

Identification of routes for the implementation of ecological corridors between conservation units

Giselle L. Moreira^{*}, José A. A. da Silva^{**}, Rinaldo L. C. Ferreira^{**}, Géssyca F. de S. Oliveira^{***}, José J. Monteiro Junior^{****}, Máida C. D. de Lima^{*****}

^{*}Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, UFRPE, Recife-PE, Brasil. E-mail: gisellemoreira28@gmail.com (autor correspondente)

^{**}Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, UFRPE, Recife-PE, Brasil

^{***}Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, UFRPE, Recife-PE, Brasil
^{****}Graduando em Engenharia Florestal, UFRPE, Recife-PE, Brasil

^{*****}Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia, UESB, Vitória da Conquista - BA

Received 9 March 2020; accepted 17 Jun 2020

Abstract

The Atlantic Forest is one of the most fragmented and exploited ecosystems in Brazil. The main impacts of this fragmentation can affect the difficulty of dispersing and locomotion of the biota, the reduction of the genetic flow and the genetic variation and the risk of species extinction. This study aimed to identify, with the support of geotechnologies, possible routes for the implementation of ecological corridors (ECs) that can increase the connectivity among Conservation Units (UCs) in a region of the Atlantic Forest in Northeast Brazil. The study was conducted in the Gurjaú River Hydrographic Basin (GHRB), using as a cartographic basis: a hydrographic and road network, such as UCs, land use and occupation in 2018, and the Digital Topodata Elevation Model of the region under study. Possible routes for the implementation of CE among five UCs present at GHRB were identified, using the technique of analysis of the minor paths. After data processing, two different routes were executed, with four CEs each. The CEs propose by route 1 add up to an area that reaches 4.60% of the total extension of GHRB, while the CEs propose by route 2, approximately 5.04%. From the results obtained, which concluded that route 1 is the most favorable for the implantation of the CEs, since, the smaller area of implantation and, consequently, less conflict of use and occupation of land, besides approximately 13% of the area in APPs, which facilitates its creation and maintenance.

Keywords: atlantic rain forest, geotechnologies, forest fragmentation.

Identificação de rotas para implementação de corredores ecológicos entre unidades de conservação

Resumo

A Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais fragmentados e mais explorados do Brasil. Os principais impactos negativos dessa fragmentação incluem a dificuldade de dispersão e locomoção da biota, redução do fluxo gênico e da variabilidade genética e risco de extinção de espécies. Este estudo teve como objetivo identificar, com o auxílio de geotecnologias, possíveis rotas para implementação de corredores ecológico (CEs) que possam ampliar a conectividade entre Unidades de Conservação (UCs) em uma região de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. O estudo foi conduzido na Bacia Hidrográfica do Rio Gurjaú (BHRG), utilizando como base cartográfica: a rede hidrográfica e rodoviária, as UCs, o uso e ocupação da terra do ano de 2018, e o Modelo Digital de Elevação do sensor SRTM que foi reamostrado pelo projeto Topodata do INPE. Foram identificadas, por meio da técnica de análise de caminhos de menor custo, possíveis rotas para a implementação de CEs entre as cinco UCs presentes na BHRG. Após o processamento de dados foram obtidas duas rotas distintas, com quatro CEs cada uma. Os CEs propostos pela rota 1 somam uma área que correspondem a 4,60% da extensão total da BHRG, enquanto que os CEs propostos pela rota dois correspondem a aproximadamente 5,04%. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a rota 1 é o trajeto mais favorável a implantação dos CEs, visto que, necessita de menor área de implantação e, conseqüentemente, menor conflito de uso e ocupação de terra, além de possuir aproximadamente 13% da área em APPs, o que facilita sua criação e manutenção.

Palavras chaves: mata atlântica, geotecnologias, fragmentação florestal.

1. Introdução

A transformação da paisagem e dinâmica espaço temporal do uso e ocupação da terra resultaram, nas últimas décadas, em um processo de degradação e conversão de extensas e contínuas áreas florestais em apenas fragmentos florestais (Sousa et al., 2017; Freire et al., 2019). Os principais impactos negativos dessa fragmentação incluem a dificuldade de dispersão e locomoção da biota, redução do fluxo gênico e da variabilidade genética e risco de extinção de espécies.

A Mata Atlântica, considerada a segunda maior floresta tropical da América do Sul, é um *Hotspot* mundial, isto significa que é uma das florestas mais ricas em biodiversidade de espécies e mais ameaçadas do planeta. Considerando todos os fragmentos de floresta nativa acima de três hectares, tem-se atualmente apenas 12,4% da área original da Mata Atlântica (BRASIL, 2019), o que revela a gravidade da situação da floresta perante as pressões antrópicas. Segundo Araújo et al. (2015) a Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais fragmentados e mais explorados do Brasil.

Visando mitigar os efeitos negativos da fragmentação, corredores ecológicos (CEs) surgem como uma alternativa para favorecer o aumento da conectividade entre remanescentes de vegetação, possibilitando a locomoção, o refúgio e a sobrevivência das espécies da fauna, e contribuir para a manutenção dos ecossistemas florestais (BRASIL, 2006; Santos et al., 2018). Segundo Mitchell et al. (2013), a conectividade de paisagem é um dos pontos mais importantes quando se trata de dispersão, reprodução de espécies, persistência da população e manutenção da função ecológica.

Além de CEs, outro instrumento legal utilizado para preservar os remanescentes de vegetação são as Unidades de Conservação (UCs),

que foram estabelecidas pela lei federal nº: 9.985/2000 (BRASIL, 2000). Entretanto, as UCs normalmente possuem áreas pequenas, isoladas e, muito comumente, sob forte pressão e ameaça antrópica (BRASIL, 2006). Neste contexto, os esforços de conservação e manutenção da biodiversidade devem se concentrar na ampliação da conectividade entre remanescentes fragmentados.

Desta forma, o objetivo deste estudo é identificar, com o auxílio de geotecnologias, possíveis rotas para implementação de CEs que possam ampliar a conectividade entre UCs em uma região de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil.

2. Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Gurjaú (BHRG), com uma extensão territorial de 15.195,44 ha e localizada na Região Metropolitana de Recife, Pernambuco, abrangendo os municípios de Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes e Moreno. A BHRG comporta importantes UCs de Proteção Integral que possuem remanescentes de Mata Atlântica, entre elas: Refúgio de Vida Silvestre (RVS) Matas do Sistema Gurjaú, com aproximadamente 1348,88 ha, RVS Mata de Bom Jardim, apresentando 226,99 ha, RVS Mata de Caraúna, com 164,05 ha e parcialmente as UCs RVS Mata do Cumaru, com 356,23 ha e RVS Mata do Contra Açude, com uma extensão de 130,58 ha (Figura 1).

Visando proporcionar ou facilitar o fluxo faunístico e florístico, bem como, a manutenção dos recursos hídricos, foram identificadas, com o auxílio de geotecnologias, possíveis rotas para a implementação de CEs entre as cinco UCs presentes na BHRG.

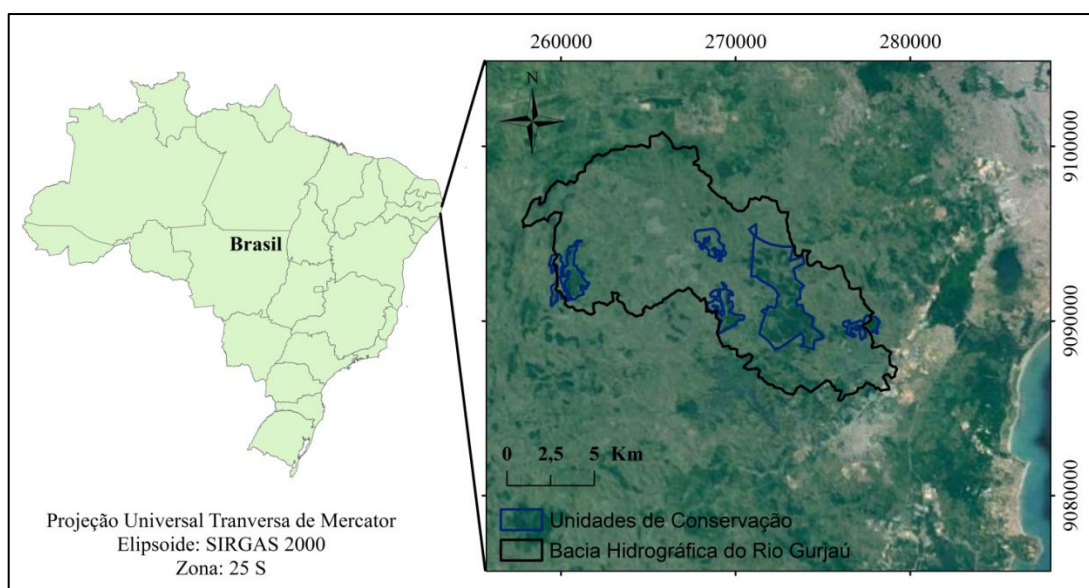


Figura 1 – Localização da área de estudo. Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Banco de Dados

O estudo foi conduzido utilizando como base cartográfica a rede hidrográfica e rodoviária da região (disponibilizada pelo IBGE), as Unidades de Conservação (obtidas junto ao Ministério do Meio Ambiente), o uso e ocupação da terra do ano de 2018 (disponibilizado pelo projeto MapBiomias) e o Modelo Digital de Elevação (MDE) oriundo do sensor SRTM (Shuttle Radar Topography) e reamostrado pelo projeto Topodata para uma resolução espacial de 30 metros.

Metodologia

Os processamentos e análises foram realizados no aplicativo computacional ArcMAP 10.7.1® versão para estudante (ESRI, 2019). Adotou-se o Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul (SIRGAS 2000) e o Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercador (UTM) para a confecção dos mapas.

Os procedimentos utilizados para a obtenção das rotas ideais para implantação de CEs podem ser visualizados no fluxograma apresentado na Figura 2.

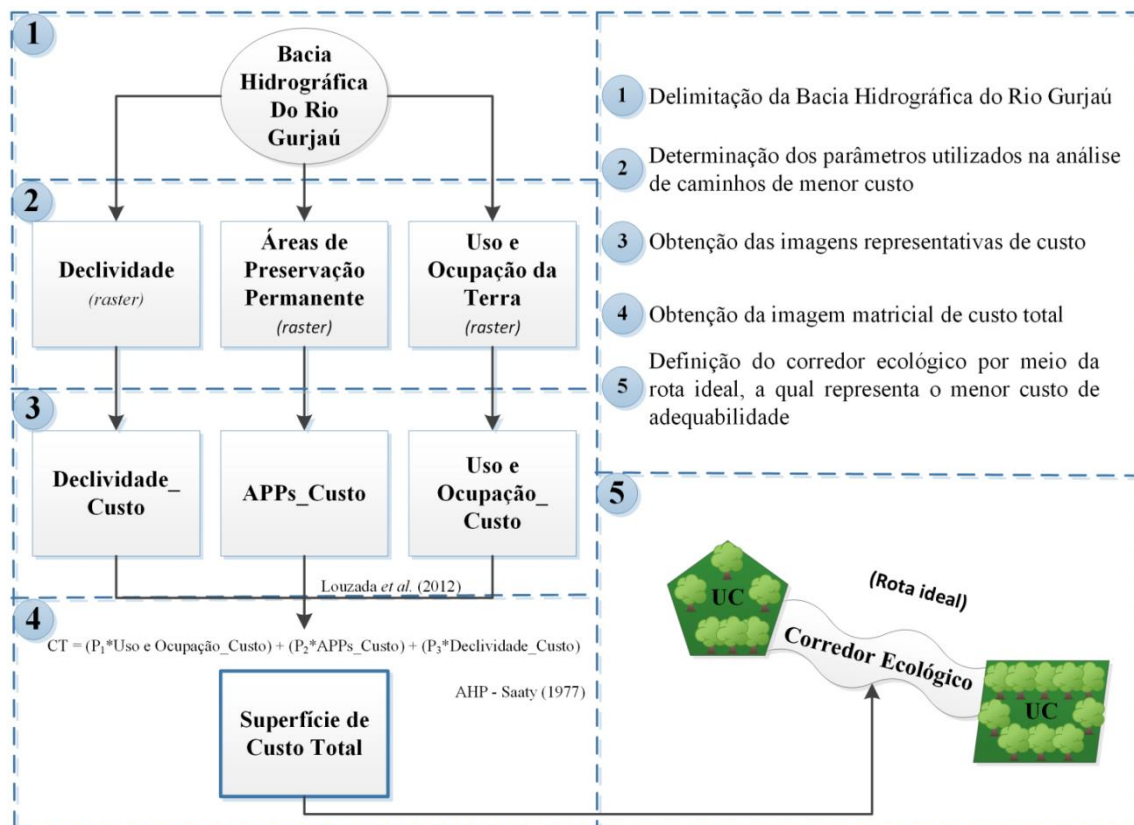


Figura 2 – Fluxograma metodológico. Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Etapa 1. Inicialmente, a BHRG foi delimitada automaticamente (módulo *hydrology*), utilizando como base o MDE e a rede hidrográfica da região.

Etapa 2. A determinação das rotas ideais para conectar as cinco UCs, com corredores ecológicos, foi realizada a partir da técnica de análise de caminhos de menor custo, a qual, em conjunto com geotecnologias, permite, por meio de uma superfície de custo de adequabilidade, determinar as melhores rotas (de menor custo ou de menor resistência) para conectar ecossistemas vizinhos. Esta técnica combina diferentes parâmetros (que dependem do objetivo de estudo) e atribui pesos de custo para cada um deles, com base na dificuldade ou resistência de implantação de caminhos entre duas ou mais áreas.

Para este estudo, os parâmetros utilizados na análise de caminhos de menor custo foram a declividade, o uso e ocupação da terra e as APPs,

uma vez que, são fatores que influenciam a implantação de um CE, bem como a passagem da biota pelo corredor.

O arquivo vetorial de uso e ocupação da terra passou pelo processo de união, (ferramenta *union*) com o arquivo da rede rodoviária e na sequência foi convertido para arquivo raster ou matricial (imagem que contém a descrição de cada pixel – ou seja, é um dado contínuo) (ferramenta *polygon to raster*) e recortado para os limites da BHRG (ferramenta *clip*). Em seguida, foram delimitadas as Áreas de Preservação Permanente (APPs) de rios e nascentes (ferramenta *buffer*), de acordo com as distâncias determinadas pelo Código Florestal vigente, e calculada a declividade da BHRG (ferramenta *slope*), conforme metodologia proposta por Peluzio et al. (2010, p. 15-25). O arquivo vetorial de APPs totais também foi convertido para o formato matricial.

Etapa 3. As imagens de declividade, uso e ocupação da terra e APPs foram reclassificadas (ferramenta *reclassify*) para imagens representativas de custo. Para os pesos de custos de adequabilidade foram atribuídos valores em um intervalo variando de 1 (custo base) a 100 (custo extremo), conforme metodologia adaptada de Louzada et al. (2012), a qual baseou-se na consulta a pesquisadores da área ambiental, de forma a definir as áreas onde há

impedimento ou limitação quanto a possibilidade de passagem de CEs. Dessa maneira, para classes com maior adequabilidade se atribuiu menores custos e classes de menor adequabilidade se atribuiu os maiores custos.

O mapa de declividade, uso e ocupação da terra e APPs foram reclassificados para mapas de custos, conforme pesos de custos detalhados na Tabela 1.

Tabela 1 – Pesos de custos atribuídos para a nova classificação dos mapas de custos de uso e ocupação do solo, declividade e Áreas de Preservação Permanente.

Uso e Ocupação da Terra	Peso	Uso e Ocupação da Terra	Peso	Declividade	Peso	*APPs	Peso
Formação Florestal	1	Infraestrutura Urbana	100	< 20°	100	APPs	1
Regeneração Natural	5	Solo Exposto	75	20° a 45°	50	Outras Áreas	100
Pastagem	50	Recursos Hídricos	1	> 45°	1		
Cultura Agrícola	100	Estradas Não Pavimentadas	85				
Mineração	100	Estradas Pavimentadas	100				

*Áreas de Preservação Permanente. Fonte: Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Etapa 4. A fim de gerar uma imagem de custo total, as imagens resultantes da etapa metodológica anterior foram multiplicadas pelos seus respectivos pesos estatísticos, obtidos por meio do método Saaty Analytic Hierarchy Process - AHP, proposto por Saaty (1977), e posteriormente, somadas (Equação 1). Os pesos estatísticos calculados foram: 0,633 para a imagem de custo de Uso e Ocupação; 0,261 para a imagem de custo de APPs e 0,106 para a imagem de custo de Declividade.

$$C_T = (0,633 * \text{Uso_C}) + (0,261 * \text{APPs_C}) + (0,106 * \text{Dec_C}) \quad (1)$$

Em que: C_T é a imagem de custo total; Uso_C é a imagem de custo de uso e ocupação da terra; APPs_C é a imagem de custo de APPs e Dec_C é a imagem de custo de declividade.

Etapa 5. De posse do mapa de custo final e do arquivo vetorial das UC em estudo, iniciou-se o procedimento para a definição das rotas ideais para a implantação de CEs entre as UCs da BHRG. Utilizou-se para isso, a ferramenta *Cost Connectivity*, do módulo *Spatial Analyst* do ArcMAP, com a qual foram traçadas duas rotas/caminhos interligando as UCs.

A largura dos corredores propostos foi obtida aplicando a ferramenta *buffer* com o valor fixado em 10% do comprimento total de cada corredor, de acordo com o que rege na Resolução CONAMA nº 9, de 24 de outubro de 1996 (BRASIL, 1996).

Por fim, foi realizado o confronto de uso e ocupação da terra dentro da área dos corredores

ecológicos gerados.

3. Resultados e discussão

Após o processamento de dados, foi possível obter o mapa de custo total, bem como, duas rotas distintas (Figura 3) que interligam as UCs presentes na BHRG, consideradas como as rotas de menor custo de adequabilidade para a implementação de CEs e para a passagem da biota.

Cada rota proposta é composta de quatro CEs, com direções e dimensões diferentes, os quais tiveram suas áreas computadas, como podem ser observados na Figura 3.

Os CEs propostos pela rota 1 somam uma área que correspondem a 4,60% da extensão total da BHRG, enquanto que os CEs propostos pela rota 2 correspondem a aproximadamente 5,04%.

Com relação às classes de declividade, averiguou-se que, tanto na rota 1 quanto na rota 2, grande parte da área dos corredores ecológicos está alocada em áreas de baixa declividade (93,15% e 96,3% respectivamente), ou seja, de maior custo de adequabilidade. De acordo com Louzada et al., (2012) o ideal é que corredores ecológicos possuam menores extensões em áreas com declividade menor que 20° e entre áreas de 20° a 45°, visto que são consideradas apropriadas para a mecanização na agricultura e de uso restrito, respectivamente. Todavia, neste estudo a maior parte da área da BHRG apresenta declividade inferior a 20° (89,56%), o que justifica o resultado obtido.

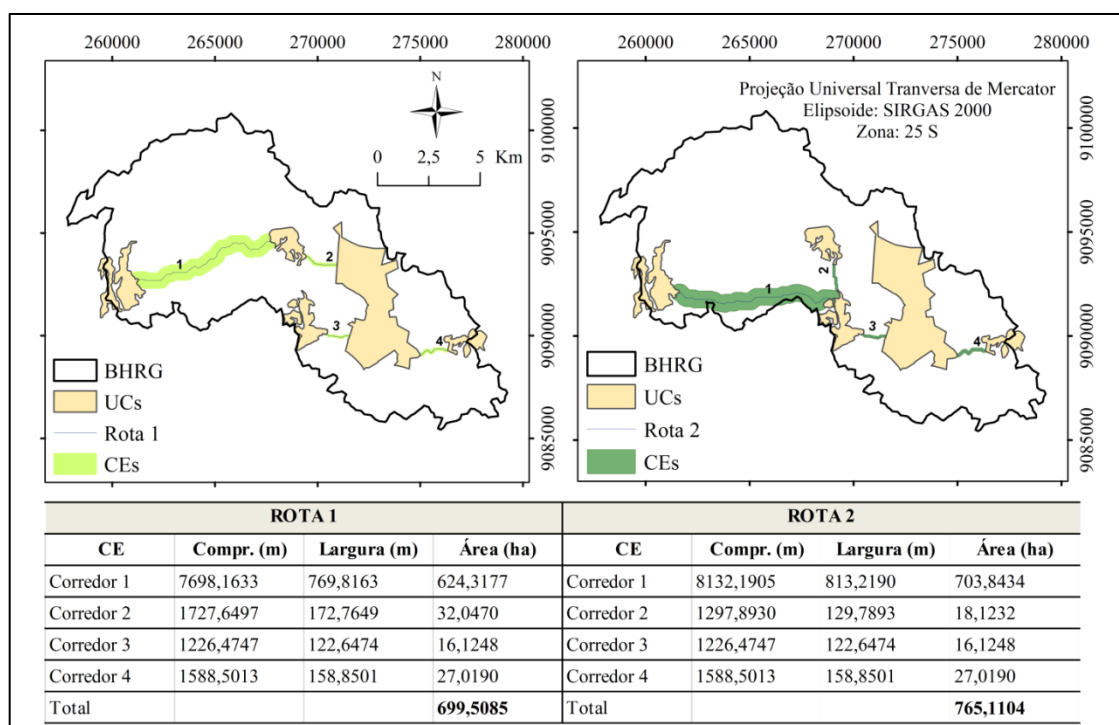


Figura 3 – Corredores ecológicos gerados pela técnica de análise de caminhos de menor custo. Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Quanto ao confronto de uso e ocupação da terra (Tabela 2), foi possível constatar que o percurso dos CEs propostos pela rota 1 é composto predominantemente por áreas de culturas agrícola e pastagem, com aproximadamente 84% da área total dos CEs, e as áreas de formação florestal corresponde

a apenas 16%.

Já nos CEs propostos pela rota 2, verifica-se que, aproximadamente, 89% da área corresponde a áreas agrícolas ou pastagem e somente 11% corresponde à formação florestal.

Tabela 2 – Confronto de uso e ocupação da terra nos Corredores Ecológicos propostos pela rota 1 e 2.

CEs da Rota 1		
Classes	Área	%
Cultura Agrícola	360,8224	51,5823
Pastagem	138,9593	19,8653
Formação Florestal	112,5585	16,0911
Mosaico de Cultura Agrícola e Pastagem	87,1683	12,4614
Total	699,5085	100,0000
CEs da Rota 2		
Classe	Área	%
Cultura Agrícola	347,0312	45,3570
Pastagem	173,7097	22,7039
Mosaico de Cultura Agrícola e Pastagem	160,7488	21,0099
Formação Florestal	81,8396	10,6964
Recursos hídricos	1,7811	0,2328
Total	765,1104	100,0000

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Constatou-se, mediante a análise do confronto de uso e ocupação da terra, que nos percursos dos CEs propostos pelas rotas 1 e 2 existe

uma alta porcentagem de áreas inserida em propriedades agrícolas, as quais necessitariam de uma fiscalização constante para sua preservação ou

até mesmo a desapropriação dessas áreas pelo governo, caso houvesse a implementação dos CEs.

Com relação às APPs, foi possível constatar que nos CEs proposto pela rota 1 existem 91,81 ha de áreas que correspondem, legalmente, as APPs de rio

e de nascentes. Já nos CEs da rota 2, aproximadamente 72,21 ha são de APPs de rios e nascentes. Os CEs da rota 1 e 2 não apresentaram áreas com APPs de declividade (Figura 4).

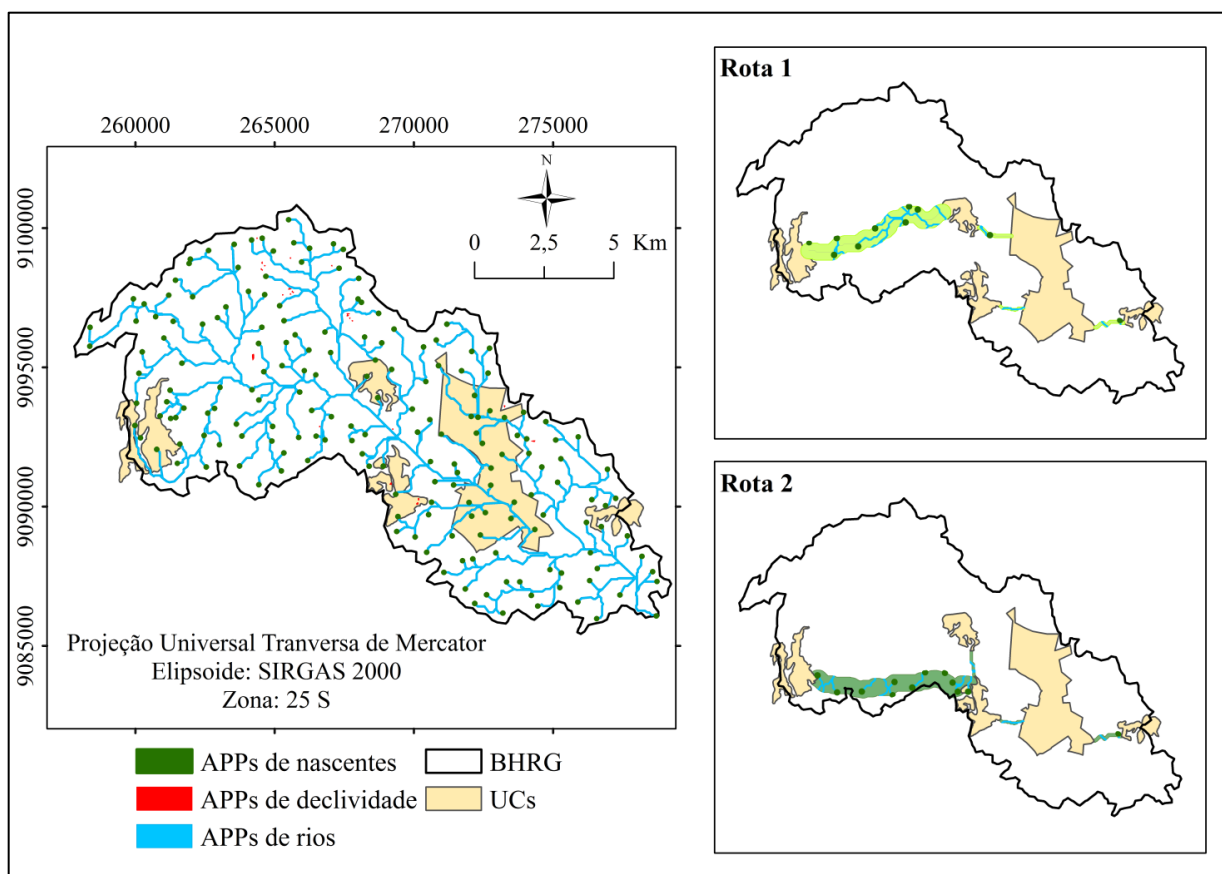


Figura 4 – Áreas de Preservação Permanente. Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

Como o objetivo maior era que as rotas dos corredores ecológicos que interligam as UCs da BHRG passassem pelas APPs de rios e nascentes, bem como, pelas APPs de declividade (superior a 45°), estas receberam o peso de custo menor (Tabela 1), pois, além de serem áreas protegidas por lei (APPs) devendo ser preservadas obrigatoriamente, são áreas que podem interferir, caso não estejam preservadas, na qualidade da água, por meio do acúmulo de sedimentos no leito dos rios provindos do carreamento de materiais particulados do solo degradado e de matéria orgânica (Silva et al., 2016).

Outro fator importante com relação a áreas com declividades altas é que, quando são conservadas, podem servir de habitat seguro e de corredores para locomoção de espécies, visto que, são áreas de difícil acesso, o que dificulta a intervenção antrópica, e favorecem a conservação da biodiversidade faunística e florística da região. Entretanto, neste estudo, os CEs gerados não comportam áreas com declividades altas, o que pode ser justificado pelo fato da área de estudo possuir, em sua maioria (89,56%), declividades inferiores a 20°.

Ainda sobre as APPs, nos CEs analisados, foi possível observar que existem áreas de APPs de rios que não apresentam matas ciliares e, portanto, essas seções dos corpos hídricos estão desprotegidas e devem ser recuperadas, tanto para cumprimento da lei, quanto pelas funções ecológicas que desempenham. Nardini et al. (2012) analisando o uso e ocupação da terra em APPs e Santos et al. (2016) em estudo sobre a influência do relevo em APPs também encontraram resultados altos de conflito de uso e ocupação da terra em áreas que deveriam ser destinadas às APPs, principalmente pela classe de pastagem.

O fato de a maior parte da área de estudo possuir declividade inferior a 20° torna favorável a implantação de atividades agrícolas e pecuárias, além do estabelecimento de moradias (Santos et al., 2016), o que dificulta a preservação das APPs de rios.

A preservação da vegetação nativa em torno de cursos d'água é de extrema importância para garantir a proteção (física e química) dessas fontes de água, evitando o transporte de sedimentos e nutrientes de áreas mais altas para dentro do rio, além

de atuar como corredores que contribuem para a conservação da biodiversidade e do fluxo gênico florístico e faunístico, desde que conectados a fragmentos florestais remanescentes (Reis et al., 2012; Luppi et al., 2015).

Após a análise de todos os fatores em conjunto, constatou-se que a rota 1 representou a melhor proposta de CEs a ser implantada, uma vez que, necessitam de menor área (699,5085 ha) o que, consequentemente, causa menos conflito de uso e ocupação de terra. Além disto, 91,81 ha dessas áreas propostas para os corredores ecológicos se encontram em áreas de APPs (rios e nascentes), ou seja, aproximadamente 13,12% da área já estão protegidas legalmente, o que facilitaria a manutenção desses corredores.

Todavia, analisando a largura e o confronto de uso e ocupação da terra dos CEs indicados como ideais pela rota 1, observou-se não ser possível a implementação de corredores contínuos, com reflorestamento em toda a sua extensão, entre cada UC, sendo necessário intervenções nas classes de uso e ocupação da terra. Para haver conexão entre fragmentos não é necessário um contato físico entre eles, visto que a matriz circundante pode ser suficientemente permeável, não interferindo significativamente no fluxo da biota entre fragmentos (BRASIL, 2006).

Em áreas de pastagens destinadas ao uso pecuário, recomenda-se a implantação de técnicas de rodízio, adubação e substituição de forrageiras e, sobretudo, a adoção de sistemas silvipastoris, os quais minimizam os efeitos ecológicos negativos da implantação de pastagens homogêneas e sejam considerados atividades mais sustentáveis do ponto de vista ambiental. Já as áreas de pastagem degradada e abandonada, indica-se o reflorestamento, de preferência com espécies nativas. Para as áreas de agricultura se aconselha o uso sustentável da terra, com a implantação de agricultura orgânica, consórcio e rodízio de culturas e principalmente a adoção de sistemas agroflorestais (Louzada et al., 2012).

A adoção de técnicas sustentáveis pode auxiliar a conexão entre fragmentos florestais, facilitando o fluxo da fauna e flora, bem como, ajuda a conter a degradação do solo, mantendo a ciclagem de nutrientes e evitando a deterioração dos corpos hídricos presentes na área.

4. Conclusões

Os resultados obtidos no estudo demonstram que a rota 1 é o trajeto mais favorável a implantação dos CEs, visto que, necessita de menor área de implantação e cerca de 13% da área encontram-se em APPs, o que facilita sua criação e manutenção. Priorizar as APPs nos CEs é importante, pois a simples aplicação da legislação florestal favorece a

conexão entre vários fragmentos florestais remanescentes.

A metodologia aplicada mostrou-se uma ferramenta eficiente para a análise prévia da viabilidade de implantação de corredores ecológicos interligando os fragmentos florestais, podendo ser considerada como uma estratégia promissora para o planejamento regional de conservação e preservação de flora e fauna, principalmente em locais ambientalmente frágeis e vulneráveis, como a Mata Atlântica que é uma das regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta.

Referências

- Araújo, L.S., Komonen, A., Lopes-Andrade, C., 2015. Influences of landscape structure on diversity of beetles associated with bracket fungi in Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 191, 659-666.
- BRASIL, 1996. Resolução Conama nº 9, de 24 de outubro.
- BRASIL, 2000. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2006. O Corredor Central da Mata Atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2019. Atlas da Mata Atlântica: dados mais recentes. Disponível: <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>. Acesso: 13 nov. 2019.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute, 2019. ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 10.7.1®.
- Freire, A.D.S.M., Fajardo, C.G., Chagas, K.P.T., Pinheiro, L.G., Lucas, F.M.F., Vieira, F.A., 2019. Diversidade genética em populações florestais em unidades de conservação da Mata Atlântica, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 14, 1-7.
- Louzada, F.L.R., Santos, A.R., Oliveira, O.M., Oliveira, G.G., Paulo, S.V., Batista Esteves, P.J., 2012. Proposal of ecological corridors for interconnection of State Parks by using geotechnology, Espírito Santo (ES) - Brazil. *Revista Geográfica Venezolana* 53, 239-254.
- Luppi, A.S.L., Santos, A.R., Eugenio, F.C., Feitosa, L.S., 2015. Utilização de geotecnologia para o mapeamento de áreas de preservação permanente do município de João Neiva, ES. *Floresta e Ambiente* 22, 13-22.
- Mitchell, M.G.E., Bennett, E.M., Gonzalez, A., 2013. Linking landscape connectivity and ecosystem service provision: current knowledge and research

- gaps. *Ecosystems* 16, 894-908. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10021-013-9647-2>
- Nardini, R.C., Campos, S., Gomes, L.N., Moreira, K.F., Piza, M.W.T., 2012. Analysis of land use and occupancy in Preservation Permanent Areas according to the hydrography of Ribeirão Água Fria - Bofete, SP - Brazil. *Revista Engenharia Agrícola* 32, 944-950.
- Peluzio, T.M.O., Santos, A.R., Fielder, N.C., 2010. Mapeamento de áreas de preservação permanente no ArcGIS 9.3. CAUFES, Alegre.
- Projeto MapBiomas, 2018. Coleção 4.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível: <http://plataforma.mapbiomas.org/map#coverage>. Acesso: 1 nov. 2019.
- Reis, A.A., Teixeira, M.D., Júnior Acerbi, F.W., Mello, J.M., Leite, L.R., Silva, S.T., 2012. Land use and occupation analysis of Permanent Preservation Areas in Lavras county, MG. *Ciência e Agrotecnologia* 36, 300-308.
- Saaty, T.L.A., 1977. Scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15, 234-281.
- Santos, J.S., Leite, C.C.C., Viana, J.C. C., et al., 2018. Delimitation of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest. *Ecological Indicators* 88, 414-424.
- Santos, A.R., Chimalli, T., Peluzio, J.B.E., Silva, A.G., Santos, G.M.A.D.A., Lorenzon, A.S., Teixeira, T.R., Castro, N.L.M., Soares Ribeiro, C.A.A., 2016. Influence of relief on permanent preservation areas. *Science of the Total Environment* 541, 1296-1302. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.10.026
- Silva, D.C.C., Sales, J.C.A., Albuquerque Filho, J.L., Lourenço, R.W., 2016. Caracterização morfométrica e suas implicações no acúmulo de sedimentos em reservatórios: O caso da Represa Hedberg, Iperó/SP. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise* 36, 225-245.
- Sousa, T.R., Costa, F.R.C., Bentos, T.V., Leal Filho, N., Mesquita, R.C.G., Ribeiro, I.O., 2017. The effect of forest fragmentation on the soil seed bank of Central Amazonia. *Forest Ecology Management* 393, 105-112.