



IDENTIFICAÇÃO DE MEIOS DE ELABORAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

Renan Angrizani de Oliveira¹

Erik de Lima Andrade²

Vanessa Cezar Simonetti³

Antonio Cesar Germano Martins⁴

Darllan Collins da Cunha e Silva⁵

Políticas públicas, Legislação e Meio Ambiente

Resumo

A expansão urbana vem desencadeando processos de fragmentação florestais, sendo necessário a proposição de corredores ecológicos para mitigação destes impactos. Diante do exposto e da necessidade de identificação de métodos para elaboração de corredores ecológicos, este estudo conduziu uma revisão bibliográfica sistemática para a identificação do Sistema de Informação Geográfico (SIG) e os principais modelos utilizados. A revisão foi realizada para os estudos de 2009 a 2018 utilizando as bases de dados: ScienceDirect, Scopus, Springer Link e Web of Science para busca de artigos em inglês com as palavras-chave *ecological corridor* e *GIS*. No total foram selecionados 304 artigos, dos quais após a sistemática de exclusão, restaram 24. O SIG mais utilizado foi o ArcGIS e dentre os modelos utilizados, se destacou o caminho de menor custo utilizando uma grande variedade de planos de informações. Foi verificado a carência de estudos sobre a temática e que alguns estudos não apresentam todos os elementos necessários para a implantação de um corredor.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Conectividade; Fluxo gênico; Fragmentação.

¹ Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Instituto de Ciência e Tecnologia, renan_angrizani@hotmail.com.

² Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Instituto de Ciência e Tecnologia, eng.erik@hotmail.com.

³ Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Instituto de Ciência e Tecnologia, va_simonetti@hotmail.com.

⁴ Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Instituto de Ciência e Tecnologia, antonio.martins@unesp.br.

⁵ Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Instituto de Ciência e Tecnologia, darllan.collins@unesp.br.



INTRODUÇÃO

A expansão urbana vem provocando a fragmentação dos ambientes naturais, levando a perda da resiliência e da biodiversidade pelo isolamento das espécies e a supressão das populações, influenciando na redução do fluxo gênico, principalmente em espécies com capacidade de dispersão limitada (HADDAD et al., 2015).

Neste sentido, os Corredores Ecológicos (CE) podem servir como instrumentos de gestão para a diminuição da fragmentação e aumento do fluxo gênico entre as espécies, mantendo a diversidade de espécies nativas, e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem sido amplamente utilizado para sua proposição (ROY et al., 2010; FERRETI; POMARICO, 2013).

Portanto, devido a necessidade de identificar métodos confiáveis e reprodutíveis para elaboração de corredores ecológicos, foi conduzida uma revisão bibliográfica sistemática dos estudos de 2009 a 2018 para a identificação do SIG utilizado na proposição de CE e quais os modelos utilizados.

METODOLOGIA

Para identificar as aplicações dos SIG na proposição de CE, foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática dos estudos de 2009 a 2018 utilizando as bases de dados: ScienceDirect, Scopus, Springer Link e Web of Science para busca de artigos com as palavras-chave em inglês *ecological corridor* e *GIS*. Os dados dos artigos encontrados foram tabulados e para seleção dos artigos foram adotados critérios de exclusão adaptados de França et al. (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 304 artigos distribuídos nas quatro bases de dados utilizadas, sendo 171 na ScienceDirect, 104 na Springer Link, 23 na Scopus e 6 na Web of Science.

Após adotados os critérios de exclusão, foram identificados 24 artigos com o

escopo da revisão, possibilitando uma visão completa do estado da arte das aplicações de SIG e quais os modelos vêm sendo utilizados para proposição de CE.

Dos 24 artigos analisados na revisão, verificou-se que o SIG mais utilizado foi o ArcGIS, correspondendo à 66,7% dos artigos analisados, e 37,5% das publicações são correspondentes aos dois últimos anos estudados, conforme verificado na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados da revisão bibliográfica sistemática de 2009 a 2018

SIG	Artigo
ArcGIS	Hepcan et al. (2009); Wei et al. (2009); Yue et al. (2009); Gurrutxaga et al. (2010); Huck et al. (2010); Roy et al. (2010); Hepcan e Özkan (2011); Teng et al. (2011); Liu et al. (2014); Loro et al. (2015); Guo e Liu (2017); Liu et al. (2017); Yu et al. (2017); Cannas et al. (2018); Santos et al. (2018)
Não mencionado	Pino e Marull (2012); Ziólkowska et al. (2012); Cegielska et al. (2017); Nor et al. (2017); Zhang et al. (2017); Dufлот et al. (2018)
QGIS	Pierik et al. (2016); Fenu e Pau (2018)
IDRISI e ILWIS	Ferreti e Pomarico (2013)

Ainda, conforme verificado na Tabela 1 também foram utilizados em dois estudos o QGIS, um software livre, além de ser utilizado em apenas um estudo o ILWIS e IDRISI.

Nos artigos analisados neste estudo, verificou-se uma tendência no uso da modelagem do caminho de menor custo (CMC), do inglês *least-cost path* (LCP), visto que, 75% dos estudos analisados utilizam o modelo. Segundo Guo e Liu (2017), embora não exista um acordo sobre o melhor método na proposição de corredores ecológicos, o CMC é o mais popular, assim como observado neste estudo, podendo até mesmo ser considerado o modelo mais eficaz segundo Teng et al. (2011).

O CMC está disponível como uma ferramenta em SIG, e se apresenta flexível para calcular o custo cumulativo mínimo em cada ponto nas proximidades baseado na distância euclidiana (m), sendo assim a principal informação para a aplicação do modelo em SIG, é um plano de informação com os custos da superfície para o deslocamento entre os fragmentos de habitat com base em informações geográficas (Guo e Liu, 2017).

Dentre os parâmetros utilizados nos planos de informações, destaca-se a utilização do uso do solo, topografia, atividades humanas, hidrografia, distância de



rodovias, dentre outros (Hepcan e Özkan, 2011; Loro et al., 2015). No entanto, a fim de ponderar os valores dos planos de informações elaborados em alguns estudos foi utilizado o *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

CONCLUSÕES

Verificou-se que o SIG mais utilizado na proposição de corredores ecológicos foi o ArcGIS, correspondendo à 66,7% dos estudos e o modelo que teve a maior aplicação foi o caminho de menor custo, utilizando uma grande variedade de planos de informações.

Foi verificado que há uma carência de estudos sobre a temática e que alguns estudos não apresentam os elementos necessários para a implantação de um CE.

REFERÊNCIAS

- CANNAS, I.; LAI, S.; LEONE, F.; ZOPPI, C. Green infrastructure and ecological corridors: A regional study Concerning Sardinia. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 1265, 2018.
- CEGIELSKA, K.M.; SALATA, T.; GAWROŃSKI, K.; RÓŻYCKA-CZAS, R. Level of spatial differentiation of anthropogenic impact in Małopolska. **Journal of Ecological Engineering**, v. 18, n. 1, 2017.
- DUFLOT, R.; AVON, C.; ROCHE, P.; BERGÈS, L. Combining habitat suitability models and spatial graphs for more effective landscape conservation planning: An applied methodological framework and a species case study. **Journal for Nature Conservation**, v. 46, p. 38-47, 2018.
- FENU, G.; PAU, P.L. Connectivity analysis of ecological landscape networks by cut node ranking. **Applied Network Science**, v. 3, n. 1, p. 22, 2018.
- FERRETTI, V.; POMARICO, S. An integrated approach for studying the land suitability for ecological corridors through spatial multicriteria evaluations. **Environment, Development and Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 859-885, 2013.
- FRANÇA, J.F.; OLIVEIRA, R.A.; GERENUTTI, M.; JOZALA, A.F.; GROTO, D. High performance liquid chromatography applied in hormone contaminations detection: A scoping review in ecotoxicology. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, v. 41, n. 7, p. 377-383, 2018. DOI: 10.1080/10826076.2018.1446980
- GURRUTXAGA, M.; LOZANO, P.J.; DEL BARRIO, G. GIS-based approach for incorporating the connectivity of ecological networks into regional planning. **Journal for Nature Conservation**, v. 18, n. 4, p. 318-326, 2010.
- GUO, Y.; LIU, Y. Connecting regional landscapes by ecological networks in the Greater Pearl River Delta. **Landscape and Ecological Engineering**, v. 13, n. 2, p. 265-278, 2017.
- HADDAD, N. M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2015.
- HEPCAN, Ş.; HEPCAN, Ç.C.; BOUWMA, I.M.; JONGMAN, R.H.; ÖZKAN, M.B. Ecological

networks as a new approach for nature conservation in Turkey: a case study of Izmir Province.

Landscape and Urban Planning, v. 90, n. 3-4, p. 143-154, 2009.

HEPCAN, Ç.C.; ÖZKAN, M.B. Establishing ecological networks for habitat conservation in the case of Çeşme–Urla Peninsula, Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 174, n. 1-4, p. 157-170, 2011.

HUCK, M. et al. Habitat suitability, corridors and dispersal barriers for large carnivores in Poland. **Acta Theriologica**, v. 55, n. 2, p. 177-192, 2010.

LIU, S.; DENG, L.; DONG, S.; ZHAO, Q.; YANG, J.; WANG, C. Landscape connectivity dynamics based on network analysis in the Xishuangbanna Nature Reserve, China. **Acta Oecologica**, v. 55, p. 66-77, 2014.

LIU, S.; DONG, Y.; CHENG, F.; ZHANG, Y.; HOU, X.; DONG, S.; COXIXO, A. Effects of road network on Asian elephant habitat and connectivity between the nature reserves in Xishuangbanna, Southwest China. **Journal for Nature Conservation**, v. 38, p. 11-20, 2017.

LORO, M.; ORTEGA, E.; ARCE, R.M.; GENELETTI, D. Ecological connectivity analysis to reduce the barrier effect of roads. An innovative graph-theory approach to define wildlife corridors with multiple paths and without bottlenecks. **Landscape and urban planning**, v. 139, p. 149-162, 2015.

NOR, A.N.M.; CORSTANJE, R.; HARRIS, J.A.; GRAFIUS, D.R.; SIRIWARDENA, G.M. Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities. **Heliyon**, v. 3, n. 6, p. e00325, 2017.

PIERIK, M.E.; DELL'ACQUA, M.; CONFALONIERI, R.; BOCCHI, S.; GOMARASCA, S.

Designing ecological corridors in a fragmented landscape: A fuzzy approach to circuit connectivity analysis. **Ecological Indicators**, v. 67, p. 807-820, 2016.

PINO, J.; MARULL, J. Ecological networks: are they enough for connectivity conservation? A case study in the Barcelona Metropolitan Region (NE Spain). **Land Use Policy**, v. 29, n. 3, p. 684-690, 2012.

ROY, A.; DEVI, B.S.S.; DEBNATH, B.; MURTHY, M.S.R. Geospatial modelling for identification of potential ecological corridors in Orissa. **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, v. 38, n. 3, p. 387-399, 2010.

SANTOS, J.S. et al. Delimitation of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Indicators**, v. 88, p. 414-424, 2018.

TENG, M.; WU, C.; ZHOU, Z.; LORD, E.; ZHENG, Z. Multipurpose greenway planning for changing cities: A framework integrating priorities and a least-cost path model. **Landscape and Urban Planning**, v. 103, n. 1, p. 1-14, 2011.

YU, Q. et al. The optimization of urban ecological infrastructure network based on the changes of county landscape patterns: a typical case study of ecological fragile zone located at Deng Kou (Inner Mongolia). **Journal of Cleaner Production**, v. 163, p. S54-S67, 2017.

YUE, D.; WANG, J.; LIU, Y.; ZHANG, X.; LI, H.; WANG, J. Ecologically based landscape pattern optimization in northwest of Beijing. **Journal of Geographical Sciences**, v. 19, n. 3, p. 359-372, 2009.

WEI, W.; ZHAO, J.; WANG, X.F.; ZHOU, Z.Y.; LI, H.L. Landscape pattern MACRS analysis and the optimal utilization of Shiyang River Basin based on RS and GIS approach. **Acta Ecologica Sinica**, v. 29, n. 4, p. 216-221, 2009.

ZIÓŁKOWSKA, E.; OSTAPOWICZ, K.; KUEMMERLE, T.; PERZANOWSKI, K.; RADELOFF, V.C.; KOZAK, J. Potential habitat connectivity of European bison (*Bison bonasus*) in the Carpathians. **Biological Conservation**, v. 146, n. 1, p. 188-196, 2012.

ZHANG, L.; PENG, J.; LIU, Y.; WU, J. Coupling ecosystem services supply and human ecological demand to identify landscape ecological security pattern: A case study in Beijing–Tianjin–Hebei region, China. **Urban Ecosystems**, v. 20, n. 3, p. 701-714, 2017.