot altamente fragmentado. Identificaram que o processo de redução de áreas de florestas funcionalmente conectadas é o principal precursor por trás da perda das interações entre dispersão de sementes, sendo assim, paisagens mais fragmentadas, tem suas interações de dispersão de sementes negativamente afetadas. Além disso, a riqueza de espécies de frugívoros e de árvores na paisagem se mostraram fatores importantes que explicaram a variação das interações da dispersão de sementes.

Esses dados podem justificar a redução das lobeiras em paisagens mais fragmentadas, como indicado pelo quadrante 1 (Tabela 2) do gráfico (Gráfico 1), no qual os pontos de menores densidades absolutas da espécie demonstraram maior índice de diversidade de Shannon (SDHI), indicando alta fragmentação da paisagem com áreas de fragmentos de vegetação e antrópicas (pastos, plantações e urbanização). Dessa forma,

infere-se uma possível redução dos dispersores de sementes da espécie, não apenas do lobo-guará, seu principal dispersor, mas também de outros dispersores da espécie como antas, cachorros-do-mato, morcegos e entre outros pequenos mamíferos (COURTENAY, 1994; RODRIGUES, 2002).

Desde sua distribuição original na América do Sul, houve um declínio nas populações de *C. brachyurus*, como verificado por diversos estudos (COELHO et al., 2018; PAULA et al., 2008; PAULA; DEMATTEO, 2015). Especialmente no estudo mais recente de Coelho et al., (2018) as populações periféricas do canídeo demonstraram-se sensíveis às transformações da paisagem, devido a uma combinação de aspectos espaciais e uso da terra, tendo sua população reduzida pelo avanço da intervenção humana, e conseqüente diminuição das áreas, que serviam para seu deslocamento. Além disso, o motivo mais evidente do declínio de populações periféricas do mamífero foi o aumento de rodovias, causando muitas mortes devido aos atropelamentos frequentes, assim como a possível limitação da dispersão e do comportamento natural do lobo-guará.

Porém, o impacto de distúrbios antrópicos em espécies de dispersores de sementes e suas interações não é homogêneo, e a magnitude desses efeitos depende do tipo da perturbação, o grupo taxonômico, região geográfica e onde o efeito atua (FONTÚRBEL et al., 2015). Alguns estudos demonstram que médios e grandes mamíferos, e animais generalistas como o lobo-guará, tem baixa sensibilidade a mudanças da paisagem, o que possibilita a adaptação em ambientes antropizados, além de já terem sido registrados em ambientes de baixa qualidade de habitat (COELHO, 2008; LYRA-JORGE et al., 2008; SCHLINKERT et al., 2016). Ademais, em paisagens fragmentadas, as matrizes de plantações de cana-de-açúcar e eucalipto teriam uma função importante em conectar manchas de vegetação nativa, fornecendo abrigo para os animais, o que poderia proporcionar um rico agrupamento de mamíferos carnívoros em paisagens de agricultura (BECA et al., 2017; LYRA-JORGE et al., 2008).

No entanto, a persistência das populações nativas em paisagens fragmentadas depende muito da permeabilidade das matrizes, e do uso que as espécies farão destas (ANTOGIOVANNI; METZGER, 2005). Ainda, Rodrigues (2002) desenvolve em sua tese que pequenas reservas, se isoladas, não são tão importantes na conservação de lobos-guarás, ao menos se houver conexão com outras reservas, ou se estiverem em paisagens que possuam recursos alimentares disponíveis para os animais.

Para além da diminuição dos dispersores, os polinizadores podem também ser um outro fator de influência na redução de lobeiras em paisagens antropizadas, pois as alterações da paisagem têm sido consideradas como principal causa da limitação e declínio dos serviços

de polinização (AGUILAR et al., 2006; KREMEN et al., 2002). Isso devido ao uso de inseticidas, a retirada dos ninhos para coleta de mel, a destruição das colônias e dos locais de nidificação das abelhas, a competição com espécies exóticas, a redução da biodiversidade da vegetação natural, no qual ao eliminar espécies que contribuem para sua sobrevivência, diminui o número de plantas em floração, (KREMEN et al., 2002; MELO et al., 2006; SOUZA et al., 2007). Isso acarreta numa alteração no fluxo de pólen e na reprodução sexuada das espécies, podendo gerar uma redução na quantidade e na qualidade de frutos e sementes produzidas (AGUILAR et al., 2006).

Somado a isso, a espécie *S. lycocarpum* pode ser considerada importante para a manutenção dos organismos polinizadores, por ser uma espécie atrativa das abelhas devido a suas características florais, como o padrão de floração contínua, e a sincronia na floração, gerando aumento nas taxas de visitação floral e no transporte de pólen entre as plantas, elevando os níveis de polinização (TAVARES et al., 2014).

A notoriedade da lobeira vem sendo ressaltada por ser considerada uma espécie que se adapta bem e ocupa ambientes antropizados, em condições ambientais desfavoráveis, com comportamento típico de espécies pioneiras (COURTNEY, 1994; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2003; DE MOURA, 2007), além de facilitadora da ocorrência de outras espécies, servindo como poleiro e abrigo (PASSOS, 2009). Porém esses trabalhos que descrevem tais comportamentos da lobeira foram realizados a partir de observações locais e a níveis regionais. Nesse sentido, estudos realizados a nível de paisagem e regional podem ter resultados significativamente diferentes, como visto no estudo de Beca et al. (2017), que explicou em seu estudo a riqueza e composição de espécies de mamíferos de médio a grande porte em paisagens de florestas fragmentadas dominadas por plantações de cana, e verificou que em nível regional não houve diminuição das espécies, pelo contrário, foram encontradas 88% das espécies esperadas de ocorrer na região. No entanto, infere que houve muitas extirpações prováveis na escala da paisagem, com perdas entre 50% e 80% de todas as espécies de mamíferos.

Além disso, Marjakangas e colaboradores (2019) verificou em seu estudo que a conectividade funcional da paisagem correlacionada com a temperatura média anual e precipitação, bem como com a sazonalidade de precipitação através do bioma, sugere que alguns dos efeitos induzidos pela fragmentação em redes de dispersão de sementes podem ser mascarados pelos efeitos climáticos. Isto é, existe uma multiplicidade de fatores que podem influenciar os efeitos da fragmentação. Tendo em vista esse fato, reforça-se a necessidade de realizar análises das populações de espécies considerando múltiplos fatores e variáveis ambientais, assim como estudos de escalas locais e a nível de paisagem.

Não obstante, é evidente o potencial de adaptação da espécie a ambientes antropizados e degradados, uma vez que há observações da lobeira muito frequentemente nesses espaços, tanto que é considerada pela agropecuária e alguns outros estudos como espécie invasora de pastos, como publicado no Congresso Internacional de gestão da água e monitoramento ambiental (2015). Desta maneira, o que deve ser observado são as condições nas quais a lobeira se mantém nesses ambientes, como ressaltado de Moura (2007) em seu trabalho, no qual realizou uma caracterização da estrutura genética populacional de *S. lycocarpum* em ambientes naturais e antropizados, e verificou que ainda que esta planta tenha ampla distribuição e frequente ocupação em ambientes com ação antrópica e perturbados, ela pode estar sofrendo uma restrição de fluxo gênico, pois a população de lobeira situada em uma Unidade de Conservação apresentou maior diversidade genética do que as populações com influência antrópica. Isso significa que caso ocorra alguma estocasticidade ambiental que devaste grande parte de uma população de lobeiras situadas nestes ambientes antropizados, poderá todas tender a não sobrevivência, causando uma extirpação em massa da lobeira. Ademais, resultados de um outro estudo da autora e colaboradores (DE MOURA et al., 2011b), apontaram uma tendência de isolamento genético das populações de *S. lycocarpum*, ressaltando o efeito negativo da fragmentação nas populações da espécie, gerando uma ameaça de erosão genética.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a análise das métricas de paisagens desse estudo, foi possível inferir que a densidade populacional da lobeira está sendo afetada pela fragmentação e suas consequências na paisagem, pois nas localidades em que havia valores maiores de densidades da espécie, obtiveram fortes correlações positivas com as métricas que indicam a constituição da paisagem ser mais contígua, com maiores áreas de vegetação e mais agregadas. Esse dado confirma a hipótese inicial deste estudo, evidenciando que a lobeira ocupa regiões antropizadas, mas em maiores densidades em áreas mais conservadas. Dessa forma, reforça-se a importância do desenvolvimento de medidas para conservação, e fiscalização para o Cerrado, assim como atividades de educação ambiental, de forma que sustente uma consciência crítica da sociedade e governantes sobre o bioma, colaborando assim para conservação de *Solanum lycocarpum*.

6. REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R. *et al.* Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. **Ecology letters**, v. 9, n. 8, p. 968-980, 2006.
- ANTONGIOVANNI, M.; METZGER, J. P. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation**, v. 122, n. 3, p. 441-451, 2005.

CARMO, A. B. *et al.* Estrutura da comunidade de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado: relação com o tamanho do fragmento e seu nível de perturbação. **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, p. 31-38, 2011.

CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO DA ÁGUA E MONITORAMENTO AMBIENTAL, 2015, Aracaju - SE. **Invasão por lobeira – Solanum lycocarpum em área de Brachiaria brisantha em função do manejo inadequado de pastagem**. 2015.

CONNELL, J. H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. **Dynamics of populations**, v. 298, p. 312, 1971.

COURTENAY, O. Conservation of the Maned Wolf: Fruitful relations in a changing environment. **Canid news**. n. 2, 1994.

COUTINHO, L. M. O conceito do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 1978.

CHEIDA, C. C. **Dieta e dispersão de sementes pelo lobo-guará Chrysocyon brachyurus (Illiger 1815) em uma área com campo natural, Floresta Ombrófila Mista e silvicultura**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

DINIZ-FILHO, J.A.F. *et al.* Macroecologia, biogeografia e áreas prioritárias para conservação no cerrado. **Oecologia Brasiliensis**, 2009.

DE MOURA, T. M. *et al.* Correlação entre floração, frutificação e variáveis ambientais em Solanum lycocarpum. A. St. Hil, Solanaceae. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, 2010.

DE MOURA, T. M. *et al.* Allelic diversity in populations of Solanum lycocarpum A. St.-Hil (Solanaceae) in a protected area and a disturbed environment. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, p. 937-940, 2011a.

DE MOURA, T. M. *et al.* Estrutura genética populacional em Solanum lycocarpum A. St.-Hil. (Solanaceae), comparando população natural e sob influência antrópica, estimada por marcadores isoenzimáticos. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 4, p. 488, 2011b.

DRUMMOND, J. A. *et al.* Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. **Conservação da Biodiversidade: Legislação e Políticas Públicas**. Brasília: Editora Câmara, 2010.

EINTEN, G. **The cerrado vegetation of Brazil**, The Botanical Review 38, no. 2, 1972.

FILGUEIRAS, T. S. Herbaceous plant communities. *In*: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. **The Cerrado of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press. cap. 7, p. 121 - 139. 2002.

FONTÚRBEL, F. E. *et al.* Meta-analysis of anthropogenic habitat disturbance effects on animal-mediated seed dispersal. **Global Change Biology**, v. 21, n. 11, p. 3951-3960, 2015.

FORZZA, R. C. *et al.* New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **BioScience**, v. 62, n. 1, p. 39-45, 2012.

GALETTI, M. *et al.* Ecological and evolutionary legacy of megafauna extinctions. **Biological Reviews**, v. 93, n. 2, p. 845-862, 2018.

GARCIA, A. S. **Fragmentação em paisagem de Cerrado e sua implicação em dinâmicas ecológicas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

GIBBS, M.; VAN DYCK, H. Reproductive plasticity, oviposition site selection, and maternal effects in fragmented landscapes. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 64, n. 1, p. 1-11, 2009.

GUREVITCH, J *et al.* **Ecologia Vegetal**. 2 Ed. Artmed Editora, 2009.

- HANADA, L. C. **Mudanças do uso da cobertura do solo na fronteira agrícola da Amazônia ocidental, bacia do Ji-Paraná–Rondônia**. 2004. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- HANSEN, D. M. *et al.* Seed Dispersal Anachronisms. Rethinking the Fruits Extinct Megafauna Ate. **PLoS ONE**, v. 3, n. 3, p. 1745, 2008.
- HESSELBARTH, M. HK *et al.* landscapemetrics: an open-source R tool to calculate landscape metrics. **Ecography**, v. 42, n. 10, p. 1648-1657, 2019.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.
- KAGEYAMA, P. Y. *et al.* Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.
- KLINK, C. A; MACHADO, R. B. **A conservação do cerrado brasileiro**, v. 1, p. 9, 2005.
- KLINK, C.A.; Moreira, A. G. Past and current human occupation and land-use. *In*: P.S. Oliveira & R.J. Marquis. **The Cerrado of Brazil**. Ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 69-88.
- KREMEN, C. *et al.* Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 26, p. 16812-16816, 2002.
- LEDIG, F. T.; CONKLE, M. T. Gene diversity and genetic structure in a narrow endemic, Torrey pine (*Pinus torreyana* Parry ex Carr.). **Evolution**, 1983.
- LOPES, L. E.; BUZATO, S. Biologia reprodutiva de *Psychotria suterella* (Rubiaceae): efeitos de fragmentação de habitat e de conexão estrutural. **Revista Brasil. Bot.**, v.28, n.4, p.785-795, out.-dez. 2005.
- LORENZI, H.; MATOS F. J. A. **Plantas Medicinais do Brasil: nativas e exóticas**, computação gráfica. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, p.51, 2008.
- MARJAKANGAS, E. *et al.* Estimating interaction credit for trophic rewilding in tropical forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 373, n. 1761, p. 20170435, 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>. Acesso em 21/11/2021
- MELO, G. *et al.* **Alterações de longo prazo na estrutura de assembléias de abelhas: conhecimento atual e perspectivas**. Anais do VII Encontro sobre Abelhas. FFCLRP/FMRP-USP, Ribeirão Preto, p. 150-155, 2006.
- MELO, M. S. **Fertility *Byrsonima pachyphylla* A. Juss. in a fragmented landscape Cerrado**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Biologia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- MITTERMEIER, R. A. *et al.* Global biodiversity conservation: The critical role of hotspots. *In*: ZACHOS, F. E. e HABEL, J. C. (Ed.). **Biodiversity Hotspots: distribution and protection of conservation priority areas**. Heidelberg: Springer, p.550, 2011.
- NÈVE, Gabriel *et al.* Gene flow rise with habitat fragmentation in the bog fritillary butterfly (Lepidoptera: Nymphalidae). **BMC Evolutionary Biology**, 2008.
- OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Pollination and reproductive biology in cerrado plant communities. *In*: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). *In*: **The Cerrado of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, p. 329-347. 2002.

- RODRIGUES, F. H. G. **Dieta e dispersão de sementes pelo lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* (Illiger 1815) em uma área com campo natural, Floresta Ombrófila Mista e silvicultura.** 2002. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- PASSOS, F. B. **Avaliação de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) e de poleiros artificiais como facilitadores na restauração de área perturbada de Cerrado sentido restrito.** 2009. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- PAULA, R.; DEMATTEO, K. *Chrysocyon brachyurus*. **The IUCN Red List of Threatened Species** 2015.
- PAULA, R.C., *et al.* Plano de ação para conservação do lobo-guará. In: **Análise de Viabilidade Populacional e Hábitat (PHVA)**. IBAMA, Brasília, 2008.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. *et al.* New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, n.61, p.167–234, 2013.
- PIRES, M. M. *et al.* Pleistocene megafaunal extinctions and the functional loss of long-distance seed-dispersal services. **Ecography**, v. 41, n. 1, p. 153-163, 2018.
- PROJETO MAPBIOMAS ALERTA – [5.0] - Sistema de Validação e Refinamento de Alertas de Desmatamento com Imagens de Alta Resolução. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em 30 de Março 2021.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. 2021. <http://qgis.osgeo.org>. 2021
- RODRIGUES, Flavio Henrique Guimarães. **Biologia e conservação do lobo-guará na estação ecológica de águas emendadas,DF.** 2002. Tese (Doutorado em ecologia) - Universidade Estadual de campinas, São Paulo, 2002.
- SANTOS, M. de O. *et al.* Variabilidade genética entre populações de lobeira (*Solanum lycocarpum* St. HIL.). **Floresta e Ambiente**, 2002.
- SCHLINKERT, H. *et al.* Forest specialist and generalist small mammals in forest edges and hedges. **Wildlife Biology**, v. 22, n. 3, p. 86-94, 2016.
- SOUZA, D. L. *et al.* "As abelhas como agentes polinizadores." REDVET. **Revista electrónica de Veterinária** 8.3 (2007): 1-7, 2007.
- SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. **Trends in plant science**, 2000.
- TAVARES, P. R. A. **Fenologia reprodutiva, biologia floral e abelhas visitantes em *Solanum lycocarpum* A. St. Hil. (Solanaceae).** Dissertação (Mestrado em entomologia e conservação da biodiversidade) – MS, Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.
- TAVARES, P. R. A. A Lobeira (*Solanum lycocarpum* A. St. Hil.) como um Significativo Elemento para a Manutenção da Fauna de Abelhas Polinizadoras de Culturas, **Cadernos de Agroecologia**, Vol 9, No. 4, 2014.
- TEAM, R. Development Core. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2011. Disponível em < <https://www.R-project.org>, 2019.
- TIBÉRIO F.C.S *et al.* Biologia floral população de *Solanum lycocarpum* St. Hill. (solanaceae) da reserva de Cerrado da UFSCAR, São Carlos, SP. 2008. In: SIMPÓSIO DE ECOLOGIA PPGERN, 32. Departamento de Botânica, Universidade Federal de São Carlos. 2008
- VALENTA, K. *et al.* Plant attractants: integrating insights from pollination and seed dispersal ecology. **Evolutionary Ecology**, v. 31, n. 2, p. 249-267, 2016.