

Identificação de áreas prioritárias para a restauração e conservação em duas áreas de proteção ambiental no estado de São Paulo: APA Piracicaba e Corumbataí

Identification of priority areas for restoration and conservation in two environmental protection area in the state of São Paulo: APA Piracicaba and Corumbataí

Identificación de áreas prioritarias para restauración y conservación en dos áreas de protección ambiental en el estado de São Paulo: APA Piracicaba e Corumbataí

Recebido: 06/10/2022 | Revisado: 18/10/2022 | Aceitado: 19/10/2022 | Publicado: 24/10/2022

Vinicius Theotônio Baptista de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5064-9172>

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: viniciusalmeida@estudante.ufscar.br

Karielle Ferreira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7562-4796>

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: karielleferreira@gmail.com

Paola Mandetta Tokumoto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9386-6908>

Instituto Florestal, Brasil

E-mail: paolaeco08@gmail.com

Luiz Sertório Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2224-3030>

Instituto Florestal, Brasil

E-mail: teixeirals@gmail.com

Patrícia Alves Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4677-5314>

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: paf1306@gmail.com

Luciano Elsinor Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5869-8972>

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

E-mail: lucianolopes@ufscar.br

Resumo

A perda de habitat e a redução da conectividade na paisagem causam diversos problemas ambientais, como extinções e diminuição da biodiversidade. Restauração ambiental é uma maneira de se mitigar esses efeitos e visa recuperar áreas de habitat naturais, reconectando áreas isoladas de vegetação natural. A quantidade de vegetação no entorno dos fragmentos pode ser um importante indicativo na escolha de áreas, buscando a efetividade da restauração. Este trabalho tem como objetivo analisar a paisagem nas APAs Corumbataí e Piracicaba e nos seus municípios, priorizando áreas para serem restauradas e conservadas. A análise foi baseada nas métricas de conectividade funcional, de acordo com a capacidade de deslocamento de espécies na matriz, e na quantidade de vegetação na paisagem. Paisagens com cobertura vegetal entre 20% e 60% são indicadas para restauração e acima de 60% para conservação. Foi identificada uma importante região de 47.987 ha de cerrado e floresta conectada funcionalmente na área de estudo. Especificamente, de Corumbataí a São Pedro, há um “cinturão” dos últimos remanescentes de cerrado desses municípios, tornando este uma importante região quando se busca a restauração do cerrado no estado de São Paulo. Ademais, em Brotas, Analândia, Itirapina e São Carlos têm-se áreas com grandes porcentagens de vegetação nativa e potencial para conservação, além de outras diversas regiões em toda área de estudo com níveis de vegetação propícios para restauração. Assim, a identificação de áreas com potenciais para restauração pode ser uma importante ferramenta para gestão territorial.

Palavras-chave: APA Corumbataí; APA Piracicaba; Restauração; Conservação; Análise da paisagem; Conectividade funcional.

Abstract

The habitat loss and the connectivity reduction in the landscape cause several environmental problems, such as extinctions and biodiversity decrease. Environmental restoration is one way to mitigate these effects and aims to

recover areas of natural habitat, reconnecting isolated areas of natural vegetation. The amount of vegetation around the fragments may be an important factor to select areas when the restoration efficiency is sought. This work aims to analyze the landscape in the APA Corumbataí, APA Piracicaba, and in their municipalities, prioritizing areas to be restored and conserved. The analysis was based on the metrics of functional connectivity, according to the gap crossing capacity of species, and the habitat amount in the landscape. Landscapes with habitat amount between 20% and 60% are indicated for restoration, and above 60% for conservation. An important region of 47,987 hectare of cerrado and forest functionally connected in the study area was identified. Specifically, from Corumbataí to São Pedro, there is a zone with their last remnants of cerrado, making them an important area when the cerrado restoration of São Paulo state is craved. In addition, in Brotas, Analândia, Itirapina, and São Carlos there are areas with high percentages of native vegetation with potential for conservation, besides several others in the study area with habitat amount that have potential for restoration. Thus, the identification of areas with potential for restoration may be an important tool for territorial management.

Keywords: APA Corumbataí; APA Piracicaba; Restoration; Conservation; Landscape analysis; Functional connectivity.

Resumen

La pérdida de hábitat y la reducción de la conectividad en el paisaje causan varios problemas ambientales, como extinciones y disminución de la biodiversidad. La restauración ambiental es una forma de mitigar estos efectos y tiene como objetivo recuperar áreas de hábitat natural, reconectando áreas aisladas de vegetación. La cantidad de vegetación alrededor de los fragmentos puede ser un indicador importante en la elección de dichas áreas, buscando optimizar la efectividad de la restauración. Este trabajo tiene como objetivo analizar el paisaje en las Áreas de Protección Ambiental (APA) Corumbataí y Piracicaba y sus municipios aledaños, priorizando áreas para ser restauradas y conservadas. El análisis se basó en las métricas de conectividad funcional, según la capacidad de desplazamiento de especies en la matriz, y la cantidad de vegetación en el paisaje. Los paisajes con una cobertura vegetal entre el 20% y el 60% están indicados para restauración y por encima del 60% para conservación. En el área de estudio se identificó una importante región de 47.987 hectáreas de "cerrado" y bosque funcionalmente conectado. Específicamente, desde Corumbataí hasta São Pedro, hay un "cinturón" de los últimos remanentes de vegetación tipo sabana en estos municipios, lo que hace de esta una región importante cuando se busca restaurar el "cerrado" en el estado de São Paulo. Además, en Brotas, Analândia, Itirapina y São Carlos, hay áreas con altos porcentajes de vegetación nativa y potencial para la conservación, además de otras regiones a lo largo del área de estudio con niveles de vegetación aptos para la restauración. Así, la identificación de áreas con potencial para la restauración puede ser una herramienta importante para la gestión territorial.

Palabras clave: APA Corumbataí; APA Piracicaba; Restauración; Conservación; Análisis del paisaje; Conectividad funcional.

1. Introdução

O aumento das atividades antrópicas, sobretudo das práticas agropecuárias, tem como principal consequência a exploração, fragmentação e diminuição das áreas de vegetação nativa, já que acabam por ocupar e transformar áreas anteriormente naturais, diminuindo assim a conectividade da paisagem e ocasionando prejuízos à fauna e à flora local e regional. Essa perda de vegetação natural é considerada como uma das grandes causas de extinções de espécies, trazendo grandes perdas à biodiversidade, ameaçando, assim, diversos serviços ecossistêmicos prestados pela biota (Fahrig, 2003, 2017; Metzger & Brancalion, 2013; Püttker et al., 2020; Fletcher et al., 2018) como, por exemplo, serviços benéficos para a própria agricultura, como a polinização de plantas nativas e cultivadas (Kremen, et al., 2007; Hadley & Betts, 2011; Coutinho et al., 2021) e o controle de pragas (Margosian et al., 2009). As populações isoladas em paisagens pouco conectadas possuem menores chances de sobrevivência a longo prazo devido à redução do fluxo gênico e da quantidade e qualidade dos recursos disponíveis, levando a uma possível diminuição da variabilidade genética dessas espécies (Silva et al., 2011; Boscolo & Metzger, 2011).

Em ecologia de paisagens há dois conceitos distintos sobre conectividade na paisagem, os quais podem ser usados para entender e mitigar os efeitos do isolamento das populações de espécies, sendo eles a conectividade estrutural, que não leva em conta as relações comportamentais entre o organismo e a paisagem, considerando apenas as estruturas físicas entre os fragmentos; e a conectividade funcional, que é relacionada ao grau de movimentação e o fluxo gênico das espécies dentro da

paisagem, podendo ser entendida como a resposta de cada organismo aos diversos tipos de matriz e a interação entre a capacidade de movimentação dos indivíduos e a estrutura da paisagem (Uezu et al., 2005; Belisle, 2005; Kadoya, 2008; Villard & Metzger 2014). Neste sentido, considerar a conectividade funcional da paisagem pode garantir serviços ecossistêmicos, como por exemplo, a polinização (Hadley & Betts, 2011). Assim sendo, qualquer esforço para aumentar a conectividade na paisagem, a quantidade e qualidade das áreas de habitat natural e diminuir a fragmentação e a distância entre os fragmentos, pode ser vantajoso para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Portanto, apostar na recuperação por meio do aumento das áreas de habitat e da configuração do habitat na paisagem, em conjunto, torna-se uma boa opção nos esforços de restaurações ambientais (Fletcher et al., 2018). Para isso, torna-se estratégico a utilização de análises sobre a conectividade funcional como norteadores das ações de restauração, permitindo um maior enfoque de ações em áreas relevantes para o aumento da conectividade na paisagem.

Tambosi e Metzger (2013) trazem, dentro do cenário da restauração, a importância de se priorizar as áreas a serem restauradas para que haja maior ganho socioambiental e chance de sucesso no processo, pois muitas vezes as iniciativas contam com restrições orçamentárias, humanas, operacionais, legais e/ou políticas. Os autores apontam a relevância de se ter, como “candidatos” à restauração, as áreas abandonadas dentro de propriedades privadas, dependendo do interesse dos proprietários. Assim, a identificação de áreas prioritárias para conservação e restauração deve levar em conta o contexto espacial, social e a estrutura da paisagem (Duarte et al. 2018).

A quantidade de vegetação nativa pode ser outro importante fator utilizado na priorização de áreas, tendo em vista que a vegetação nativa na paisagem facilita os deslocamentos, auxiliando na ocupação da biota nas manchas remanescentes. Nesse sentido, quanto maior a cobertura de vegetação nativa na paisagem melhor será para conservação das espécies e dos serviços ecossistêmicos nessa paisagem (Fahrig 2003; Fahrig et al. 2013; Banks-Leite, 2014). Boscolo e Metzger (2011) encontraram uma diminuição na ocorrência de aves na Mata Atlântica quando a porcentagem de remanescentes na paisagem estava abaixo de 30%. A configuração da paisagem e a qualidade e localização das manchas de vegetação nativa se mostram fortes determinantes da abundância de espécies em paisagens com cobertura florestal intermediária, de aproximadamente 30%, quando comparadas com paisagens com 10% ou 50% de cobertura de vegetação nativa (Martensen et al., 2012; Pardini et al., 2010; Crouzeilles, 2015). Tambosi e colaboradores (2013) apontam que acima de 50% de cobertura vegetal já há vegetação suficiente para que o processo de restauração ocorra mais facilmente de maneira natural, pois há uma maior proximidade entre as manchas, facilitando o fluxo de indivíduos, sementes e afins. Assim sendo, a quantidade de vegetação nativa disponível na paisagem se apresenta como um importante fator na manutenção da biodiversidade. Tambosi e colaboradores (2014) trazem as áreas com vegetação acima de 60% como fonte de biodiversidade, com alta resiliência, já áreas com níveis de vegetação entre 20% e 60% de resiliência média, nas quais devem se focar os projetos de restauração. Já Püttker e colaboradores (2020) consideram como paisagens de baixa quantidade de habitat quando abaixo de 30%, média quantidade de habitat entre 30% e 60% e alta acima de 60%. Assim sendo, para este trabalho, consideraram-se áreas entre 20% e 60% de cobertura de vegetação nativas como potenciais bons candidatos para a restauração, uma vez que abaixo dos 20% os fragmentos estão em maior nível de isolamento, sendo necessário mais tempo e recursos para a restauração e acima de 60% essas áreas já estão bem estabelecidas, com maiores níveis de conectividade.

A utilização de um grupo funcional pode auxiliar na determinação de diretrizes e critérios para a análise da conectividade em uma área, tendo em vista que a conectividade funcional é relativa à percepção dos organismos (Awade, Metzger, 2008; Belisle, 2005). As informações sobre grupos funcionais de espécies, aquelas que compartilham traços funcionais, podem auxiliar também na priorização de áreas em projetos de restauração com a recuperação da conectividade da paisagem centrada nesse grupo de espécies (Metzger & Brancalion, 2013; Goodwin, 2003). Um grupo funcional de espécies

pode ser definido como um agrupamento de espécies, com ou sem relações filogenéticas, que compartilham algumas características mensuráveis, sejam fisiológicas, morfológicas ou comportamentais, afetando diretamente a capacidade de reprodução, crescimento e sobrevivência (Brasil & Huszar, 2011).

A Área de Proteção Ambiental (APA) é uma das categorias de Unidades de Conservação instituídas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação no Brasil, criada pela Lei Federal nº 9.985 (Brasil, 2000) e possui, como principais objetivos, a conservação da biodiversidade, manutenção do uso sustentável dos recursos naturais e regulamentação do processo de ocupação territorial (Brasil, 2011), sendo um importante instrumento para a manutenção da biota e dos serviços ecossistêmicos locais e regionais (Cabral, 2002). Por possuírem parte do território sobreposto, as APAs Piracicaba e Corumbataí, em São Paulo, possuem gestão integrada e conselho unificado. Como grande motivador da criação dessas APAs está a presença das cuestas basálticas nessa região, importante formação geomorfológica responsáveis por inúmeros cenários de belezas naturais, além de ser um grande divisor de água, englobando bacias hidrográficas e áreas de recarga do Aquífero Guarani, de grande importância para abastecimento público nessa região do estado de São Paulo (Cabral, 2002).

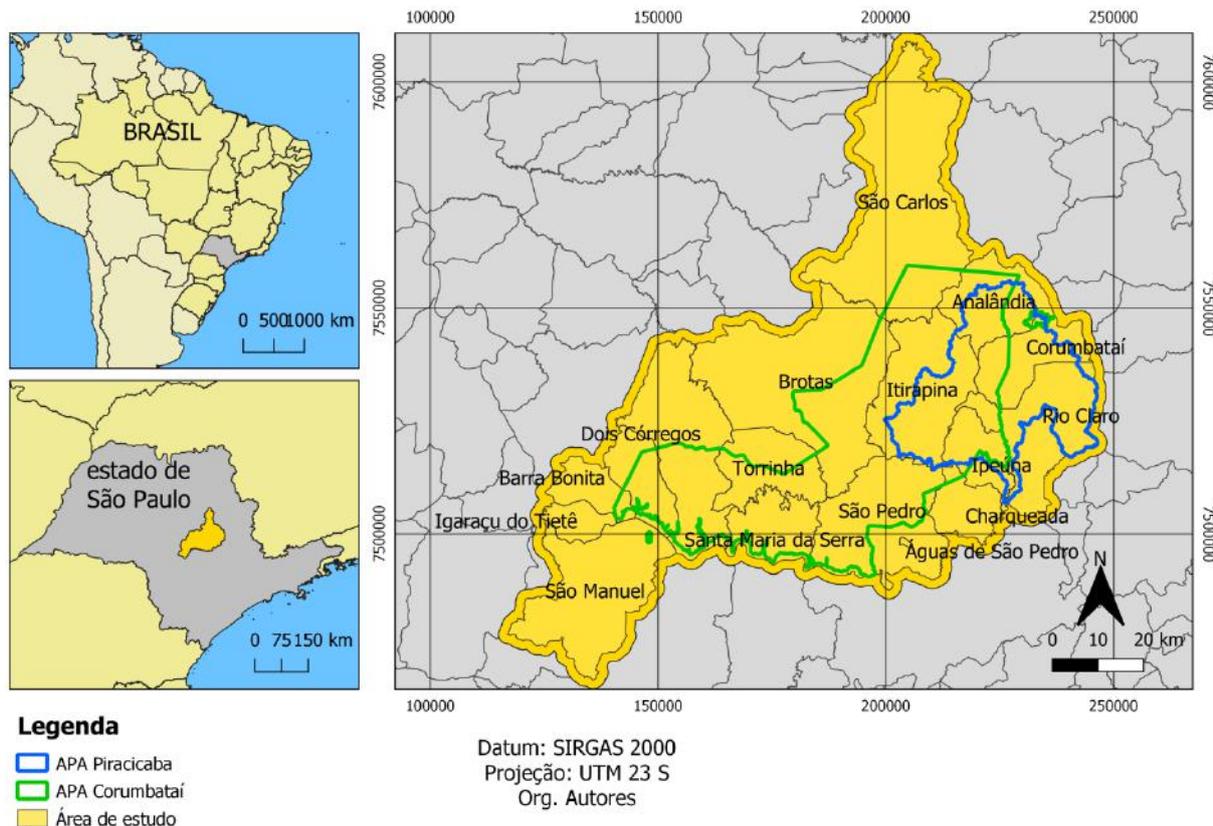
Deste modo, este trabalho busca realizar a análise da paisagem das APAs Corumbataí e Piracicaba sob o prisma da conectividade funcional e sob o ponto de vista de um grupo funcional de espécies, com a finalidade de propor áreas prioritárias de vegetação natural a serem restauradas e conservadas. Esta análise da paisagem abrange todos os municípios formadores das APAs, visando facilitar a construção de políticas públicas que almejam o aumento da conectividade e da quantidade de vegetação nativa, buscando assim melhorar as condições ambientais para a biota e os serviços ecossistêmicos na região. Sendo que esta análise pode ser repetida para qualquer outra região, fitofisionomias e grupos funcionais. Este trabalho faz parte do levantamento de dados da Câmara Técnica de Biodiversidade para a construção do Plano de Proteção e Recuperação da Biodiversidade das APAs, iniciado em 2019, contando com a participação direta da gestão das APAs na época.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A área de estudo (Figura 1) corresponde aos territórios das duas APAs e seus municípios formadores somados aos municípios de Águas de São Pedro e Igarapu do Tietê. Ademais, foi adicionada uma “borda” (*buffer*) de 2 km no entorno dos municípios para possibilitar e facilitar o uso de certas métricas de paisagem, diminuindo a perda de informações sobre as paisagens conectadas que se estendem para além dos limites municipais.

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autores (2021).

O perímetro Corumbataí (APA Corumbataí) é uma das três partes da APA Corumbataí, Botucatu e Tejuapé. A APA Corumbataí localiza-se no estado de São Paulo, é parte das Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - UGRHI Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRHI 5), assim como do Tietê Jacaré (UGRHI 13), Tietê Sorocaba (UGRHI 10) e Mogi Guaçu (UGRHI 09). A APA Corumbataí possui uma área de 275.317,905 hectares, englobando os municípios de Analândia, Barra Bonita, Brotas, Charqueada, Corumbataí, Dois Córregos, Ipeúna, Itirapina, Mineiros do Tietê, Rio Claro, Santa Maria da Serra, São Carlos, São Manuel, São Pedro e Torrinha, e possui como principais fitofisionomias Cerrado e a Mata Atlântica (Secretaria De Infraestrutura E Meio Ambiente-SP, 2020). A APA Piracicaba/ Juqueri-Mirim - Área 1 (APA Piracicaba) representa uma das duas áreas da APA Piracicaba/ Juqueri-Mirim. Localiza-se também no estado de São Paulo, possui uma área total de 114.323,873 hectares e possui, como propósito, a garantia da qualidade das águas no abastecimento público na região, abastecendo Rio Claro e Piracicaba, além da proteção da fauna e da flora local (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE-SP, 2020). Seu território está totalmente contido na UGRHI 5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiá.

2.2 Grupo funcional

Para a elaboração do grupo funcional, comparou-se uma lista de espécies com ocorrência nas APAs e a lista de espécies alvo do Programa BIOTA/FAPESP (2008). O programa BIOTA, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) surgiu com o propósito de disponibilizar informações biológicas geradas com cunho científico para servir de subsídio na tomada de decisões e na sustentação de políticas públicas na área ambiental no Estado de São Paulo. Para ser

considerada alvo, a espécie deveria se enquadrar em pelo menos uma das seguintes condições: estar ameaçada de extinção nas esferas internacionais, nacionais e estaduais; ser espécie rara no estado de São Paulo; ter alto requerimento de habitat e capacidade de deslocamento baixa ou média; ter alta susceptibilidade a perturbações antrópicas; e ser espécie especialista e espécies com endemismo restrito.

Esta etapa de comparação entre a lista de espécies alvo e as espécies de ocorrência da APA resultou em apenas 3 espécies. Portanto, decidiu-se expandir essa busca para além das espécies alvo do BIOTA/FAPESP. Realizou-se um novo levantamento bibliográfico, visando encontrar dados de deslocamento na matriz (áreas de não habitat) para as espécies com ocorrência registrada nas APAs. A partir dessa nova busca na literatura sobre dados de deslocamentos, encontrou-se 21 espécies com ocorrência nas APAs e com valores de deslocamentos descritos. A lista definitiva contou com 24 espécies da fauna registradas nas APAs, incluindo aves e mamíferos, de acordo com a disponibilidade de informações sobre deslocamentos, sendo estes os grupos mais estudados no material encontrado durante a revisão bibliográfica e para as quais obteve-se informações sobre deslocamento na matriz (Tabela 1). A partir das informações encontradas para as distâncias de deslocamento na matriz, considerou-se a distância média de 120 metros como parâmetro para o cálculo das métricas de conectividade funcional. Sendo essa uma distância média que engloba boa parte das espécies encontradas.

Tabela 1: Lista de espécies registradas nas APAs e as distâncias percorridas pelos organismos fora das áreas de vegetação nativa. A terceira coluna apresenta as referências dos trabalhos encontrados.

Nome Popular (Nome Científico)	Deslocamento na matriz (m)	Referência
Alma-de-gato (<i>Piaya cayana</i>)	75	Lees, A.C. Peres, C.A., 2009.
Arapaçu - verde (<i>Sittasomus griseicapillus</i>)	150	Marini, M. A., 2010.
Barranqueiro-de-olho-branco (<i>Automolus leucophthalmus</i>)	150	Marini, M. A., 2010.
Bico-chato-de-orelha-preta (<i>Tolmomyias sulphurescens</i>)	50	Marini, M. A., 2010.
Cabeçudo (<i>Leptopogon amaurocephalus</i>)	200	Marini, M. A., 2010.
Canário-do-mato (<i>Basileuterus flaveolus</i>)	150	Marini, M. A. 2010.
Choca-da-mata (<i>Thamnophilus caerulescens</i>)	60	Awade, M.; Metzger, J. P., 2008.
Choquinha-lisa (<i>Dysithamnus mentalis</i>)	150 - 650	Marini, M. A., 2010.
Enferrujado (<i>Lathrotriccus euleri</i>)	150 - 650	Marini, M. A., 2010.
Guaracavuçu (<i>Cnemotriccus fuscatus</i>)	100	Marini, M. A., 2010.
Morcego - fruteiro (<i>Sturnira lilium</i>)	50	Bianconi <i>et al.</i> , 2007.
Patinho (<i>Platyrrinchus mystaceus</i>)	150 - 650	Marini, M. A. 2010.
Papa-taoca-do-sul (<i>Pyriglena leucoptera</i>)	60	Uezu <i>et al.</i> , 2005.
Periquitão-maracanã (<i>Aratinga leucophthalmus</i>)	425	Lees, A.C.; Peres, C.A., 2009.
Pica-pau-de-banda-branca (<i>Dryocopus lineatus</i>)	425	Lees, A.C.; Peres, C.A., 2009.
Pula-pula-assobiador (<i>Basileuterus leucoblepharus</i>)	100	Uezu <i>et al.</i> , 2005

Pula-pula-de-barriga-branca (<i>Basileuterus hypoleucus</i>)	50 - 150	Marini, M. A., 2010.
Pula - pula (<i>Basileuterus culicivorus</i>)	54	Awade, M.; Metzger, J. P., 2008.
Tangará (<i>Chiroxiphia caudata</i>)	130	Uezu et al., 2005
Tiê-preto (<i>Tachyphonus coronatus</i>)	150	Marini, M. A., 2010.
Tiê-de-topete (<i>Trichothraupis melanops</i>)	50	Marini, M. A., 2010.
Tico-tico-de-bico-amarelo (<i>Arremon flavirostris</i>)	150 - 650	Marini, M. A., 2010.
Surucúá - variado (<i>Trogon surrucura</i>)	10	Uezu et al., 2005.
Vira-folha (<i>Sclerurus scansor</i>)	150	Marini, M. A., 2010.

Fonte: Autores (2021).

2.3 Mapas de uso e ocupação e métricas da paisagem

Para a obtenção dos dados utilizados nos mapas de uso e ocupação do solo, foi utilizada a plataforma online MapBiomias. A plataforma conta com a colaboração e participação de diversos pesquisadores e especialistas em sensoriamento remoto e uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) em parceria com o *Google Earth Engine* e possui como principal propósito gerar mapas anuais de uso e ocupação do solo de todo território brasileiro, contando com mapas desde 1985 até a atualidade (Mapbiomas, 2021). O mapa de uso e ocupação do solo utilizado para este trabalho representa o ano de 2019 e para a confecção dos mapas foi utilizado o software QGIS versão 3.10.5. Utilizaram-se os softwares *Fragstats* 4.2 (2013), assim como o GRASS GIS 7.6.1 (2020), para o cálculo das métricas de paisagem e, conseqüentemente, para a análise da paisagem. O pacote *LandScape Metrics (LSMetrics)* foi utilizado dentro do GRASS GIS, sendo esse pacote gratuito uma importante ferramenta no cálculo de métricas e estatísticas dentro da ecologia de paisagem, como métricas de conectividade e índices de diversidade ecológica, sendo, por consequência, um grande aliado na gestão territorial e em projetos de restauração e conservação (Niebuhr, et al, 2018). As imagens raster para ambos os softwares foram classificadas no sistema de coordenadas métricas, para este trabalho as imagens foram projetadas no datum SIRGAS 2000 projeção UTM Zona 23S.

Para este trabalho, calcularam-se duas métricas da paisagem:

- Área Conectada Funcionalmente (*Functionally Connected Area*): essa métrica faz parte do pacote LSMetrics e calcula a quantidade total de área em hectares conectada funcionalmente a partir da distância de deslocamento informada, que para este trabalho foi de 120 metros. Essa métrica cria um *buffer* equivalente à metade da distância informada para cada fragmento, agrupando os fragmentos nos quais os *buffers* se sobrepõem, sendo realizada uma soma da área dos fragmentos agrupados. Sendo assim, essa métrica permite que se identifiquem as regiões mais e menos conectadas funcionalmente, agrupando os fragmentos que estão próximos o suficiente para permitir o deslocamento de 120 metros para a fauna;
- Porcentagem da paisagem (*Percentage of Landscape - PLAND*): essa métrica calcula a porcentagem do tipo de uso e ocupação do solo escolhido na paisagem, quantificando a abundância de cada uso da paisagem, sendo apropriada para se compreender a composição da paisagem. Neste estudo escolheu-se como tipos de habitat a formação florestal, formação savânica (representando a vegetação de cerrado) e a soma dessas duas classes, nomeada de vegetação nativa.

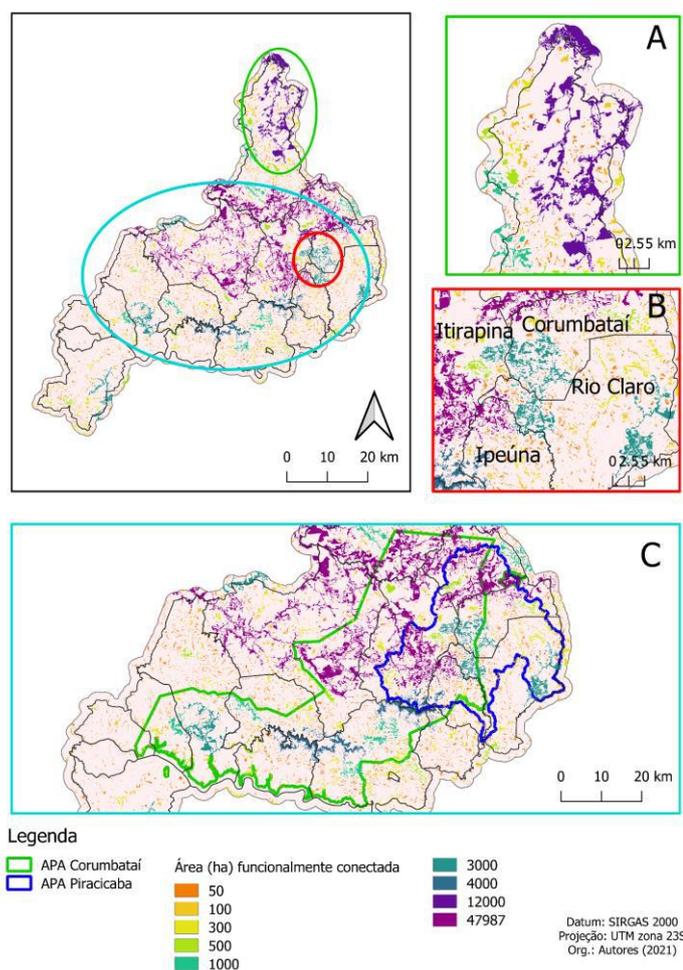
Empregou-se a análise do tipo *moving window* para a métrica PLAND, pois esse tipo de análise, realizada pelo *Fragstats*, nos permite criar um gradiente de variação, sendo esse gradiente contínuo em toda a paisagem. A análise do tipo *moving window* gera uma “janela”, de raio previamente estabelecido, a partir do centro de cada *pixel* da imagem e realiza os cálculos dentro dessa janela criada. Para a métrica PLAND, a análise *moving window* calculou, a partir do centro de cada pixel, a porcentagem de vegetação (formação florestal, formação savânica e a soma das duas classes) dentro da janela, sendo o raio estabelecido de 1 km, baseado em Tambosi e Metzger (2013), os quais empregam raios de 1 km na determinação de paisagens focais para restauração. Portanto, como produto final, tem-se um mapa com gradientes de porcentagem de vegetação natural, indicando quais as áreas com maiores e menores concentrações de habitat. Esta análise leva em conta apenas os níveis de vegetação, desconsiderando as diferenças de relevo na paisagem. Sendo essa análise da paisagem uma pesquisa com metodologia qualitativa-quantitativa (Pereira et al., 2018).

3. Resultados e Discussão

A análise de conectividade da paisagem com base em 120 m de capacidade de deslocamento na matriz do grupo funcional escolhido evidenciou áreas prioritárias para conservação e restauração, sendo essas áreas de vegetação florestal e savânicas juntas (vegetação nativa), principalmente entre os municípios de Brotas, Itirapina, Analândia, Corumbataí e São Carlos, somando 47.987 ha no total, na região corresponde à metade superior da APA Corumbataí e à parte norte e oeste da APA Piracicaba (Figura 2 - C). A Figura 6 traz áreas conectadas funcionalmente em até 50 hectares, até 100 ha, até 300 ha, assim por diante, até o maior valor de área conectada funcionalmente que é de 47.897 ha.

O município de São Carlos apresenta uma área conectada de 11.982 ha (Figura 2 - A), que se estende para além dos limites da área de estudo, podendo haver conexão com outras unidades de conservação como a Estação Ecológica Jataí e à Estação Experimental de Luiz Antônio, e com potencial conexão com o Parque Estadual do Vassununga e com a Área de Interesse Ecológico Cerrado Pé-de-Gigante. Ao se analisar cada habitat separadamente algumas áreas aparecem de maneira mais discreta, porém ao se analisar os habitats em conjunto é possível identificar outras áreas conectadas, tem se como exemplo a região entre Rio Claro, Ipeúna, Itirapina e Corumbataí com 2.156 ha de floresta e savanas (Figura 2 - B). Nota-se um aumento de áreas conectadas também no município de São Pedro que, apesar de possuir pouca porcentagem de formações savânicas (1,5%), quando somadas com os fragmentos da Formação Florestal, surgem algumas novas áreas conectadas entre 100 ha e pouco mais de 600 ha.

Figura 2: Detalhe dos limites das APA's Piracicaba e Corumbataí (quadro C), as quais abrigam grandes áreas funcionalmente conectadas, como a região das cuestas com cerca de 4.000 ha conectados. Tem-se também a área funcionalmente conectada no norte de São Carlos (quadro A) com cerca de 12.000 ha, além da área que conecta os municípios de Rio Claro, Ipeúna, Itirapina e Corumbataí (quadro B).



Fonte: Autores (2021).

Todas essas grandes áreas são potenciais habitats para espécies da fauna, como, por exemplo, a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), com ocorrência na área de estudo. Azevedo e colaboradores (2019) monitoraram 16 jaguatiricas, encontrando uma área de vida média de 2.775 hectares. Outra espécie que pode ser encontrada na região é o morcego-beija-flor (*Glossophaga soricina*), importante ator na polinização. Aguiar, Bernard e Machado (2014) estudaram o uso do habitat para a espécie, encontrando uma área de vida que varia entre 430 a 890 ha, sendo esta uma espécie com grandes capacidades de deslocamentos, explorando também paisagens fragmentadas.

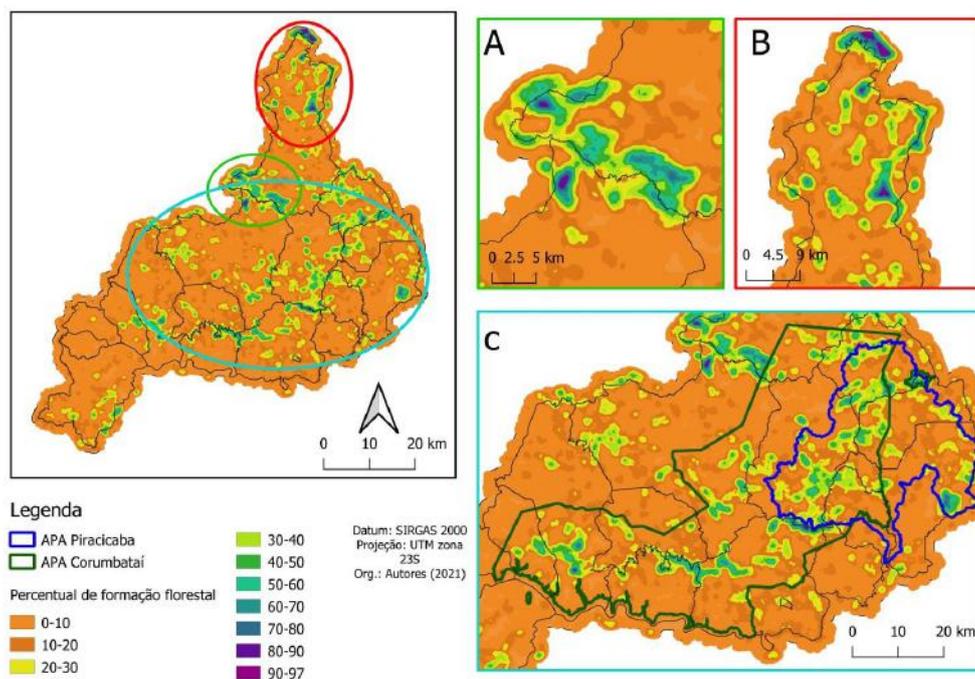
Todos os fragmentos naturais possuem sua importância e devem ser mantidos, assim como pequenas áreas conectadas, que também possuem seu papel na conservação da biodiversidade (Fahrig, 2017). Hansbauer e colaboradores (2008) analisaram a resposta de três espécies de aves no que tange a suas áreas de vida em paisagens fragmentadas. As espécies observadas foram *Chiroxiphia caudata* (tangará), *Pyriglena leucoptera* (papa-taoca-do-sul) e *Sclerurus scansor* (vira-folha), todas com registros de ocorrência nas APAs. A área de vida encontrada para *C. caudata* variou entre 1,6 a 15,6 ha, *S. scansor* utilizou uma área de vida de 1,8 a 19,5 ha, já para o *P. leucoptera* a área utilizada foi entre 7,2 e 18,1 ha. Isso mostra a importância dos pequenos fragmentos, os quais podem ser utilizados por espécies menos sensíveis a alterações ambientais. No

entanto, a qualidade dos fragmentos ainda se mantém como uma importante questão na ocorrência e manutenção de espécies em pequenos fragmentos.

Diversos estudos reforçam que a variação entre a quantidade de floresta na paisagem é de extrema importância para os esforços de restauração da vegetação nativa, pois são as áreas que com menor esforço podem gerar resultados positivos do ponto de vista da conservação e manutenção das espécies nativas (Martensen *et al.*, 2012; Pardini *et al.*, 2010; Tambosi & Metzger, 2013; Tambosi *et al.*, 2014). Essas áreas, se restauradas, podem trazer grandes benefícios à biota. Muitas dessas áreas se sobrepõem às áreas com altos níveis de conectividade funcional, facilitando a visualização do entorno dos fragmentos conectados. Vista a importância da porcentagem de vegetação natural na paisagem para o planejamento ambiental a análise *moving window* mostra que os municípios de Brotas, São Carlos, Analândia, Itirapina, São Pedro e Dois Córregos abrigam algumas das áreas que apresentam mais de 60% de cobertura florestal, dentro do raio de 1 km da janela móvel considerada na análise deste trabalho (Figura 3).

A análise dos dois habitats simultaneamente deu luz a algumas importantes regiões que, nas análises dos habitats separados, não se faziam tão claras, como, por exemplo, uma região no município de Dois Córregos que se estende para o município vizinho, Mineiros do Tietê (Figura 3 - A). Esta região apresenta três áreas não conectadas, porém há um grande potencial para sua conexão. Uma das áreas soma pouco mais de 2.800 ha, outra com 660 ha e a menor com 231 ha, sendo essa área indicada para a restauração. A região de Ipeúna demonstra também um potencial para restauração, assim como em Torrinha, Charqueada e em Corumbataí. Observam-se também no município de Barra Bonita duas manchas com potenciais para restauração, com porcentagens de vegetação entre 20% e 60% (Figura 3).

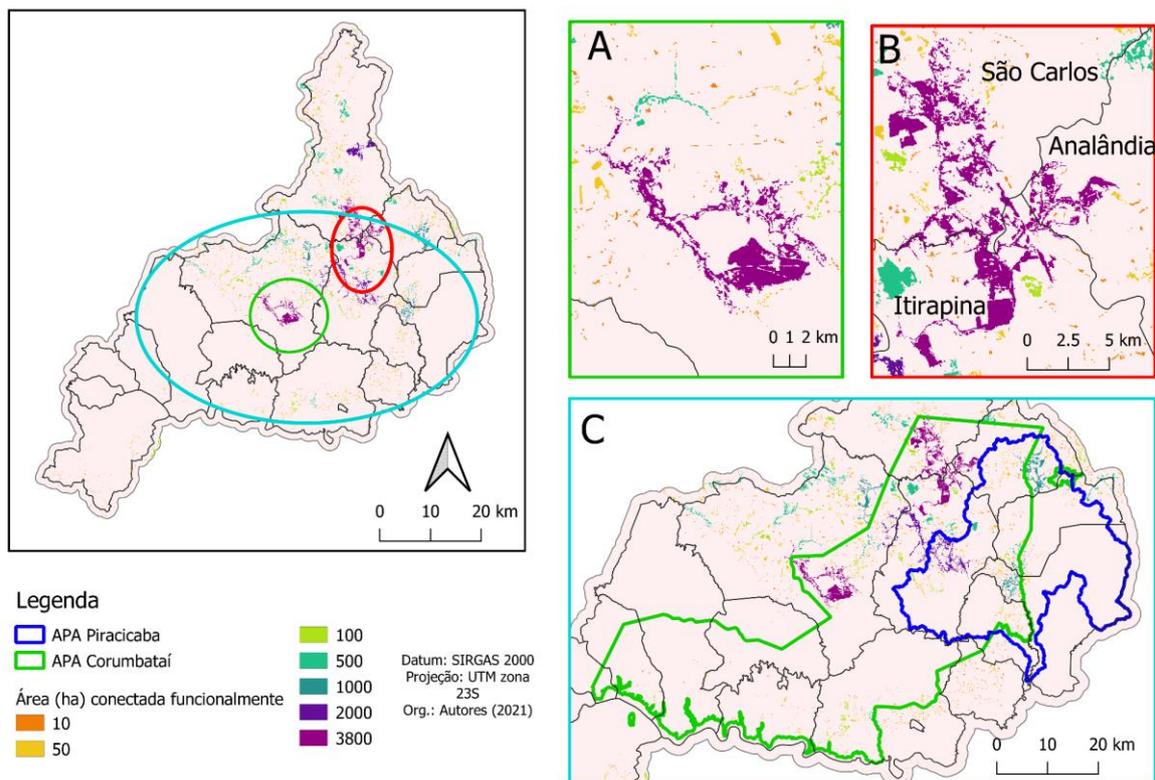
Figura 3: Detalhes da porcentagem de vegetação nativa na paisagem. Em “A” é possível visualizar a região do município de Dois Córregos e Mineiros do Tietê. Em “B” tem-se a região de São Carlos, Analândia, Brotas, Itirapina, Corumbataí, sendo a região central da maior área conectada encontrada com índices de alta cobertura florestal. Em “C” tem-se os limites das APAs.



Fonte: Autores (2021).

Para as formações savânicas, o mapa de conectividade funcional aponta importantes regiões dentro da área de estudo, com maiores quantidades de habitats savânicos conectados (Figura 4). Como destaque, tem-se a região da divisa entre São Carlos, Itirapina e Analândia, a qual soma 3.784 ha de savanas conectadas (Figura 4 - B), sendo um importante refúgio para a fauna e flora das formações savânicas. Outra relevante região de savana localiza-se no município de Brotas que apresentou uma grande área conectada de 2.023 ha inteiramente dentro de seu território (Figura 4 - A). Estas grandes áreas devem ser conservadas devido à sua grande importância como abrigo para a fauna e flora local. Outra importante região, com significativas quantidades de habitat savânico, encontra-se em no município de Itirapina, com uma área de pouco mais de 1.000 ha conectando o município a Brotas, e outros fragmentos menores, um com 340 ha, lembrando que a grande parte da Estação Ecológica de Itirapina foi classificada como formação campestre, por isso sua menor parcela nos mapeamentos de formação savânica.

Figura 4: Detalhamento para o mapa de conectividade funcional para formação savânica. Tem-se em “A” um fragmento de 2.023 ha inteiramente no município de Brotas; em “B” uma área conectada de 3.784 hectares nos municípios de Itirapina, São Carlos e Analândia; e em “C” os limites das APAs Piracicaba e Corumbataí.



Fonte: Autores (2021).

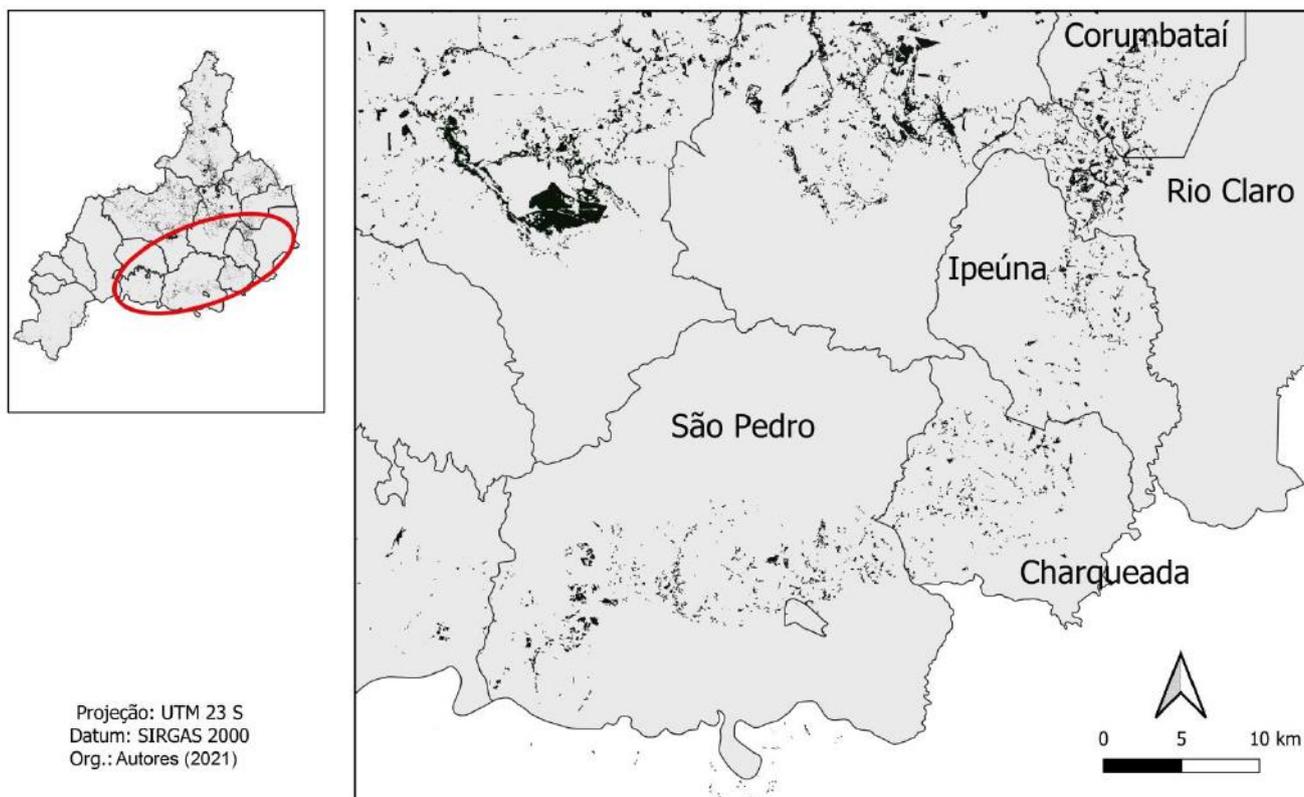
Ambas essas grandes áreas conectadas podem ser refúgios para espécies endêmicas do Cerrado, como, por exemplo, o lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*). Jácomo e colaboradores (2009) monitoraram 45 lobos guarás adultos e cinco sub-adultos por rádio telemetria, encontrando valores de áreas de vida entre 1.378 ha e 8.018 ha. Já Melo e colaboradores (2006) encontraram uma área de vida que variava entre pouco mais de 700 ha a 4.017 ha, dependendo da idade e sexo do indivíduo. Lembrando que o lobo guará possui uma capacidade de deslocamento maior do que os 120 m considerados nesta análise de conectividade. Melo e colaboradores (2006) encontraram capacidades de deslocamentos diários de mais de 1.000 m. Assim

sendo, uma análise focada no lobo guará, considerando as grandes distâncias de deslocamento, poderia revelar outras importantes regiões com grandes áreas conectadas na área de estudo.

Áreas menores podem ser muito significativas para a fauna também, como no caso da raposinha do campo (*Lycalopex vetulus*). Dalponte e colaboradores (2018) buscaram medidas de área de vida para dois casais, encontrando valores de 140 ha a 458 ha. Rocha e colaboradores (2008), a partir de estimativas populacionais, calcularam uma população de 56 indivíduos em uma área de 1.300 ha no Mato Grosso, sendo o lobo-guará e a raposinha do campo espécies de cerrado e com registros de ocorrência nas APAs Corumbataí e Piracicaba.

Nota-se uma ausência quase absoluta de formações savânicas segundo mapeamentos do MapBiomas nos municípios de Barra Bonita, Dois Córregos, Igarapu do Tietê, Mineiros do Tietê, Santa Maria da Serra, São Manuel e Torrinha. Neste cenário, nossas análises revelam um interessante “cinturão” de pequenos fragmentos de formações savânicas entre os Municípios de Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro e São Pedro, que, apesar de não estarem conectados funcionalmente, podem apresentar um potencial para recuperação dessa vegetação nativa, conectando diversos municípios. Esse “cinturão” representa os últimos remanescentes de formações savânicas nesses municípios. Portanto, garantir a manutenção e o incremento desses fragmentos pode ser importante para a preservação das savanas na região (Figura 5).

Figura 5: Remanescentes de savanas, com um destaque para os municípios de Ipeúna, Rio Claro, Corumbataí, São Pedro e Charqueada, com detalhe para o “cinturão” formado pelos últimos remanescentes das formações savânicas nos municípios.

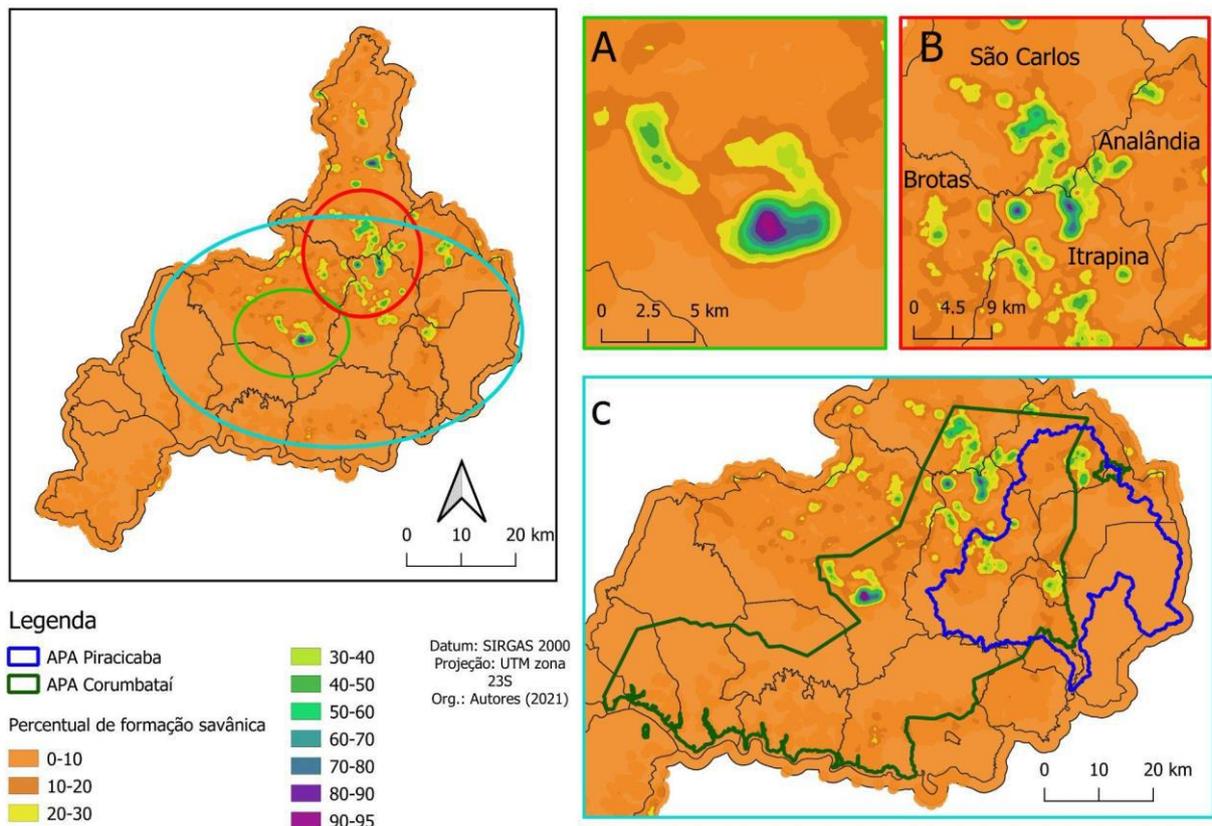


Fonte: Autores (2021).

O mapa de porcentagens de vegetação para as formações savânicas (Figura 6) aponta importantes regiões de savanas na área de estudo. O maior percentual encontra-se em Brotas, com uma área com 95% de vegetação nativa no raio de 1 km

(Figura 6 - A). O município de São Carlos apresenta manchas acima de 60% de formações savânicas, assim como Itirapina e Analândia. Nota-se regiões com percentuais interessantes para a restauração (de 20% a 60%) nos municípios de Analândia, Brotas, Itirapina, Rio Claro e em São Carlos (Figura 6 - B).

Figura 6: Detalhes da porcentagem de cobertura para as formações savânicas. Em “A” tem-se a região do município de Brotas com alta porcentagem de formação savânica. Em “B” tem-se os municípios de São Carlos, Analândia, Itirapina e Brotas os quais apresentam bons índices de vegetação para a restauração. E em “C” tem-se os limites das APAs Piracicaba e Corumbataí.



Fonte: Autores (2021).

4. Considerações Finais

A conectividade na paisagem, assim como a quantidade de habitat, tem extrema importância para a manutenção da biota e dos seus serviços ecossistêmicos (Boscolo & Metzger, 2011; Martensen et al., 2012; Villard & Metzger, 2014). Paisagens com porcentagens de cobertura vegetal entre 20% e 60% tornam-se bons candidatos a restaurações devido à sua facilidade em retomar o mais próximo possível das condições originais. Acima de 60%, essas áreas já estão mais próximas de conservadas, podendo ser consideradas áreas fonte, e abaixo de 20% essas áreas possuem baixa resiliência, tornando o processo de restauração mais trabalhoso e custoso. Paisagens com 30% de vegetação nativa se mostram como abrigos para espécies da fauna, inclusive para espécies com níveis intermediários de sensibilidade a alterações em seu habitat (Martensen et al., 2012; Pardini et al., 2010; Tambosi et al., 2013; Tambosi et al., 2014). Assim sendo, este trabalho visou recomendar a priorização para restauração em áreas com níveis de cobertura florestal acima de 20% e abaixo de 60%, visando a maior

eficiência do processo, porém sem esquecer que qualquer esforço em direção à conservação ambiental já possui potencial de beneficiar a biota. Todo fragmento possui seu enorme valor para a biodiversidade. E também, foram indicadas áreas com porcentagens acima de 60% para serem conservadas. Esta proposição se baseou na conectividade funcional e na quantidade de habitat na paisagem, considerando como grupo funcional os organismos com capacidade de deslocamentos na matriz de 120 metros.

Os mapas de conectividade funcional demonstraram a existência de algumas áreas com capacidade de abrigar espécies como jaguatirica, raposinha do campo, lobo-guará, morcego-beija-flor, além de diversas espécies da avifauna. Essas áreas mostram um potencial de conservação, sendo áreas bem conectadas e com altas porcentagens de vegetação nativa. A presença das APAs se mostra como uma importante ferramenta na manutenção dessas áreas, uma vez que parte dessas grandes áreas encontra-se dentro dos limites das APAs Piracicaba e Corumbataí. Assim sendo, a existência das APAs é essencial para conservação e manutenção dos habitats naturais e de toda a biota na região. A ampliação da análise para além dos limites das APAs visa facilitar os esforços das gestões municipais em projetos de restauração por todo o território, podendo ser utilizado sob a demanda de áreas para compensação de passivos ambientais, por exemplo, assim como na criação de políticas públicas. Este trabalho tem como esperanças futuras auxiliar de fato no aumento da cobertura vegetal e de áreas de habitat na região das APAs e em todos os seus municípios, sendo que análises desse tipo podem ser replicadas para quaisquer outras regiões, vegetações e grupos funcionais. Trabalhos futuros podem incluir também análises da conectividade funcional para outras espécies, não incluídas nas análises apresentadas, como por exemplo, espécies de plantas, anfíbios, répteis, insetos, etc. Estudos futuros podem incluir também análises relativas aos efeitos da estrutura e conectividade da paisagem nos processos e serviços ecológicos, principalmente para fomentar melhores decisões de gestão nessas paisagens.

Referências

- Aguiar, L. M. S., Bernard, E., & Machado, R. B. (2014) Habitat Use And Movements Of *Glossophaga Soricina* And *Lonchophylla Dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) In A Neotropical Savannah. *Zoologia*, 31(3), 223-229. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702014000300003>.
- Azevedo, F., C. C., Mähler, J. K. F., Indrusiak, C. B., Scognamillo, D., Conforti, V. A., Morato, R. G., Cavalcanti, S. M. C., Ferraz, K. M. P. M. B., & Crawshaw, P. G. (2019) Spatial Organization And Activity Patterns Of Ocelots (*Leopardus Pardalis*) In A Protected Subtropical Forest Of Brazil. *Mammal Research*, 64(4), 503-510. <https://doi.org/10.1007/s13364-019-00430-9>.
- Awade, M., & Metzger, J. P. (2008) Using Gap-Crossing Capacity To Evaluate Functional Connectivity Of Two Atlantic Rainforest Birds And Their Response To Fragmentation. *Austral Ecology*, 33, 863-871. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2008.01857.x>.
- Banks-Leite, C., Pardini, R., Tambosi, L. R., Pearse, W. D., Bueno, A. A., Bruscatin, R. T., Condez, T. H., Dixo, M., Igari, A. T., Martensen, A. C., & Metzger, J. P. (2014) Using Ecological Thresholds To Evaluate The Costs And Benefits Of Set-Asides In A Biodiversity Hotspot. *Science*, 345(6200), 1041-1044. <https://doi.org/10.1126/science.1255768>.
- Bélisle, M. (2005) Measuring Landscape Connectivity: The Challenge Of Behavioral Landscape Ecology. *Ecology*, 86(8), 1988-1995.
- Bianconi, G. V., Mikich, S. B., Teixeira, S. D., & Maia, B. H. L. N. S. (2007) Attraction of Fruit-Eating Bats with Essential Oils of Fruits: A Potential Tool for Forest Restoration. *BIOTROPICA*, 39(1), 136-140. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00236.x>.
- Boscolo, M., & Metzger, J. P. (2011) Isolation Determines Patterns Of Species Presence In Highly Fragmented Landscapes. *Ecography*, V. 34, P. 1018-1029. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2011.06763.x>.
- Brasil, J., & Huzsar, V. L. M. (2011) O Papel Dos Traços Funcionais Na Ecologia Do Fitoplâncton Continental. *Oecologia Australis*, 15(4), 799-834. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2011.1504.04>.
- Brasil. (2000) Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União de 19 de julho de 2000. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm.
- Brasil (2012) Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, Decreto Nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional De Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 76 P. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm.

- Cabral, N., R., A., J. (2002) Análise Para O Estabelecimento Do Perímetro De Uma Área De Proteção Ambiental: O Caso Da Porção Norte Da Apa Corumbataí- Sp. Tese (Doutorado Em Ciências Da Engenharia Ambiental) - Escola De Engenharia De São Carlos, Universidade De São Paulo. São Carlos, P. 196. 2002.
- Coutinho, J. G. E., Hipólito, J., Santos, R. L. S., Moreira, E. F., Boscolo, D., & Viana, B. F. (2021) Landscape Structure Is A Major Driver Of Bee Functional Diversity In Crops. *Frontiers In Ecology and Evolution*, 9, 1-13, <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.624835>.
- Crouzeilles, R., Beyer, H. L., Mills, M., Grelle, C. E. V., & Possingham, H. P. (2015) Incorporating habitat availability into systematic planning for restoration: a species-specific approach for Atlantic Forest mammals. *Diversity And Distributions*, 21(9), 1027-1037. <https://doi.org/10.1111/ddi.12349>.
- Dalponete, J. C. Lima, H. S., & Klorfine, S., Luz, N. C. (2018) Home range and spatial organization by the Hoary Fox *Lycalopex Vetulus* (Mammalia: Carnivora: Canidae): response to social disruption of two neighboring pairs. *Journal Of Threatened Taxa*, 10 (6) 11703-11709. <https://doi.org/10.11609/jott.3082.10.6.11703-11709>.
- Duarte, G.T., Santos, P. M., Cornelissen, T. G. Ribeiro, M. C. & Paglia, A. P. (2018). The effects of landscape patterns on ecosystem services: meta-analyses of landscape services. *Landscape Ecology*, 33, 1247-1257. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0673-5>.
- Fahrig, L. (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487-515, 2003. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>.
- Fahrig, L. (2013) Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. *Journal of Biogeography*, 40(9), 1649-1663. <https://doi.org/10.1111/jbi.12130>.
- Fahrig, L. (2017) Ecological responses to habitat fragmentation per se. *Annual Review Of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022612>.
- Fahrig, L., Arroyo-Rodríguez, V. Bennett, J. R., Boucher-Lalonde, V., Cazetta, E., Currie, D. J., Eigenbrod, F., Ford, A. T. Harrison, S. P., Jaeger, J. A. G., Koper, N., Martin, A. E., Martin, J. L., Metzger, J. P., Morisson, P., Rhodes, J. R., Saunders, D. A., Simberloff, D., Smith, A. C., Tischendorf, L. Simberloff, D. Smith, A. C., Vellend, M., & Waiting, J. I. (2019) Is habitat fragmentation bad for biodiversity?. *Biological Conservation*, 230, 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.026>.
- Fletcher, R. J., Didham, R. K., Banks-Leite, C., Barlow, J., Ewers, R. M., Rosindell, J., Holt, R. D., Gonzalez, A., Pardini, R., Damschen, E. I., Melo, F. P. M., Ries, L., Prevedello, J. A., Tschamtko, T., Laurance, W. F., Lovejoy, T., & Haddad, N. M. (2018) Is habitat fragmentation good for biodiversity? *Biological Conservation*, 226, 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.022>.
- Goodwin, B. J. (2003) Is landscape connectivity a dependent or independent variable? *Landscape Ecology*, 18, 687-699. <https://doi.org/10.1023/B:LAND.0000004184.03500.a8>.
- Grass Development Team, 2019. Geographic Resources Analysis Support System (Grass) Software, Version 7.6.1. Open Source Geospatial Foundation. <http://Grass.Osgeo.Org>.
- Hadley, A. S., & Betts, M. G. (2011) The effects of landscape fragmentation on pollination dynamics: absence of evidence not evidence of absence. *Biological Reviews Of The Cambridge Philosophical Society*, 87(3), 526-544. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00205.x>.
- Hansbauer, M., Storch, I., Pimentel, R., & Metzger, J. P. (2008) Comparative range use by three Atlantic Forest understory bird species in relation to forest fragmentation. *Journal Of Tropical Ecology*, 24(3), 291-299. <http://doi.org/10.1017/S0266467408005002>.
- Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S. G., Roulston, T., Steffan-Dewenter, I., Vázquez, D. P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E. E., Greenleaf, S. S., Keitt, T. H., Klein, A. M., Regetz, J., & Ricketts, T. H. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10(4), 299-314. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x>.
- Jácomo, A. T. A., Kashivakura, C. K., Ferro, C., Furtado, M. M., Astete, S. P., Tôrres, N. M., Sollmann, R., & Silveira, L. (2009) Home Range And Spatial Organization of Maned Wolves in The Brazilian Grasslands. *Journal Of Mammalogy*, 90(1), 150-157. <https://doi.org/10.1644/07-MAMM-A-380.1>.
- Kadoya, T. (2008) Assessing Functional Connectivity Using Empirical Data. *Population Ecology*, 51(1), <https://doi.org/5-15.0.1007/s10144-008-0120-6>.
- Lees, A. C., Peres, C. A. (2009) Gap-crossing movements predict species occupancy in Amazonian forest fragments. *Oikos*, 118(2), 280-290. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.16842.x>.
- Margosian, M. L., Garrett, K. A., Hutchinson, J. M. S., With, K. A. (2009) Connectivity of the American Agricultural Landscape: Assessing the National Risk of Crop Pest and Disease Spread. *Bioscience*, 141(2), 141-151. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.2.7>.
- Martensen, A. C., Ribeiro, M. C., Banks-Leite, C., Prado, P. I., & Metzger, J. P. (2012) Associations of Forest Cover, Fragment Area, and Connectivity with Neotropical Understory Bird Species Richness and Abundance. *Conservation Biology*, 26(6). <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01940.x>.
- Marini, M. A. (2010) bird movement in a fragmented Atlantic Forest landscape. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 45(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/01650521003656606>.
- Melo, L. F. B., Sábato, M. A. L., Magni, E. M. V., Young, R. J., & Coelho, C. M. (2006) Secret lives of Maned Wolves (*Chrysocyon Brachyurus*, Illiger 1815): As revealed by GPS tracking collars. *Journal Of Zoology*, 271(1) 27-36. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00176.x>.
- Metzger, J. P. W., & Brancalion, P. H. S. (2013) Challenges and opportunities in applying a landscape ecology perspective in ecological restoration: A powerful approach to shape neolandscapes. *Natureza & Conservação*, 11(2), 103-107. <https://doi.org/10.4322/natcon.2013.018>.

- Niebuhr, B. B. S., Martello, F., Ribeiro, J. W., Vancine, M. H., Muylaert, R. L., Campos, V. E. W., Santos, J. S., Tonetti, V. R., & Ribeiro, M. C. (2018) Landscape Metrics (Lsmetrics): A Spatially Explicit Tool For Calculating Connectivity And Other Ecologically-Scaled Landscape Metrics. In Preparation.
- Pardini, R., Bueno, A., Gardner, T. A., Prado, P. I., & Metzger, J. P. (2010). Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. *PLoS one*, 5(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013666>.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria/ RS: Ed. UAB/ UFSC/ NTE. https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf.
- Projeto Mapbiomas – (2021). Coleção 5 Da Série Anual De Mapas De Uso E Cobertura Da Terra Do Brasil, Acessado Em Junho De 2021, Através Do Link: <https://Mapbiomas.Org/>.
- Programa Biota/FAPESP. (2008). Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no estado de São Paulo, São Paulo, 248 P., 2008.
- Püttker, T. et al. (2020) Indirect Effects of Habitat Loss Via Habitat Fragmentation: A Cross-Taxa Analysis of Forest-Dependent Species. *Biological Conservation*, 241, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108368>.
- Rocha, E. C., Silva, E., Feio, R. N., Martins, S. V., & Lessa, G. (2008) Population density of the Hoary Fox, *Lycalopex Vetulus* (Carnivora, Canidae), in pasture and campo sujo areas in Campinápolis, Mato Grosso, Brazil. *Iheringia, Série Zoológica*. 98(1) 78-83. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212008000100011>.
- São Paulo (1983). Decreto Estadual nº. 20. 960 de 08 de junho de 1983. Declara Área De Proteção Ambiental de regiões situadas em diversos municípios, dentre os quais Corumbataí, Botucatu e Tejuapá, São Paulo, São Paulo: junho 1983.
- Secretaria De Infraestrutura E Meio Ambiente-Sp. Guia De Áreas Protegidas. (2020). Disponível Em: <https://Guiadeareasprotegidas.Sp.Gov.Br/Ap/Area-De-Protecao-Ambiental-Corumbatai-Botucatu-Tejupa-Perimetro-Corumbatai/>. Acesso em: Maio de 2021.
- Silva, M., M., Santos, D., G., Reis, L., N., G., Silva, N., R., & Faria, P., O. (2011) Uma proposta de corredor ecológico para o município de Uberlândia/ MG. *Observatorium: Revista Eletrônica De Geografia*, 3(7) 115-133. <https://seer.ufu.br/index.php/Observatorium/article/view/45131>.
- Tambosi, L. R., Martensen, A. C., Ribeiro, M. C. & Metzger, J. P. (2014) A framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. *Restoration Ecology*, 22(2), 169-177. <https://doi.org/10.1111/rec.12049>.
- Tambosi, L. R., & Metzger, J. P. (2013) A framework for setting local restoration priorities based on landscape context. *Natureza & Conservação*, 11(2), 152-157, <http://dx.doi.org/10.4322/natcon.2013.024>.
- Uezu, A., Metzger, J. -P., & Vielliard, J. M. E. (2005). Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. *Biological Conservation*, 123(4), 507-519. <https://doi.org.10.1016/j.biocon.2005.01.001>.
- Villard, M. A., & Metzger, J. P. (2014) Beyond the fragmentation debate: a conceptual model to predict when habitat configuration really matters. *Journal Of Applied Ecology*, 51(0), 309-318. <https://doi.org10.1111/1365-2664.12190>.