



Efeitos da regeneração florestal na conectividade da paisagem do estado de Rondônia, Amazônia, Brasil

Iací Dandara Santos BRASIL *¹, Ana Paula DALLA CORTE ¹, Carlos Roberto SANQUETTA ¹,
Nelson Yoshihiro NAKAJIMA ¹, Carla Talita PERTILLE ¹, Lucas Araujo MOURA ¹,
Nelson Luiz COSMO ¹, Rodrigo de Campos MACEDO ¹

¹ Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
*E-mail: iacidandara@yahoo.com.br

Submetido em 24/06/2023; Aceito em 09/02/2024; Publicado em: 12/03/2024.

RESUMO: A manutenção da biodiversidade em ambientes florestais depende da conectividade da paisagem, tal ligação entre os habitats florestais sofre diretamente com o desmatamento. A restauração da floresta pode proporcionar o retorno da movimentação de indivíduos entre os habitats florestais. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de índices de conectividade, a contribuição do aumento das áreas de regeneração florestal na conectividade da paisagem do estado de Rondônia. As imagens utilizadas foram da coleção Landsat. A classificação do solo foi feita na plataforma *Google Earth Engine* pelo algoritmo Random Forest. Foram calculadas as métricas de conectividade da paisagem, sendo: Índice de Área Conectada Equivalente (ECA) e Diferença de Probabilidade da Conectividade (dPC), ambas calculadas com o software *GuidosToolbox*. Os resultados revelaram que o estado de Rondônia não apresentou diferenças expressivas com o incremento das áreas de regeneração florestal em ambas as métricas de conectividade da paisagem. O resultado mais notável foi o aumento de importância de conectividade dos nós grandes, fragmentos de grandes dimensões, com o acréscimo das áreas de regeneração. Sendo assim, concluiu-se que as áreas de regeneração florestal contribuíram para a melhoria dos indicadores de conectividade, mas não expressivamente.

Palavras-chave: fragmentação, regeneração, ecologia da paisagem, imagens digitais.

Effects of forest regeneration on landscape connectivity in the state of Rondônia, Amazon, Brazil

ABSTRACT: The maintenance of biodiversity in forest environments depends on landscape connectivity; this linkage between forest habitats is directly affected by deforestation. Forest restoration can facilitate the movement of individuals between forest habitats. Thus, through connectivity indices, this study aimed to evaluate the contribution of increased forest regeneration areas to landscape connectivity in the state of Rondônia. Landsat images were utilized for this analysis. The Random Forest algorithm conducted soil classification on the *Google Earth Engine* platform. Landscape connectivity metrics were calculated, including the Equivalent Connected Area Index (ECA) and the Connectivity Probability Difference (dPC), both computed with *GuidosToolbox* software. The results revealed that the state of Rondônia showed no significant disparities with the increase in forest regeneration areas in either landscape connectivity metric. The most notable outcome was the heightened importance of connectivity for large nodes and large-sized fragments with the addition of regeneration areas. Therefore, it was concluded that forest regeneration areas contributed to improving connectivity indicators, albeit not notably.

Keywords: fragmentation; regeneration; landscape ecology; digital image.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é essencial por fornecer bens e serviços além do reconhecimento pela sua importância global (STRAND et al., 2017). Entretanto, as altas taxas de atividade antrópica e as rápidas mudanças no uso e cobertura da terra, estão impactando os serviços ecossistêmicos e a fragmentação da paisagem, acelerando a conversão de áreas nativas em usos como pastagem e agricultura (PRADO et al., 2017; ALMEIDA et al., 2016).

O estado de Rondônia, localizado no sudoeste da Amazônia, assim como os demais estados dessa região, é um dos estados mais afetados pelos efeitos do desmatamento além das pressões e políticas socioeconômicas que estão fortemente relacionados com esse fenômeno desde a década de 1970 (FEARNSIDE, 2017).

A fragmentação da floresta também é um dos resultados provocados pelo desmatamento, que induz a destruição de habitats, ou seja, a transformação do habitat em fragmentos menores e isolamento, separados por uma matriz de cobertura modificada pelo homem, causando um distúrbio da paisagem, contribuindo para a perda da diversidade (HADDAD et al., 2015).

A fragmentação pode ser proveniente de fatores naturais (morros, lagos, entre outros) ou antrópicos (extração florestal, queimadas, exploração agropecuária). O aumento da população global e das demandas relacionadas como a produção de alimentos, bem como a busca de áreas para moradia, tornaram-se agentes significativos no processo de conversão das paisagens naturais para antrópicas (HERNÁNDEZ et al., 2014).

A estrutura da paisagem e seus processos, como o fluxo de matéria e energia, encontram-se em um jogo alternando causa e efeito. Isso quer dizer que os processos ocorridos na paisagem geram padrões e estruturas, os quais, ao mesmo tempo, são também influenciados e guiados pelas estruturas espaciais dominantes (FRANÇA et al., 2019; LANG; BLASCHKE, 2009).

Nesse sentido, compreender estes processos e, encontrar formas de modelá-los para melhor compreensão e gestão, tem se tornado foco de muitos trabalhos de pesquisa. Diversas ferramentas e metodologias têm sido desenvolvidas e testadas para avaliar o nível da conectividade dos fragmentos florestais remanescentes em paisagens alteradas. Informações geradas a partir destas modelagens poderão subsidiar a tomada de decisão frente ao papel ambiental destas áreas e, ampliar a melhoria de seus efeitos para fins de conservação da biodiversidade. A existência de fragmentos pode reduzir ou amenizar os efeitos das perdas dos habitats, enquanto que a conectividade entre os fragmentos é imprescindível para a manutenção da biodiversidade e o fluxo genético da paisagem (VILLARD; METZGER, 2014).

Portanto, há necessidade de dimensionar o ganho de novas áreas de habitat florestal em paisagem extremamente fragmentadas como o estado de Rondônia. A hipótese desse estudo é que o aumento das áreas de regeneração contribui para a melhoria dos índices de conectividades, os quais são indicadores da qualidade das conexões entre os habitats. Nessa temática, o objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de índices de conectividade, a contribuição do aumento das áreas de regeneração na conectividade da paisagem do estado de Rondônia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área

O estado de Rondônia localiza-se na Região Norte do Brasil (Amazônia Ocidental), tendo como fronteira ao Norte o estado do Amazonas, ao noroeste pelo estado do Acre, ao oeste e sul pela República da Bolívia, ao Leste e sudeste pelo estado do Mato Grosso (Figura 1), com extensão territorial de 237.765,233 km² (PEREIRA, 2020).

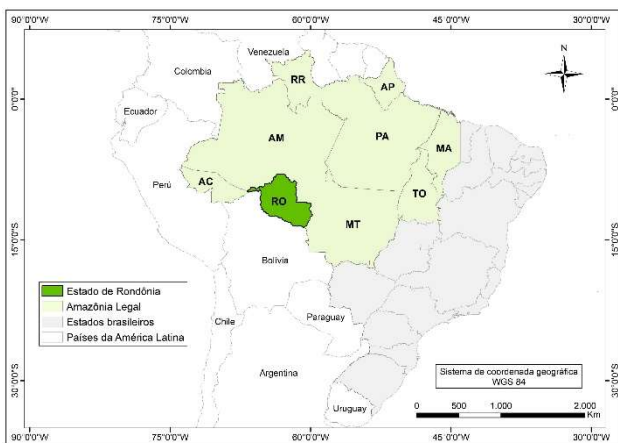


Figura 1. Localização da área de estudo.

Figure 1. Location of the study area.

O estado de Rondônia apresenta um clima tropical chuvoso, do tipo Am segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) caracterizado pela homogeneidade espacial e sazonal da temperatura média do ar, apresentando,

em média, precipitação média anual variando entre 1400 e 2600 mm, temperatura média do ar entre 24°C e 26°C, com temperatura máxima entre 30°C e 35°C, e mínima entre 16°C e 24°C. Os meses de outubro e abril representam a estação chuvosa, enquanto que o período seco ocorre entre maio e agosto (PEREIRA, 2020).

2.2. Base de dados

Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat-5 (sensor *Thematic Mapper* – TM) e Landsat-8 (sensor *Operational Terra Imager* – OLI) no nível 1, com reflectância no topo da atmosfera (*Top of Atmosphere* – TOA) para os anos de 2008 e 2018, disponibilizados pelo *United States Geological Survey* (USGS) (USGS, 2019).

O processamento das imagens ocorreu na plataforma *Google Earth Engine*, a qual possibilita a execução de análises geoespaciais em nuvem.

Uma vez que o estado analisado é formado por diferentes usos do solo além de florestas, realizou-se a construção de uma máscara para identificação e localização das formações não florestais presentes na área. Para tanto, utilizou-se como base de dados do Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES) com a classificação da vegetação e de áreas denominadas Não-Floresta (INPE, 2019). A base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2017 (escala 1:250 mil) foi utilizada como base para a definição dos limites estaduais (IBGE, 2017).

2.3. Processamento digital de imagens

O processamento digital de imagem foi realizado na plataforma *Google Earth Engine*, utilizando a linguagem de programação *JavaScript*. O processamento iniciou com a remoção das nuvens e sombras das imagens, utilizando a banda BQA e a mediana da coleção de imagens do período analisado. Para tais situações, utilizou-se o valor mediano dos pixels de imagens disponíveis no período de 1º de maio a 31 de outubro, nos anos de 2008 e 2018, totalizando 201 imagens. Esse intervalo temporal foi adotado por apresentar as menores precipitações pluviométricas no estado.

Para a classificação da vegetação, aplicou-se a classificação supervisionada de aprendizado de máquina *Random Forest* (BREIMAN, 2001) com 100 árvores de decisão e 2000 a 3000 pontos aleatorizados para cada classe. Este classificador foi estruturado em uma coleção de árvores de decisão produzindo resultados a partir das previsões geradas nas árvores. A classificação baseou-se na diferenciação das classes:

- Habitat Florestal: formação florestal em desenvolvimento ou já estabelecida com estratos florestais, com presença de espécies arbustivas e arbóreas;
- Não Habitat Florestal: tipologias que não são florestais, ou seja, áreas de agricultura, pastagem, regeneração sem estrutura arbustiva, áreas urbanizadas, solo exposto, estradas e recursos hídricos;
- Recursos hídricos: todos os corpos d'água identificados na imagem.

Após a classificação, aplicou-se o filtro de suavização de mediana de máscara com dimensões 3 x 3 para a remoção dos ruídos gerados.

O resultado da classificação do ano de 2018 foi validado com apoio de pontos em campo instalados com o auxílio de

receptores *Global Positioning System* (GPS) de navegação Garmin GPSMAP 62S, totalizando 458 pontos abrangendo toda a área, sendo 206 para a classe Habitat Florestal e 252 de Não Habitat Florestal.

O índice Kappa foi adotado para validar a classificação gerada, sendo que valores até 0,20 representam uma péssima classificação, valores até 0,40 classificação razoável, valores até 0,60 classificação boa, valores até 0,80 classificação muito boa e valores superiores a 0,80 uma excelente classificação (LANDIS; KOCH, 1977).

2.4. Conectividade da paisagem

A conectividade da paisagem foi avaliada em duas paisagens geradas a partir da interseção do período de 10 anos (2008–2018) para extrair as áreas que regeneram, com regeneração florestal. Ou seja, toda área selecionada em 2008 como habitat não florestal e classificada em 2018 como habitat florestal foi considerada uma área regenerada. Portanto, as seguintes paisagens foram usadas no estudo:

- Paisagem A: o estado de Rondônia com aumento de áreas regeneradas formadas em um período de dez anos;
- Paisagem B: o estado de Rondônia sem aumento de áreas regeneradas.

O programa *GuidosToolbox* realiza a segmentação na imagem binária (valor de codificação 1 para *background*, 2 para o *foreground*, 0 para o *missing data*) para detectar e localizar classes de recursos morfométricos mutuamente exclusivos que descrevem a forma, a conectividade e o arranjo espacial do *foreground* (VOGT; RIITERS, 2017). O *foreground* é a classe Habitat Florestal, o *background* o Não Habitat Florestal e no *missing* foi inserido os recursos hídricos mapeados no estado.

Para dar início à análise foi necessário definir o parâmetro de conectividade do *foreground*, adotando-se o valor padrão de oito vizinhos, o qual representa o número de *pixels* vizinhos considerados na análise de conectividade. O segundo parâmetro a ser definido é a largura de borda, denominada no aplicativo como *Edge Width Parameter*. A largura de borda do fragmento foi estabelecida para o presente trabalho em 120 metros, equivalendo em imagens Landsat que possuem resolução espacial de 30 metros uma largura de borda de 4 *pixels*. Este valor justifica-se pelo fato de que as mudanças mais expressivas na fragmentação da Florestal Amazônica, a maioria dos efeitos de borda, ocorrem a 100 m das margens da floresta (LAURANCE et al., 1998; COCHRANE; LAURANCE, 2002).

As métricas para analisar a conectividade estrutural da paisagem são geradas a partir da Análise Morfológica de Padrões Espaciais (*Morphological Spatial Pattern Analysis – MSPA*), que possui 7 classes de recursos morfológicos: *Core* (Habitat Interior), *Islet* (Ilha de Vegetação), *Perforation* (Bordas de clareira), *Edge* (Bordas Externas), *Loop* (Alça), *Bridge* (Ponte), *Branch* (Ramificação). Tais classes serviram como base para aplicação dos índices de conectividade.

A conectividade da paisagem tem como intuito avaliar, dentre o habitat interior ou *core*, todas as conexões existentes desses fragmentos, representadas pela classe conhecida como ponte ou *bridge*. As *bridges* conectam, no mínimo, dois diferentes fragmentos com *core*, aplicando-se a teoria dos grafos formando uma “rede” composta de áreas de habitat interior (“nós”) e links (“conexões”) entre áreas de habitat interior diferentes (VOGT; RIITERS, 2017).

A primeira etapa consistiu na geração dos componentes da rede (*NW Components*) na paisagem, obtendo o Índice de

Área Conectada Equivalente (ECA) absoluta e relativa. O qual representa a disponibilidade de habitat baseado em rede para realizar a análise de mudanças na paisagem e seu potencial impacto na conectividade ecológica (SAURA et al., 2011). Esse índice é obtido pela Equação 1, sendo medido em unidades de área pela raiz quadrada da probabilidade de conectividade numérica PCnum. Já o ECA relativo é expresso em percentual, com respeito ao ECMax, quando todos os componentes estão totalmente conectados (LUZ et al., 2018).

$$ECA = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j p_{ij}^*} \quad (01)$$

em que: ECA = Índice de Área Conectada Equivalente; a = área do nó do componente; p_{ij} = probabilidade de dispersão direta entre os fragmentos "i" e "j".

Portanto, ECA é um índice fundamentado em rede que considera a área conectada existente dentro dos fragmentos de habitat, o fluxo estimado de dispersão entre os diferentes fragmentos de habitat na paisagem (correspondente ao produto $a_i a_j p_{ij}^*$ quando $i \neq j$ e i e j são os pontos de partida ou de término desses fluxos) e a contribuição de trechos e ligações como trampolins ou elementos de conexão que sustentam a conectividade entre outras áreas de habitat (SAURA; RUBIO, 2010).

O valor de ECA coincidirá com a área de habitat existente na paisagem quando todo o habitat estiver confinado em um único fragmento de habitat (sem fragmentação) ou quando o habitat for dissecado em diferentes fragmentos, mas houver uma conectividade máxima entre fragmentos, de forma que $p_{ij}^* = 1$ para cada par de manchas (SAURA et al., 2011).

O modelo de importância dos nós e conexões é realizado após o cálculo dos componentes da paisagem (*NW Components*), para ativação do comando *Node/Link Importance*, permitindo calcular a importância da conectividade do todo e de cada nó e cada conexão da rede a partir do índice denominado Diferença de Probabilidade da Conectividade (dPC) ou *Delta Probability of Connectivity*. Esse índice é adimensional e seus valores para cada nó e conexão foram calculados com base no decréscimo de conectividade que seria verificado para uma determinada paisagem com a remoção do referido nó ou conexão (LUZ et al., 2018). Quanto maior o valor de dPC, maior a importância do nó ou conexão avaliada. A partir do modelo foram derivados três índices, dados em valores percentuais (LUZ et al., 2018), sendo eles:

- dPC total: corresponde à somatória dos dPCs de todos os nós e conexões existentes na paisagem.
- dPC do habitat: corresponde à somatória dos dPCs de todos os nós (áreas de habitat interior) existentes na paisagem.
- dPC das conexões: corresponde à somatória dos dPCs de todas as conexões existentes na paisagem.

A Figura 2 sumariza as etapas desenvolvidas.

3. RESULTADOS

A classificação digital das imagens para quantificação das áreas que apresentavam características de floresta e não floresta apresentou um índice Kappa de 0,88, sendo considerado excelente pelo intervalo de qualidade da classificação (COHEN, 1960).

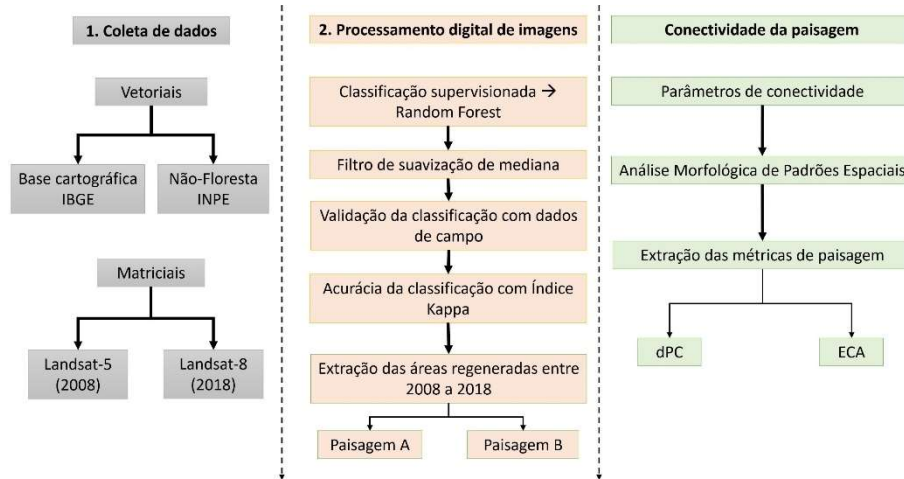


Figura 2. Fluxograma das atividades desenvolvidas.
Figure 2. Flowchart of activities developed.

O estudo da conectividade é feito com base no habitat interior e a ponte, juntas estruturalmente formam os componentes da rede, nós e links. As paisagens apresentaram maior parte de seus componentes isolados estruturalmente. Paisagem A apresenta cerca de 55,25% dos componentes sem links, ou seja, sem corredores estruturais, ou seja, são estruturalmente isolados na paisagem. Assim como a Paisagem B 54,79% dos componentes estruturalmente isolados na paisagem.

A quantidade de habitat interior e pontes na paisagem serviu como base para o cálculo do ECA. Assim, a contribuição do incremento das áreas de regeneração florestal foi de 1% no ECA relativo, apresentando um ganho de 8.166,80 ha na conexão do habitat em 10 anos (Tabela 1).

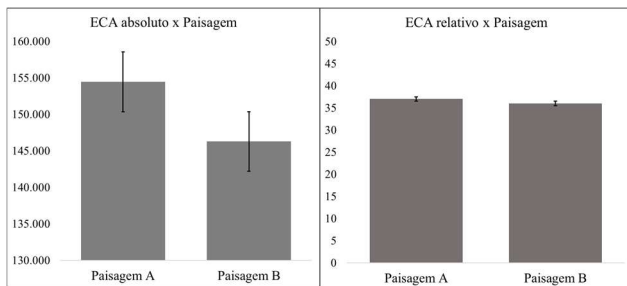


Figura 3. Efeito da regeneração florestal na conectividade da paisagem no estado de Rondônia em 10 anos.
Figura 3. Effect of forest regeneration on landscape connectivity in the state of Rondônia in 10 years.

A Figura 4 mostra visualmente a graduação de importância da conectividade de acordo com o dPC, em cinco intervalos de valor, dos nós (habitat interior) e conexões (pontes) na Paisagem A e B.

Existe diferença de importância de conectividade dos nós com o crescimento das áreas de regeneração. Alguns fragmentos de grandes dimensões aumentaram sua importância no valor dPC, ou seja, passaram a possuir maior importância na conectividade na paisagem A. Da mesma forma, o somatório dos dPC do habitat revelou um aumento do índice de 105.877.586,77 com as áreas de regeneração.

Em relação as conexões, chamada também pontes, visualmente só é possível verificar maior concentração de conectores ao Norte do estado. No entanto, na somatória do

dPC de todas as conexões, a paisagem A teve um aumento de 145.190.098,4 no índice.

A somatória do índice dPC, em conjunto o habitat e conexões, também apresentou aumento com o crescimento das áreas de regeneração de 251.067.685,17, resultado esperado a partir do aumento de importância tanto dos fragmentos, tanto das conexões.

4. DISCUSSÃO

A Floresta Amazônica sofre constantemente com o desmatamento e conseqüentemente com a fragmentação dos habitats florestais. (BRASIL et al., 2022; LEAL et al., 2019). O estado de Rondônia sofre com a fragmentação dos seus habitats florestal (LEAL et al., 2019). No entanto, parte das áreas desmatada iniciam o processo de regeneração de forma natural ou por intervenção humana por meio de tratamentos silviculturais (BRASIL et al., 2022; SANTOS et al., 2021). O trabalho forneceu dados métricos, índices de conectividade, da contribuição da regeneração florestal na conectividade da paisagem, estado de Rondônia. A contribuição na conectividade ocorre quando novos fragmentos de regeneração de habitat estiverem conectados a manchas de habitat já existentes anteriormente como parte de um corredor descontínuo ou contínuo ou trampolim entre os habitats (SAURA et al., 2011). Os índices de conectividades aplicado no estudo, ECA e dPC, alcançaram a finalidade de dimensionar a importância das novas áreas de floresta regenerada na paisagem.

O Estado de Rondônia é uma paisagem fragmentada, apresentando aproximadamente metade dos seus componentes (nós e links) isolados estruturalmente. Tal característica típica de uma paisagem que sofre diretamente com desmatamento (BRASIL et al., 2022; ROCHA et al., 2021; LEAL et al., 2019).

Os resultados demonstram que o aumento ou a formação de área de regeneração florestal nos últimos 10 anos formaram conectores que contribuíram e as métricas de conectividade apresentaram valores mais altos. Ou seja, apresentaram papel efetivo como provedores de conectividade na junção de manchas florestais e para formação de corredores estruturais. Corroborando com esse cenário, o índice ECA (relativo e absoluto) e a soma do dPC dos habitats internos e conexões da paisagem aumentaram com o incremento das áreas de regeneração florestal.

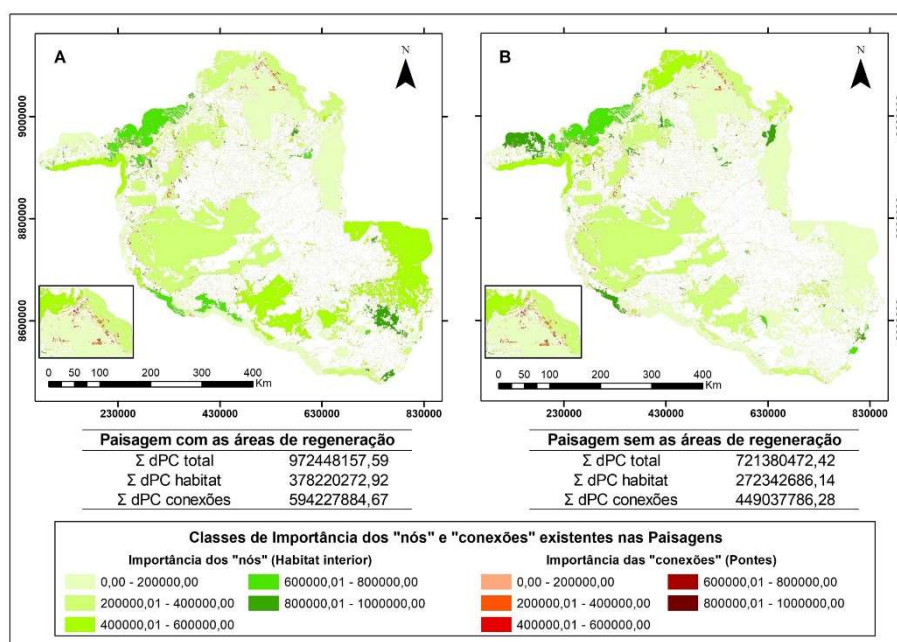


Figura 4. Mapa de importância do nó ou conexão. A) Paisagem A e B) Paisagem B.
 Figure 4. Map of the importance of the node or connection. a: landscape a and b: landscape b.

Os índices ECA e dPC avaliam conectores estruturais, ou seja, conectores que conectam um habitat florestal ao outro de forma física. A utilização da conectividade estrutural possibilita englobar um maior número de espécies de habitat florestal possíveis na Amazônia, visto que há espécies que se movimentam em habitats não florestais, há espécies que vivem apenas nas bordas da floresta e há espécies que são restritas ao habitat interior. Contudo, a abordagem de uma maior quantidade de espécies representa a realidade para futuras intervenções de conservação e preservação da biodiversidade.

Nas duas paisagens, as espécies mais sensíveis a efeitos de bordas e mudanças abruptas do ambiente poderiam estar isoladas, pois só se conectaram com outras manchas por corredores estruturais. Por exemplo, as espécies arbóreas pela sua morfologia ou fisiologia tem na pequena pastagem uma barreira impenetrável (LAURANCE et al., 2012) e algumas espécies de aves da Amazônia são propícias a extinção quando isoladas.

A espacialização dos nós e conexões presentes na paisagem revelaram que os conectores mais significativos estão localizados na região norte do estado. Tal informação pode apoiar e subsidiar intervenções futuras como projetos de restauração e conservação no estado em regiões ainda não abordadas e, apresentar resultados de ações efetuadas naquelas regiões

Os índices de conectividade aplicados no trabalho mostraram-se eficiente. No entanto existe limitação, a geração dos conectores pelo GuidosToolbox ocorre somente entre as manchas sem habitat interior. Assim, corredores estreitos são insignificantes para espécies que habitam somente o interior da floresta. Assim, abrangendo apenas uma parte das espécies. O estudo abrange as espécies resistentes a regiões de borda e que necessitam ou não necessitam de corredores estrutural para o deslocamento entre um habitat florestal e outros habitat florestal.

Outros estudos apresentaram melhoria na qualidade da paisagem na Amazônia com as áreas de regeneração florestal (BRASIL et al., 2022; CAVALCANTE et al., 2022). Tal pesquisa colaboram com a necessidade de estudos de

restauração ecológica que incluam métrica da paisagem da paisagem (GUERRA et al., 2020). Tal análise apresentam visões sobre a paisagem e auxiliam nas tomadas de decisões e manejo da área.

Nesse contexto, Nikolakaki e Dunnett (2005) também citam que há prioridades para conservação do habitat. A primeira deve ser o estabelecimento de atividades de baixo impacto nas áreas principais, as quais apresentam boa estrutura para conservação. Já a segunda envolve o aumento das manchas existentes na zona de alta conectividade. Por fim, a terceira prioridade indica que em manchas isoladas, principalmente as grandes, deve-se proceder o alargamento e construção do corredor.

Assim, a conservação e a restauração de corredores são duas estratégias que aumentam a probabilidade de conservação de espécies no habitat florestal. A ecologia da paisagem é uma ciência deve ser explorada pelo governo e Organização não governamental em estudos e projetos de restauração florestal.

5. CONCLUSÕES

O aumento das áreas de regeneração florestal contribuiu para a melhoria dos índices de conectividades. No entanto, as novas áreas de floresta, regeneração florestal, não foram suficientes para aumentar notavelmente o valor dos índices de conectividades no estudo.

Os nós que possuem maior contribuição para a conectividade estão presentes em sua maioria próximos aos limites do estado, e as conexões com maior importância para conectividade encontra-se na parte norte do estado, mostrando visualmente a melhora na conectividade com o incremento das áreas de regeneração florestal.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A.; COUTINHO, A. A.; ESQUERDO, J. C. D. M.; ADAMI, M.; VENTURIERI, A.; DINIZ, C. G.; DESSAY, N.; DURIEUX, L.; GOMES, A. R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and

- MODIS data. *Acta Amazonica*, v. 46, n. 3, p. 291-302, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201505504>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. S.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- BATISTELLA, M.; ROBESON, S.; MORAN, E. F. Settlement design, forest fragmentation, and landscape change in Rondônia, Amazônia. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 69, n. 7, p. 805-812, 2003. <http://dx.doi.org/10.14358/PERS.69.7.805>
- BREIMAN, L. Random Forests. *Machine Learning*, v. 45, p. 5-32, 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- CAVALCANTE, R. B. L.; NUNES, S.; VIADEMONTE, S.; RODRIGUES, C. M. F.; GOMES, W. C.; FERREIRA JR, J. da S.; PONTES, P. R. M.; GIANNINI, T. C.; AWADE, M.; MIRANDA, L. de S.; NASCIMENTO JR, W. R. Multicriteria approach to prioritize forest restoration areas for biodiversity conservation in the eastern Amazon. *Journal of Environmental Management*, v. 318, p. 115590, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115590>
- COCHRANE, M. A.; LAURANCE, W. F. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology*, v. 18, n. 3, p. 311-325, 2002. <https://doi.org/10.1017/S0266467402002237>
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY(CBD). **What is Forest Biological Diversity?** Disponível em: <<https://www.cbd.int/forest/what.shtml>>. Acesso em 22 nov 2019.
- FEARNSIDE, P. Deforestation of the Brazilian Amazon. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*, 49p., 2017. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.102>
- FRANÇA, L. C. de J.; MORANDI, D. T.; MENEZES, E. S.; MUCIDA, D. P.; DA SILVA, M. D.; LISBOA, G. dos S. Ecologia de paisagens aplicada ao ordenamento territorial e gestão florestal: procedimento metodológicos. *Nativa*, v. 7, n. 5, p. 613-620, 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i5.7363>
- GUERRA, A.; REIS, L. K.; BORGES, F. L. B.; OJEDA, P. T. A.; PINEDA, D. A. M.; MIRANDA, C. O.; MAIDANA, D. P. F. de L.; SANTOS, T. M. R. dos; SHIBUYA, P. S.; MARQUES, M. C. M.; LAURANCE, S. G. W.; GARCIA, L. C. Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. *Forest Ecology and Management*, v. 458, e117802, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117802>
- HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D.; LOVEJOY, T. E.; SEXTON, J. O.; AUSTIN, M. P.; COLLINS, C. D.; COOK, W. M.; DAMSCHEN, E. I.; EWERS, R. M.; FOSTER, B. L.; JENKINS, C. N.; KING, A. J.; LAURANCE, W. F.; LEVEY, D. J.; MARGULES, C. R.; MELBOURNE, B. A.; NICHOLLS, A. O.; ORROCK, J. L.; SONG, D.-X.; TOWNSHEND, J. R. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- HERNÁNDEZ, A.; MIRANDA, M.; ARELLANO, E. C.; SAURA, S.; OVALLE, C. Landscape dynamics and their effect on the functional connectivity of a Mediterranean landscape in Chile. *Ecological Indicators*, v. 48, n. 9, p. 198-206, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.08.010>
- IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases cartográficas contínuas 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas.html>. Acesso em: 13 mar 2023.
- INPE_Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite – PRODES**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 04 jul 2019.
- LANDIS, J. R.; KOCH, G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-DE MERONA, J. M.; LAURANCE, S. G.; HUTCHINGS, R. W.; LOVEJOY, T. E. Effects of Forest Fragmentation on Recruitment Patterns in Amazonian Tree Communities. *Conservation Biology*, v. 12, n. 2, p. 460-464, 1998.
- LAURANCE, W. et al. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature*, v. 489, p. 290-294, set. 2012. <https://doi.org/10.1038/nature11318>
- LEAL, F. A.; ALMEIDA, M. V. de S.; LEAL, G. da S. A.; SANTOS FILHO, F. F. S. Modelagem de corredores ecológicos para conexão entre duas florestas nacionais em Rondônia. *Nativa*, v. 7, n. 2, p. 204-212, 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i1.6686>
- LUZ, N. B. da; GARRASTAZU, M. C.; ROSOT, M. A. D.; MARAN, J. C.; OLIVEIRA, Y. M. M.; FRANCISCON, L.; CARDOSO, D. J.; FREITAS, J. V. Brazilian National Forest Inventory – a landscape scale approach to monitoring and assessing forested landscapes. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 38, e201701493, 2018. <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201701493>
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of Island biogeography**. Princeton University Press, 1967. 224p.
- NIKOLAKAKI, P.; DUNNETT, N. The use of spatial concepts as a basis for designing a viable-habitat network: Conserving redstart (*Phoenicurus phoenicurus*) populations in Sherwood Forest, England. *Journal for Nature Conservation*, v. 13, n. 1, p. 31-48, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2005.01.001>
- PEREIRA, R. G. de A. Produção da piscicultura de espécies nativas da Amazônia em Rondônia. *Caderno de Ciências Agrárias*, v. 12, n. 1, p. 1-5, 2020.
- PRADO, P. K. B.; SANTOS, A. F. A.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; CLAUDINO, W. V.; EISENLOHR, M. A. C. Fragilidade ambiental dos fragmentos florestais do Parque Estadual Cristalino, por métricas da paisagem. *Nativa*, v. 5, p. 548-554, 2017. <http://dx.doi.org/10.5935/2318-7670.v05nespa13>
- ROCHA, N. C. V.; DE LIMA, A. M. M.; ADAMI, M. Forest Fragmentation and landscape structure in the Guamá

- River Basin, Eastern Amazon. **Geography, Environment, Sustainability**, v. 14, n. 3, p. 32-40, 2021. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2020-130>
- SANTOS, J. de P. dos; SOUZA, C. R. de; SILVA, M. A. P. da; SILVA, J. de P.; BOTELHO, S. A. Efetividade na restauração de florestas tropicais: como o desempenho diferencial das espécies e o contexto ecológico influenciam o estabelecimento e ocupação. **Nativa**, v. 9, n. 4, p. 442-453, 2021. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i4.11783>
- SAURA, S.; ESTREGUIL, C.; MOUTON, C.; RODRÍGUEZ-FREIRE, M. Network analysis to assess landscape connectivity trends: application to European forests (1990-2000). **Ecological Indicators**, v. 11, n. 2, p. 407-416, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.06.011>
- 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**, v. 33, n. 3, p. 523-537, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x>
- STRAND, J.; CARSON, R. T.; NAVRUD, S.; ORTIZ-BOBEA, A.; VINCENT, J. R. Using the Delphi method to value protection of the Amazon rain forest. **Ecological Economics**, v. 131, p. 475-484, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.028>
- VILLARD, M. A.; METZGER, J. P. Beyond the fragmentation debate: A conceptual model to predict when habitat configuration really matters. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 2, p. 309-318, 2014. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12190>
- VOGT, P.; RIITERS, K. GuidosToolbox: universal digital image object analysis. **European Journal of Remote Sensing**, v. 50, n. 1, p. 352-361, 2017. <https://doi.org/10.1080/22797254.2017.1330650>
- USGS UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat Collection 1**. Disponível em: <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-collection-1?qt-science_support_page_related_con=1#qt-science_support_page_related_con>. Acesso em: 07 set 2019.

Agradecimentos: A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Centro de Estudos Rióterra (Rondônia, Brasil).

Contribuição dos autores: I.D.S.B., A.P.D.C., C.R.S., N.Y.N. - Conceituação; I.D.S.B., A.P.D.C., C.R.S., N.Y.N. - Metodologia; I.D.S.B., A.P.D.C., C.R.S., N.Y.N., C. T. P. - Investigação ou coleta de dados; I.D.S.B., A.P.D.C., C.R.S., N.Y.N., C. T. P. - Análise estatística; I.D.S.B., A.P.D.C., C.R.S., N.Y.N. - supervisão; I.D.S.B., A.P.D.C., C.R.S., N.Y.N., C. T. P., L.A.M., N.L.C., R.C.M.-Validação; I.D.S.B., A.P.D.C., C.R.S., N.Y.N., C. T. P., L.A.M., N.L.C., R.C.M. - Redação (esboço original); I.D.S.B., A.P.D.C., C.R.S., N.Y.N., C. T. P., L.A.M., N.L.C., R.C.M. - Redação (revisão e edição). Todos os autores concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento: *Não se aplica.*

Revisão por comitê institucional: *Não se aplica.*

Comitê de Ética: *Não se aplica.*

Disponibilização de dados: Contribuição dos autores: Os dados do estudo podem ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente, via e-mail.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses. As entidades de apoio não tiveram qualquer papel na concepção do estudo; na coleta, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito ou na decisão de publicação dos resultados.