

## Corredores ecológicos potenciais entre duas unidades de conservação na região serrana e centro-sul fluminense

O mapeamento de áreas potenciais favoráveis à implantação de Corredores Ecológicos (CEs) representa uma ferramenta imprescindível à gestão de territórios e de recursos naturais visando à mitigação dos efeitos da fragmentação de habitats sobre a biodiversidade, ainda que as Unidades de Conservação (UCs) se façam presentes. Na Região Serrana e Centro-Sul Fluminense, o crescimento populacional e expansão urbana perimetropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) são crônicos, sobretudo em um cenário de aumento de procura por imóveis nas cidades serranas desde o início da pandemia da COVID-19, acelerando e intensificando a perda de cobertura vegetal e a fragmentação de habitats. Assim, o presente estudo objetivou avaliar duas rotas potenciais para um corredor ecológico visando a interligação entre duas Unidades de Conservação, a Reserva Biológica Estadual de Araras (RBA), em Petrópolis – RJ e o Parque Municipal Alberto Torres (PMAT), em Areal -RJ. Para tanto, foi utilizada a Classificação Supervisionada de Imagem em Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o mapeamento das classes de uso e ocupação do solo (pasto, floresta, edificações e hidrografia) e na extensão dos traçados alternativos: Rota 1 (R1) e Rota 2 (R2). Foi obtida uma rota 1 (R1) com extensão de aproximadamente 43 Km e área total de cerca de 593,24 ha e a outra com (Rota 2, R2) extensão de aproximadamente 38 Km e área total de 533,92 ha. Dentre as duas rotas mapeadas, a R1 apresentou dados mais favoráveis e foi indicada como rota mais favorável à implantação de um CE na área de estudo.

**Palavras-chave:** Corredor ecológico; Remanescentes de mata atlântica; Biodiversidade; Região serrana Fluminense.

## Potential ecological corridors between two conservation units in the mountainous and central-south region of fluminense

Mapping areas favorable to potential implementation Wildlife Corridors (WCs) represents an essential tool for the management of territories and natural resources aimed at maintaining biodiversity and mitigating the effects of habitat fragmentation on biodiversity, even in regions where Conservation Units (UCs) are present. In the Fluminense Mountain Region, population and urban growth associated with the perimetropolitan expansion of Rio de Janeiro (RMRJ) are chronic, especially when added to a scenario of increased demand for real estate in mountain cities since the beginning of the COVID-19 pandemic, intensifying loss of vegetation cover and habitat fragmentation. Thus, the present study aimed to evaluate two potential routes for the implementation of a wildlife corridor aiming at the interconnection between two Protected areas, Araras Biosphere Reserve in Petrópolis (RBA) - RJ and the Municipal Parque of Alberto Torres (PMAT), in Areal -RJ. For this purpose, we use Supervised Classification of Satellite Image in Geographic Information System (GIS) in order to identify the more suitable alternative path for the implantation of an wildlife corridor according to the relative contribution, in area (ha), of the predominant land use classes - pasture, forest, buildings and water bodies patches and the length of the corridor. Route 1 (R1) was obtained with a length of approximately 43 km and a total area of about 593.24 ha and the other with a length of approximately 38 km (Route 2, R2) and a total area of 533.92 ha. Among the two mapped wildlife corridors patches (R1 and R2), R1 presented more favorable data and was indicated as the most favorable way for the implementation of an WC in the study area.

**Keywords:** Wildlife corridor; Atlantic forests remnants; Biodiversity; Fluminense mountain region.

Topic: **Uso de Recursos Naturais**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **10/12/2022**

Approved: **12/03/2023**

**Rômulo dos Santos Miranda** 

Universidade Estácio de Sá, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/6747594747595289>

<https://orcid.org/0000-0002-4705-9611>

[romulo947@gmail.com](mailto:romulo947@gmail.com)

**Vitor Faria e Silva** 

Universidade Estácio de Sá, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8185050175534387>

<https://orcid.org/0000-0002-5482-4860>

[vfariaes@gmail.com](mailto:vfariaes@gmail.com)

**Evelyn de Oliveira Meirelles** 

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/4173037987598490>

<https://orcid.org/0000-0001-6770-6583>

[evelyn.meirelles@gmail.com](mailto:evelyn.meirelles@gmail.com)

**Luciana Silva da Costa** 

Universidade Estácio de Sá, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8098819229275943>

<https://orcid.org/0000-0002-1653-5160>

[silvacosta.luciana@gmail.com](mailto:silvacosta.luciana@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2237-9290.2023.001.0010

### Referencing this:

MIRANDA, R. S.; SILVA, V. F.; MEIRELLES, E. O.; COSTA, L. S.

Corredores ecológicos potenciais entre duas unidades de conservação na região serrana e centro-sul fluminense. *Natural Resources*, v.13, n.1, p.127-139, 2023. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2023.001.0010>

## INTRODUÇÃO

A fragmentação de habitats no Domínio Mata Atlântica compreende um dos efeitos negativos mais severos sobre a biodiversidade, acarretando isolamento das populações, alterações no fluxo gênico, bem como na estrutura e qualidade de habitats e, finalmente, perda de biodiversidade (MELLO, 2013) (MUCHAILH et al., 2010). Nesses casos, a implantação de corredores ecológicos (CE) é apontada como uma das soluções viáveis para dirimir tais impactos, visto que aumentam a conectividade entre os fragmentos florestais (AYRES et al., 2005) (SEOANE et al., 2010) (FERRARI et al., 2012) e promovem a locomoção de animais polinizadores e dispersores de sementes, promovendo a regeneração da cobertura florestal e fornecendo condições adequadas para a reprodução, nidificação e intensificação do fluxo gênico dessas espécies (OLIVEIRA et al., 2016).

CEs podem ser contínuos ou não contínuos (LOUZADA et al., 2012), sendo que o primeiro é mais oneroso, mas protege maior número de espécies, sobretudo espécies de maior porte com maior dificuldade de locomoção através de acessos e rodovias. Já o segundo, torna-se mais viável pelo baixo custo e favorece a dispersão de polinizadores, dispersores de sementes e outras espécies arborícolas, pois são formados por ilhas de vegetação (VALLADARES et al., 2004) (LOUZADA et al; 2012).

Embora as Unidades de Conservação (UC) e territórios legalmente protegidos (Reservas legais e Áreas e Preservação Permanente) sejam instrumentos legais de conservação da biodiversidade, tais estratégias de política ambiental têm se mostrado insuficientes quando os fragmentos florestais albergados em seus limites se encontram isolados, não sendo capazes de manter uma população mínima viável da fauna a longo prazo (MORETTI, 2011). Na Serra do Mar Fluminense, o Mosaico da Mata Atlântica Central Fluminense (MCF) interliga 29 UCs formando um extenso corredor da Biodiversidade (BRASIL, 2006). Entretanto, algumas UCs situadas ainda não estão efetivamente conectadas ao Mosaico Central Fluminense.

Particularmente nas Regiões Serrana, o crescimento desordenado constitui sintoma crônico de urbanização dada a importância da região para o ecoturismo e veraneio, dentre outras atividades econômicas (RODRIGUES, 2019), condição que se acentuou com a “fuga para o campo” desde o início da pandemia da COVID-19 (ROCHA et al., 2020) (SIMONI, 2021), o que agrava os efeitos negativos sobre os remanescentes florestais, os recursos naturais e a biodiversidade.

Em Petrópolis – RJ, a Reserva Biológica Estadual de Araras - RBA (RIO DE JANEIRO, 2012), UC de Proteção Integral que integra o MCF, sofre com frequente pressão antrópica por atividade agropastoril, urbana e de caça, sobretudo em sua Zona de Amortecimento (SATHLER, 2010). Em Areal, município circunvizinho a Petrópolis, o Parque Municipal Alberto Torres – PMAT (AREAL, 2020), remanescente de Mata Atlântica de Proteção Integrada, que não integra o MCF, está situado próximo à Rodovia BR-040 e de edificações, que configuram pressões constantes sobre a UC. Já no município de Paraíba do Sul, em todo o seu limite, está estabelecida a Área de Proteção Ambiental Rainha das Águas (PARAÍBA DO SUL, 2015), UC sem Plano de Manejo, suscetível a uma série de problemas ambientais, dentre os quais o desmatamento e queimadas, agropecuária e silvicultura imprópria, introdução de espécies exóticas e escassez de recursos

financeiros (LIMA et al., 2020). Diante de tais condições, o reestabelecimento e/ou manutenção da conectividade dos fragmentos florestais nessa região se faz urgente, contexto no qual CEs oferecem estratégias eficazes e menos onerosas do que UCs, na medida em que podem ser objeto de acordos e parcerias institucionais e governamentais (AYRES et al., 2005).

A regeneração de fragmentos florestais é favorecida por espécies de aves e insetos dispersores de frutos e sementes (zoocoria) (HASUI et al., 1998) (ALVES et al., 2006) ao passo que espécies polinizadoras favorecem o fluxo gênico entre espécies vegetais espacialmente separadas. Ao mesmo tempo, a disponibilidade desses recursos vegetais, favorece a biodiversidade e abundância da fauna polinizadora e dispersora (ALVES et al., 2006).

Em termos de dimensão de um CE, a Resolução CONAMA nº 9, de 24 de outubro de 1996 prevê que a largura de corredores ecológicos deve ser fixada em um valor que represente 10% da sua extensão total, mas que a largura mínima deve ser de 100 m. Laurance (1991, citado por SILVA et al., 2014) demonstrou que efeitos de borda podem estar presentes a até 500 metros adentro de florestas tropicais. Segundo Rodrigues (1998), em seu estudo sobre a avaliação o efeito de borda na regeneração de fragmentos florestais no Paraná, verificou que os efeitos de borda no recrutamento de espécies vegetais (“mudas”) e variações marcantes na composição de espécies, deixam de ocorrer nos primeiros 35 metros.

A identificação de áreas potenciais de um CE para interligar fragmentos florestais, requer o reconhecimento dos padrões de ocupação e uso do solo de uma paisagem, realizado, em geral, por meio da interpretação de imagens de satélite utilizando-se Sistema de Informação Geográfica (SIG) (TREVISAN et al., 2018). Áreas com maior incidência de adensamentos urbanos, edificações, interseções de vias e acessos, devem dificultar ou inviabilizar a conectividade entre fragmentos e a implantação e o sucesso funcional de CEs. Por outro lado, regiões com maior incidência e área superficial de fragmentos florestais, massa d’água e propriedades rurais devem ser mais propensas à implantação de CEs.

Neste contexto, o presente estudo objetiva propor duas rotas potenciais de CEs para interligar fragmentos florestais legalmente protegidos, a Zona de Amortecimento (ZA) da Reserva Biológica Estadual de Araras (RBA), em Petrópolis (RJ), ao Parque Municipal Alberto Torres (PMAT), em Areal (RJ), bem como avaliar a melhor alternativa de traçado considerando-se a contribuição relativa de manchas de diferentes formas de uso e ocupação do solos e interseção com vetores de crescimento – estrada, rodovias e áreas edificadas - utilizando-se Classificação Supervisionada de Imagem Satélite em SIG.

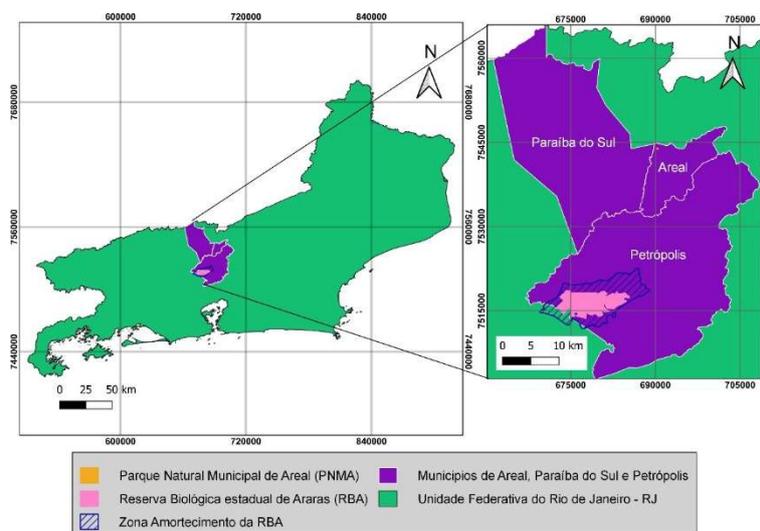
## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A área de estudo abrange terrenos inseridos nos limites dos municípios de Petrópolis, Areal e Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro, mais precisamente entre a Zona de Amortecimento da RBA, em Petrópolis, e o Parque Municipal Alberto Torres (PMAT), em Areal, (RJ) (Figura 1).

A RBA apresenta área total de 3837,82 ha e abrange áreas do município de Petrópolis e Miguel Pereira (RIO DE JANEIRO, 2012). A RBA é uma UC de Proteção Integral incluída na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) e situada à Estrada Bernardo Coutinho, nº 10.351 – Gleba do Horto, Jardim Araras, em Araras, Distrito de Petrópolis.

Já o PMAT é uma UC de Proteção integrada, criada pela Lei municipal N° 1.078 de 03 de dezembro de 2020, comportando uma área total de 46.334 m<sup>2</sup> (quarenta e seis mil, trezentos e trinta e quatro metros quadrados), de área diminuta quando comparada à RBA. Localizado na Avenida Jorge Luiz dos Santos, bairro Alberto Torres, o PMAT margeia ao fundo as águas do Rio Piabanha situado a 690344,29 m E (Leste), 7543831,32 m S (Sul) em UTM DATUM WGS-84, fuso 23k.



**Figura 1:** Mapa do estado do Rio de Janeiro com destaque para os três Municípios (Areal, Paraíba do Sul e Petrópolis), o parque municipal Alberto Torres e a reserva biológica estadual de Araras presentes na área da proposta de rotas para implementação do corredor ecológico.

Segundo o Sistema de Classificação de Köppen-Geiger, a condição macro climática da área de estudo varia entre o clima tropical de altitude predominante nas áreas mais próximas à RBA (INEA, 2010) e o clima subtropical de inverno seco e verão quente (Cwb) ou clima subtropical de altitude (Cwa) predominante nas áreas mais próximas ao PMAT, interior da Região Piabanha. Ainda, a área de estudo está situada nos limites do Domínio Morfoclimático e Fitogeográfico da Mata Atlântica (AB'SÁBER, 2003), reconhecido pelo potencial de expansão turística, e que cada vez mais é incorporada à dinâmica metropolitana, gerando um avanço no capital imobiliário sobre as áreas predominantemente rurais (AGUEDA et al., 2019). Desse modo, o espaço compreendido na área de estudo tem passado historicamente por conversão de extensas áreas de cobertura vegetal natural em paisagens urbanas ou propriedades rurais (COSTA, 2005).

### Traçado das rotas dos corredores ecológicos

Os traçados dos CE foram elaborados manualmente utilizando-se a representação geométrica de polilinhas no programa Google Earth Pro versão 7.3. Para tanto, na imagem de satélite do referido programa, foram previamente marcadas as localidades elegíveis a serem percorridas pela rota, obedecendo os seguintes critérios: a) Priorizar Interceptação com fragmentos florestais e Áreas de Preservação Permanente

(APPs) de cursos d'água – áreas situadas no interior de APPs de cursos d'água foram preferíveis pois, conforme previsto pelo Código Florestal, Lei nº 12651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), tais áreas, cobertas por vegetação nativa ou não, apresentam funções ecológicas específicas incluindo a preservação da paisagem e da biodiversidade, bem como facilitação do fluxo gênico de fauna e flora. Além disso, segundo o Art. 8º desta lei, a supressão de vegetação nessas áreas somente poderá ocorrer nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental. A cobertura vegetal variou entre 30 metros e 500 metros das faixas marginais da calha do rio, a depender da largura do leito regular do curso d'água (BRASIL, 2012). b) Evitar interceptação de edificações e núcleos urbanos – evitou-se a interceptação de áreas urbanas estabelecidas, bem como edificações em propriedades urbanas de residências condominiais, exceto quando edificadas em APPs de cursos d'água, pois seus usos são restritivos (CONAMA, 2002). Isto porque sendo consolidadas ou não, a intervenção em edificações urbanas implantadas costumam ser objeto de conflito, cabendo às Prefeituras Municipais suas regularizações segundo a Lei nº 13.465 de 11 de julho de 2017 (BRASIL, 2017), que dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. c) Priorizar a intersecção com propriedades rurais – quando não era possível a intersecção com APPs ou de áreas florestadas, preferiu-se a travessia de propriedades rurais. Nos termos do Novo Código Florestal (BRASIL, 2012), Art. 12º, “todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente”.

Em seguida, foram gerados os arquivos de segmentos de traçado no formato *Keyhole Markup Language* (KML), a serem processados em programa de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para o processamento das rotas, utilizou-se o software QGIS v. 3.16.8, no qual as feições de polilinhas em KML foram convertidas em formato vetor *shapefile*. Posteriormente, foi gerado um buffer de 35 m para cada lado do traçado das rotas, representando então a dimensão do corredor em largura.

No presente estudo, adotou-se o buffer de 35 m para cada lado do traçado, com largura total de 70 metros para cada rota potencial, ainda que esse valor não seja o suficiente para reduzir o efeito de borda, mas suficiente como fonte de regeneração e conexão entre as UCs.

### **Obtenção de imagem de satélite**

Obteve-se a imagem do satélite CBERS 4A, de Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) a partir do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) datada de 09 de maio de 2021, ano de realização do estudo. Trata-se de uma imagem disponibilizada com nível de processamento L4, portanto, ortorretificada, ou seja, com correção radiométrica e correção geométrica de sistema refinada pelo uso de pontos de controle e de um modelo digital de elevação do terreno.

Foi obtida uma cena com resolução de oito metros e suas quatro bandas multiespectrais (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo) e mais uma banda pancromática. Procedeu-se com a fusão das bandas multiespectrais RGB e pancromática para gerar uma imagem final de resolução máxima de 28725 x 29475 m. Dados da imagem são detalhados no Quadro 1. Para o presente estudo, utilizou-se o Sistema de Coordenadas Geográficas Universal Transversa de Mercator UTM, Zona 23 S e o Datum SIRGAS 2000.

**Quadro 1:** Quadro com os detalhes dos dados do arquivo de imagem de satélite utilizado.

Satélite	CBERS - 4A
Sensor	WPM
Bandas	pan (0,45 - 0,90 $\mu\text{m}$ ), blue (0,45 - 0,52 $\mu\text{m}$ ), green (0,52 - 0,59 $\mu\text{m}$ ), red (0,63 - 0,69 $\mu\text{m}$ ), nir (0,77 - 0,89 $\mu\text{m}$ );
Cobertura de nuvem	30%
Data de obtenção	2021-05-29T13: 24: 19
ResoluçãoEspacial	2 m

### Determinação das classes de uso e ocupação do solo

As classes de uso e ocupação do solo foram definidas pelos autores, considerando a observação prévia das formas de uso identificadas na imagem de satélite da área de estudo. Tais classes, representadas no Quadro 2, permitiram avaliar a avaliação das rotas propostas, ajudando a indicar qual rota seria a mais indicada e viável para a construção do corredor ecológico.

**Quadro 2:** Divisão das classes de uso e ocupação do solo, suas definições, análises e cores representadas no mapa de classificação.

Classes	Definição	Descrição	Cor
Pasto	Áreas de vegetação rasteira, em alguns casos, com manchas de solo exposto	São áreas que podem ser utilizadas para fim de agropecuária e seria necessário recuperá-la com plantio de espécies nativas	Amarelo
Floresta	Vegetação arbórea de porte médio e grande	São áreas adequadas para integrar o CE, pois proporcionam abrigo e alimento para a fauna	Verde
Estrada	Vias onde há a passagem de veículos e pessoas	São consideradas como barreira para o CE devido ao fluxo de carros, ocasionando acidentes com a fauna da região	Vermelho
Hidrografias	Corpos e cursos d'água	São áreas adequadas para integrar o CE, pois é o lugar de nidificação e reprodução de muitas espécies da avifauna polinizadoras e dispersoras, além de constituir em seu entorno área de preservação.	Azul
Edificações	Áreas domiciliares, comerciais e industriais.	Considerada como barreiras para a passagem do CE	Marrom
Nuvem	Presença de nuvens na imagem de satélite utilizada	Área desconsiderada	Lilás

### Classificação de imagem dos corredores ecológicos

Foi empregada a classificação supervisionada de imagens para a classificação de uso ocupação do solo na área do corredor ecológico no programa Qgis versão 3.16.8 utilizando-se o *plugin Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)*. A SCP fornece três opções de algoritmo para o processo de classificação, incluindo distância mínima, probabilidade máxima, e mapeamento de ângulo espectral.

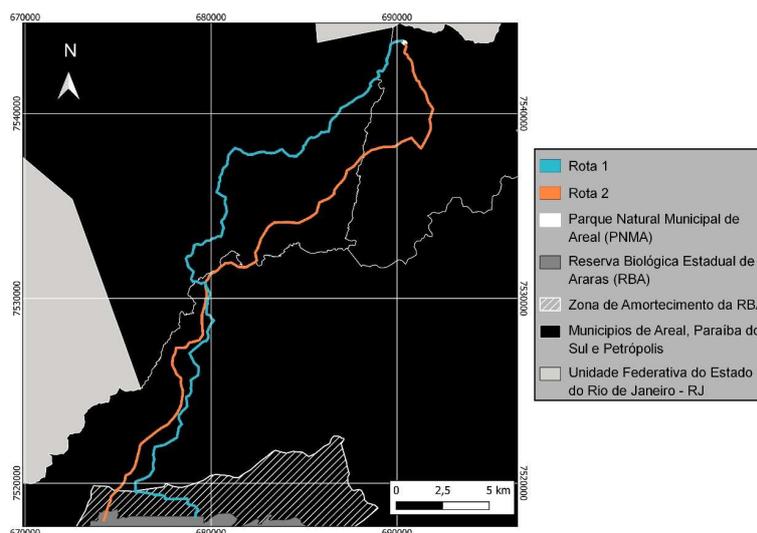
### Avaliação do melhor traçado de corredor ecológico

Os principais critérios de seleção da melhor alternativa de CE foram o maior percentual de corpos e cursos d'água – representada pela classe “Hidrografia”, e o maior percentual de cobertura florestal – classe “Floresta”. Uma variedade de espécies da avifauna, que em geral atuam como bons dispersores de sementes e polinizadores, faz uso de barrancos em margens de rios ou praias em áreas de remanso para nidificar ou reproduzirem-se (SILVA, 2016). Florestas e cursos d'água, bem como suas margens, constituem áreas favoráveis à sobrevivência da fauna polinizadora e dispersora. Margens de cursos d'água constituem APP e florestas são área já plantadas, cabendo avaliar as espécies dominantes no local, de modo que o curso de

implementação de CEs são drasticamente reduzidos nessas condições, favoráveis à sua implantação (LOUZADA et al., 2012). Após finalizada esta etapa, foram calculadas as áreas dos polígonos das classes de uso e então extraídas para quantificação e cálculo de percentagem de contribuição para a área total do corredor.

## RESULTADOS

Ambas as rotas de CEs propostos para interligar a ZA da RBA ao PMAT resultaram em forma acentuadamente sinuosa (Figura 2). As rotas 1 e 2 (R1 e R2) são apresentadas juntas na Figura 2 onde se observa que se originaram de pontos distintos a partir da ZA da RBA, mas o ponto de chegada ao PMAT foi o mesmo, visto que essa UC tem dimensão muito inferior a primeira, oferecendo poucas oportunidades de alternativas de chegada ou saída do CE. As diminutas dimensões do PMAT não permitem que seu polígono seja facilmente visível no mapa (Figura 2). Em termos de dimensões, R1 e R2 variaram em extensão (km) e, portanto, em área total (ha). A rota 1 (R1) alcançou extensão de aproximadamente 43 Km e área total de 593,24 ha, enquanto a rota 2 (R2) chegou a aproximadamente 38 Km e área total de 533,92 ha. A extensão da R1 foi 1,13 vezes superior à de R2, e sua área total foi 1,11 vezes superior à R2.



**Figura 2:** Mapa comparativo do percurso das rotas 1 e 2, que interligam a reserva biológica estadual de Araras ao parque natural municipal de Areal presentes no estado do Rio de Janeiro, Brasil.

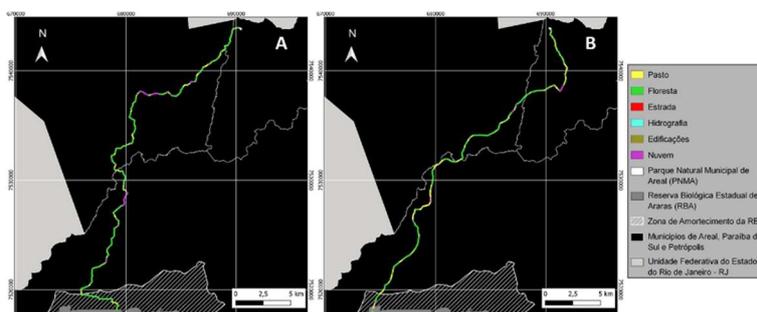
A partir do mapeamento da classificação de uso e ocupação do solo para ambos os traçados (Figura 3), foi possível verificar notável contribuição da classe “Floresta” quando comparada a outras classes mapeadas. No Gráfico 1, apresenta-se uma abordagem comparativa do percentual de contribuição das áreas ocupadas por cada classe mapeada no interior do *buffer* de 30 m ao longo das rotas. Os resultados apresentados no gráfico 1 corroboram com a interpretação visual do mapeamento obtido a partir da SCP, demonstrado na Figura 3.

Comparando-se a contribuição relativa de área das classes entre as rotas, em percentual, verificou-se que a classe “pasto” cobriu maior área da R2 (31,98 %) do que R1 (17,37 %), tendo sido a sua contribuição na R2 1,8 vezes maior do que na R1. Cabe ressaltar que a classe “pasto” inclui áreas de vegetação rasteira e

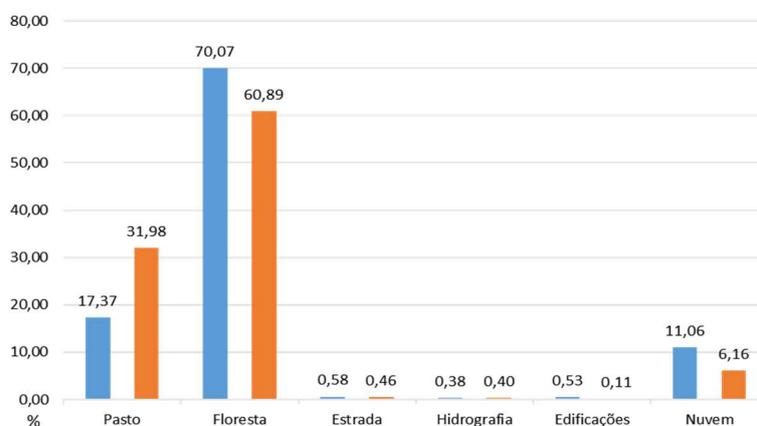
em alguns casos associadas a solo exposto.

A classe de maior contribuição foi “floresta”, tendo alcançado aproximadamente 70 % de contribuição para a área total do R1 enquanto no R2 alcançou cerca de 61 %. Ao contrário do esperado, intercepções com edificações e estradas foram muito inferiores à maioria das demais classes, exceto quando comparadas à contribuição de corpos e cursos d’água representadas pela classe “hidrografia”. A intercepção de estradas e edificações foi maior na R1 em comparação à R2.

A contribuição da classe estradas na R1 (0,58 %) foi 1,2 vezes maior do que na R1 (0,46 %), enquanto a classe edificações contribuiu 4,8 vezes mais para a R1 (0,53 %) do que para R2 (0,11 %). Quanto à presença e área de cursos e corpos d’água, obteve-se maior percentual de cobertura na R2 (0,40 %) em relação à R1 (0,38 %), mas com valores muito próximos.



**Figura 2:** Mapa dos traçados dos CE entre a ZA da RBA e o PMAT na região serrana fluminense do estado do Rio de Janeiro, Brasil. A) Traçado 1; B) Traçado 2.



**Gráfico 1:** Percentual comparativo das classes de uso do solo entre a rota 1 e 2. Em azul os dados percentuais da rota 1 e em laranja da rota 2.

Ao analisar as classes, ao invés das rotas, observou-se que até maio de 2021 - data de fotografia da imagem de satélite - a relativa contribuição de áreas florestadas na área foi consideravelmente superior às demais classes de uso e ocupação do solo, alcançando mais do que 50% de cobertura dos corredores ecológicos, seguida da classe “pasto” e “nuvem”. A classe “nuvem” não permitiu qualificar o uso do terreno, ou seja, não foi possível identificar qual seria o real uso da área coberta por nuvem e se poderia ter sido favorecem ou dificultam a formação do corredor ecológico. Essa foi inserida apenas porque na data de pesquisa da imagem de satélite não existia uma imagem com menor percentual de cobertura de nuvem.

Para a R1, as áreas de “pasto” foram 290 vezes superiores à área superficial coberta por edificações. Já na R2 a cobertura de “pasto” superou a de edificações em 32 vezes apenas. Tal resultado demonstra que

as áreas antrópicas intercaladas com as manchas de fragmentos florestais são representadas predominantemente por áreas de pastagem.

A interpretação dos resultados dada pela cobertura de estradas e edificações, permitiu constatar que os prováveis efeitos da urbanização sobre a área de estudo ainda são limitados. Entretanto, em se tratando de estradas – vetores de crescimento urbano – mais do que a área ocupada, cabe avaliar o número de interseções. A R1 foi interceptada 16 vezes por ruas e estradas enquanto a R2 foi interceptada 24 vezes, passando por Rodovias (como a RJ-117, RJ-123) e estradas vias vicinais.

Apesar da maior incidência de edificações e de interseções de acessos e rodovias, a R1 apresenta contribuições equitativas com a R2 em termos de massa d'água.

Aparentemente, a ruralidade e a presença de áreas florestadas apresentaram considerável contribuição em ambos os traçados, ainda que atravessassem terrenos distintos, o que demonstra que particularmente na região entre os três municípios de Areal, Paraíba do Sul e Petrópolis, ainda se observa limitada pressão por crescimento populacional e avanço da urbanização.

Considerando-se a contribuição das classes de uso e ocupação do solo para R1 e R2, sugere-se que a R1 seja mais propensa ao estabelecimento de CEs para interligar as áreas florestadas entre a RBA e o PMAT devido à maior incidência de áreas florestadas nesse percurso e, sobretudo, devido a menor incidência de pastos nos terrenos que essa rota atravessa. A maior presença de pasto na R2 indica maior pressão por atividade antrópica envolvendo, inclusive, pisoteio de gado ou de transeuntes, o que dificulta a instalação e estabelecimento de CEs.

## **DISCUSSÃO**

Até onde se sabe, são escassos os estudos que propõe CEs potenciais para a interligação de fragmentos florestais em territórios situados em regiões montanhosas do estado do Rio de Janeiro (SANTOS et al., 1999) (WECKMÜLLER et al., 2012) (SANTOS, 2014). Dentre os estudos existentes, apenas um sobrepõe a área de estudo do presente estudo.

Em Santos (2014), a fim de identificar áreas potenciais para CEs no município de Paraíba do Sul, verificou-se que a maior parte do território mapeada abrange áreas de pastagens, demonstrando que a atividade agropastoril predomina na região. Tal resultado confronta os achados do presente estudo, no qual a classe “floresta” foi a que mais contribuiu para a área ocupada.

Além disso, o estudo realizado por Santos (2014) ocorreu dois anos após a aprovação da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), que, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA), apresentou como inovação a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) que não apenas cadastrava propriedades rurais, mas ainda previa a regularização da recomposição de Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) de tais propriedades, visando o registro, monitoramento e combate ao desmatamento das florestas e formas de vegetação nativa do Brasil (BRASIL, 2012). O presente estudo, entretanto, utiliza imagem de satélite obtida cerca de nove anos após a publicação do Código Florestal, de modo que o atendimento das propriedades rurais às exigências do Código pode ter

favorecido a expansão das manchas de florestas na região. Além disso, no presente estudo, foram mapeados apenas trechos lineares de um corredor que atravessa o município de Paraíba do Sul enquanto em Santos (2014) foi mapeado todo o polígono do território municipal.

No presente estudo, áreas de pastagem e solo exposto foram inseridos em uma mesma classe por apresentarem semelhanças funcionais na estrutura de paisagem, pois representam matriz (áreas de não-*habitat*) intercaladas com fragmentos florestais (*habitat*), conforme definição Dramstad et al. (1996) a respeito das manchas na estrutura da paisagem.

A distribuição e a importância relativa de áreas de matriz agropastoris em relação às áreas florestadas, exercem forte impacto sobre a fauna polinizadora e dispersora, pois, a depender da sua cobertura em uma paisagem, não são suficientes para manter populações viáveis de aves devido à escassez e/ou restrição de oferta de recursos quando comparado à floresta. O declínio de populações de aves frugívoras e nectívoras deve impactar, respectivamente, os padrões de dispersão de sementes (MORAN et al., 2014) e o decréscimo de fluxo gênico entre espécies vegetais e torná-las mais suscetíveis a eventos estocásticos (FARAH, 2003).

Morante Filho et al. (2015), ao estudarem a resposta da comunidade de aves à perda de habitats em 40 áreas de amostragem em remanescentes de Mata Atlântica no estado da Bahia (municípios de Belmonte, Una, Santa Luzia e Mascote), constataram que a maior riqueza e abundância de espécies de aves está estreitamente relacionada a extensas coberturas florestais, cerca de 70%, ao passo que menor riqueza e abundância associam-se às áreas com menor cobertura florestal.

Padrão semelhante ocorre com insetos frugívoros, dependentes dos remanescentes florestais, com importante função dispersora efetiva ou auxiliar. A tolerância de borboletas frugívoros às condições impostas pela matriz, pode ser decisiva para a sobrevivência de populações dispersoras em paisagens fragmentadas (BRITO, 2017). Logo, quanto maior for a importância da matriz, menor será a viabilidade de manutenção de um CE devido ao declínio ou perdas das funções de fluxo gênico entre espécies vegetais e dispersão de sementes.

Áreas de pastagens são consideradas, por muitos autores, como aquelas que podem contribuir para o aumento da riqueza de espécies de aves por incrementar a heterogeneidade ambiental e favorecer a avifauna campestre (LOPES et al., 2018). Por outro lado, considerando-se que se trata de Domínio de Mata Atlântica e região onde a vegetação nativa é primordialmente constituída floresta ombrófila ou estacional, as espécies da avifauna que preferem áreas de pastagem são insetívoras ou onívoras e não contribuem para a regeneração e restabelecimento de áreas florestadas. O processo de dispersão de sementes está diretamente associado à regeneração é o restabelecimento em áreas que sofreram alterações antrópicas a partir de sua vegetação original (SILVA et al., 2022).

A Rota 2 apresentou menor número de intercepções com rodovias e vias vicinais e áreas de edificações em relação à R1. Intercepções por rodovias e outras estradas, além de não fornecerem *habitats*, são consideradas como barreira para o CE devido ao fluxo de carros, podendo ocasionar acidentes com a fauna. Esse fator é importante pois o número de atropelamentos de aves pode ser elevado considerando-se

que estradas podem ser utilizadas eventualmente por espécies necrófagas e insetívoras em busca de alimento, enquanto outras podem utilizá-los como locais de travessia, por serem áreas abertas (SANTOS, 2022).

Em estudo que buscou avaliar o efeito das larguras das vias na composição florística e de aves, verificou que a disponibilidade de frutos para aves é maior em áreas contínuas de vegetação que estejam distantes das bordas dos trajetos e ainda que aves frugívoras são mais abundantes em trajetos de menor intensidade de uso, como trilhas e vias vicinais, mas não em estradas com larguras de 20 metros. Outro achado interessante do referido estudo é que o uso intensivo do trajeto foi mais importante que a largura da via (SILVA, 2017).

Tal achado demonstra que intercepções por vias são importantes quando se trata de propostas de corredores ecológicos, pois a intensidade de uso pode afetar a regeneração de áreas florestadas ao inibir a presença de espécies dispersoras de sementes.

Entretanto, no presente estudo, tanto na R1 quanto na R2, as intercepções com “estradas” foram muito inferiores à contribuição de áreas de pasto para a cobertura de uso e ocupação do solo. Apesar de “estradas” e acessos, em geral, funcionarem como vetores para a ocupação de terras, pois facilitam o fluxo migratório de pessoas de passagem e para o estabelecimento (RODRIGUES et al., 2011), áreas de pastagem também podem ser expandidas por desmatamento (PAVÃO et al., 2017).

Por outro lado, em um cenário de dinamização da econômica de cidades de pequeno e médio porte das áreas interioranas do Rio de Janeiro associada a elevado potencial turístico e de veraneio (MASCARENHAS, 2004) podem indicar para uma tendência de urbanização turística, condição na qual as áreas de campo, como as propriedades agropastoris, podem dar lugar a assentamentos horizontais e expansão da malha urbana.

Desse modo, o presente estudo ressalta que urge a necessidade de se proporem medidas de conservação e conexão entre os fragmentos florestais na área de estudo a partir da implantação e manutenção de CEs. Para tanto, sugere-se a R1, que apresenta dada a sua cobertura florestal já instalada e menor contribuição de áreas de pastagens nesse trecho, utilizando-se corredores contínuos, para facilitar a presença de espécies polinizadoras e dispersoras de sementes.

## **CONCLUSÕES**

A área de estudo ainda apresenta notável contribuição de fragmentos florestais mais do que áreas antropizadas (pasto e edificações). Tal padrão foi verificado para as duas rotas de corredor propostas (R1 e R2). A R1 apresentou maior contribuição de cobertura florestal e menor conversão de uso do solo em áreas de pastagens. Apesar de intercepções de estradas e edificações terem sido pouco maior na R1 em relação a R2, a primeira mostra-se como a alternativa mais viável e menos onerosa pela sua notável importância em termos áreas de florestas já estabelecida, na forma de corredor ecológico contínuo a fim de favorecer a presença de espécies vegetais dispersadas por zoocoria, como atrativo para espécies frugívoras facilitadoras da regeneração de áreas florestadas.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N.. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 4 ed. São Paulo: Ateliê, 2003.
- AGUEDA, B. C.; PIZZOLANTE, H. N... As Novas Relações Urbano-Rurais Em Espaços De Metropolização: o exemplo da região serrana fluminense. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA-XVI SIMPURB, 1. **Anais**. Vitória: UFES, 2019.
- ALVES, L. F.; METZGER, J. P.. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na reserva florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v.6, n.2, p.3-26. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000200005>
- AREAL. **Lei nº 1.078, de 03 de dezembro de 2020**. Cria o parque natural municipal de Areal: unidade de conservação de proteção integrada. Areal: DOE, 2020.
- AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P.; MASTERSON, D.; CAVALCANTI, R. B.. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2005.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo código florestal brasileiro. Brasília: DOU, 2012.
- BRASIL. **Portaria nº 350, de 11 de dezembro de 2006**. Reconhece como mosaico de unidades de conservação da mata atlântica central fluminense, no estado do Rio de Janeiro, o mosaico mata atlântica central fluminense, abrangendo as unidades de conservação e zonas de amortecimento. Brasília: DOU, 2006.
- BRITO, M. R. M.. **Efeitos da fragmentação de habitats sobre borboleta frugívoras (Lepidoptera: nymphaelidae) em remanescentes de mata atlântica do Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- CONAMA. **Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Brasília: DOU, 2002.
- COSTA, D. P.. **Utilização de geotecnologias na análise da transformação socioespacial urbana da região serrana Fluminense: o estudo de caso do distrito sede de Teresópolis**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, campus Rio Claro, Rio Claro, 2005.
- DRAMSTAD, W.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T.. **Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning**. Washington: Inland Press, 1996.
- EMBRAPA. **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária**. 2010.
- FARAH, F. T.. **Favorecimento da regeneração de um trecho degradado de floresta estacional semidecidual**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade de Campinas, Campinas, 2003.
- FERRARI, J. L.; SILVA, S. F.; SANTOS, A. R.; GARCIA, R. F.. Corredores ecológicos potenciais na sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre (ES), indicados por meio de SIG. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p.133-141, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7i1a1577>
- HASUI, E; HÖFLING, E.. Preferência alimentar das aves frugívoras de um fragmento de floresta estacional semidecídua secundária, São Paulo, Brasil. **Iheringia**, v.84, p.43-64, 1998.
- INEA. **Instituto Estadual do Ambiente**. Plano de manejo reserva biológica de Araras. Rio de Janeiro, 2010.
- LAURANCE, W. F.. Edge effects in tropical forest fragments: applications of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation**, n.57, n.2, p.205-219, 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(91\)90139-Z](https://doi.org/10.1016/0006-3207(91)90139-Z)
- LIMA, M. C.; MENEZES, S. J. M. C.; ALMEIDA, F. S.. Área de proteção ambiental rainha das águas do município de Paraíba do Sul (RJ, Brasil): estudo da cobertura florestas, contingências e Manejo. **Ciência Florestal**, v.30, n.40, p. 1130-1146, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509841980>
- LOPES, L. E.; PEIXOTO, H. J. C.. Aves campestres ameaçadas de extinção encontradas nos Campos do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais: notas sobre sua história natural e proposições para estudos futuros. **Atualidades Ornitológicas**, v.201, p.40-48, 2018.
- LOUZADA, F. R. L. O.; SANTOS, A. R.; DA SILVA, A. G.; OLIVEIRA, G. G.; SOARES, V. P.; PELUZIO, J. B. E.. Proposta de corredores ecológicos para interligação de parques estaduais utilizando geotecnologia, Espírito Santo (ES) Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, v.53, n.2, p.239-254. 2012.
- MASCARENHAS, G.. Cenários contemporâneos da urbanização turística. **Caderno Virtual de Turismo**, v.4, n.4, p.1-11 2004.
- MELLO, F. M. C.. **Corredores Ecológicos no Brasil e no mundo: uma síntese das experiências**. Tese (Doutorado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável, Área de Concentração em Práticas em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- MORANTE FILHO, J. C.; FARIA, D.; MARIANO NETO, E.; RHODES, J.. Birds in Anthropogenic Landscapes: the responses of ecological groups to forest loss in the Brazilian atlantic forest. **PLoS ONE**, v.10, n.6, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128923>
- MORETTI, E. C.. Relações entre patrimônio público e privado: Unidades de Conservação e a atividade turística. **Revista Geográfica de América Central**, v.2, p.1-12, 2011.
- MUCHAILH, M. C; RODERJAN C. V.; CAMPOS, J. B.; MACHADO, A. L. T; CURCIO, G. R.. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, v.40, n.1, p.147-162, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v40i1.17106>

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, D. C. S.; SIMONETTI, V. C.; STROKA, E. A. B.; SABONARO, D. Z.. Proposição de Corredor Ecológico entre duas Unidades de Conservação na Região Metropolitana de Sorocaba. *Revista do Departamento de Geografia*, v.32, p.61-71, 2016. DOI:

<http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v2i0.116467>

PARAÍBA DO SUL. **Decreto Municipal nº 1.323, de 21 de dezembro de 2015.** Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental Rainha das Águas do Município de Paraíba do Sul, 2015.

PAVÃO, V. M.; NASSARDEN, D. C. S.; PAVÃO, L. L.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S.. Impacto da conversão da cobertura natural em pastagem e área urbana sobre variáveis biofísicas no sul do Amazonas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.32, n.3, p.343-351, 2017.

<https://doi.org/10.1590/0102-77863230002>

RIO DE JANEIRO. **Decreto Estadual nº 43.488, de 28 de fevereiro de 2012.** Ratifica a criação e amplia a área da reserva biológica de Araras. Rio de Janeiro: DOE, 2012.

RODRIGUES, A. L. T.. Duque de Caxias e Rodovia Washington Luís (BR-040): uma perspectiva dual sobre a temática econômica, histórica e política do município. *Espaço e Economia*, n.15, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.4000/espacoeconomia.7245>

ROCHA, A. C. L.; RIBEIRO, M. A.; CAMPOS.. A Expansão Da Metrópole do Rio de Janeiro e a Formação da Franja Periurbana e Perimetropolitana. *Revista Continentes*, n.16, p.380-411, 2020.

RODRIGUES, E.. **Edge Effects in Forests Fragments in Brasil.** Thesis (Doctor degree in philosophy: department of organismic and biology evolution). Harvard University, Cambridge, 1998.

RODRIGUES, E. P.; PINHEIRO, E. S.. O desflorestamento ao longo da rodovia br-174 (Manaus/AM - Boa Vista/RR).

*Sociedade & Natureza*, v.23, n.3, p. 513-528, 2011. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S1982-45132011000300011>

SILVA, B. G.. **Efeitos de estradas e trilhas na vegetação, disponibilidade de frutos e avifauna em uma área protegida de mata atlântica do sudeste do Brasil.** Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

SANTOS, J. F. C.. **Delineamento de corredores ecológicos baseado em resiliência e ecologia da paisagem em Paraíba do Sul, RJ.** Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, L. A. F.; LIMA, J. P. C.; MELLO FILHO, J. A.. Corredor Ecológico de Regeneração Natural na Floresta Nacional Mário Xavier, em Seropédica, RJ. *Floresta e Ambiente*, v.6, n.1, p.106-117, 1999.

SATHLER, E. B.. **Os “espaços de incerteza”, a “desterritorialização subjetiva” e o “pacto da conservação”:** perspectivas de uma geografia socioambiental das áreas naturais protegidas. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

SEOANE, C. E. S.; DIAZ, V. S.; SANTOS, T. L.; FROUFE, L. C. M.. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.30, n.63, p.207, 2010. DOI:

<https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.63.207>

SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M.. Padrões espaciais de fragmentação florestal na FLONA do Ibura-Sergipe. *Mercator*, v.13, n.3, p.121-137, 2014.

<https://doi.org/10.4215/RM2014.1303.0009>

SILVA, R. R.; LEMOS, M. Interação planta-animal na restauração florestal: o caxinguelê (*Guerlinguetus spp.*, sciuridae: rodentia) como exemplo. *Centro Científico Conhecer*, v.19, n.39, p.178. 2022. DOI:

[https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2022A15](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2022A15)

SILVA, S. B.. **Efeito da fragmentação vegetacional na reprodução de aves que nidificam em cavidades de barrancos em cursos de água.** Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sociedade) - Universidade Estadual de Goiás campus Morrinhos, Morrinhos, 2016.

SIMONI, J. C.. Relações urbano-rurais e espacialidades pandêmicas: reflexões preliminares partir do caso fluminense. *Ensaio de Geografia*, v.7, n.13, p.57-68, 2021.

TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E.. Análise da conectividade dos fragmentos na bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré.

*Revista de Gestão de Água da América Latina*, v.15, n.6, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.21168/rega.v15e6>

VALLADARES PÁDUA, C.; CULLEN JUNIOR, L.; PÁDUA, S. M.; DITT, E. H.. Combinando comunidade, conectividade e biodiversidade na restauração da paisagem no Pontal do Paranapanema como estratégia de conservação do corredor do rio Paraná. In: ARRUDA, M. B.; SÁ, L. F. S. N.. **Corredores ecológicos:** uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. Brasília: IBAMA, 2004.

WECKMÜLLER, R.; SLOVINSCKI, N. C.; VICENS, R. S.. Análise Multitemporal como subsídio à identificação da trajetória evolutiva do uso e cobertura da terra no corredor ecológico do Muriqui/RJ. *Revista Brasileira de Cartografia*, v.65, n.3, p. 447-467, 2013.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.