



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
IB/IG/IQ/FACE/CDS
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

LUCAS VIANA LIRA RIBEIRO

CONECTIVIDADE DA AVIFAUNA ALINHADA AO PLANEJAMENTO URBANO

**Brasília
2022**

LUCAS VIANA LIRA RIBEIRO

CONECTIVIDADE DA AVIFAUNA ALINHADA AO PLANEJAMENTO URBANO

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientador: Dr. Jorge Madeira Nogueira

**Brasília - DF
2022**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCAS VIANA LIRA RIBEIRO

**CONECTIVIDADE DA AVIFAUNA ALINHADA AO PLANEJAMENTO
URBANO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Ambientais pela
Universidade de Brasília.

Aprovado em: 17 de fevereiro de 2023

Banca Examinadora

Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira (orientador)

FACE – Faculdade de Economia, Administração e Ciências Contábeis - UnB

Prof. Dr. Luciano Soares da Cunha
IG - Instituto de Geociências

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia a minha família e a todos os amigos que me apoiaram e ajudaram nessa jornada acadêmica e a todos profissionais da área ambiental, principalmente os Cientistas Ambientais.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Fabricia e Antônio, que sempre estiveram presentes e se esforçando ao máximo para que essa jornada na graduação acontecesse de forma tranquila e plena.

Aos meus irmãos, Luana e Luan, que sempre foram meu colo e apoio incondicional em qualquer momento

Aos professores da graduação, meus sinceros agradecimentos por todos os ensinamentos transmitidos a nós alunos.

Aos professores que estiveram presentes praticamente em toda minha jornada acadêmica, professor Jorge Madeira, professor Pedro Zucchi e professora Cristiane Barreto. Seus ensinamentos, conselhos e correções me agregaram muito, tanto profissionalmente como na vida.

Aos amigos que o curso me trouxe, principalmente aqueles que trabalharam comigo durante anos na diretoria do nosso querido centro acadêmico.

Ao grupo “Pássaro Voa”, grupo formado na matéria de Trabalho Interdisciplinar Integrado 2 que mostrou que é possível realizar um ótimo trabalho em grupo e construir um grande laço de amizade.

"O dedo que se move escreve, e tendo escrito,
Se vai". - Omar Khayyam

RESUMO

O presente trabalho busca trazer e incrementar o artigo “Understanding the movement of avifauna to assist urban planning” (Ribeiro *et al.*, 2020) apresentado de maneira oral na “International Conference Conservation Latin America and Caribbean”, em 2020 onde o foco do trabalho foi analisar as rotas de conectividade entre remanescentes de cerrado inseridos na matriz urbana da região do campus Darcy Ribeiro, da Universidade de Brasília, localizado na Asa Norte, Distrito Federal. Para a pesquisa foi usado o software LandScape Corridors, que traçou rotas a partir da análise de menor custo de deslocamento para as aves elencadas no estudo, com base em sua ocorrência nas áreas fonte alvo. Os resultados se apresentaram reforçando estudos que demonstram que adensamentos urbanos prejudicam a dispersão da fauna e que a mudança do uso do solo aumenta a permeabilidade da matriz, possibilitando uma maior conectividade entre áreas naturais, auxiliando a conservação da biodiversidade local. É incorporado ao trabalho algumas perspectivas sobre restauração ecológica e como o uso de novas tecnologias que lidam com a temática ambiental, principalmente espacial, pode contribuir com ações mais eficientes no âmbito econômico da restauração ecológica.

Palavras-chave: Conectividade de fauna. Restauração Ecológica. Economia Ambiental.

ABSTRACT

This paper aims to build on the article "Understanding the movement of avifauna to assist urban planning" (Ribeiro et al., 2020), presented orally at the "International Conference Conservation Latin America and Caribbean" in 2020. The focus of the study was to analyze the connectivity routes between remnants of cerrado inserted in the urban matrix of the Darcy Ribeiro campus region of the University of Brasília, located in the North Wing of the Federal District. The LandScape Corridors software was used to trace routes based on the analysis of the least-cost movement for the bird species listed in the study, based on their occurrence in the source-target areas. The results reinforce previous studies that have shown how urban densification negatively affects fauna dispersion and how land use change can increase the permeability of the matrix, enabling greater connectivity between natural areas and aiding in the conservation of local biodiversity. The paper incorporates perspectives on ecological restoration and how the use of new technologies that deal with environmental issues, particularly spatial ones, can contribute to more effective actions in the economic context of ecological restoration.

Key-words: Fauna Connectivity. Ecological Restoration. Environmental Economics.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Uso do Solo da Área de Estudo.....	19
Figura 2 - Mapa das Áreas Fonte-Alvo.....	20
Figura 3 - Rotas de conectividade do Sabiá.....	21
Figura 4 - Rotas de conectividade Bem-te-vi.....	21
Figura 5 - Rotas de conectividade Arirambá de cauda ruiva.....	22
Figura 6 - Rotas de conectividade Curió.....	23
Figura 7 - Rotas de dispersão das aves com foco no setor sul do campus.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACB	Análise custo benefício
ACE	Análise Custo Eficácia
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LSCorridors	Software LandScape Corridors
UNB	Universidade de Brasília

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. AVIFAUNA E CONECTIVIDADE URBANA	15
3. ÁREA DE ESTUDO	16
4. METODOLOGIA	17
5. RESULTADOS	20
6.1 CORREDORES DE CONECTIVIDADE E PLANEJAMENTO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	28
6.2 BENEFÍCIOS DA RESTAURAÇÃO	29
6.3 CUSTOS DA RESTAURAÇÃO	31
7. CONCLUSÃO	34
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	39

1. INTRODUÇÃO

O campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília – UnB, está localizado no bairro da Asa Norte em Brasília, Distrito Federal, onde dentro de sua área e nas adjacências existem fragmentos de vegetação de Cerrado inseridos na matriz urbana. No território da UnB existem alguns fragmentos de cerrado, sendo eles: o Arboreto, a Estação experimental da Biologia e a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Centro Olímpico. Existem outros remanescentes adjacentes identificados, semelhantes aos da UnB, que são o Parque Ecológico Burle Marx, Santuário Ecológico Indígena, Parque Olhos D'água e os jardins do Palácio do Jaburu.

Estas áreas têm por caráter uma ocupação não intensa e certo nível de preservação, sendo que algumas são Unidades de Conservação já formalizadas com plano de manejo e ocupação, como o Parque Olhos D'água (DECRETO N° 15.900, 1994) e a região ARIE do Centro Olímpico (DECRETO No 33.537, 2012). A UnB, em seu Plano Diretor de Uso e Ocupação do Solo de 1998 e Resolução do Conselho Diretor no. 0007/2016, determina áreas de expansão do campus Darcy Ribeiro. A resolução define a porcentagem que cada Setor pode ser ocupado com edificações, sendo que a importância da vegetação remanescente nestes blocos não é levada em conta para a ocupação.

Com a retirada de vegetação remanescente na região intensificam-se os processos de degradação. A biodiversidade local será prejudicada, podendo interferir nos processos de dispersão de fauna, que é essencial na regulação ecológica da região e na manutenção da população das espécies (BENNETT, 2003). Sendo assim a ocupação desorientada e arbitrária pode retirar áreas de vegetação que auxiliam na dispersão destas espécies entre as áreas protegidas, afetando o ecossistema da região, impactando as atividades humanas.

Em toda a região está presente uma notável diversidade de aves, sendo observadas apenas dentro do campus Darcy Ribeiro mais de 200 espécies (Museu Virtual de Aves da UnB, 2019).

As aves representam um grupo diverso de indivíduos e são modelos de uso para medir o impacto da urbanização na biodiversidade (ORTEGA-ÁLVARES E MACGREGOR-FORS, 2011), sendo também consideradas um indicador ideal para o meio terrestre (STOTZ et al., 1996). Além disso, a análise das respostas

das comunidades de aves à fragmentação e à mudança no uso do solo proporciona uma forma de avaliar as condições desse ambiente e sua capacidade em manter a biodiversidade do local, não apenas de aves (GIMENES et al., 2003).

Tendo em vista essa ligação entre a avifauna, expansão do Campus, fragmentação da paisagem, conservação da biodiversidade e das relações ecológicas, o presente trabalho tem como objetivo geral entender a influência do

Campus Darcy Ribeiro sobre a dispersão da avifauna entre as áreas de conservação inseridas na matriz urbana.

2. AVIFAUNA E CONECTIVIDADE URBANA

A manutenção e promoção da biodiversidade em ambientes urbanos é necessária para a perpetuação das espécies e para a sociedade humana (DEARBORN *et al.*, 2010), pois o crescimento citadino torna paisagens urbanizadas um significativo componente de estudo da biodiversidade local e regional. Entender as paisagens urbanas é importante para se compreender a conservação futura das espécies e como podemos mitigar os impactos causados pelo crescimento da população humana (DEARBORN *et al.* 2010).

Além da conservação das espécies, o estudo de paisagens urbanas envolve os serviços ecossistêmicos. Estes são benefícios gerados pela natureza que o homem pode usufruir e muitos deles dependem de vetores animais para acontecerem (BENNETT, 2003). Logo, estão diretamente ligados com as funções da biodiversidade, que promovem a teia de relações dos organismos (ASSESSMENT, 2005). Todos esses serviços influenciam no bem estar e na manutenção das atividades humanas, além do fato da espécie humana depender da regulação dos fluxos de energia naturais, como ciclos químicos e de nutrientes (ASSESSMENT, 2005).

Tais benefícios dos serviços ecossistêmicos e a conservação da biodiversidade, são prejudicados devido a constante expansão e ocupação de novos espaços, criando cada vez mais fragmentos isolados de habitat. A

fragmentação pode ser definida de forma geral como processo pelo qual uma área contínua de habitat é reduzida em tamanho, e dividida em fragmentos separados por um entorno ou 'matriz' de usos do solo diferentes do original (WILCOVE *et al.* 1986).

Já a conectividade pode ser definida como o grau em que a paisagem facilita ou impede o movimento entre os fragmentos de habitat (TAYLOR *et al.*, 1993). A conectividade de grupos funcionais ou espécies entre os remanescentes de vegetação, é influenciada por basicamente dois parâmetros: o componente da estrutura da paisagem e o componente comportamental das espécies (BENNETT, 2003).

A conectividade não pode ser definida baseando-se simplesmente nas distâncias entre manchas, já que é o resultado da interação entre um processo comportamental (movimento) e a estrutura física da paisagem (FORERO-MEDINA e VIEIRA, 2007). Entender a mobilidade de cada organismo através de uma paisagem heterogênea é um dos fatores mais cruciais para se entender a conectividade funcional (D'EON *et al.* 2003).

Os elos de conexão não obrigatoriamente devem ser compreendidos como habitats, mas sim como áreas potenciais de dispersão e uso da fauna ao longo de dois ou mais fragmentos de habitat (SAURA E RUBIO, 2010). Trampolins ecológicos podem ser identificados como pequenas áreas de conexão com o uso do solo que pode beneficiar a dispersão das espécies no meio de uma matriz não favorável (SAURA E RUBIO, 2010). Ou seja, a presença de trampolins aumenta a permeabilidade da matriz

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do presente trabalho, o campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília - UnB está localizado no bairro da Asa Norte em Brasília, Distrito Federal, onde dentro de sua área e nas adjacências existem fragmentos de vegetação de Cerrado inseridos na matriz urbana. No território da UnB existem alguns fragmentos de cerrado, sendo eles: o Arboreto, a Estação experimental da Biologia e a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Centro Olímpico.

Existem outros remanescentes adjacentes identificados, semelhantes aos da UnB, que são o Parque Ecológico Burle Marx, Santuário Ecológico Indígena, Parque Olhos D'água e os jardins do Palácio do Jaburu (as áreas aqui citadas estão presentes nos resultados obtidos pelo estudo).

Estas áreas apresentam uma distância próxima entre elas e é desconhecido o seu valor para a conexão das populações de aves. A UnB, em seu Plano Diretor de Uso e Ocupação do Solo de 1998 e Resolução do Conselho Diretor nº. 0007/2016, determina áreas de preservação, assim como, a expansão do campus Darcy Ribeiro. Este plano de expansão define a porcentagem que cada Setor pode ser ocupado com edificações, sendo que a importância da vegetação remanescente nestes blocos não é levada em conta para a ocupação.

4. METODOLOGIA

Para a realização do trabalho, Ribeiro *et al.* (2020), empregou o software LandScapeCorridors, que utiliza o método de menor custo de deslocamento para as análises de conectividade das paisagens a partir de espécies, facilitando estudos e planejamentos. Tal particularidade do software fornece caminhos que podem ser utilizados pela fauna, em particular as aves em estudos atuais, indicando a relevância da preservação de alguns remanescentes, que podem formar trampolins ou corredores ecológicos (ROSA,2017, SOUSA,2019). Para sua utilização foram necessárias a realização de etapas prévias, que serão descritas a seguir.

As aves são consideradas ideais indicadores para o meio terrestre (STOTZ *et al.*, 1996), e a análise das respostas das comunidades de aves à fragmentação e mudança no uso do solo proporciona uma forma de avaliar as condições desse ambiente e sua capacidade em manter a biodiversidade do local (GIMENES *et al.* 2003).

Foram definidas sete aves para modelagem de dispersão, de forma a abranger diferentes comportamentos ecológicos, e consequentemente, de dispersão, sendo elas: Ariramba-da-cauda-ruiva (*Galbula ruficauda*), Curió (*Sporophila angolensis*), Pica-pau-anão-escamado (*Picumnus albosquamatus*), Bem-te-vi (*Pitangus*

sulphuratus) Beija-flor-tesoura (*Eupetomena macroura*), Coruja-orelhuda (*Asio clamator*) e Sabiá-Laranjeira (*Turdus rufiventris*).

A partir da definição das espécies, para o uso do software se faz necessário alguns procedimentos. O primeiro passo é a criação do mapa de uso do solo, da área de estudo (o campus Darcy Ribeiro e suas áreas adjacentes). A criação do mapa de Uso do solo deste estudo se deu com a utilização do software ArcMap 10.6.1, com algoritmo de Classificação Supervisionada partir da imagem do CBERS-4 Bandas 3, 2 e 4 com resolução de 10 metros tiradas na data de 02 de julho de 2019 às 13:03:00 horas e obtidas pela solicitação ao site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE.

Foram agrupadas a partir dessa interpretação 9 (nove) classes com a proximidade de identificação: Vegetação alta, - formações florestais cerrado mata ciliar e de galeria - Vegetação média - formações arbustivas e de cerrado stricto sensu, jardins baixos - , Vegetação rasteira - gramíneas de jardins em sua maioria, campos sujos e limpo-, Edificações altas - construções maiores que 4 andares, Edificações médias-baixas - construções menores que 2 andares-, Solo Exposto, Vias e Pavimentação, Corpo hídrico e a Borda do Lago.

De acordo com Prina e Trentin (2015) a matriz de confusão é uma forma da representação da qualidade obtida de uma classificação digital de uma imagem. Com a tabela gerada foi feita uma matriz de confusão manualmente usando a inserção dos dados classificados e dos pontos amostrais. Com a matriz de confusão pode-se obter variáveis para a acurácia de dados a partir de amostras, onde o Coeficiente Kappa é uma das variáveis que podem extraídas, gerando um grau de confiabilidade e precisão dos dados classificados, como também, a Exatidão Global (PERROCA E GAIDZINSKI, 2003).

Com as classes de uso do solo definidas é necessário atribuir os valores de custo de deslocamento para cada espécie de ave objeto de estudo. Para este estudo, compreende-se como “custo de deslocamento” a resposta comportamental de cada ave aos tipos vegetacionais/uso-do-solo incluindo a estrutura da vegetação/uso-do-solo (presença ou ausência de poleiros horizontais e verticais, quantidade de estratos vegetacionais), interferência humana (presença humana, rodovias ou áreas construídas) e risco de predação (maior ou menor exposição aos predadores devido às características da vegetação).

A obtenção desses dados é realizada por consulta à especialistas ornitólogos com conhecimento empírico das aves da região, método comumente conhecido como *expert knowledge* (MARTIN *et al.*, 2012). A consulta foi realizada por meio de carta-questionário (Anexo 1), sendo explicada a problemática do estudo, a composição paisagística da área, aspectos das classes de uso-do-solo, a escala da área de estudo, e principalmente, qual o dado que é requisitado.

Os valores foram definidos de 1 a 10, sendo 1 o menor valor para a espécie se deslocar - já que o valor nunca pode ser igual a zero - e 10 o maior custo de deslocamento - representado por usos do solo não favoráveis à espécie. Com os dados de custos definidos, foi feita uma média ponderada para cada valor de uso do solo para cada espécie. Estes valores foram atribuídos ao mapa de uso do solo pela ferramenta reclassify no ArcGis 10.6.1.

O mapa fonte-alvo é caracterizado por quais áreas serão interligadas pelas rotas modeladas. Com base nos estudos sobre a região e os conhecidos fragmentos de habitats dentro foram escolhidas áreas de conservação de cerrado, que representam habitat favorável para as espécies de aves estudadas. Essas áreas apresentam remanescentes de cerrado e estão inseridas na matriz urbana. As áreas da UnB são: A ARIE do Centro Olímpico, o Arboreto, e a Estação Experimental de Biologia.

O software LSCorridors usa dois algoritmos como base para suas simulações, o de menor custo e o algoritmo de múltiplos caminhos (RIBEIRO *et al.* , 2017), permitindo encontrar as rotas principais e rotas alternativas, simulando o comportamento mais próximo a realidade de dispersão (RIBEIRO *et al.* , 2017).

O método definido para a modelagem é o M1, onde é usado como dados de entrada o mapa de resistência e o mapa de áreas fonte-alvo. É necessário gerar um mapa de resistência para cada ave, pois depende do custo de deslocamento individual de cada espécie, totalizando 7 mapas de resistência. O mapa de áreas fonte alvo é o mesmo para todos os modelos. Foi definido o parâmetro de variabilidade igual a 2 (dois), com a função de atribuir maior variabilidade às rotas de dispersão. Foram definidos 50 pontos aleatórios dentro de cada área fonte-alvo, totalizando 50 rotas modeladas para cada par de áreas fonte alvo.

5. RESULTADOS

A partir dos procedimentos adotados na metodologia foi gerado o seguinte mapa de uso do solo da área de estudo (figura 1) e o mapa das áreas fonte-alvo (figura 2).

Figura 1 - Mapa de Uso do Solo da Área de Estudo (RIBEIRO *et al.* 2020)

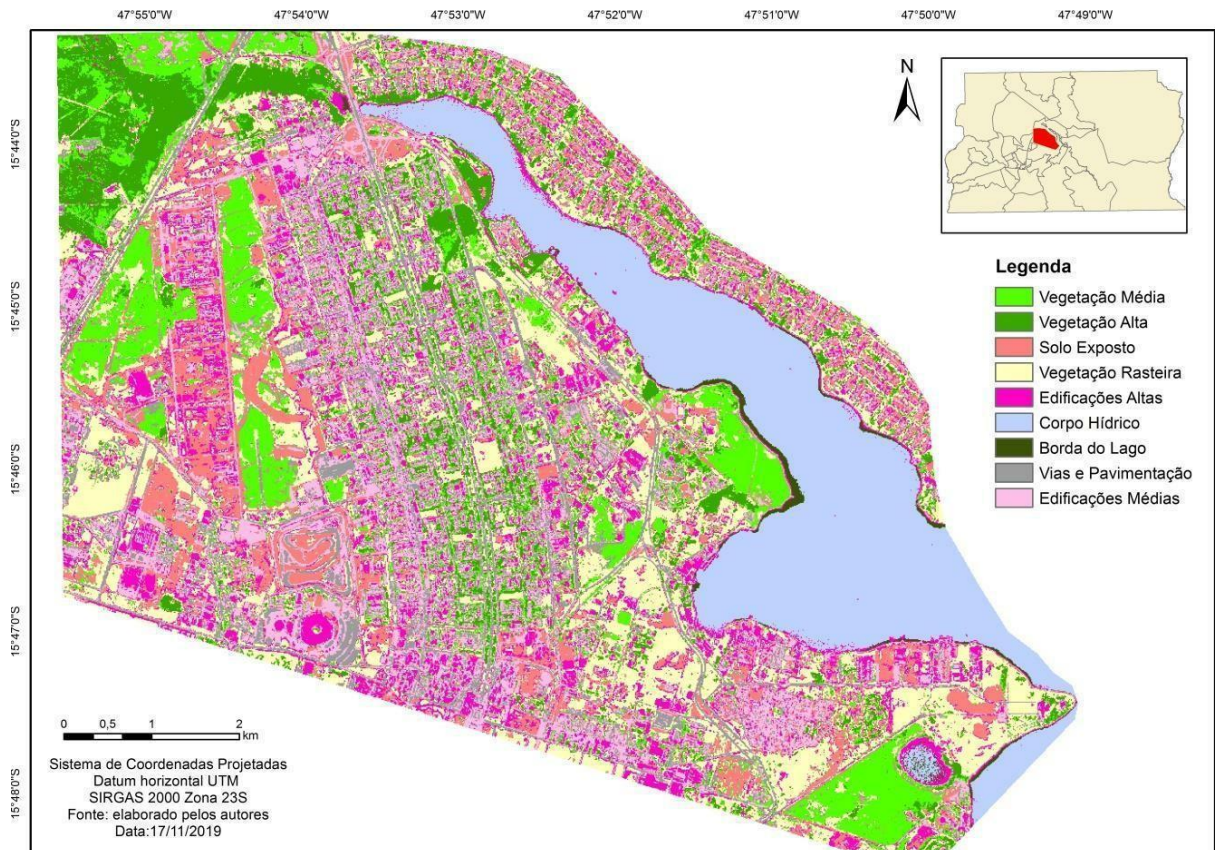
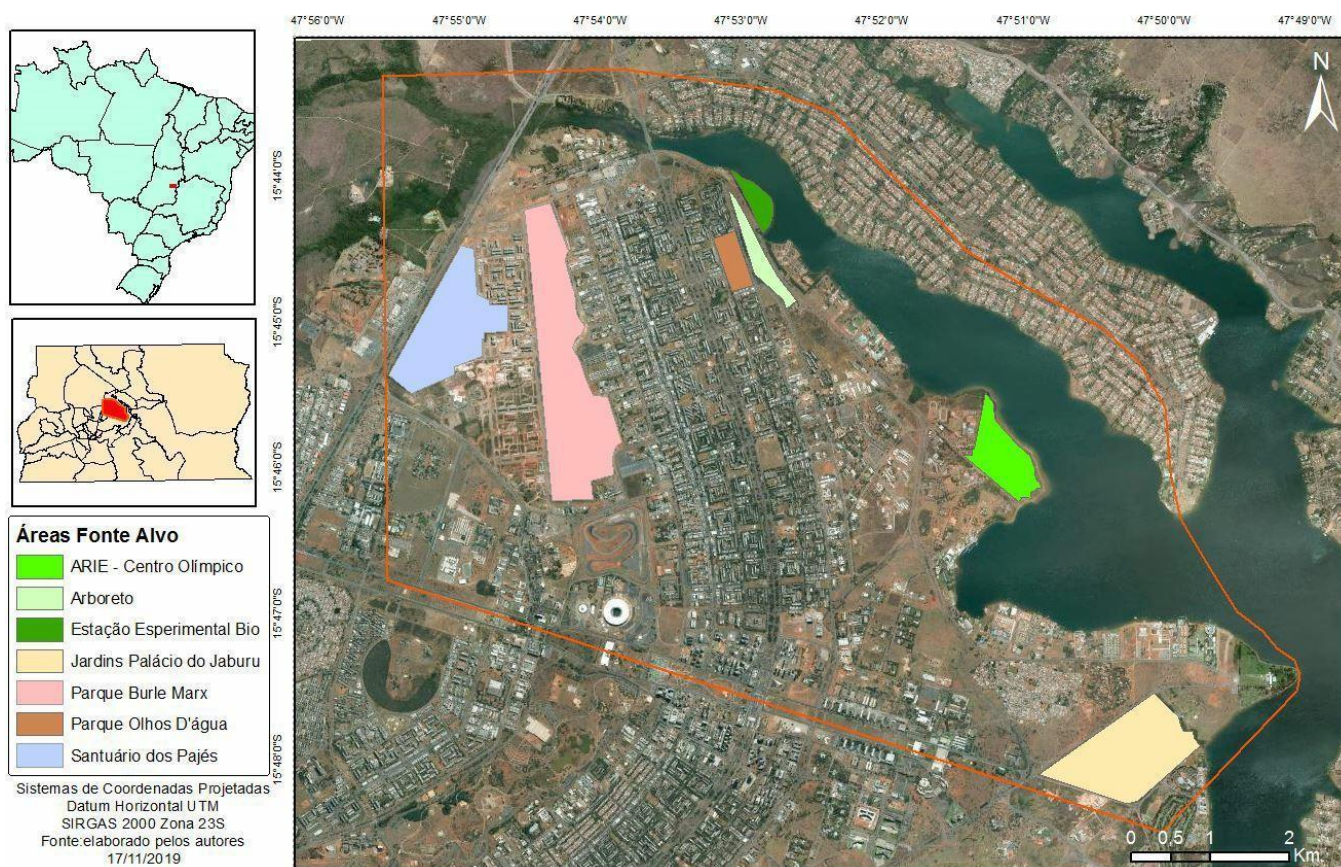


Figura 2. Mapa das áreas fonte alvo (RIBEIRO *et al.* 2020)



As respostas dos especialistas ao questionário somaram-se 4, sendo assim, dado a população total - doze especialistas - e o desvio padrão, a margem de erro das respostas representarem a opinião de todos é de 35%, com nível de confiança de 90%. Logo para os dados dos custos poder-se-ia realizar o esforço de obtenção de mais respostas. Estão elencados na tabela 1 (Anexo 2) as médias dos custos de deslocamento de acordo com o uso do solo para as sete espécies selecionadas.

Analisando as rotas modeladas coletivamente, pode-se perceber um padrão em que é possível distinguir três grupos que responderam de forma distinta à paisagem. O primeiro grupo pode ser identificado pelas aves que obtiveram resultados mais generalistas e menores custos de deslocamento para usos do solo antropizados, representado pelas aves, sabiá (figura 3), bem-te-vi (figura 4), beija-flor e coruja-orelhuda. Este grupo obteve padrões de conexão mais diretos, buscando caminhos mais curtos em comprimento pela paisagem (RIBEIRO *et al.* 2020).

Figura 3 - Rotas de conectividade do Sabiá (RIBEIRO *et al.* 2020)

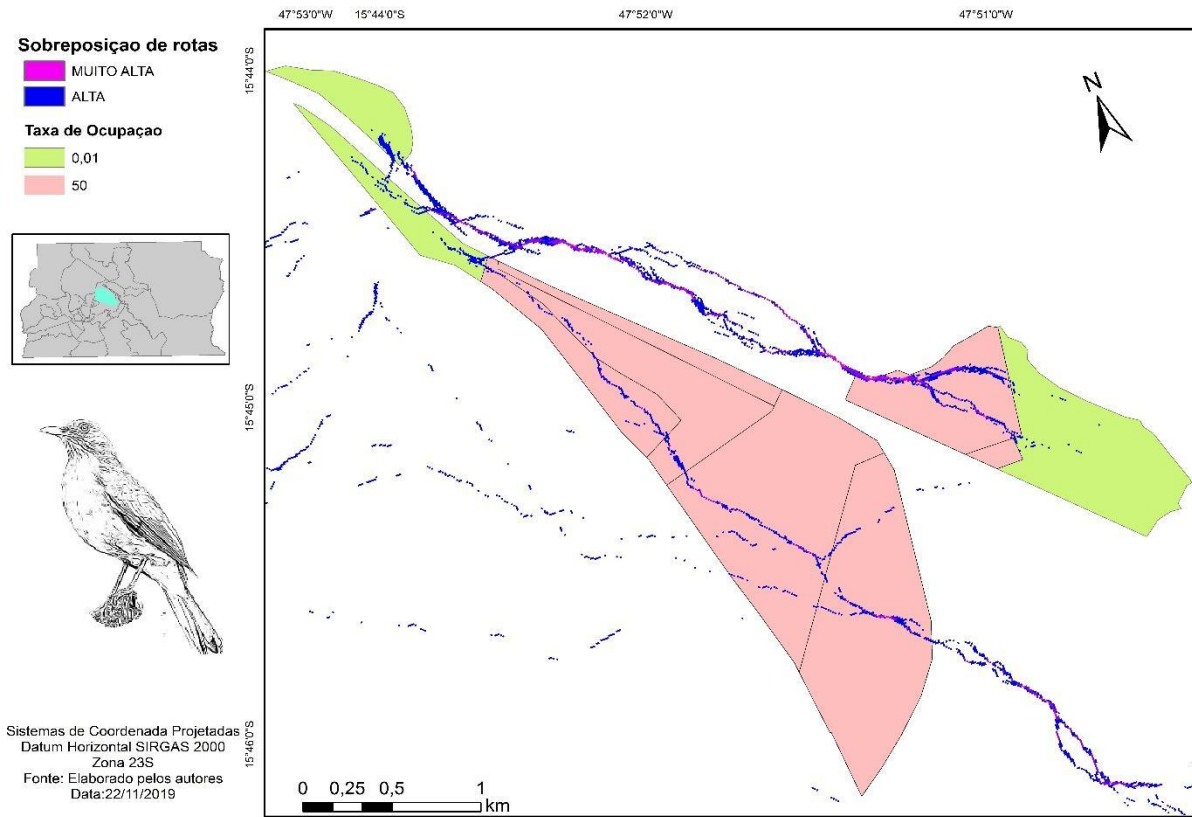
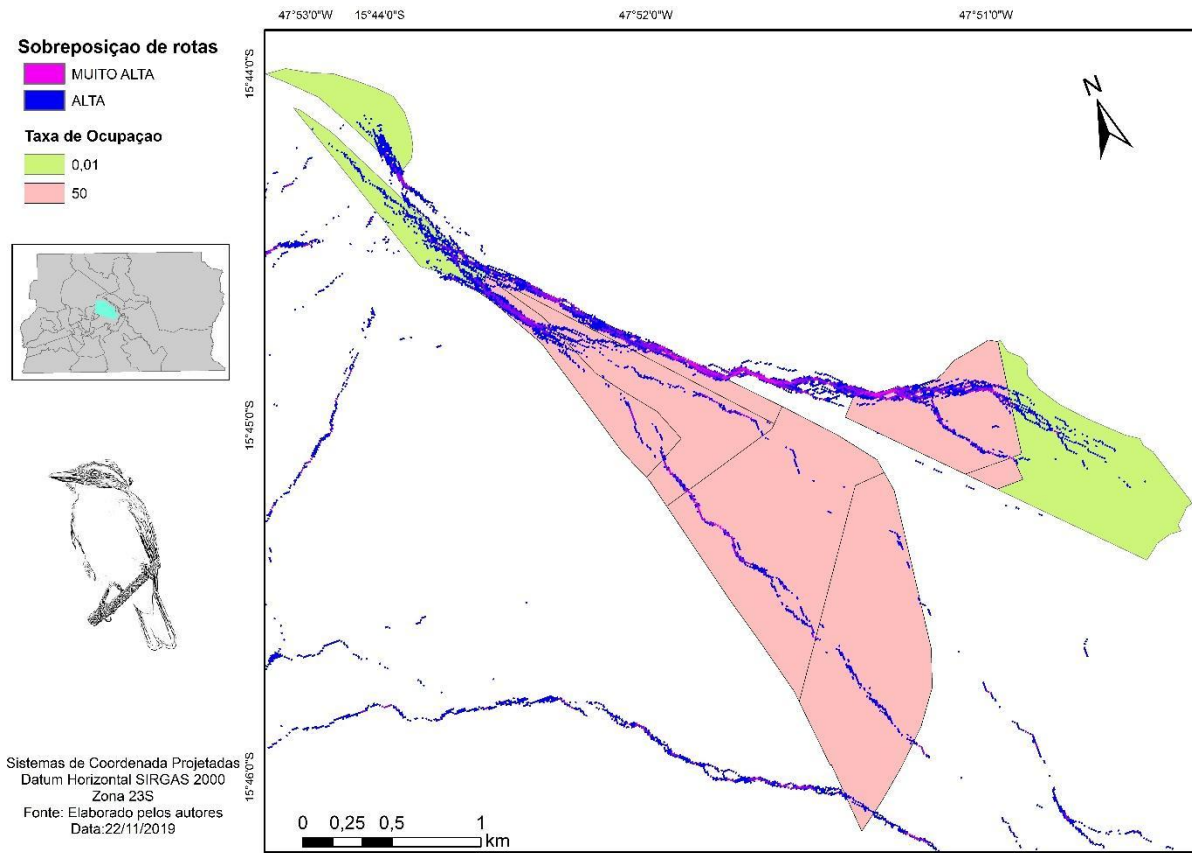


Figura 4 Rotas de conectividade Bem-te-vi (RIBEIRO *et al.* 2020)



O segundo grupo é composto pelas aves ariramba-de-cauda-ruiva (figura 5) e pica-pau-anão-escamado, que obteve deslocamento preferencial pelas vegetações altas, assim os parques, o Setor Centro da UnB e as entrequadras da Asa Norte arborizadas foram bastante utilizadas. Já o curió (figura 6) se destacou dos outros grupos, por preferir se deslocar por vegetações baixas e rasteiras, lugares como os Setores Sul e Arboreto foram bastante utilizados pela espécie, este tentou evitar ao máximo as edificações e construções.

Figura 5 - Rotas de conectividade Arirambá de cauda ruiva (RIBEIRO *et al.* 2020)

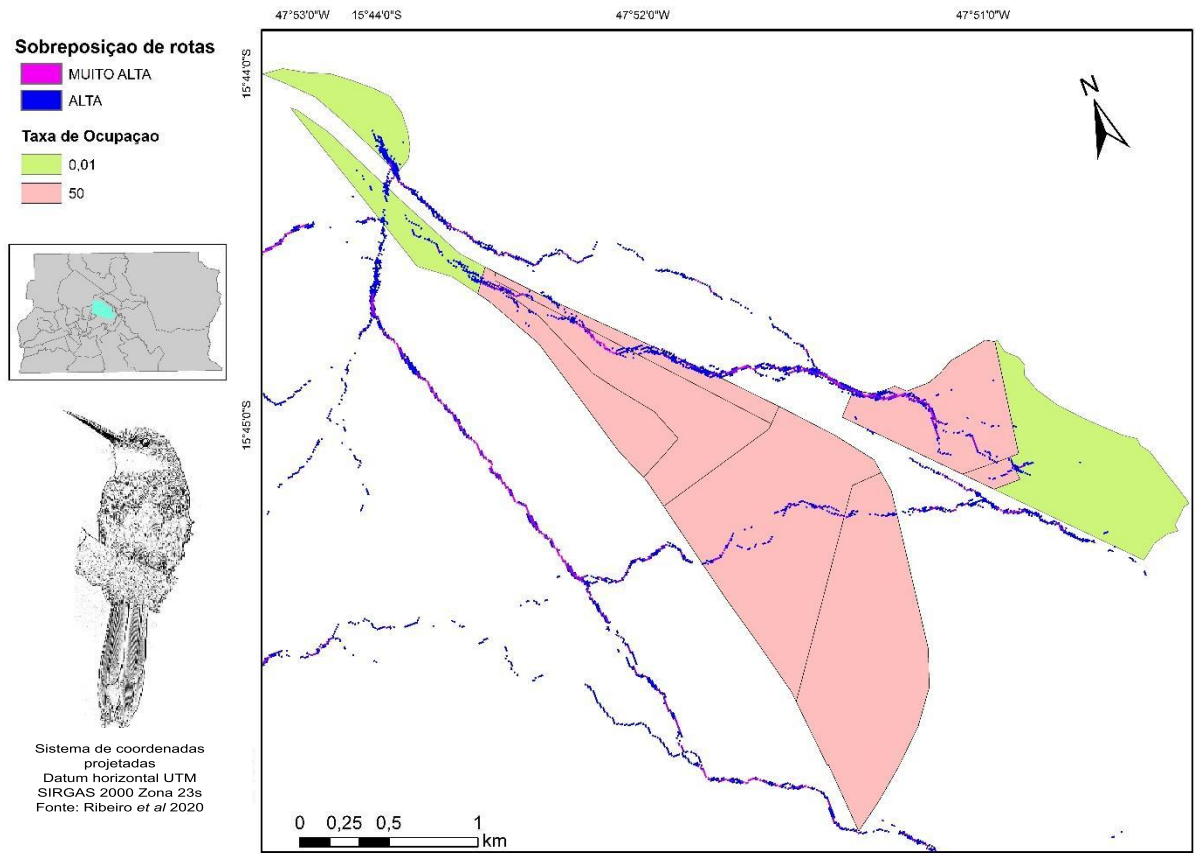
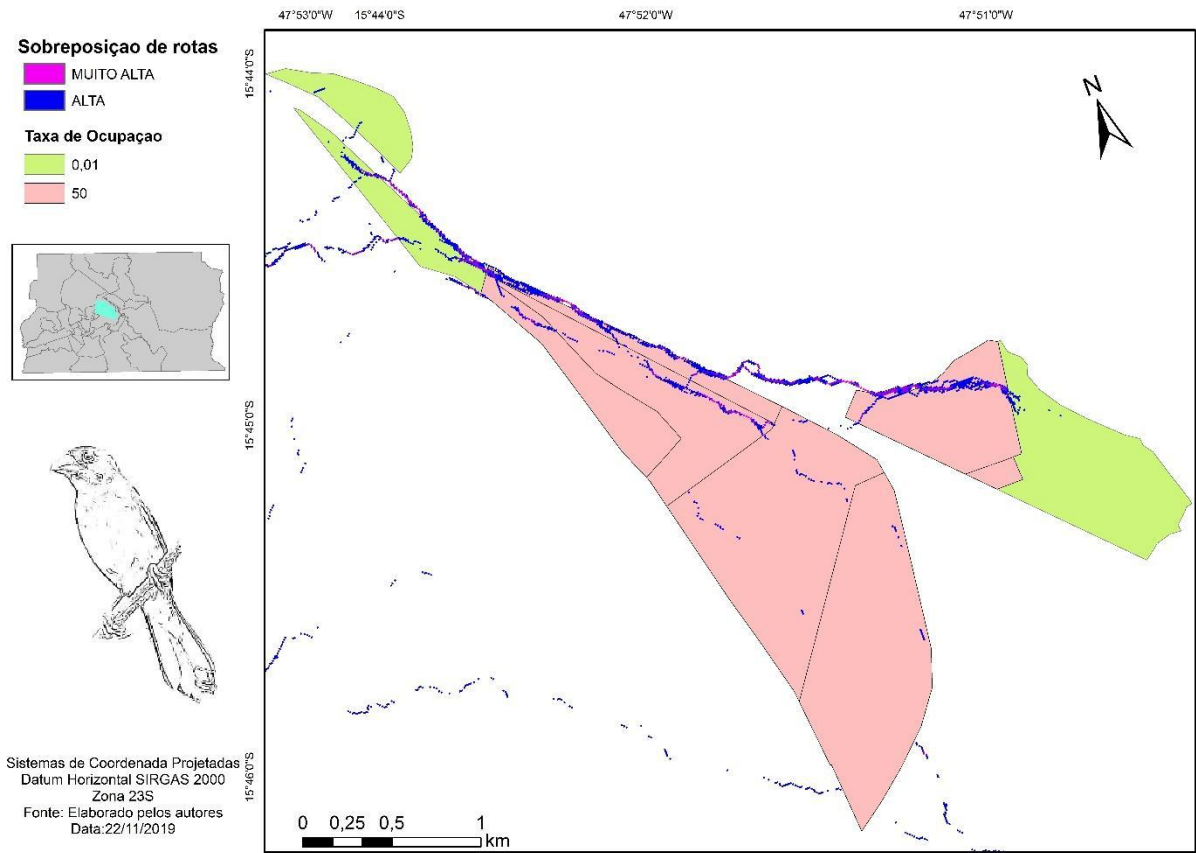


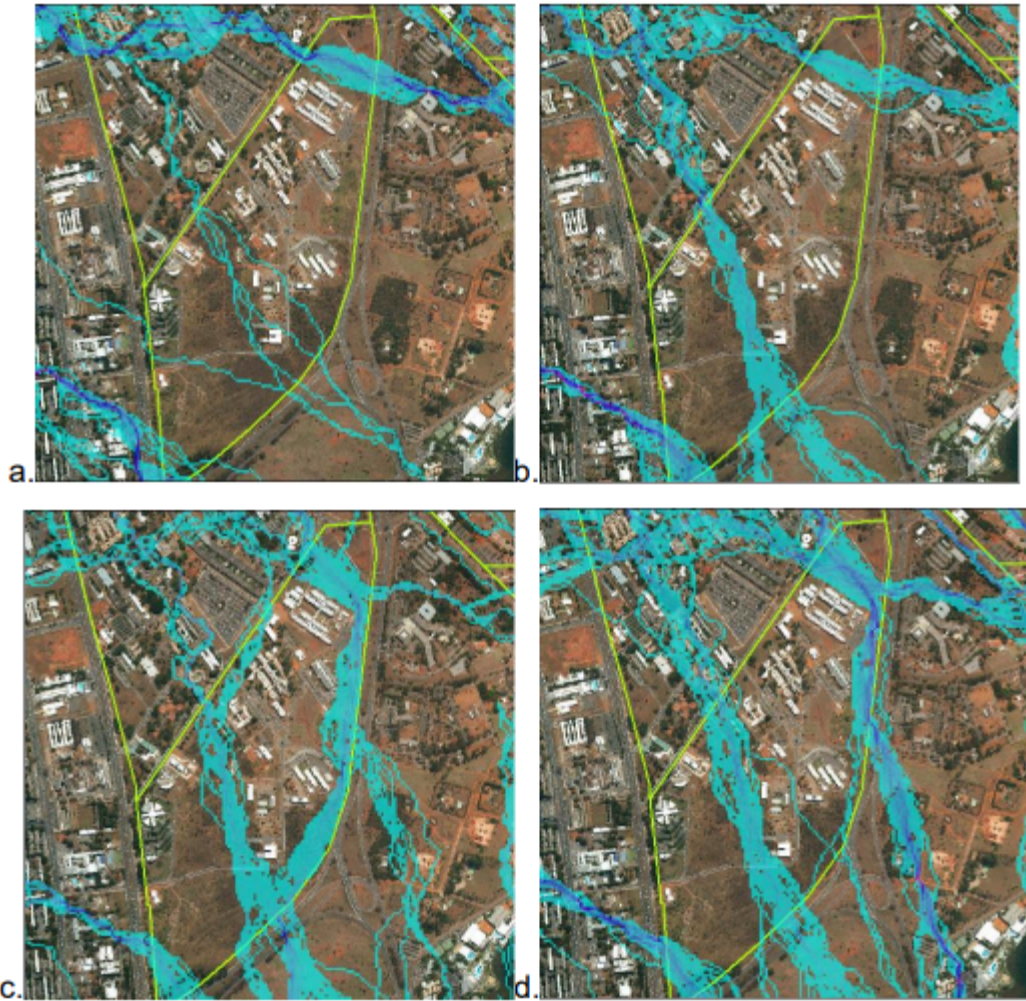
Figura 6 - Rotas de conectividade Curió (RIBEIRO *et al.* 2020)





Mesmo com a distinção dos grupos, é possível observar alguns padrões de dispersão similares para todas as espécies modeladas. Observou-se, para o conjunto das aves um padrão em “X” no Campus Darcy, em um eixo cruzando os Setores Sul, Centro, e Colina na direção SUL-NORTE, e o outro passando pelo Setor Centro na direção LESTE-OESTE.

O Setor Sul do Campus mostrou relevância para a maioria das aves, mas o fato de não ter tido tantas rotas sobrepostas e sim muitas rotas alternativas passando por ele de forma esparsa, é um indicativo da relevância do fragmento para conexão na área figura 7. A existência de diversas rotas alternativas indica que as aves utilizam a área de maneira mais generalista, conectando fragmentos. Este Setor sofre atual pressão antrópica e está sendo ocupado. Parte da vegetação já foi retirada para construção do novo Centro Tecnológico da UnB. Do outro lado da via existe uma construção abandonada e presença de vegetação exótica invasora que podem também prejudicar os processos ecológicos da área (RIBEIRO *et al.* 2020).

Figura 7 - Rotas de dispersão das aves com foco no setor sul do campus
(RIBEIRO *et al.* 2020).



Legenda:  - Delimitação de Setor  - Rotas e Sobreposição. a. Pica-pau-anão-escamado; b. Coruja-orelhuda; c. Curió; d. Beija-flor-tesoura.

Também comum a todas as rotas, foi observado o não uso das edificações do Setor Norte e da região da Vila Planalto, onde existe uma ocupação contínua de edificações vias e pavimentação, desprovida de áreas de jardins e árvores. As construções podem ter formado uma “Barreira” que dificulta a dispersão das aves modeladas, assim como encontradas em outros estudos que usaram o LS (PENA, 2017; ROSA, 2017). Este resultado corrobora com a hipótese que adensamentos urbanos com pouca representatividade de vegetação são menos propícios a dispersão e presença da fauna, e representam menor permeabilidade na paisagem (RIBEIRO, *et al.*, 2020).

A interpretação a partir do trabalho é que estas zonas representam áreas prioritárias a conservação da conectividade por se obter um número elevado de rotas passando por determinada área. Para esta interpretação podemos observar o Setor Centro Olímpico como exemplo, muito relevante para todas as aves nas rotas de dispersão entre o Setor Península e os Setores Arboreto, Estação Experimental e o Parque Olhos D'água.

Porém, as zonas de confluência podem significar que aquelas áreas são prioritárias para dispersão por um estreitamento e afunilamento de passagem. Isso pode ocorrer quando o conjunto de pixels de paisagem, que obteve maior sobreposição das rotas, estava cercado por um uso de solo de custo de deslocamento mais elevado. Por exemplo, a faixa contínua de vegetação que é vista nas entrequadras 200 e 400 que foram muito utilizadas - grupo do pica-pau e da ariramba- estão cercadas por edificações altas.

A identificação das rotas também possibilitou o levantamento de áreas que representam zonas de menor permeabilidade e de alto custo de deslocamento agregado. Estas zonas estão representadas por adensamentos urbanos pouco arborizados e grandes extensões de gramado ou solo exposto. A recuperação vegetal dessas áreas se torna um ponto chave, podendo aumentar a permeabilidade da matriz urbana e conectar fragmentos que estão espacialmente isolados. Estas áreas podem ser as mais viáveis e estratégicas para a implementação de recuperação vegetal para formação de trampolins ecológicos (RIBEIRO *et al* 2020).

É importante evidenciar que a modelagem é uma representação do comportamento das aves, podendo não ser fiel a real rota de dispersão, pois outros fatores além da estrutura da paisagem influenciam na presença das aves. Estes fatores variam entre condições mais abrangentes como clima, temperatura e disposição de alimentos (PEREIRA, 2007) até condições específicas, como presença de micro-habitats, predação humana, e associações específicas com outras espécies (FISCHER e LINDENMAYER, 2004).

O Curió, por exemplo, se alimenta da espécie Capim-navalha (*Hypolytrum Pungens*), que tem ocorrência na região do DF mas é rara nas áreas urbanas, pois os campos nativos de Cerrado foram substituídos por gramados paisagísticos de grama esmeralda (*Zoysia japonica*) e grama batatais (*Paspalum notatum*). Além

disso, a espécie é amplamente pedrada e é alvo de biopirataria, sendo populações numerosas muito raras em meio urbano.

A opinião dos especialistas foi fundamental para a formulação do trabalho. Porém, com poucas respostas e considerável divergência entre os resultados para algumas aves e determinados usos do solo. Entende-se a necessidade de metodologias complementares para formulação da matriz de custo e afirmação dos resultados de conexão. Por exemplo, avaliar o tamanho e distância entre os fragmentos pela teoria dos grafos possibilitaria uma análise complementar.

Outro ponto importante a se levantar, é que as aves objeto de modelagem, não necessariamente ocorrem ou utilizam de todas as áreas fonte-alvo. Estas áreas foram definidas pela observação e estudo da área de forma que as aves ocorressem em ao menos uma das áreas. Um levantamento de ocorrência por observação, mais aprofundado, poderia elencar as reais ocorrências e que poderiam ser consideradas fonte-alvo no modelo, abrangendo fragmentos menores ou que não estão protegidos.

Mesmo que as espécies não ocorram em todos os locais definidos como fonte-alvo, as rotas de deslocamento são um importante resultado pois representam espécies com parâmetros parecidos para os custos de deslocamento.

Os parâmetros apresentados até aqui corroboram para a conectividade da paisagem através de suas estruturas de solo como feito em outros trabalhos (PENNA,2017; SOUSA, 2018; SOARES, 2019, ROSA, 2017), sendo assim podem ocorrer outras influências além apenas do uso do solo, o que foi evidenciado na resposta dos especialistas no questionário, assim como discutido anteriormente.

O mapa de uso do solo gerado neste trabalho não diferencia as espécies de vegetação, apenas o seu estrato. Com levantamento do uso-do-solo mais apurado através de uma diferenciação mínima entre jardins e vegetação natural, pode-se obter um valor mais fiel a realidade. Isso contribuirá para o entendimento da dispersão de espécies mais sensíveis a mudanças de uso do solo.

6.1 CORREDORES DE CONECTIVIDADE E PLANEJAMENTO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Devido à escassez de financiamento para restauração e conservação em geral, os projetos de restauração precisam alcançar seus objetivos ecológicos, sociais e econômicos com a estratégia de menor custo (LUZ, 2022). O planejamento deve primar pela adoção de técnicas que assegurem a conservação das áreas de maior fragilidade, a estabilidade e a manutenção das funcionalidades de cada ambiente, bem como o aumento da conectividade, visando minimizar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas (MUCHILH, 2010). Os corredores ecológicos são estruturas lineares da paisagem que ligam pelo menos dois fragmentos que originalmente estavam conectados. O aumento da conectividade, por meio dos corredores ecológicos, constitui uma estratégia para reverter o quadro de fragmentação e isolamento de populações.

Durante anos a ciência e a prática da restauração foram baseadas basicamente em considerações da ecologia, apenas recentemente praticantes e estudantes começaram a incluir a economia no campo de estudo de restauração ecológica (BLIGNAUT *et al.* 2014; IFTEKHAR *et al.*, 2017). No entanto, há evidências de que os profissionais que realizam restauração não estão demonstrando seus resultados benéficos como um bom investimento para a sociedade, além da ligação entre restauração ecológica, política e sociedade (ARONSON *et al.*, 2010; KUMAR, 2017). Com isso há na literatura diferentes métodos e ferramentas para selecionar a melhor estratégia de restauração ecológica (BLIGNAUT *et al.* 2014), mas a análise custo benefício (ACB) e a custo eficácia (ACE) são as mais proeminentes (LUZ, 2022).

A análise de custo-benefício (ACB) atribui valores monetários aos benefícios derivados de projetos de restauração, para compará-los com os custos do projeto, programa ou plano para que possam ser comparados com outros projetos. A ACB surgiu como uma abordagem tanto para avaliar as taxas de sucesso da restauração quanto para investigar se a restauração é um investimento viável a longo prazo (KUMAR, 2017). A maioria das ACB consideram a linearidade em relação ao tempo e espaço, mas a restauração ecológica ocorre de maneira dinâmica e que responde de diferentes maneiras, de forma imprevisível em diferentes escalas de tempo e espaço (KIMBALL *et al.*, 2015; BLIGNAUT *et al.*, 2014). Se ocorrências como incêndios, secas, inundações e outros eventos que resultam em mudanças em escalas espaciais muito além do ecossistema específico ou da paisagem estudada

forem ignoradas, os esforços de restauração provavelmente serão prejudicados (BLIGNAUT *et al.* 2014).

Já a ACE é uma forma de retorno sobre o investimento em que os benefícios são medidos em unidades não monetárias. É especificado explicitamente quais resultados as ações desejam alcançar, definem os benefícios que esperam e estimam os custos necessários para alcançá-los (LUZ, 2022). Essa técnica fornece orientação para gestores e profissionais, especificando onde pode estar a maior taxa de retorno nas ações de conservação (AUERBACH *et al.*, 2014). Também é importante observar que, com a ACE, os métodos mais econômicos não são necessariamente os métodos que obtêm o melhor resultado independentemente do custo (LUZ, 2022; KIMBALL *et al.*, 2015).

6.2 BENEFÍCIOS DA RESTAURAÇÃO

Sabe-se que os benefícios da restauração ecológica para a sociedade nem sempre são examinados em detalhes, pois enfrentam dificuldades em suas pesquisas (BULLOCK *et al.*, 2011; KUMAR, 2017). Há necessidade de definição e avaliação dos resultados não só ambientais, mas também socioeconômicos dos projetos de restauração, especialmente porque isso é necessário para identificar os benefícios da restauração (LUZ, 2022 *apud* ARONSON *et al.* 2010, BULLOCK *et al.*, 2011).

Para atrair financiamento um projeto de restauração precisa incluir informações, não apenas sobre custos, mas também sobre os benefícios ambientais, sociais e econômicos, de curto, médio e longo prazo, comercializados e não comercializados (NEESON *et al.*, 2016). A criação de indicadores de benefícios desenvolvidos a partir de modelos conceituais que incorporam conceitos econômicos podem melhorar a tomada de decisão sobre a restauração, mesmo que alguns desses benefícios não possam ser monetizados (WAINGER *et al.*, 2010).

No “The Economics of Ecosystem Restoration (TEER)” é incluído um “módulo de benefícios” que busca coletar dados empíricos sobre toda a gama de benefícios das intervenções de restauração (LUZ, 2022 *apud* Bodin *et al.* 2021). O módulo de benefícios do TEER coleta informações sobre duas categorias de benefícios: 1) benefícios com valor de mercado; 2) outros benefícios ambientais e sociais (a

melhoria da funcionalidade do ecossistema, oportunidades de trabalho, por exemplo, que não apresentam valores monetários diretos ou com valor de mercado).

Além desta classificação existente no TEER, Luz (2022), apresenta uma revisão de autores que identificaram e quantificaram alguns benefícios da restauração, como:

- Tratamento de resíduos, proteção de bacias hidrográficas, sequestro de carbono, produtividade secundária de uso para as pessoas (REY BENAYAS *et al.* 2009; ARONSON *et al.*, 2010)
- Melhorias ou aprimoramentos no fornecimento e qualidade dos serviços ecossistêmicos para a sociedade perceptíveis no curto prazo e localmente, como aumento da produtividade de terras agrícolas e pastagens (GEERKEN; ILAIWI 2004; ARONSON *et al.*, 2010);
- Redução da erosão do solo e deslizamentos de terra e maior proteção contra enchentes e tempestades marítimas (CLEWELL; ARONSON 2006, 2007; ARONSON *et al.*, 2010);
- Redução do risco de extinção, melhoria do abastecimento de água e aumento da segurança alimentar (BRANCALION *et al.*, 2021);
- Restituição de danos à pesca costeira após derramamentos de óleo e prevenção de desastres naturais (MATZEK, 2018);
- Criação de empregos (MATZEK, 2018; BLIGNAUT; ARONSON, 2020);
- Cumprimento da regulamentação e sequestro de carbono (NUNES *et al.*, 2017);
- Redução de danos causados por tempestades e o custo evitado associado, benefícios recreativos diretos, benefícios indiretos como o aumento do valor das propriedades (PAOLI; GASTAUDO; VASSALLO, 2013)
- Oportunidades de subsistência e benefícios de saúde pública (BLIGNAUT; ARONSON, 2020);
- Retenção de solo e água, movimentação, ciclagem e sequestro de elementos e complexidade trófica da área (COSTANZA *et al.* 1997; KIMBALL *et al.*, 2015);
- Abastecimento de água, prevenção de tempestades de areia e sequestro de carbono (OUYANG *et al.*, 2020);

- Serviços de provisão (disponibilidade de água, materiais lenhosos, combustíveis lenhosos e eletricidade e capacidade de pastoreio) e um serviço de regulação (carbono ecossistêmico) (STAFFORD *et al.*, 2017);
- “Seguro” de perturbações como incêndios florestais (STEPHENS *et al.* 2010; WU; KIM; HURTEAU, 2011).

Outro estudo que apresenta uma revisão abrangente da literatura, é de BenDor *et al.* (2015), que cita alguns benefícios de longo prazo: (i) aumento do valor das propriedades e da arrecadação de impostos locais; (ii) aumento das receitas associadas ao turismo e recreação ao ar livre; (iii) aumento das receitas de pesca e caça; e (iv) aumento dos serviços ecossistêmicos (controle de erosão, gestão de águas pluviais, recarga de águas subterrâneas, disponibilidade de águas superficiais, qualidade da água, controle de enchentes, sequestro de carbono).

6.3 CUSTOS DA RESTAURAÇÃO

Ao longo do tempo a restauração tem sido encarada como um custo a ser pago (BULLOCK *et al.*, 2011; BLIGNAUT *et al.*, 2014; IFTEKHAR *et al.*, 2017), mas Blignaut *et al.* (2014) *apontam* que já existe uma estrutura para considerar a restauração uma opção de geração de valor e não apenas um item de custo nos orçamentos. A restauração é realmente cara, mas parte dessa conclusão veio de uma contabilidade incompleta dos benefícios (LUZ, 2022). As análises de custo-benefício tendem a ser feitas com base apenas em valores financeiros, sem refletir os benefícios fora do mercado que a restauração criaria (DE GROOT *et al.*, 2013)

Segundo Luz (2022):

A ligação entre a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas naturais com a manutenção dos bens e serviços ecossistêmicos para apoiar o desenvolvimento econômico local sustentável e reduzir a pobreza foi claramente demonstrada por importantes iniciativas internacionais, incluindo a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), a Convenção do Milênio Objetivos de Desenvolvimento, a Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (LUZ, 2022 *apud* TEEB 2010; GROOT *et al.* , 2013) e a

Diante dos escassos recursos para financiamento, as informações sobre custo são extremamente importantes, na tomada de decisão, escolhendo por exemplo, entre conservar ou restaurar, quais métodos de restauração utilizar e quais projetos de restauração selecionar (IFTEKHAR *et al.*, 2017). Quando sub orçamentados, os projetos provavelmente falharão e tentarão superestimar os esforços de restauração, e quando super orçamentados, pode ocorrer alocação ineficiente de recursos escassos (BODIN *et al.*, 2021).

Assim como é de extrema importância a criação de dados a respeito dos benefícios da restauração, dados sobre custos podem determinar as intervenções dependendo do contexto, melhores escolhas de desenvolvimento, financiamento, priorização de projetos além de prever o fim das ações (BODIN *et al.*, 2021). A falta geral destes dados sobre a eficácia da restauração, métricas mal especificadas e conhecimento insuficiente dos impactos humanos gera o desafio de ampliar projetos e dificulta a incorporação da restauração ecológica no planejamento do uso da terra e na tomada de decisões (KIMBALL *et al.*, 2015). Metas mal definidas e falta de monitoramento de qualidade impedem a compreensão geral da restauração (KIMBALL *et al.*, 2015)

Em relação aos custos, há também disponibilidade limitada de custos espacialmente explícitos (ANSELL *et al.*, 2016), e para isso o uso de tecnologias espaciais podem contribuir com a padronização e sistematização de dados de custos.

Luz (2022), também elencou os principais custos já citados na literatura específica (com seus respectivos autores), que incluem principalmente os custos privados:

- Custo total (BLIGNAUT; ARONSON; WIT, 2014)
- Implementação da soma de custos totais e custos de oportunidade acumulados da terra (BRANCALION *et al.*, 2021)
- Custos privados e públicos (NUNES *et al.*, 2017) Custo médio (BLIGNAUT; ARONSON; WIT, 2014)

- Custo financeiro privado (BLIGNAUT; ARONSON; WIT, 2014) Custos agregados (BULLOCK et al., 2011)
- Custos de capital ou mão de obra (BULLOCK et al., 2011)
- Salários pagos aos trabalhadores (BULLOCK et al., 2011)
- Custos diretos de construção e custos de operação e manutenção (ROBBINS; DANIELS, 2011)
- Custos ocultos de restauração (planejamento, licenciamento, despesas gerais, instalações, tempo de voluntariado e monitoramento) (ROBBINS; DANIELS, 2011)
- Custos de oportunidade em termos de receita perdida (ROBBINS; DANIELS, 2011) (ANSELL et al., 2016)
- Custos de oportunidade da conformidade (NUNES et al., 2017) (BUDIHARTA et al., 2014)
- Custo de oportunidade anual da terra (BRANCALION et al., 2021) (BUDIHARTA et al., 2014)
- Custos de aquisição, estabelecimento, manutenção e transação (IFTEKHAR et al., 2017)
- Abordagens baseadas em área (ANSELL et al., 2016)
- Custo por número de indivíduos sobreviventes, por crescimento de mudas ou por probabilidade de atingir limites específicos de sucesso (KIMBALL et al., 2015)

Diante dessas questões, padronizar a coleta de dados e melhorar o compartilhamento de dados seria muito benéfico (ROBBINS; DANIELS, 2011) para políticas, planejamento e design de projetos de restauração de ecossistemas (BODIN *et al.*, 2021).

7. CONCLUSÃO

A criação dos mapas de conectividade, que demonstram as áreas mais utilizadas, as menos aproveitadas e rotas alternativas pelas aves estudadas podem contribuir no planejamento de atividades de restauração ecológica. Ao validar em

campo os dados gerados pelo presente trabalho, ou outros que sigam a mesma metodologia, é possível traçar planejamentos mais eficientes economicamente e ecologicamente para restauração das áreas.

Como supracitado, um grande entrave para avaliar se a ação de restauração ecológica foi realizada de maneira eficiente, é a dificuldade em quantificar os custos e benefícios, sejam monetários ou não. Ao utilizar um planejamento que possa ter os dados previamente mais delimitados, é possível avaliar de maneira mais crítica e precisa se os resultados foram alcançados ou não.

Um exemplo de utilização da técnica do presente trabalho é que se pode comparar os hábitos das espécies aqui estudadas e extrapolar para espécies semelhantes, buscar referências sobre o ambiente ideal para espécies chave na manutenção do ciclo ecológico e assim promover ações focadas em obter resultados mais palpáveis. No caso do presente trabalho, foi utilizado aprendizagem de máquina e dados com base na experiência de especialistas. É possível utilizar as áreas em destaque, que parecem favorecer ou desfavorecer espécies (e consequentemente o ciclo ecológico) e usá-las como áreas alvo de estudos em campo, para validar o que é apresentado nos mapas.

Desta maneira pode-se combinar novas tecnologias para montar bases de dados robustas com o conhecimento da literatura sobre custos, benefícios e resultados de ações de restauração ecológica.

Outra vantagem do uso de tecnologias como o LSCorridors, é o emprego dos mapas gerados em ações que envolvam a comunidade, em projetos de educação ambiental ou inserindo-a no processo de tomada de decisão. Por exemplo, a sociedade pode observar o mapa e apontar prós de uma ação de restauração nas áreas previamente destacadas que indicam algum tipo de conectividade no local. Essa inserção da comunidade na tomada de decisões pode se tornar uma forma de calcular os benefícios da ação ao longo do tempo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o avanço da tecnologia e novas ferramentas é possível otimizar projetos que anteriormente pecavam em eficiência e eficácia. O estudo prévio utilizando imagens de satélite, aprendizagem de máquina e algumas aferições em campo

pode definir áreas alvo de maneira que estas áreas estejam presentes desde o início de projetos, programas ou planos de restauração ecológica.

O monitoramento que aproveite parte das técnicas e metodologias utilizadas no planejamento das ações, pode aprimorar e potencializar esta etapa, além de reduzir os custos ao ter que desenvolver algo totalmente do zero. Como citado no parágrafo anterior, as novas ferramentas tecnológicas podem ser aliadas nesse quesito.

Outra vantagem que deve ser explorada é a criação de dados a partir do uso das tecnologias, visto que a falta de dados e monitoramento de resultados é uma barreira para a medição do Custo Benefício e Custo Eficácia de ações de restauração ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSELL, D. et al. The cost-effectiveness of agri-environment schemes for biodiversity conservation: A quantitative review. **AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT**, v. 225, p. 184–191, 1 jun. 2016.

ARONSON, J. et al. Are Socioeconomic Benefits of Restoration Adequately Quantified? A Meta-analysis of Recent Papers (2000–2008) in **Restoration Ecology and 12 Other Scientific Journals**. *Restoration Ecology*, v. 18, n. 2, p. 143–154, 2010.

ASSESSMENT, Millennium Ecosystem. **Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis**. World Resources Institute, 2005.

AUERBACH, N. A.; TULLOCH, A. I. T.; POSSINGHAM, H. P. Informed actions: where to cost effectively manage multiple threats to species to maximize return on investment. **Ecological Applications**, v. 24, n. 6, p. 1357–1373, set. 2014.

BENDOR, T. K. et al. Defining and evaluating the ecological restoration economy. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 3, p. 209–219, 2015.

BENNETT, Andrew F. **Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation**. London: International Institute for Environment and Development, 2003.

BLIGNAUT, J.; ARONSON, J.; DE GROOT, R. Restoration of natural capital: A key strategy on the path to sustainability. **Ecological Engineering**, v. 65, p. 54–61, 2014.

BODIN, B. et al. A standard framework for assessing the costs and benefits of restoration: introducing The Economics of Ecosystem Restoration. **Restoration Ecology**, 2021.

DEARBORN, Donald C.; KARK, Salit. Motivations for conserving urban biodiversity. **Conservation biology**, v. 24, n. 2, p. 432–440, 2010.

DECRETO DO DISTRITO FEDERAL. Decreto n° 15.900, de 12 de setembro de 1994. Criação do Parque Olhos d'Água. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, DF. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/26611/Decreto_15900_12_09_1994.html

DECRETO DO DISTRITO FEDERAL. Decreto n° 33.537, de 14 de fevereiro de 2012. Dispõe sobre o zoneamento ambiental da Área de Proteção Ambiental – APA do Lago Paranoá, Brasília, DF. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/70581/Decreto_33537_14_02_2012.html

D'EON, Robert G. et al. Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. **Conservation Ecology**, v. 6, n. 2, 2002.

DE GROOT, R. S. et al. Benefits of Investing in Ecosystem Restoration. **Conservation Biology**, v. 27, n. 6, p. 1286–1293, 2013.

FORERO-MEDINA, German; VIEIRA, Marcus Vinícius. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007

GDF, Governo do Distrito Federal. Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT

GIMENES, Márcio Rodrigo; DOS ANJOS, Luiz. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.

IFTEKHAR, M. S. et al. How economics can further the success of ecological restoration. **Conservation Biology**, v. 31, n. 2, p. 261–268, 2017.

KIMBALL, S. et al. Cost-effective ecological restoration. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 6, p. 800–810, 2015.

KUMAR, P. Innovative tools and new metrics for inclusive green economy. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 24, p. 47–51, 2017.

LUZ, Maria Luiza Almeida. The Economics of Restoration: Current and Future Paths. Tese de doutorado. **Universidade de Brasília**, Brasília, 2022.

MARTIN, Tara G. et al. Eliciting expert knowledge in conservation science. **Conservation Biology**, v. 26, n. 1, p. 29-38, 2012.

NEESON, T. M. et al. Prioritizing ecological restoration among sites in multi-stressor landscapes. **Ecological Applications**, v. 26, n. 6, p. 1785–1796, 2016.

ORTEGA-ÁLVAREZ, Rubén; MACGREGOR-FORS, Ian. Dusting-off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America. **Landscape and Urban Planning**, v. 101, n. 1, p. 1-10, 2011.

PENA, JOÃO CARLOS DE CASTRO. Aves, Conectividade da Paisagem e Planejamento Ambiental em Paisagens Urbanas. Tese (Doutorado em ecologia). Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, **Universidade Federal de Minas Gerais**, p. 131, 2017.

PEREIRA, Miguel Ângelo Silva; NEVES, Nuno Alexandre Gouveia de Sousa; FIGUEIREDO; Diogo Francisco Caeiro. Consideração sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. *Geografia* - v. 16, n. 2,. **Universidade Estadual de Londrina**, Departamento de Geociências, 2007.

PERROCA, Márcia Galan; GAIDZINSKI. Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes - coeficiente Kappa. **Revista Esc Enfermagem USP** vol.37 pág 72-80. São Paulo, 2003.

PRINA, Bruno Zucuni; TRENTIN, Romario. Geração de Matriz de Confusão a partir da classificação digital de imagem do ArcGIS®. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Brasil, INPE. João Pessoa - PB, 2015.

RIBEIRO *et al.* Understanding the movement of avifauna to assist urban planning. **2nd International Conference Conservation Latin America and Caribbean**, 2020

RIBEIRO, John Wesley; SANTOS, Juliana Silveira dos; RIBEIRO, Milton Cezar. LandScapeCorridors: software para a modelagem de corredores ecológicos funcionais. In: Congresso de extensão universitária da UNESP. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2015. p. 1-6.

ROBBINS, A. S. T.; DANIELS, J. M. Restoration and Economics: A Union Waiting to Happen? **Restoration Ecology**, v. 20, n. 1, p. 10–17, 9 out. 2011.

ROSA, Gabriela. Corredores ecológicos como ferramenta para o planejamento de florestas urbanas. 2017.

SAURA, Santiago; RUBIO, Lidón. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. **Ecography**, v. 33, n. 3, p. 523-537, 2010.

STOTZ, Douglas F. et al. Neotropical birds: ecology and conservation. **University of Chicago Press**, 1996.

TAYLOR, Philip D. et al. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, p. 571-573, 1993

WILCOVE, David S.; MCLELLAN, Charles H.; DOBSON, Andrew P. Habitat fragmentation in the temperate zone. **Conservation biology**, v. 6, p. 237-256, 1986.

ANEXOS
Anexo 1
Carta (RIBEIRO *et al.*, 2020)

Prezado pesquisador,

Fazemos parte de um grupo de pesquisa com o foco em saber como se dá a dispersão de aves entre os fragmentos de vegetação existentes próximos ao Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Distrito Federal. Com este entendimento objetiva-se identificar se existem áreas dentro do campus da UnB que promovem uma maior permeabilidade da matriz e são importantes para a conectividade ecológica. Visto que o plano diretor da UnB prevê expansão do campus com a construção de mais edificações e estruturas urbanas, poderá se orientar de que forma pode ser feita essa expansão promovendo ou mantendo-se a conectividade ecológica entre os remanescentes de vegetação.

Entre as metodologias do projeto, estamos utilizando o software de modelagem de múltiplos caminhos por fricção, LandscapeCorridors. A fim de determinar-se as possíveis rotas de deslocamento e a rota de menor custo entre as áreas fonte alvo presentes na área de estudo, que são: ARIE da Península do Centro Olímpico da UnB, Parque Olhos d'água, o Arboreto, a Estação Experimental da Biologia, o Parque Burle Marx, o Santuário dos Pajés e a área de preservação anexada ao Palácio do Jaburu.

Como dados de entrada para o modelo, precisa-se definir a matriz de custo para as aves. Para isso utilizaremos a expertise de ornitólogos que tenham conhecimento sobre as aves determinadas para modelagem. Gostaríamos de contar com sua colaboração para calibrar o modelo, tendo em vista seu conhecimento empírico destas aves. Caso você se interesse e tenha disponibilidade em contribuir nessa etapa, agradecemos e solicitamos que responda a pesquisa em anexo no link do google forms, definindo o custo de deslocamento dos diferentes pássaros para as fitofisionomias/uso-do-solo em uma escala de um a dez, sendo 1 (um) correspondente ao menor custo de deslocamento e 10 (dez) ao maior custo e respondendo 2 perguntas simples.

Compreende-se como “custo de deslocamento” a resposta comportamental de cada ave aos tipos vegetacionais/uso-do-solo incluindo condições edáficas (temperatura, insolação e umidade), estrutura da vegetação/uso-do-solo (presença ou ausência de poleiros horizontais e verticais, quantidade de estratos vegetacionais), interferência humana (presença humana, rodovias ou áreas construídas) e risco de predação (maior ou menor exposição aos predadores devido às características da vegetação).

Para melhor compreensão da estrutura da paisagem da região, segue o mapa da área de estudo e imagens representativas de caracterização para seis tipos de uso-do-solo definidos para região, os outros dois usos do solo são de ruas, estradas ou vias e água.

<https://forms.gle/34SETdmm95Xm5AYQ7>



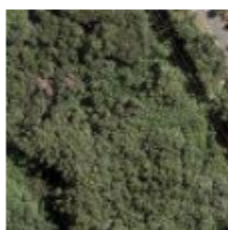
Edificações altas;



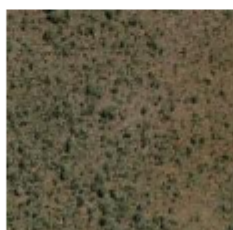
Edificações médias e baixas;



Solo exposto;



Vegetação Alta



Vegetação baixa



Vegetação rasteira;

ANEXO 2

Tabela com média de custo de deslocamento (RIBEIRO *et al.* 2020)

	Ariramba- de-cauda- ruiva	Beija- flor- tesour a	Bem- te-vi	Coruja- orelhud a	Curió	Pica- pau- anão- escamad o	Sabiá- Laranjeir a
Corpos Hídricos	6,25	6,75	5	8	8,75	8	7,5
Vegetação alta	1,5	2,5	1,75	1,5	4,25	1,5	1,75
Vegetação media	3	2	1,75	1,75	1	4	2,25
Vegetação rasteira	4,75	2	1,75	2,5	1,25	5,5	3,5
Vias e pavimentaç ão	7	5	3,75	5,75	6,25	7	5
Edificações Altas	9	6,5	4,75	6,75	9	8,5	6,5
Edificações Médias e Baixas	8,5	5	4	5,5	8,25	7,75	6
Solo exposto	6,75	5,5	4,25	5,75	5,25	6,25	6,25