

CONECTIVIDADE DA PAISAGEM EM MATRIZ DE PECUÁRIA E AGRICULTURA NO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO

Reginaldo Carvalho dos Santos¹, Maicon Diego Pinto Rossi¹, Carlos Antonio da Silva Junior³,
Mendelson Lima¹

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta-MT, carvalhotnn@gmail.com,

³ Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT, carlosjunior@unemat.br

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a conectividade entre os fragmentos florestais em matriz de pecuária e agricultura no norte do estado de Mato Grosso, nos municípios de Alta Floresta e Sorriso. A conectividade permite interação dos organismos com a matriz de paisagem. A fragmentação de habitats nos biomas Amazônico e Cerrado promove mudanças ecológicas que afetam a biodiversidade. Foram utilizadas cenas do satélite Landsat 8 sensor OLI do ano 2017 para quantificar os fragmentos florestais. A área de estudo compreendeu 8.964 fragmentos florestais, sendo 6.149 para matriz de pecuária e 2.815 para matriz de agricultura. Os fragmentos maiores que 50 hectares apresentaram métricas de conectividade maiores. A matriz de pecuária apresentou melhores métricas de conectividade, portanto, a identificação destas áreas é importante para priorizar a conservação. A conservação baseada em multicritérios associados à teoria dos grafos é uma forma para a conservação da biodiversidade.

Palavras-chave — Fragmentação, habitats, métricas de conectividade

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the connectivity between the forest fragments in the livestock and agriculture matrix in the north of the state of Mato Grosso, in the municipalities of Alta Floresta and Sorriso. Connectivity allows the interaction of organisms with the landscape matrix. The fragmentation of habitats in the Amazon and Cerrado biomes promotes ecological changes that affect biodiversity. Landsat 8 OLI images from 2017 were used to quantify the forest fragments. The study area comprised 8,964 forest fragments, 6,149 for livestock and 2,815 for agriculture. The fragments larger than 50 hectares had higher connectivity metrics. The livestock matrix had better metrics of connectivity, so the identification of these areas is important to prioritize conservation. The multicriteria conservation associated with graph theory is a way to conserve biodiversity.

Key words — Fragmentation, habitats, connectivity metrics

1. INTRODUÇÃO

A fragmentação dos habitats devido ao avanço do agronegócio ameaça as florestas tropicais que possuem a maior diversidade de ecossistemas terrestres [1,2]. A conectividade da paisagem é um atributo ecológico que permite a interação dos organismos na matriz de paisagem [3], e promove a dispersão dos organismos e do fluxo gênico entre as espécies [4].

A perda da conectividade devido à redução dos habitats afeta a heterogeneidade e as funções do ecossistema na paisagem [5], diminui a biodiversidade, impede a dispersão dos organismos, reduz o fluxo gênico e promove a deriva genética entre as populações dos organismos [5,6,12].

A Floresta Amazônica possui mais da metade das florestas tropicais e está ameaçada pela fragmentação florestal [25,7]. A fragmentação de habitats ameaça o bioma Cerrado que é considerado um Hotspot de biodiversidade [26]. A fragmentação e redução dos habitats nos biomas Amazônico e Cerrado são causadas pelo avanço da pecuária e agricultura [7,8], que causam mudanças ecológicas na paisagem e afetam a abundância e riqueza das espécies [9], ameaça a biodiversidade ainda pouco conhecida e pode levar à extinção das espécies endêmicas [10,11].

Os modelos de conectividade são importantes para reduzir o isolamento e contribuem para permanência das espécies em escalas espaciais e temporais [13]. A teoria dos grafos é considerada uma abordagem adequada para quantificar a importância desta conectividade.

O presente trabalho teve como objetivo, baseado na teoria dos grafos, avaliar a conectividade da paisagem em dois municípios do norte do estado de Mato Grosso, sendo um onde predomina a pecuária e outro agricultura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O município de Alta Floresta está situado na porção norte do estado de Mato Grosso, com uma área de 8.976,309 km² e com um rebanho bovino de 749,438 cabeças de gado [14]. O município de Sorriso está situado na região centro norte do estado de Mato Grosso, com 9.329,604 km²[14], e

apresentando 650.955 hectares de soja plantada [15] (Figura 01).

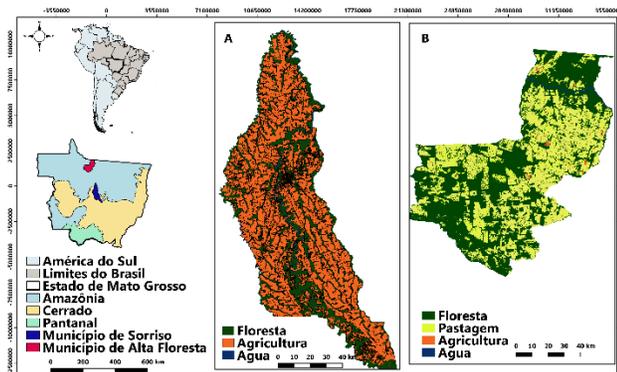


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo: Municípios de Sorriso [A] e Alta Floresta [B].

2.2 Base de dados

Para o município de Sorriso foram utilizadas as cenas 226/69, 227/68, 227,69 do satélite Landsat-8 Sensor OLI do ano 2017. As cenas do município de Alta Floresta foram 227/67 e 228/68 do satélite Landsat-8 Sensor OLI do ano 2017. As correções atmosféricas e radiométricas foram realizadas no software Envi 5.1.

2.3 Classificação de uso e ocupação do solo.

Foi elaborado uma composição colorida com a combinação das banda 6, 5 e 4 obtidas a partir da imagem digital do satélite Landsat 8 sensor OLI.

Posteriormente foram demarcadas as áreas de treinamento e após a identificação das classes de uso do solo foi realizada uma classificação supervisionada pela técnica de máxima verossimilhança, e foram definidas as classes de uso do solo, pastagem, agricultura, floresta e água (Figura 1, A, B).

As imagens foram convertidas em formato shapefile no Arcgis e selecionados os polígonos referentes à floresta para o cálculo de conectividade da paisagem.

2.4 Quantificação da conectividade.

Para calcular os índices de conectividade e determinar sua importância foram calculadas as distâncias euclidianas de borda a borda dos fragmentos florestais através do plugin Conefor Sensinode 2.6 no Arcgis [16]. Foram estabelecidos seis valores hipotéticos de dispersão média das espécies: 100, 500, 1.000, 2.000, 5.000 e 10.000m.

Os fragmentos florestais foram categorizados em cinco classes: até 5 hectares, 5 a 10 hectares, 10 a 20 hectares, 20 a 50 hectares e maiores que 50 hectares para o cálculo de conectividade dos fragmentos.

2.5 Análise estatística.

Foi realizada uma análise multivariada PCA para reduzir e dimensionar o conjunto de dados, permanecendo as variáveis mais importantes correlacionadas com a conectividade das matrizes de pecuária e agricultura realizadas no software R3.4.3[17].

3. RESULTADOS

A área de estudo compreendeu um total de 8.964 fragmentos florestais, sendo 6.149 para matriz de pecuária e 2.815 para matriz de agricultura. As variáveis selecionadas de conectividade pela maior contribuição nos eixos da PCA foram o índice integral de conectividade [dIIC], conectividade intra fragmento [dIICintra], fluxo de dispersão no fragmento [dIICflux] e contribuição para conectividade [dIICconnector].

Os fragmentos maiores que 50 hectares apresentaram as melhores contribuições para a conectividade geral (Tabela 1), com os valores maiores encontrados na atividade de pecuária (Figura 2). Os valores menores estão na atividade de agricultura (Figura 3) e a distância de 10.000m para a atividade de pecuária apresentou o maior número de ligações, com 129.034 ligações entre os fragmentos. A agricultura apresentou um número menor de ligações, com 51.854 ligações entre os fragmentos florestais para a distância de 10.000m.

Tabela 1: Contribuições em hectares dos fragmentos florestais analisados para a manutenção da conectividade pelo índice integral de conectividade [dIIC], e suas frações, conectividade intra fragmento [dIICintra], fluxo de dispersão no fragmento [dIICflux] e contribuição para conectividade [dIICconnector] para áreas de pastagem e agricultura.

Atividade	Índices	Distância (ha)					
		≤ 5	5-10	10-20	20-50	≥ 50	
Pecuária	dIIC	média	0,161	0,284	0,500	0,601	0,816
		max	16,842	27,450	19,721	21,084	90,193
	dIICintra	média	0,036	0,067	0,127	0,173	0,208
		max	0,167	0,281	0,492	0,782	50,804
	dIICflux	média	0,101	0,169	0,280	0,361	0,470
		max	0,833	1,263	1,574	2,015	38,559
dIICconnector	média	0,023	0,048	0,093	0,067	0,139	
	max	16,703	26,905	18,897	19,633	18,647	
Agricultura	dIIC	média	0,188	0,826	1,105	1,094	0,923
		max	22,146	11,814	21,202	16,490	28,434
	dIICintra	média	0,034	0,339	0,505	0,425	0,057
		max	0,485	0,965	1,340	1,483	5,775
	dIICflux	média	0,128	0,386	0,460	0,511	0,564
		max	1,920	3,264	3,289	3,611	15,360
dIICconnector	média	0,027	0,102	0,140	0,158	0,302	
	max	21,862	10,765	18,287	14,553	23,921	

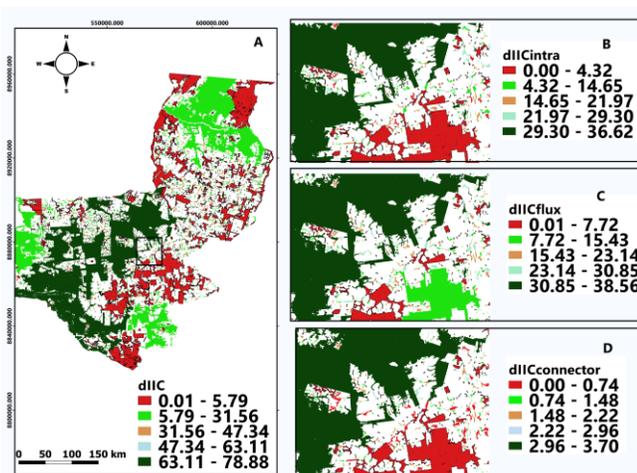


Figura 2: Contribuição dos fragmentos florestais da matriz de pecuária no município de Alta floresta para a conectividade global, índice integral de conectividade [dIIC] [A], e suas frações, conectividade intra fragmento [dIICintra] [B], fluxo de dispersão no fragmento [dIICflux] [C] e contribuição para conectividade [dIICconnector] [D], na distância de 10.000m para manutenção da conectividade geral.

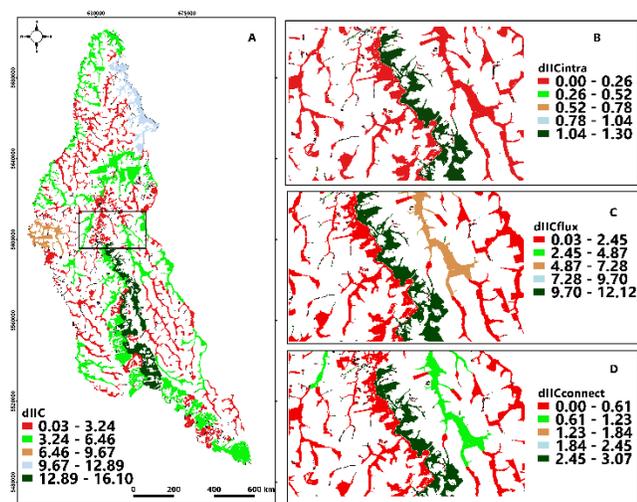


Figura 3: Contribuição dos fragmentos florestais da matriz de agricultura no município de Sorriso para a conectividade global, índice integral de conectividade [dIIC] [A], e suas frações, conectividade intra fragmento [dIICintra] [B], fluxo de dispersão no fragmento [dIICflux] [C] e contribuição para conectividade [dIICconnector] [D], na distância de 10.000m para manutenção da conectividade geral.

4. DISCUSSÃO

Os municípios analisados apresentam diferenças entre as áreas desflorestadas por estarem em diferentes biomas. O município de Sorriso está inserido em sua maior parte (78,16%) no bioma Cerrado, onde as áreas de preservação

são de 35% e o município de Alta Floresta está inserido no bioma Amazônia, onde as áreas de preservação são de 80% [27], o que pode justificar as diferenças na conectividade nas áreas avaliadas. No entanto, a fronteira agrícola está avançando sobre a Amazônia com o plantio de soja [15] e pode comprometer os remanescentes florestais atuais. Este avanço pode promover mais desflorestamentos nestas áreas e reduzir ainda mais a conectividade, promovendo uma competição por recursos alimentares e causando uma exclusão competitiva [19], além de causar uma erosão genética dos organismos devido ao isolamento cada vez maior das populações [20, 21, 22].

A identificação e proteção dos fragmentos que atuam como degraus para a dispersão de diferentes espécies em um mosaico de paisagem é um avanço para conservação da biodiversidade [18,24]. Os fragmentos florestais desempenham funções diferentes nas matrizes de paisagens que podem estar representados pela variação nos índices de conectividade [23]. A matriz de pecuária apresentou os maiores valores de conectividade nos fragmentos florestais e sua fração dIICintra apresentou altos valores, significando que os fragmentos florestais atuam como locais de alimentação e reprodução para os organismos [23].

Portanto, a identificação dos fragmentos que promovem a manutenção da conectividade permite um melhor gerenciamento de paisagens fragmentadas, enfatizando a proteção dos fragmentos que desempenham funções importantes para a manutenção da conectividade. As métricas de menor caminho auxiliam a identificar as principais conexões entre os fragmentos e podem contribuir nas tomadas de decisões para manutenção e conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

5. CONCLUSÕES

Nas áreas de fronteira agrícola no norte do estado de Mato Grosso a matriz de pecuária apresentou melhores resultados para a conectividade da paisagem do que a matriz de agricultura. Os melhores resultados para a conectividade foram obtidos com a distância de 10.000 m associada com os fragmentos maiores que 50 ha. A proteção destes fragmentos é importante para a manutenção da biodiversidade e essas áreas deverão ser priorizadas durante a formulação de políticas públicas para a conservação na região.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Barona, E., Ramankutty, N., Hyman, G., & Coomes, O. T. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, 5(2), (2010). Doi: 10.1088/1748-9326/5/2/024002.
- [2] Turubanova, S., Potapov, P. V., Tyukavina, A., & Hansen, M. C. Ongoing primary forest loss in Brazil, Democratic Republic of the Congo, and Indonesia. *Environmental Research Letters*, 13(7), (2018). Doi: 10.1088/1748-9326/aacd1c.
- [3] Merriam, G. R. A. Y. Connectivity: a fundamental ecological characteristic of landscape pattern. In *Methodology in landscape ecological research and planning: proceedings, 1st seminar, International Association of Landscape Ecology, Roskilde, Denmark, Oct 15-19, 1984/eds (1984)*. J. Brandt, P. Agger. Roskilde, Denmark: Roskilde University Centre.
- [4] Qi, K., Fan, Z., Ng, C. N., Wang, X., & Xie, Y. Functional analysis of landscape connectivity at the landscape, component, and patch levels: A case study of Minqing County, Fuzhou City, China. *Applied geography*, 80, 64-77(2017). Doi: 10.1016/j.apgeog.2017.01.009.
- [5] Thompson, P. L., Rayfield, B., & Gonzalez, A. Loss of habitat and connectivity erodes species diversity, ecosystem functioning, and stability in metacommunity networks. *Ecography*, 40(1), 98-108(2017). Doi:10.1111/ecog.02558.
- [6] Legrand, D., Cote, J., Fronhofer, E. A., Holt, R. D., Ronce, O., Schtickzelle, N., ... & Clobert, J. Eco-evolutionary dynamics in fragmented landscapes. *Ecography*, 40(1), 9-25(2017). Doi:10.1111/ecog.02537.
- [12] Tischendorf, L., & Fahrig, L. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos*, 90(1), 7-19(2000) Doi.10.1034/j.1600-0706.2000.900102.x.
- [25] Tilman, D., Clark, M., Williams, D. R., Kimmel, K., Polasky, S., & Packer, C. Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. *Nature*, 546(7656),73(2017).Doi:10.1038/nature22900.
- [7] Fearnside, P. M., & Leal-Filho, N. *Soil and development in Amazonia. Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press, New Haven, 291-312. (2001).
- [26] Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), (2000). 853.DOI: 10.1038/35002501.
- [8] Françoiso, R. D., Brandão, R., Nogueira, C. C., Salmona, Y. B., Machado, R. B., & Colli, G. R. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Natureza & Conservação*, 13(1), 35-40. (2015). DOI: 10.1016/j.ncon.2015.04.001.
- [9] Laurance, W. F., Camargo, J. L., Fearnside, P. M., Lovejoy, T. E., Williamson, G. B., Mesquita, R. C., ... & Laurance, S. G. An Amazonian rainforest and its fragments as a laboratory of global change. *Biological Reviews*, 93(1), 223-247(2018). Doi: 10.1111/brv.12343.
- [10] De Carvalho, W. D., & Mustin, K. The highly threatened and little known Amazonian savannahs. *Nature Ecology & Evolution*, 1(100), 10-1038. (2017). Doi: 10.1038/s41559-017-0100.
- [11] Strassburg, B. B., Brooks, T., Feltran-Barbieri, R., Iribarrem, A., Crouzeilles, R., Loyola, R., ... & Soares-Filho, B. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, 1(4), 0099(2017). Doi: 10.1038/s41559-017-0099.
- [13] Saura, S., Bodin, Ö., & Fortin, M. J. EDITOR'S CHOICE: Stepping stones are crucial for species' long-distance dispersal and range expansion through habitat networks. *Journal of Applied Ecology*, 51(1), 171-182(2014). Doi:10.1111/1365-2664.12179.
- [14] IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acessado em 04/10/18.
- [15] SojaMaps. GAAF-Geotecnologia Aplicada em Agricultura e Floresta.UNEMAT Alta floresta 2018.<http://pesquisa.unemat.br/gaaf/sojamaps>.
- [16] Saura, S., & Torne, J. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software*, 24(1), 135-139(2009). Doi: 10.1016/j.envsoft.2008.05.005.
- [17] R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (2017). URL <https://www.R-project.org/>.
- [18] Herrera, L. P., Sabatino, M. C., Jaimes, F. R., & Saura, S. Landscape connectivity and the role of small habitat patches as stepping stones: an assessment of the grassland biome in South America. *Biodiversity and Conservation*, 26(14) (2017), 3465-3479. Doi:10.1007/s10531-017-1416-7.
- [19] Avon, C., & Bergès, L. Prioritization of habitat patches for landscape connectivity conservation differs between least-cost and resistance distances. *Landscape ecology*, 31(7), 1551-1565(2016). Doi:10.1007/s10980-015-0336-8.
- [20] Frey-Ehrenbold, A., Bontadina, F., Arlettaz, R., & Obrist, M. K. Landscape connectivity, habitat structure and activity of bat guilds in farmland-dominated matrices. *Journal of Applied Ecology*, 50(1), 252-261(2013). Doi:10.1111/1365-2664.12034.
- [21] Carrara, E., Arroyo-Rodríguez, V., Vega-Rivera, J. H., Schondube, J. E., de Freitas, S. M., & Fahrig, L. Impact of landscape composition and configuration on forest specialist and generalist bird species in the fragmented Lacandona rainforest, Mexico. *Biological Conservation*, 184, 117-126(2015). Doi:10.1016/j.biocon.2015.01.014.
- [22] Roques, S., Sollman, R., Jácomo, A., Tôrres, N., Silveira, L., Chávez, C., ... & da Luz, X. B. G. Effects of habitat deterioration on the population genetics and conservation of the jaguar. *Conservation genetics*, 17(1), 125-139(2016). Doi:10.1007/s10592-015-0766-5.
- [23] Saura, S., & Rubio, L. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, 33(3) (2010), 523-537. Doi:10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x.
- [24] Roy, A., Bhattacharya, S., Ramprakash, M., & Kumar, A. S. Modelling critical patches of connectivity for invasive Maling bamboo (*Yushania maling*) in Darjeeling Himalayas using graph theoretic approach. *Ecological modelling*, 329, 77-85(2016). Doi: 10.1016/j.ecolmodel.2016.02.016.
- [27] BRASIL. (2012). Código Florestal. Brasil: Casa Civil - Presidência da República. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm.