

Corredores ecológicos entre o Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica de Águas Emendadas

Raphael Maia Aveiro Cessa¹, Ilvan Medeiros Lustosa Junior², Raimunda Joysse Pereira dos Reis Nascimento³

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB) - Campus Planaltina, Docente, raphael.cessa@ifb.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB) - Campus Planaltina, Docente, ilvan.junior@ifb.edu.br

³ joysse.net@gmail.com

Recebido em: 05/07/2023

Aceito em: 10/10/2023

Resumo

Este trabalho foi realizado com o objetivo de sugerir corredores ecológicos (CEs) entre o Parque Nacional de Brasília (PNB) e a Estação Ecológica de Águas Emendadas (EEAE) no Distrito Federal, Brasil. O processamento de dados e a criação de mapas deu-se pelo ArcMap 10.5. Foram obtidas imagens *raster* do uso e ocupação do solo e densidade demográfica a partir de adaptações de arquivos vetorizados. Tais mapas *raster* foram reclassificados para mapas de “custos”. Posteriormente, obteve-se por meio da função *raster calculator* o mapa de custo total que, com o arquivo vetorizado do PNB, utilizando-se as funções *cost distance* e *cost back link*, originaram dois mapas *raster*. Esses, com o arquivo vetorizado da EEAE, originaram o mapa contendo os CEs. Foram sugeridos dois CEs, sendo um “maior”, 34.905,44 ha, e o outro “menor”, 15.487,78 ha. O menor é contemplado predominantemente, 91,26 %, pelas classes de uso e ocupação do solo de formações campestre, floresta e savânica e APP, enquanto que o maior contempla 78,48 % de formações campestre, floresta e savânica, APP e unidade de conservação. A qualidade do ambiente natural de conexão da flora e a fauna entre as unidades de conservação para o CE menor, portanto, é garantida pela maior representatividade das fitofisionomias de Cerrado constituídas nas classes de uso e ocupação por formações campestre, florestal e savânica, quando comparado ao CE maior (2,3 vezes que o CE menor).

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica. Uso e ocupação do solo. Densidade demográfica

Introdução

As Unidades de Conservação (UCs) são espaços territoriais criados e tutelados pelo poder público (nas esferas federal, estadual, distrital ou municipal) que garantem a conservação e preservação da biodiversidade e dos recursos genéticos dos ambientes naturais, nos aspectos hídricos, edáficos, geológicos, geomorfológicos, espeleológicos, arqueológicos, paleontológicos e culturais (BRASIL, 2000; ARAÚJO, BASTOS, 2019).

O Parque Nacional de Brasília (PNB) localiza-se na porção noroeste do Distrito Federal, ocupando 7,31 % do seu território, com fitofisionomia predominante de Cerrado *sensu stricto*, contendo os ribeirões do Bananal e Santa Maria/Torto que deságuam no Lago Paranoá, o qual faz parte da Bacia do Rio São Bartolomeu. A Estação Ecológica de Águas Emendadas (EEAE) é uma UC e possui características ecológicas

únicas, como a nascente no seu interior que origina dois córregos que vão em direções opostas, o “Brejinho” e “Vereda Grande”, escoando suas águas para a bacia hidrográfica do rio Paraná, ao sul, e a bacia hidrográfica do Araguaia/Tocantins, ao norte (BAGATINI, 2006).

Apesar da relevância ecossistêmica das UCs, é comum estarem isoladas, o que pode comprometer a conservação da biodiversidade e, portanto, é pertinente a construção de “estruturas naturais conectivas” (CESSA *et al.*, 2022), ou seja, corredores ecológicos (CEs).

O estabelecimento dos locais para proposição de alocação dos CE é, sobretudo, um problema multicritério, em que um conjunto de fatores e a importância ponderada de cada um determinam as áreas aptas para a instalação desses corredores. De forma geral, os fatores considerados na integração de informações para estabelecimento de CEs são: uso e ocupação do solo – compreendendo

as classes agricultura, vegetações naturais, áreas de proteção permanente e reserva legal, áreas antropizadas (urbanas e/ou antropizadas de alguma forma e malhas viárias), massas de água e declividade do solo (PIMENTEL, 2007; TAKAHASHI *et al.*, 2021).

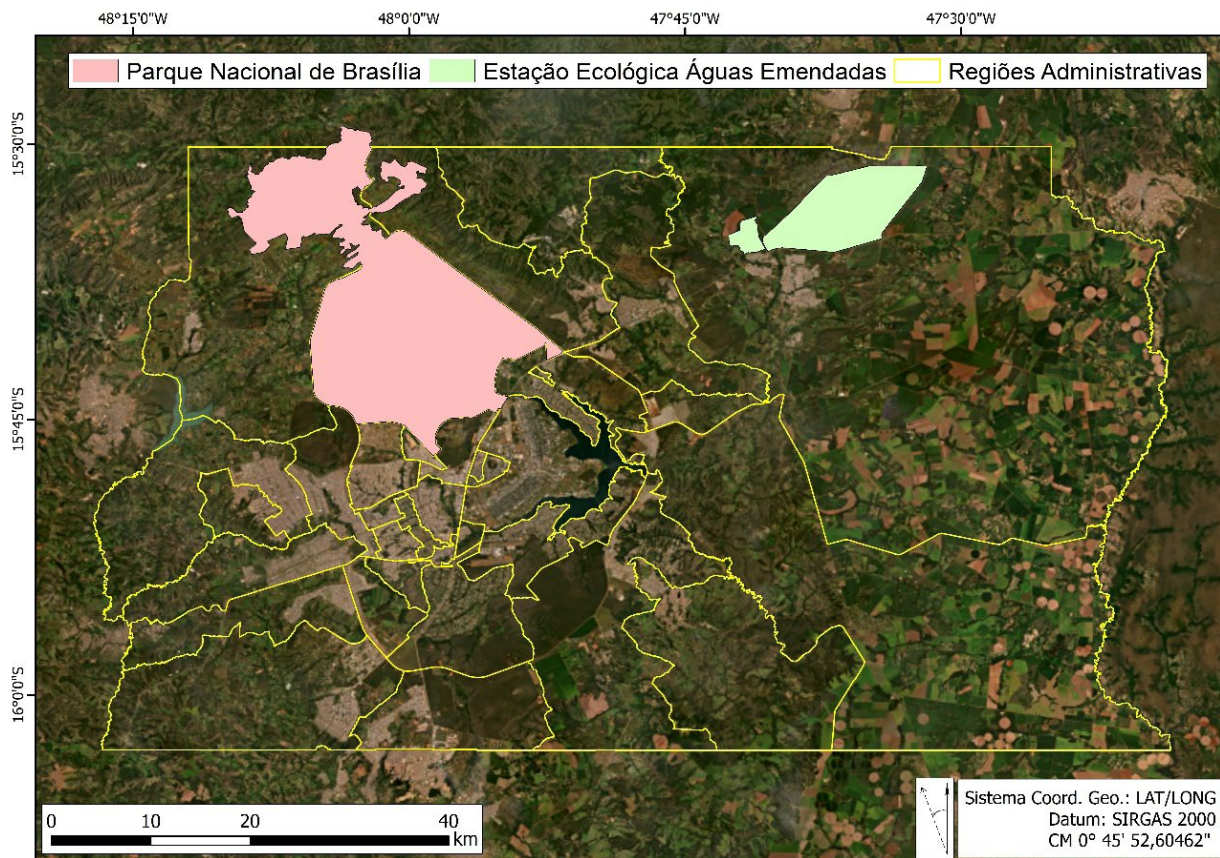
Como produto final da referida análise multicritério, tem-se um mapa da distribuição espacial de pixels com valores de maior ou menor peso, em função dos pesos atribuídos aos indicadores, o qual por meio de geoprocessamento pode-se aplicar a avaliação dos cenários de custo (ALEXANDER *et al.*, 2016; DOS SANTOS *et al.*, 2020). Com isso, este trabalho foi desenvolvido no Distrito Federal, Brasil, com o objetivo de propor locais para implantação de CEs entre o PNB e a EEAE.

Material e métodos

O trabalho de sugestão de alocação de CEs foi realizado no Distrito Federal, Brasil, no espaço físico entre o PNB e a EEAE, ambas inseridas no bioma Cerrado (Figura 1). O processamento espacial de dados e a criação de mapas temáticos deu-se por meio do Sistema de Informação Geográfica ArcMap 10.5.

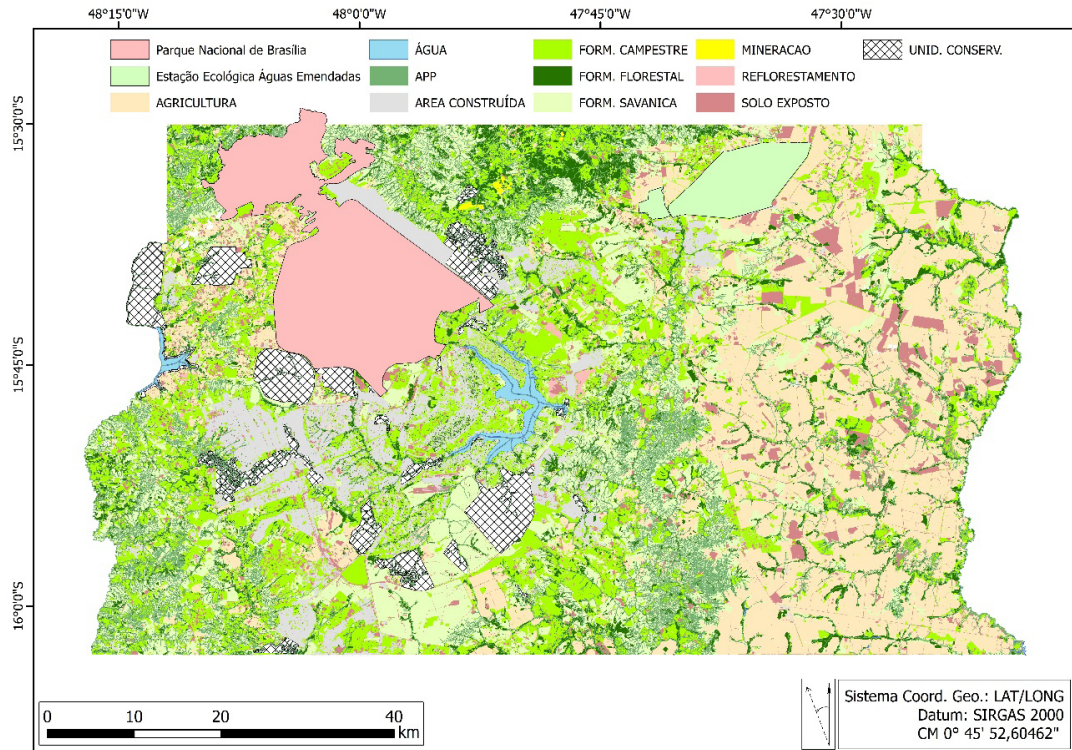
Para alocação espacial dos CEs, seguiu-se a metodologia proposta por Louzada *et al.* (2010), em que, primeiramente, foram obtidas imagens *raster* de uso e ocupação do solo e densidade demográfica a partir de adaptações de arquivos vetorizados dessas mesmas características (Figuras 2 e 3), e que foram fornecidos por SEDUH (2023).

Figura 1. Localização da área de estudo no Distrito Federal, Brasil.



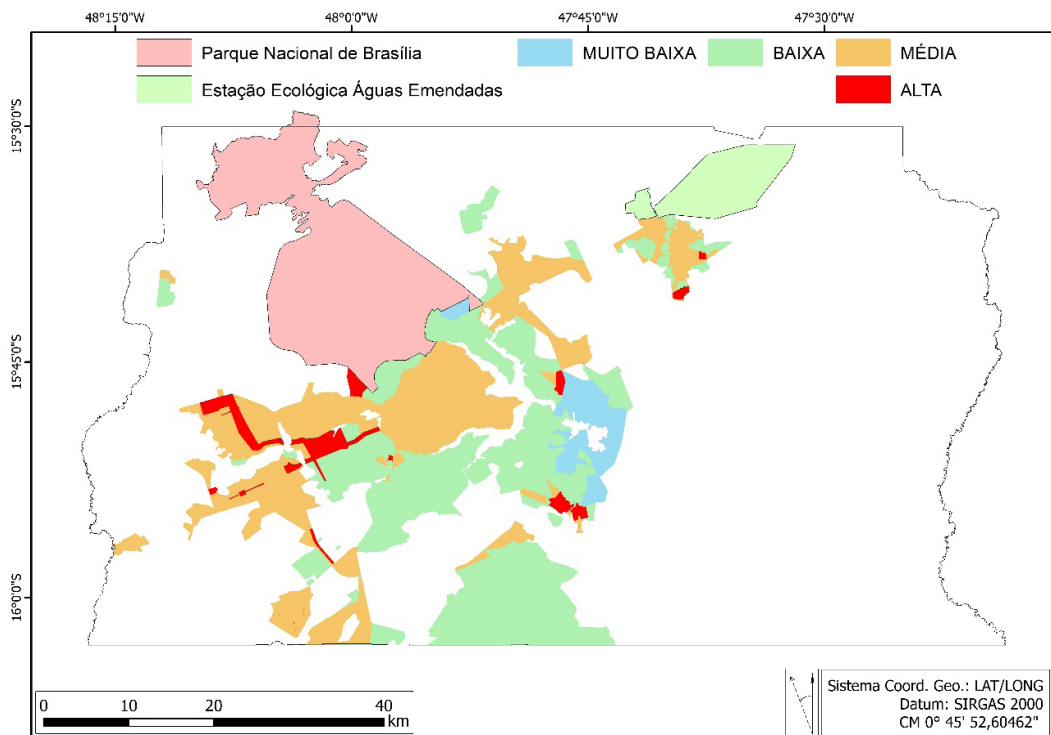
Fonte: dos autores

Figura 2. Uso e ocupação do solo no Distrito Federal, Brasil.



Fonte: adaptado de SEDUH (2023)

Figura 3. Densidade demográfica no Distrito Federal, Brasil.



Fonte: adaptado de Louzada *et al.* (2010)

Os mapas *raster* de uso e ocupação do solo e densidade demográfica foram reclassificados (função algorítmica *reclassify*) segundo as Tabelas 1 e 2, em que “custos” foram atribuídos às classes, obtendo-se assim os mapas *raster* de custo dessas características. Uma imagem matricial (*raster*) de custo (escala de 1 a 100) representa algum fator, ou a combinação de fatores, que influenciam o estabelecimento de um percurso em determinada área.

Após obtenção dos mapas de custo de uso e ocupação do solo e densidade demográfica foi obtido, por meio da função algorítmica *raster calculator*, o mapa *raster* de custo total. Para tanto, fez-se uso da equação 1. O valor (peso) 0,50 descrito na equação 1 foi obtido por meio da aplicação da metodologia proposta por Saaty (1977), que trata da decisão do

problema em níveis hierárquicos. Para tal finalidade, utiliza-se uma matriz de decisão de comparação par a par fazendo-se uso da escala fundamental de Saaty, a qual define linearmente a hierarquia de importância entre fatores predefinidos (aqui, uso e ocupação do solo e densidade demográfica). Estabelecidos os valores da escala de Saaty, e aplicando-os nas células do comando AHP (Processo de Análise Hierárquica) do ArcMap 10.5, que permite a modelagem dos dados levando em consideração diversos fatores envolvidos em processos de diagnósticos e tomadas de decisão (pesquisa, coleta de informações, verificação de hipóteses e possibilidades), auxiliando a integração objetiva de indicadores (MORANDI *et al.*, 2020; SAHOO *et al.*, 2016; SCHWAIDA *et al.*, 2017).

$$\text{Custo total} = (\text{imag. raster uso e ocup. do solo} * 0,50) + (\text{imag. raster densi. demo.} * 0,50)$$

Tabela 1. Classes e custos para uso e ocupação do solo no Distrito Federal, Brasil.

Uso e ocupação do solo	Custo
Agricultura	100
Água	1
Área de Proteção Permanente (APP)	1
Área construída	100
Formação campestre	1
Formação florestal	1
Formação savânica	1
Mineração	10
Reflorestamento	50
Solo exposto	80
Unidade de conservação	1

Fonte: adaptado de SEDUH (2023)

Tabela 2. Classes e custos para densidade demográfica no Distrito Federal, Brasil.

Densidade demográfica	Custo
Muito baixa	1
Baixa	1
Média	50
Alta	100

Fonte: adaptado de SEDUH (2023)

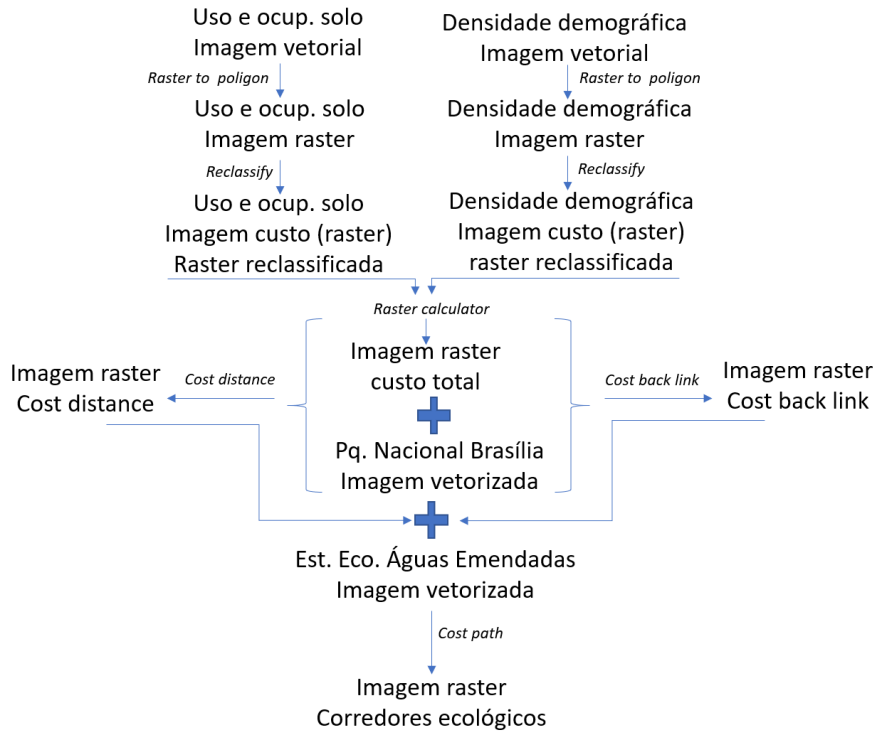
Com a imagem *raster* do custo total e o arquivo vetorizado do PNB, utilizando-se as funções algorítmicas *cost distance* e *cost back link*, obtiveram-se mais dois mapas *raster*, os quais foram usados juntamente com o arquivo vetorizado da EEAE para criação do mapa contendo os CE por meio da função algorítmica *cost path*. A largura estabelecida para cada CE foi fixada em 10 % do seu comprimento total de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução Conama n. 9 de 24 de outubro de 1996.

Na Figura 4, pode-se observar o fluxo utilizado para processamento dos dados e imagens (mapas).

Resultados e discussão

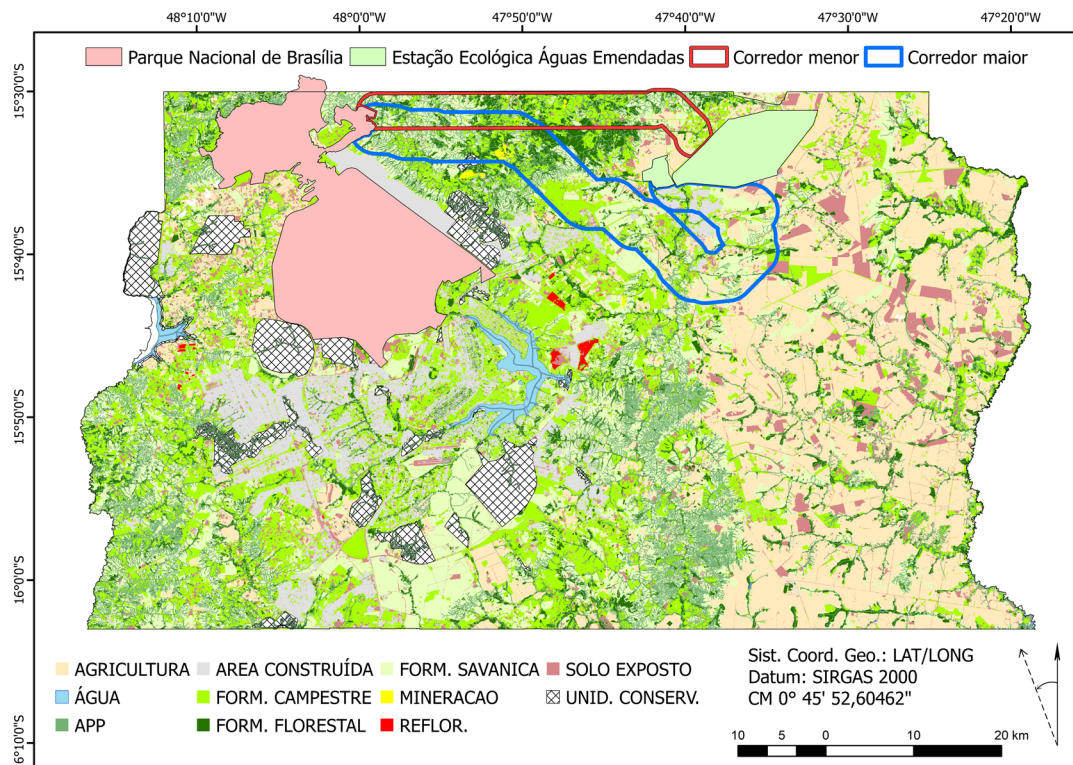
Os CEs entre o PNB e a EEAE no Distrito Federal tiveram a metragem de 37 km de extensão e 15.488,51 ha de área, e 64,75 km de extensão e 34.905,44 ha de área, respectivamente (Figura 5). Seus limites são estabelecidos com buffer de largura de 10 %

Figura 4. Fluxo utilizado para processamento dos dados e imagens (mapas).



Fonte: dos autores

Figura 5. Corredores ecológicos sugeridos entre o Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica de Águas Emendadas no Distrito Federal, Brasil.



Fonte: dos autores

dos seus comprimentos, segundo a Resolução Conama n. 9 de 24 de outubro de 1996. Na Figura 6, podem ser observados os locais de origem (partida do PNB) e de chegada (destino na EEAE) dos CEs menor e maior.

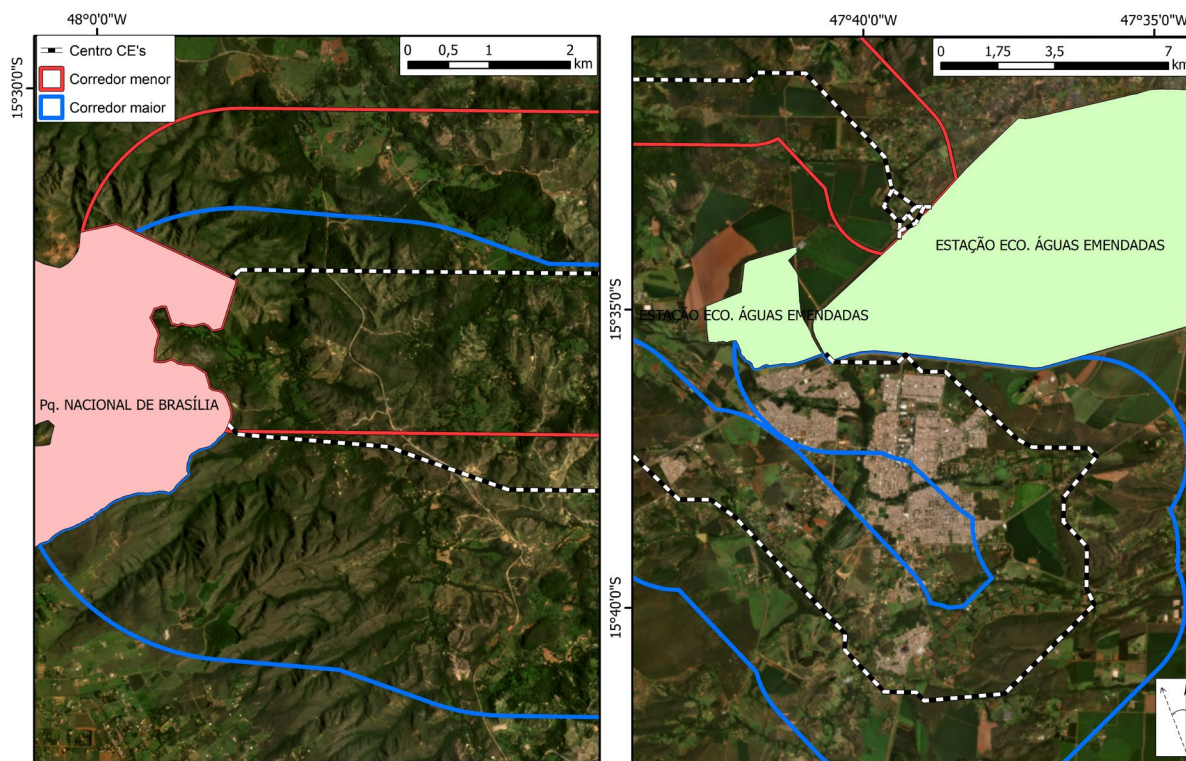
O CE menor contempla em 91,26 % da sua área total as classes de uso e ocupação do solo de formações campestres, florestais e savânicas e área de proteção permanente (APP), enquanto que o CE maior contempla 78,48 % de formações campestres, florestais e savânicas, APP e unidade de conservação (Tabela 3). Sobre as classes de uso Agricultura e Área construída, o CE menor tem 5,91 % de sua área total, e o CE maior 17,24 %.

Esta discussão traz a importância da reflexão sobre os aspectos que se pretende priorizar na implantação de CEs, em especial sobre sua qualidade e não somente sobre a extensão. O

CE menor, possivelmente, proporciona melhores condições sobre o ambiente natural, em específico as fitofisionomias do bioma Cerrado distribuídas nas classes de formações campestre, florestal e savânica, e apenas 40,77 ha de área construída. Embora 2,3 vezes maior, o CE maior tem menores proporções dessas fitofisionomias de Cerrado, ou seja, proporcionaria menor qualidade do ambiente natural ao conectar a flora e a fauna entre os pontos estudados (PNB e EEAE).

Takahashi *et al.* (2021) estudaram a viabilização de corredores ecológicos entre o PNB e a EEAE. O corredor ecológico mais viável proposto (Figura 7, corredor ecológico "C") parte do mesmo local dos CEs propostos neste trabalho e se assemelha mais com o corredor maior. Ainda, o corredor ecológico "C" interceptou em 70 % da sua área com fragmentos florestais de vegetação natural. Ressalta-se que o corredor D

Figura 6. Locais de origem (partida do PNB) de chegada (destino na EEAE) dos CEs menor e maior. Distrito Federal, Brasil.



Sist. Coord. Geo.: LAT/LONG / Datum: SIRGAS 2000 / CM 0° 45' 52,60462"

Fonte: dos autores

Tabela 3. Área (hectares) correspondente à cada classe de uso e ocupação do solo contida nos corredores ecológicos menor e maior.

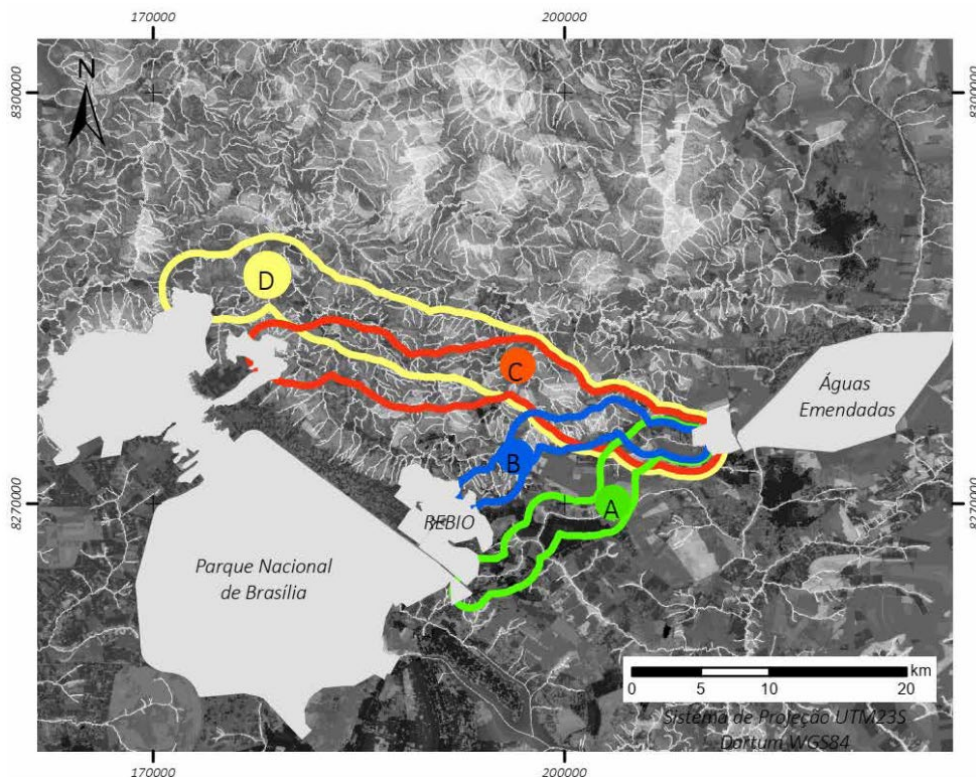
Uso e ocupação	MENOR	MAIOR
Agricultura	842,77	4.195,156
Água	0,35	14,099
APP	3.228,27	4.962,93
Área construída	40,77	1.824,02
Formação campestre	3.777,55	7.480,26
Formação florestal	2.943,52	4.004,942
Formação savânica	4.219,72	1.0852,86
Mineração	38,02	172,95
Reflorestamento	1,50	4,89745
Solo exposto	399,06	1.301,16
Unidade conservação	0,00	92,17

da Figura 8 está em partes fora dos limites dos Distrito Federal e, portanto, não foi utilizado para comparação com os CEs deste.

No trabalho de Andrade (2020), observa-se que a rota 1, semelhante ao corredor C da

Figura 7 proposto por Takahashi *et al.* (2021), foi uma das mais adequadas à transição entre fragmentos de vegetação natural propostas para o lobo guará (*Chrysocyon brachyurus Illiger, 1815*), mas há barreiras físicas constituídas por

Figura 7. Corredores ecológicos propostos entre o Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica de Águas Emendadas. Distrito Federal, Brasil



Fonte: Takahashi *et al.* (2021).

áreas urbanas e malhas viárias a ela (rota 1) e/ou muito próximas, e que são impeditivas e perigosas aos lobos-guarás, consideradas piores do que as atividades agropecuária e reflorestamento.

Outra observância é a forma na qual se configura o crescimento urbano atual no Distrito Federal, que se dá por meio do espraiamento (expansão urbana distanciada do centro e que leva novos moradores para áreas rurais ou de proteção ambiental), agravando a fragmentação da paisagem natural e reduzindo a sua biodiversidade (DUPRAS *et al.*, 2016; JACOB *et al.*, 2021).

O espraiamento que contribui para a fragmentação da paisagem de Cerrado tem como parte usos e ocupações dos solos informais, sem aprovação legal, com tendência de uma população metropolitana distribuída desorganizadamente em áreas regionais permanentes em expansão e “desformes” (SCHVARBERG, 2019). Falam-se das lógicas reproduzidas de loteamento, urbanisticamente simplificadas, mais próximas à noção de “acampamento” do que de cidade, que expandem e segmentam o tecido metropolitano em franjas periféricas e periurbanas.

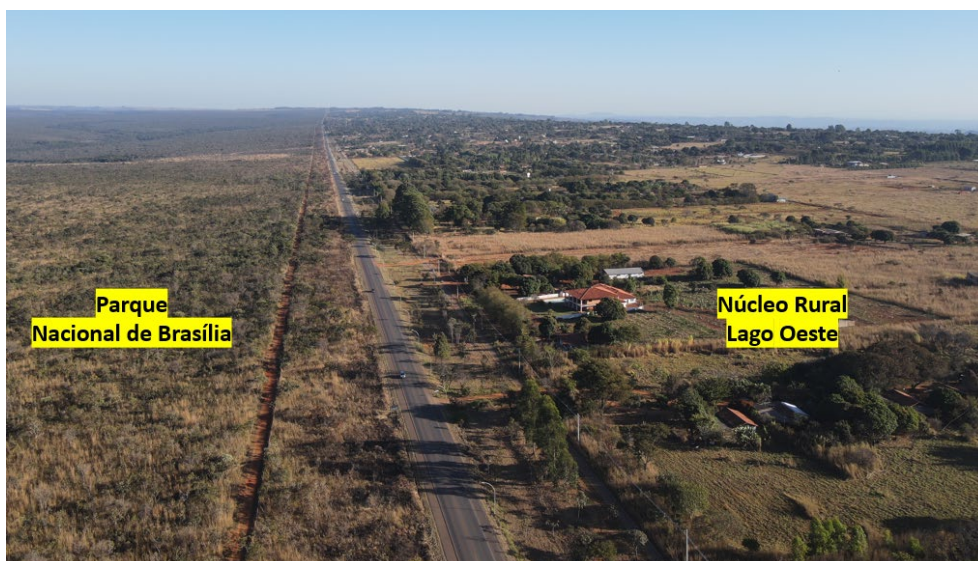
Nessa descrição contextual e simplificada a respeito do espraiamento ocorrente no Distrito Federal, não se observa a capacidade de certas localidades urbanísticas e/ou que estão em processo de tornarem-se, em atuarem como barreiras físicas para a passagem da flora e fauna. Abaixo dos CEs menor e maior, nos locais de suas partidas a partir do PNB (Figura 5), há uma área habitada e classificada como “área construída” denominada Núcleo Rural Lago Oeste, em que a própria é considerada pelo algoritmo *cost path* como um impedimento. Portanto, tem-se que a partida (origem) dos CEs do PNB em direção à EEAE se inicia logo acima da referida área habitada. Esse fato também ocorreu no trabalho de Takahashi *et al.* (2021).

Conclusões

Foram sugeridos dois CEs entre o PNB e a EEAE no Distrito Federal, Brasil, sendo um menor (37,00 km e 15.488,51 ha) e outro maior (64,75 km e 34.905,44 ha).

O CE menor contempla predominantemente (91,26 %) as classes de uso e ocupação do solo

Figura 8. Núcleo Rural Lago Oeste localizado abaixo dos pontos de partidas dos Corredores Ecológicos maior e menor. Distrito Federal, Brasil.



Fonte: dos autores

de formações campestre, floresta e savânica e APP, enquanto que o CE maior contempla 78,48 % de formações campestre, floresta e savânica, APP e unidade de conservação. A qualidade do ambiente natural de conexão da flora e a fauna entre os pontos estudados (PNB e EEAE) para o CE menor, portanto, é garantida pela maior representatividade das fitofisionomias de Cerrado quando comparado ao CE maior.

Referências

- ALEXANDER, J. L., OLIMB, S. K., BLY, K. L. S.; RESTANI, M. Use of least-cost path analysis to identify potential movement corridors of swift foxes in Montana. **Journal of Mammalogy**, v. 97, n. 3, pp. 891–898, 2016.
- ANDRADE, B. R. **Conectando a Estação Ecológica de Águas Emendadas: proposta de corredores ecológicos para o lobo-guará (*Chrusocyon brachyurus*)**. 2020. 112 p. Dissertação (Mestrado) Universidade de Brasília, Brasília.
- ARAÚJO, T. M. S. DE.; BASTOS, F. DE. H. Corredores ecológicos e conservação da biodiversidade: aportes teóricos e conceituais. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 21, n. 2, 716-729, 2019.
- BAGATINI, T. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras**. 2006. 62 p. Dissertação (Mestrado) Universidade de Brasília, Brasília,
- BRASIL. Decreto-lei 9.985, de 18 de julho de 2000. **Estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000.
- CESSA, R. M. A.; LUSTOSA JUNIOR, I, M.; SILVA, F. G. R.; OLIVEIRA, C. M. M. De.; AMARAL, U. Do. Corredores etnoambientais em Terras Indígenas. **Cadernos de Geografia**, v. 1, n. 45, p. 69-80, 2022.
- DUPRAS, J.; MARULL, J.; PARCERISAS, L.; COLL, F.; GONZALEZ, A.; GIRARD, M.; TELLO, E. The impacts of urban sprawl on ecological connectivity in the Montreal Metropolitan Region. **Environmental Science & Policy**, v. 58, n. 1, p. 61-73, 2016.
- JACOB, P. P.; DRUMMOND, J. A.; BARRETO, C. G. A contribuição do espraiamento urbano de Brasília para a fragmentação da paisagem de Cerrado ao redor da cidade. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2021.
- LOUZADA, F. L. R. De O.; SANTOS, A. R.; SILVA, A. G. **Delimitação de corredores ecológicos no ArcGIS 9.3**. Alegre:CAUFES, 2010. 50p.
- MORANDI, D. T.; FRANÇA, L. C. J.; MENEZES, E. S.; MACHADO, E. L. M.; SILVA, M. D.; MUCIDA, D. P. Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological Indicators**, v. 115, n. 1, p. 1-10, 2020.
- PIMENTEL, L. **A questão dos corredores ambientais no Distrito Federal: uma avaliação das propostas existentes**. 2007. 166 p. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília.
- SAATY, T. L. A. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal Mathematical Psychology**, v. 15, n. 1, p. 234-281, 1977.
- SAHOO. S.; DHAR, A.; KAR, A. Environmental vulnerability assessment using Grey Analytic Hierarchy Process based model. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 56, n. 1, p. 145-154, 2016.

DOS SANTOS, A. R.; ARAÚJO, E. F.; BARROS, Q. S.; FERNANDES, M. M.; DE MOURA FERNANDES, M. R.; MOREIRA, T. R.; DE SOUZA, K. B.; DA SILVA, E. F.; SILVA, J. P. M.; SANTOS, J. S.; BILLO, D.; SILVA, R. F.; NASCIMENTO, G. S. P.; DA SILVA GANDINE, S. M.; PINHEIRO, A. A.; RIBEIRO, W. R.; GONÇALVES, M. S.; DA SILVA, S. F.; SENHORELO, A. P.; HEITOR, F. D.; BERUDE, L. C.; DE ALMEIDATELLES, L. A. Fuzzy concept applied in determining potential forest fragments for deployment of a network of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Indicators**, v. 115, n. 1, p. 106-423, 2020.

SCHWAIDA, S. F.; CICERELLI, R. E.; ALMEIDA, T.; ROIG, H. L. Desafios e estratégias na implementação de corredores ecológicos entre áreas protegidas no bioma Cerrado. **Revista Árvore**, v. 41, n. 6, p. 1-10, 2017.

SCHVARSBERG, B. Consistência do planejamento e da gestão urbana na área metropolitana de Brasília. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2019.

SEDUH (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação). GeoPortal-DF: **Infraestrutura de Dados Espaciais** - IDE/DF. Disponível em: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>. Acesso 27 set. 2023.

TAKAHASHI, R. S.; CICERELLI, R. E.; ALMEIDA T.; SANO, E. E.; CONTRERAS, F.; RAMOS, A. P. M. Implementação de Corredores Ecológicos no Distrito Federal e Entorno Baseado em Critérios Ponderados. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 44, n. 1, p. 1-11, 2021.