

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geografia**

Gabriel Lucas Martins

**IMPLANTAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS NOS TRECHOS À  
MONTANTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE**

Belo Horizonte  
2025

Gabriel Lucas Martins

**IMPLANTAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS NOS TRECHOS À  
MONTANTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Douglas Sathler dos Reis

Belo Horizonte  
2025

M386i  
2025

Martins, Gabriel Lucas.

Implantação de corredores ecológicos nos trechos à montante da Bacia Hidrográfica do Rio Doce [manuscrito] / Gabriel Lucas Martins. – 2025.  
97 f., enc. il. (principalmente color.)

Orientador: Douglas Sathler dos Reis.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2025.

Bibliografia: f. 81-92.

Inclui apêndices.

1. Geoprocessamento – Teses. 2. Corredores ecológicos – Teses. 3. Meio ambiente – Teses. 4. Áreas de conservação de recursos naturais – Teses. 5. Doce, Rio, Bacia (MG e ES) – Teses. I. Sathler, Douglas. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 528:581.5(815)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

### FOLHA DE APROVAÇÃO

"**IMPLANTAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS NOS TRECHOS À MONTANTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE**"

**GABRIEL LUCAS MARTINS**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 29 de abril de 2025, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

**Douglas Sathler dos Reis**

UFVJM

**Luís Felipe Soares Cherem**

IGC/UFMG

**Alexandre Christófaros Silva**

UFVJM

**Mariana Yankous Gonçalves Fialho**

IEF / MG

Belo Horizonte, 29 de abril de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Mariana Yankous Gonçalves Fialho, Usuária Externa**, em 07/05/2025, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Christofaro Silva, Usuário Externo**, em 21/05/2025, às 08:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luis Felipe Soares Cherem, Professor do Magistério Superior**, em 21/05/2025, às 10:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Douglas Sathler dos Reis, Usuário Externo**, em 28/05/2025, às 11:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4170780** e o código CRC **93F92DBD**.

## AGRADECIMENTOS

Este título é fruto de uma construção conjunta e deve ser dedicado a todos que participaram do processo. Por isso, gostaria de agradecer pelo apoio dos amigos, familiares, professores e pelas inúmeras pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Primeiramente, gostaria de agradecer a Solange e Cláudio, meus queridos pais que são exemplos de pessoas para mim, que sempre me incentivaram a persistir nos estudos e me auxiliaram durante toda a minha jornada acadêmica. A eles, sou eternamente grato por tudo que fizeram e fazem por mim.

Também gostaria de agradecer ao meu irmão, Samuel, que é um exemplo de persistência, coragem e dedicação. Seu esforço para ingressar e permanecer na Força Aérea Brasileira me mostrou que desistir não era uma opção. Aprendi muito com sua luta.

Agradeço também a Cecília Magalhães, aquela que escolhi como parceira de vida e a quem tenho muito amor e consideração. Durante os anos em que estive na UFMG, ela foi quem mais me escutou, apoiou e incentivou, me acompanhando em todas as derrotas e vitórias. Sua presença em minha vida me dá forças para seguir em frente todos os dias.

Agradeço aos companheiros que encontrei durante minha trilha profissional. Ao Eder Pereira e Sabrina Accioly, que acreditaram no meu potencial e me deram a oportunidade de ingressar na Secretaria de Meio Ambiente. Ao Fabrício Lisboa e Ricardo França, exemplos de profissionais e de pessoas, que sempre me auxiliaram e serviram como modelo para o que eu desejava me tornar profissionalmente. A Cecília Gomes, que me incentivou a ingressar na pós-graduação e guiou meus primeiros passos na pesquisa. Ao Felipe Ladislau, a quem várias vezes recorri para pedir conselhos.

Também não poderia deixar de citar os companheiros do Instituto Estadual de Florestas, que me acompanharam durante uma parte deste caminho e sempre me auxiliaram com seu carinho, paciência e atenção. Agradeço ao Wellington Cassio, Wenderson Neris, Wender Ferreira, Marlem Oliveira, Rodrigo Freitas, Bruno Brandão e Niozangela Botelho.

Agradeço especialmente a Mariana Yankous, que dedicou especial atenção ao desenvolvimento do trabalho, fazendo correções e ajustes e a quem tive a honra de contar com a participação na minha banca de defesa. Seu apoio sem dúvida aprimorou o trabalho significativamente.

Também agradeço aos colegas de graduação, que tornaram minha jornada mais leve e que compartilharam de muitas das minhas conquistas. Agradeço a Karina Helena, Luan Soares, Wirley Viana, Isabelle Sabino, Gabriel Oliveira e Victor Resende. Agradeço também ao Rafael Maia, que partilhou todo o percurso da graduação e do mestrado comigo.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para a minha formação, sejam eles do IGC, do ensino médio ou do ensino técnico. Agradeço especialmente ao Thiago Canettieri, que embora esteja em outro campo de estudos, muito me ensinou sobre o processo de pesquisa, além de ter me incentivado a permanecer nos meus estudos acadêmicos mesmo após o término da graduação.

Gostaria também de agradecer ao meu orientador, Douglas Sathler, que me apoiou durante o desenvolvimento do trabalho e guiou a pesquisa para o melhor rumo possível. Agradeço também aos professores Alexandre Christófar, Luis Felipe e Úrsula Ruchkys, por suas valorosas considerações nas bancas do seminário e da defesa e pelo tempo dedicado à melhoria metodológica, textual e gráfica desta dissertação.

Por fim, agradeço a Ele, que guia meu caminho, sendo a luz infinita que diariamente me contempla.

Graças a todos os citados aqui e aos envolvidos indiretamente nesta jornada, hoje posso me consagrar mestre em geografia.

“Existirão tantas Geografias, quantos forem os posicionamentos sociais existentes”

**Antonio Carlos Robert Moraes**

## RESUMO

A fragmentação florestal, causada pela conversão de áreas naturais para o uso antrópico, representa um desafio para a conservação da biodiversidade no Brasil. Diante desse cenário, os corredores ecológicos surgem como um importante instrumento de planejamento territorial para conservação do meio ambiente, podendo favorecer o fluxo da biota, a recomposição florestal e contribuir para a manutenção das espécies e de sua diversidade genética. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a conjunção de três ferramentas metodológicas que podem auxiliar a implementação de corredores ecológicos, visando mitigar os efeitos adversos da fragmentação florestal. O território selecionado para a aplicação metodológica foram os trechos à montante da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, região caracterizada por uma pluralidade de usos naturais e antrópicos, a qual também abriga áreas relevantes para o abastecimento hídrico, para o patrimônio natural, histórico e cultural e para o desenvolvimento da economia do estado de Minas Gerais. Para tanto, são aplicadas técnicas de análise multicritério (AM) e análise hierárquica de processos (AHP) para o mapeamento das áreas de potencialidade, resultante do cruzamento das bases geoespaciais de áreas vegetais, recursos hídricos e ocupações antrópicas. Após a obtenção deste produto, os corredores propostos foram traçados interligando algumas áreas protegidas já instituídas no território com o auxílio do método do caminho de menor custo (LCP). Os resultados alcançados indicam que, embora existam inúmeras pressões antrópicas que dificultam ações de conservação na região em estudo, a diversidade de fragmentos favorece uma maior permeabilidade na paisagem. De modo semelhante, a maioria dos traçados propostos a partir do emprego das metodologias selecionadas demonstraram um elevado grau de potencialidade para a conectividade florestal entre as áreas-núcleo, o que indica a assertividade na aplicação metodológica. Foram identificados três potenciais corredores: Corredor Tropeiro-Mata do Bispo, Corredor Rios Doce-Corrente e Corredor Fazenda Guarani-Candongia. A partir dos resultados, sugere-se que estudos complementares envolvendo a presença e uso destes territórios pelas espécies-alvo da conservação possam subsidiar uma futura implementação de políticas públicas de criação de corredores.

**Palavras chave:** geoprocessamento; ecologia; meio ambiente; unidades de conservação.

## ABSTRACT

Forest fragmentation, caused by the conversion of natural areas to anthropic use, represents a challenge for biodiversity conservation in Brazil. In this context, ecological corridors emerge as an important instrument of territorial planning for environmental conservation, as they can favor biota flow, forest restoration, and contribute to the maintenance of species and their genetic diversity. Thus, this study aims to evaluate the conjunction of three methodological tools that can support the implementation of ecological corridors, seeking to mitigate the adverse effects of forest fragmentation. The territory selected for the methodological application was the upstream sections of the Rio Doce Watershed, a region characterized by a plurality of natural and anthropic uses, which also contains relevant areas for water supply, natural, historical, and cultural heritage, as well as for the economic development of the state of Minas Gerais. To this end, multicriteria analysis (AM) and analytic hierarchy process (AHP) techniques were applied to map potential areas, resulting from the integration of geospatial databases of vegetation areas, water resources, and anthropic occupations. After obtaining this product, the proposed corridors were delineated by interconnecting some protected areas already established in the territory, using the least-cost path (LCP) method. The results achieved indicate that, although there are numerous anthropic pressures that hinder conservation actions in the study region, the diversity of fragments favors greater permeability in the landscape. Similarly, most of the proposed routes derived from the application of the selected methodologies demonstrated a high degree of potential for forest connectivity between core areas, indicating the assertiveness of the methodological application. Three potential corridors were identified: Corredor Tropeiro-Mata do Bispo, Corredor Rios Doce-Corrente, and Corredor Fazenda Guarani-Candongua. Based on the results, it is suggested that complementary studies involving the presence and use of these territories by conservation target species may support the future implementation of public policies for the creation of corridors.

**Keywords:** geoprocessing; ecology; environment; protected areas.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Efeito de borda em fragmento hipotético contínuo de 1 km, e em um remanescente de mesma área composto por quatro fragmentos menores.....	20
Figura 2 - Elementos da paisagem: mancha, matriz e corredor.....	35
Figura 3 - Localização da área de estudo em relação a Bacia Hidrográfica do Rio Doce.....	37
Figura 4 - Dinâmica de cobertura e uso da terra na área de estudo.....	39
Figura 5 - Áreas de proteção ambiental nas bacias de estudo.....	40
Figura 6 - Fluxograma da metodologia.....	41
Figura 7 - Estrutura de comparação do método AHP.....	49
Figura 8 - Estrutura de comparação do método AHP.....	50
Figura 9 - Estrutura da análise multicritério.....	54
Figura 10 - Sobreposição cartográfica da análise multicritério em SIG.....	55
Figura 11 - Maneiras de representação dos valores dos nós em matrizes numéricas.....	58
Figura 12 - Células de intersecção em cinza no caminho AB.....	59
Figura 13 - Áreas potenciais para a conectividade florestal em trechos à montante da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.....	63
Figura 14 - Áreas de pressão antrópica no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.....	66
Figura 15 - Corredor Tropeiro-Mata do Bispo.....	69
Figura 16 - Corredor Rios Doce-Corrente.....	72
Figura 17 - Corredor Fazenda Guarani-Candongua.....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fases para implantação de corredores ecológicos no Brasil.....	28
Quadro 2 - Escala de Saaty.....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Corredores ecológicos do Brasil.....	26
Tabela 2 - Escala dos corredores ecológicos em razão das espécies alvo da conservação.....	29
Tabela 3 - Notas aplicadas para cada atributo das variáveis selecionadas.....	47
Tabela 4 - Índice de consistência randômico.....	51
Tabela 5 - Grau de participação para as variáveis.....	51
Tabela 6 - Distribuição da potencialidade para implantação de corredores ecológicos no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.....	63
Tabela 7 - Dados do corredor Tropeiro-Mata do Bispo.....	70
Tabela 8 - Potencialidade de conectividade no interior do corredor Tropeiro-Mata do Bispo.....	70
Tabela 9 - Dados do Corredor Rios Doce-Corrente.....	73
Tabela 10 - Potencialidade de conectividade no interior do corredor Rios Doce-Corrente.....	73
Tabela 11 - Dados do Corredor Fazenda Guarani-Candongua.....	76
Tabela 12 - Potencialidade de conectividade no interior do Corredor Fazenda Guarani-Candongua.....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA	Área Diretamente Afetada
AHP	Análise Hierárquica de Processos
AM	Análise multicritério
AN	Áreas Naturais
AP	Áreas Protegidas
APP	Área de Preservação Permanente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CCA	Corredor Central da Amazônia
CCMA	Corredor Central da Mata Atlântica
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CE	Corredores Ecológicos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CR	Campo Rupestre
DC	Declividade
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FBDS	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
FF	Formação Florestal
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDE-Sisema	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
LCP	<i>Least cost path</i>
MAB	O Homem e a Biosfera
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MR	Malha Rodoviária
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NIR	Infravermelho próximo
ONG	Organização não governamental
PC	Potencialidade de corredores ecológicos
PPG7	Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil
QGIS	<i>Software</i> de geoprocessamento
RL	Reserva Legal
SIG	Sistema de Informações Geográficas

SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidades de Conservação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UT	Cobertura e Uso da Terra

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Objetivo geral.....	17
1.2 Objetivos específicos.....	17
<b>2 CORREDORES ECOLÓGICOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 Efeitos da fragmentação de ambientes naturais.....	19
2.2 Corredores ecológicos no Brasil: conceitos, definições legais e áreas instituídas.....	22
2.3 Metodologia de implementação dos corredores ecológicos no Brasil.....	27
2.4 Fragilidades e contradições na instituição de corredores ecológicos no Brasil.....	30
2.5 Alternativas metodológicas para a implantação de corredores ecológicos.....	32
2.6 Elementos da paisagem e modalidades de conexão.....	34
<b>3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE.....</b>	<b>37</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>41</b>
4.1 Seleção e aquisição das variáveis de interesse.....	41
4.2 Consistência das bases geoespaciais e aplicação de notas aos atributos das variáveis.....	45
4.3 Análise Hierárquica de Processos (AHP).....	48
4.4 Análise multicritério.....	53
4.5 Caminho de menor custo.....	56
4.6 Conectividade entre áreas-núcleo.....	60
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>61</b>
5.1 Áreas potenciais para conectividade florestal.....	61
5.2 Conexão entre áreas-núcleo.....	67
5.2.1 Parque Municipal do Tropeiro e Reserva Biológica Municipal Mata do Bispo.....	67
5.2.2 Parque Estadual do Rio Corrente e Parque Estadual do Rio Doce.....	70
5.2.3 Terra Indígena Fazenda Guarani e Parque Estadual Serra da Candonga.....	74
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE A - Calculadora AHP.....</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A fragmentação de ambientes naturais ou seminaturais, aqui definidos como zonas florestais nativas ou plantadas (FLORESTA, 2022), afeta, de forma severa, os ecossistemas e contribui para a perda contínua da biodiversidade local e regional, seja pela ocupação desordenada do território ou pelo uso da terra incompatível com os recursos ambientais (LIU *et al.*, 2019; PHILLIPS *et al.*, 2018). Este processo pode dificultar a troca gênica e comprometer a variabilidade genética das espécies, impactando negativamente sua conservação (ALBUQUERQUE; MOLINARI, 2020; SEGELBACHER; HÖGLUND; STORCH, 2003).

Historicamente e ainda hoje, a degradação progressiva de ambientes naturais no Brasil resulta na estruturação de remanescentes florestais em pequenas manchas, isoladas principalmente pelas monoculturas, pecuária e ocupações urbano-industriais (MMA, 2003; PRANDEL, 2019). Para que seja possível reduzir os efeitos ambientais negativos da fragmentação ambiental sobre a biodiversidade, é necessário fortalecer instrumentos de gestão e ordenamento territorial capazes de proporcionar a conectividade entre áreas protegidas (MOREIRA, 2019), com destaque para os corredores ecológicos (CE).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) define como corredores ecológicos as porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, que conectam unidades de conservação (UC) e permitem o fluxo genético entre elas, proporcionando, assim, o movimento da biota, a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, além de propiciar a manutenção de populações que necessitam de áreas maiores para a sua sobrevivência (BRASIL, 2000). Assim, os corredores ecológicos proporcionam uma conectividade entre fragmentos naturais, favorecendo o deslocamento dos indivíduos e podendo contribuir para o aumento da variabilidade genética (BAUDRY *et al.*, 2003; SIMA, 2019; THIAGO; MAGALHÃES; SANTOS, 2020).

Em Minas Gerais, atualmente, existem apenas três corredores legalmente instituídos: o Corredor Ecológico Sossego-Caratinga, instituído com o objetivo principal de conservação do muriqui-do-norte (MINAS GERAIS, 2014); o Corredor Ecológico Espinhaço-Serra do Curral, delimitado em razão de sua importância biológica, cultural e paisagística para a capital mineira (BELO HORIZONTE, 2022); e o Corredor Ecológico Serra da Moeda-Arêdes, criado com o objetivo de estabelecer uma conexão entre os ambientes campestres e florestais, além de promover o fluxo genético entre espécies da fauna e flora do Monumento Natural Estadual

Serra da Moeda e da Estação Ecológica Estadual de Arêdes (MINAS GERAIS, 2024). Apesar de sua importância para a conservação de espécies e ambientes naturais, estes corredores correspondem, juntos, a uma área total de aproximadamente 680 km<sup>2</sup>. Apesar de representar uma área de cobertura significativa, este quantitativo equivale a apenas 0,1% da área estadual. Cabe destacar que as Unidades de Conservação - instrumento de gestão ambiental mais estabelecido no território - compõem cerca de 9,4% (cerca de 55.288 km<sup>2</sup>) do território de Minas Gerais.

Além disso, embora os corredores tenham sido instituídos por esferas distintas, não foram acompanhados de metodologias específicas para sua identificação. Estudos para implementação de corredores ecológicos foram elaborados pelo estado de Minas Gerais (IEF, 2018), o qual propõe metodologias para a identificação de corredores ecológicos, como a utilização do SIG para o levantamento de características naturais favoráveis à conexão ou a definição do corredor a partir da interligação dos fragmentos florestais identificados através de informações cartográficas e dados coletados em campo. Contudo, não há o detalhamento metodológico ou definição específica de critérios técnicos na sua concepção.

Nesse contexto, urge a necessidade de identificação de novas áreas potenciais para a instituição de corredores ecológicos, por meio de procedimentos e técnicas que considerem o cruzamento de variáveis ambientais, territoriais e socioambientais. A fim de identificar essas áreas, diversos autores utilizaram a análise multicritério em Sistemas de Informação Geográfico (SIG). Ferretti e Pomarico (2012) investigaram a aplicação da análise multicritério em SIG para o mapeamento da conectividade florestal na região de Piemonte, no norte da Itália. Partindo de metodologia semelhante, Comino *et al.* (2014) analisaram a qualidade ambiental no Val Pellice, estudo que foi amparado pela Análise Hierárquica de Processos (AHP) - que tem como finalidade auxiliar na tomada de decisão em um sistema complexo que envolve mais de duas variáveis (SAATY, 1991). Morandi *et al.* (2020) também utilizaram a AHP combinada com a análise multicritério para mapear três propostas de corredor ecológico que interliga o Parque Nacional das Sempre Vivas ao Parque Estadual do Biribiri.

No contexto da conservação da biodiversidade, os trechos à montante da Bacia Hidrográfica do Rio Doce - formado pelas sub-bacias dos rios Piranga, Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí Grande - se constitui como região de relevância ambiental, econômica e social, abrangendo aproximadamente 9% do território estadual e cerca de 119 UCs. A área abarca regiões importantes de Minas Gerais: o Quadrilátero Ferrífero, região de intensa exploração minerária no estado; os biomas Mata Atlântica e Cerrado; e a Serra do Espinhaço,

o que atribui a essa região relevante papel de recarga hídrica; além de apresentar mais de 300 espécies da flora ameaçadas de extinção, incluindo as endêmicas de Campos Rupestres (AZEVEDO, 2022; OLIVEIRA, 2017; RBRB, 2022). Ainda, há de se destacar que essa bacia se constitui, também, como uma região de constantes pressões antrópicas. Mucida *et al.* (2019) ressaltaram os prejuízos provocados pelo uso e ocupação da terra na região do Quadrilátero Ferrífero no processo de busca por riquezas minerais, provocando impactos irreversíveis na paisagem. Ademais, os impactos ambientais de um dos maiores acidentes associado à atividade minerária no país afetaram de forma significativa os ambientes naturais ao longo do Rio Doce (MPF, 2020).

Assim, o presente trabalho visa mapear, a partir da utilização da análise multicritério, áreas propícias para a implantação de corredores ecológicos na bacia do Rio Doce, buscando, também, contribuir metodologicamente para a elaboração de políticas públicas visando à conservação da biodiversidade na área de estudo. Nesse contexto, e levando em consideração que a análise multicritério associada a AHP se mostrou eficaz para o mapeamento de áreas com potencial conectividade florestal em outras regiões (COMINO *et al.*, 2014; FERRETTI; POMARICO, 2012; MORANDI *et al.*, 2020), pretende-se avaliar a aplicação destes métodos no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Em complementaridade, também será avaliada a eficiência da metodologia do caminho de menor custo (LCP - do inglês *Least Cost-Path*) para a definição de rotas de ligação entre as áreas protegidas já instituídas no território. A partir da superposição das variáveis ambientais, socioambientais e territoriais - selecionadas a partir da revisão bibliográfica - pretende-se identificar porções do território que se conectam, favorecendo a conservação das espécies nativas.

Além disso, cumpre salientar que a presente pesquisa aborda conceitos de implantação e implementação de corredores ecológicos. Nesse sentido, entende-se por implantação o ato de estimular, fomentar o desenvolvimento ou pretender determinada ação; por outro lado, a implementação é caracterizada pelo ato de executar, pôr em prática ou elaborar a ação (MICHAELIS, 2015). Desse modo, no âmbito deste trabalho, a palavra implantação é utilizada quando se trata dos critérios técnicos e metodológicos para a construção dos traçados do corredor, enquanto a palavra implementação é empregada para se referir às ações institucionais e legais para a criação de um corredor ecológico pelo poder público.

## 1.1 Objetivo geral

Identificar áreas potenciais para a implantação de corredores ecológicos nas sub-bacias à montante da Bacia Hidrográfica do Rio Doce a partir da aplicação de metodologias de análise multicritério, análise hierárquica de processos e caminho de menor custo, com o intuito de subsidiar políticas públicas que possam mitigar os efeitos da fragmentação de ambientes naturais e promover a conectividade florestal na região.

## 1.2 Objetivos específicos

Identificar regiões com maior área nativa remanescente na paisagem, visando o mapeamento de regiões de maior potencial para a conectividade ambiental no território.

Mapear as regiões de maior pressão antrópica a partir da conjunção de variáveis desfavoráveis para a implantação de corredores ecológicos.

Demonstrar como os resultados alcançados para a análise de áreas mais favoráveis para a instituição dos corredores ecológicos poderão subsidiar e incentivar a criação de novas áreas protegidas, além de fortalecer políticas públicas relacionadas às unidades de conservação já existentes na região.

Avaliar a capacidade de conciliação entre os usos antrópicos da área de estudo e as regiões de conservação ambiental.

## 2 CORREDORES ECOLÓGICOS

Ao contrário do que é frequentemente reproduzido no senso comum, a crise ambiental não decorre necessariamente do crescimento populacional - conceito que retoma a visão malthusiana -, mas de desigualdades sociais, formas de uso e ocupação da terra incompatíveis e intransigências ambientais praticadas por instituições públicas e privadas (HOGAN, 2007) - consequência de ações que refletem um modelo de consumo excessivo que tem como único objetivo a concretização do lucro. Nesse sentido, a perda e fragmentação de habitats naturais, a introdução de espécies exóticas, a exploração excessiva de espécies de plantas e animais, o desmatamento, as queimadas, a utilização de extensas áreas para monoculturas e silvicultura, a aplicação agrotóxicos, e a utilização de mercúrio nos garimpos, são alguns dos principais processos causadores da perda da biodiversidade (BRITO, 2012).

Segundo Almeida *et al.* (1998 *apud* BRITO, 2012), os danos são atribuídos principalmente ao governo, cuja implementação de vários incentivos governamentais possibilita a expansão da mecanização em grandes extensões de terra, assim como a utilização e ocupação para a pecuária e agricultura extensiva, destinadas ao cultivo de soja, milho, arroz, trigo e criação de gado. Como resultado da ação humana, a vegetação nativa é afetada pela derrubada e por queimadas das florestas, ocasionando uma transformação gradual nas paisagens.

Objetivando amenizar os impactos provocados por estas ações, os corredores ecológicos possuem como princípio fundamental, em sua concepção, de acordo com Brito (2012), a ampliação da escala de conservação em ecossistemas, abarcando áreas de maior extensão e envolvendo os agentes intervenientes e o gerenciamento ecológico para propiciar a conservação da biota local. Do mesmo modo, este instrumento é essencial para prevenir a extinção de espécies, e para a conservação dos remanescentes florestais e das espécies endêmicas a eles associadas (BRITO, 2012).

Neste capítulo, serão abordados alguns dos efeitos da fragmentação de ambientes naturais e suas principais consequências para a fauna e flora local. Também será retomada a discussão que culminou na evolução conceitual dos corredores ecológicos no Brasil, passando por algumas de suas definições legais e destacando as principais áreas instituídas no território nacional. Adiante, serão abordadas as metodologias de implementação adotadas pelos órgãos ambientais, bem como as fragilidades e contradições constatadas durante o processo. Por último, serão abordadas algumas alternativas metodológicas para a implantação específica de

corredores ecológicos e os elementos da paisagem que favorecem a ocorrência de conexões estruturais.

## 2.1 Efeitos da fragmentação de ambientes naturais

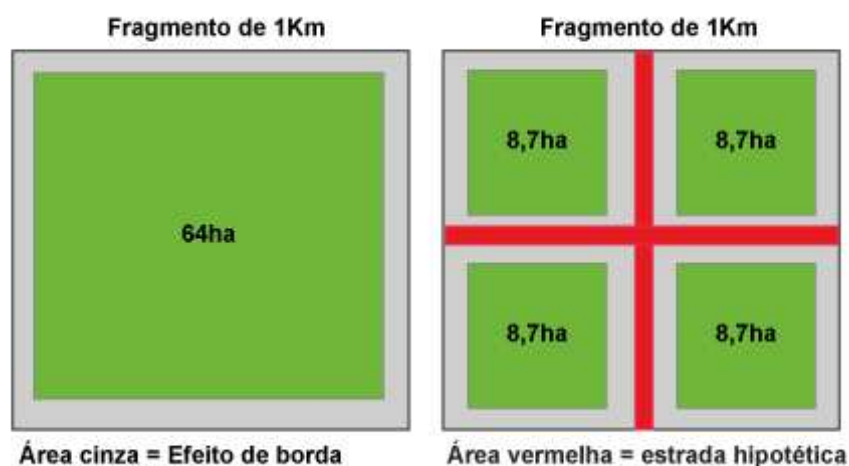
O MMA (2003) conceitua o processo de fragmentação de ecossistemas como a supressão de vegetação nativa em determinada região, sendo deixados remanescentes mais ou menos intactos da antiga estrutura natural, isto é, a divisão de um habitat em manchas ou fragmentos relativamente isolados. De acordo com FAO (2007 *apud* PRANDEL, 2019), estima-se que a fragmentação de ambientes naturais tenha se iniciado, no âmbito mundial, há cerca de 20.000 anos e, no território brasileiro, há aproximadamente 13.000 anos, processo que se intensificou nos últimos 500 anos após a chegada dos colonizadores europeus (PRANDEL, 2019). Um exemplo desta destruição pode ser constatado no Paraná, onde calcula-se que 70% das espécies vegetais possuem seus processos de interação ecossistêmica ameaçados pela fragmentação de ambientes naturais (MUCHAILH *et al.*, 2010). Este problema, além de isolar ecossistemas e afetar diretamente a vida de inúmeras espécies animais e vegetais, ainda se constitui como um dos principais problemas para a conservação da biodiversidade (MMA, 2015). É válido salientar que muitas das implicações da fragmentação na manutenção da biodiversidade no curto, médio e longo prazo ainda são desconhecidas (SCARIOT *et al.*, 2003).

Diversos efeitos já foram identificados pela comunidade acadêmica, dentre eles a intensificação do chamado efeito de borda. De acordo com Figueiró (2015), esse processo se caracteriza pela alteração da condição física de um ambiente em sua porção marginal. O autor explica que, uma vez que a floresta é particionada, há um aumento das áreas suscetíveis à influência de ações externas, tais como a circulação do vento, a redução da umidade e a elevação da temperatura, isto é, alteram-se também as condições microclimáticas (SCARIOT *et al.*, 2003). Essas condições propiciam uma maior vulnerabilidade dos fragmentos à invasão de espécies exóticas e ruderais, provocando também uma alteração na dinâmica hidrológica e de nutrientes que, conseqüentemente, impactam no fluxo de energia no interior do ecossistema (FIGUEIRÓ, 2015). Os efeitos diretos sobre a biodiversidade advindos do efeito de borda ainda favorecem o aumento da erosão, da desertificação e o assoreamento de cursos d'água (PEREIRA; CESTARO, 2016).

O tamanho e a forma dos fragmentos também são características relevantes para a intensificação do efeito de borda. Scariot *et al.* (2003) explicam que fragmentos menores

estão mais suscetíveis à influência de fatores externos devido à intensificação do efeito de borda nos mesmos. A forma do fragmento também influencia na intensidade dessas influências externas, visto que um fragmento mais arredondado possui menor área de contato com a matriz circundante e, portanto, mantém o interior mais protegido (FIGUEIRÓ, 2015; SCARIOT *et al.*, 2003). Além deste efeito proporcionar maior facilidade para a dispersão de espécies exóticas nas bordas dos fragmentos, o tamanho e a forma desses remanescentes florestais também impactam diretamente nas condições para a ocorrência de determinadas espécies, visto que a disponibilidade de nutrientes é diretamente afetada pela área disponível para o desenvolvimento dos processos ecossistêmicos (BRASIL, 2000; SCARIOT *et al.*, 2003). A Figura 1 demonstra a área sujeita ao efeito de borda em um fragmento hipotético contínuo de 1 km e em um remanescente de mesma área composto por quatro fragmentos menores.

Figura 1 - Efeito de borda em fragmento hipotético contínuo de 1 km, e em um remanescente de mesma área composto por quatro fragmentos menores.



Fonte: PRIMACK; RODRIGUES (2006)

Há uma dualidade de consequências sobre as espécies da flora que compõem estes ambientes vegetais diante de um processo de fragmentação. Enquanto as chamadas espécies climáticas, capazes de se estabelecer no interior da floresta e em condições de pouca luminosidade e alta umidade, são perturbadas pela exposição ao efeito de borda, as espécies pioneiras, adaptadas a ambientes de muita luminosidade, são beneficiadas pela derrubada parcial da vegetação (SCARIOT *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2003).

A interação entre animais e plantas também é alterada em um ambiente fragmentado. Isto ocorre devido à redução da quantidade de polinizadores ou à diminuição de plantas que são polinizadas por espécies específicas de herbívoros (FRANCESCHINELLI *et al.*, 2003).

Este processo está relacionado com a qualidade dos fragmentos, a qual é variável a depender da espécie que frequenta a área. Enquanto fragmentos maiores tendem a abrigar mais espécies, alguns fragmentos pequenos favorecem a circulação de uma população considerável de indivíduos, como no caso de algumas espécies de aves migratórias (LAPS *et al.*, 2003). O mesmo é constatado para os insetos, que sofrem os efeitos da fragmentação mais tardiamente que os mamíferos (ANTONINI *et al.*, 2003). Por outro lado, a qualidade ambiental também é condicionada pela estrutura arbórea. Para alguns primatas, é mais benéfico reproduzir suas condições de vida em um ambiente com árvores de maior porte, enquanto para outros o tamanho das árvores não é um fator crucial, mas sim a disponibilidade de cipós (VIEIRA *et al.*, 2003). Conforme destacado por Schwaida (2016), os efeitos da fragmentação florestal são mais intensos em espécies com elevados requerimentos energéticos e de área de vida, incluem-se nesse grupo, especialmente, os mamíferos de médio a grande porte e os predadores de topo de cadeia.

Cabe destacar, também, que a fragmentação aumenta a probabilidade de ocorrência de espécies exóticas, os quais poderão competir, preda e introduzir doenças nas espécies nativas, intensificando os efeitos negativos da fragmentação (VIEIRA *et al.*, 2003). Um exemplo dessa ação é a criação, nas bordas, de um ambiente onde espécies de insetos podem prosperar devido à ausência de predadores naturais. Antonini *et al.* (2003) justificam que os surtos de pragas mais frequentes e duradouros são consequência da combinação desses fatores.

Para além destas consequências, a fragmentação também pode reduzir o fluxo gênico. Isto é, os indivíduos confinados em uma porção florestal menor possuem maior dificuldade de migração e de interação com outros grupos da mesma espécie, o que favorece o acasalamento de indivíduos aparentados. Esse aumento da similaridade genética amplia o *loci* de homozigose. De acordo com SCHNEIDER *et al.* (2003), “uma homozigose elevada favorece a expressão de alelos recessivos deletérios e diminui o valor adaptativo dos indivíduos às flutuações ambientais provocadas por fatores bióticos e abióticos”. Nesse sentido, a perda de variabilidade genética leva a depressão por endocruzamento, reduzindo também a capacidade de especiação, adaptação e mudanças macroevolutivas (SCHNEIDER *et al.*, 2003; SILVANO *et al.*, 2003). Assim, pode-se afirmar que populações menores apresentam menor variabilidade genética, tal como populações distantes entre si possuem variabilidade maior entre uma e outra. Do mesmo modo, quanto maior o tempo de isolamento de uma área, maior a probabilidade de perda dessa dinâmica de troca gênica (SCHNEIDER *et al.*, 2003).

Outra sequela provocada pelo processo de isolamento dos ambientes naturais é o impacto na oferta dos chamados serviços ecossistêmicos. Esses serviços são proporcionados pelas espécies que compõem, sustentam e completam a vida humana dentre as mais variadas dimensões. A recarga dos lençóis freáticos; a purificação da água; a melhoria da qualidade do ar; a manutenção da temperatura climática regional; a ciclagem de nutrientes; e a regulação de gases são alguns dos serviços ecossistêmicos providos gratuitamente pelas áreas naturais (FIGUEIRÓ, 2015; MMA, 2018). Por este motivo, a manutenção destes ambientes se faz tão necessária, também, para a estabilidade das atividades antrópicas.

Visando minimizar os efeitos negativos sobre os ecossistemas naturais, e consequência dos debates de uma agenda ambiental robusta no âmbito global, o Estado Brasileiro tem implementado diversas políticas de proteção ambiental, principalmente no século XXI. Dentre essas estratégias, cabe destacar a criação de unidades de conservação. Entretanto, Pereira e Cestaro (2016) ressaltam que essas áreas tendem a sofrer com os efeitos do isolamento ao longo do tempo. Figueiró (2015) também reforça este posicionamento ao afirmar que o tamanho limitado de algumas das reservas é incompatível com a necessidade de sobrevivência e reprodução das espécies que se pretende proteger, além de dar enfoque na influência que fatores externos possuem nesses territórios (chuvas ácidas, contaminação de rios e reservatórios, aquecimento da atmosfera, dentre outros). Por este motivo, os corredores ecológicos são uma alternativa promissora para a desfragmentação (TAKAHASHI *et al.*, 2021).

## 2.2 Corredores ecológicos no Brasil: conceitos, definições legais e áreas instituídas

A iniciativa, por parte dos órgãos ambientais, para a implementação dos corredores ecológicos no Brasil ocorre, de modo mais significativo, na década de 1990, momento em que é percebida a fragilidade dos parques e reservas ambientais para a conservação da biodiversidade frente ao avanço da fronteira agrícola no país (BRITO, 2012). Com isso, foi proposto, em 1993, o Programa Piloto de Proteção das Florestas Tropicais (PPG7), que contribuiu para a instauração de um modelo de administração de ecossistemas, dirigindo iniciativas por parte das entidades ambientais que se expandiam para além dos limites das áreas protegidas, unindo fragmentos e a região circundante. Este projeto define os corredores ecológicos como

[...] áreas que contêm ecossistemas florestais biologicamente prioritários e viáveis para a conservação da biodiversidade, compostos por conjuntos de unidades de conservação, terras indígenas e áreas de interstícios. Sua função é propiciar uma

proteção efetiva da natureza, reduzindo ou prevenindo a fragmentação das florestas existentes por meio da interligação entre diferentes modalidades de áreas protegidas e outros espaços com diferentes usos do solo (MMA, 2007, p. 10)

Simultaneamente, na tentativa de impedir que as áreas protegidas existentes até aquele momento se transformassem em “ilhas verdes”, o Ministério do Meio Ambiente deu um primeiro passo ao instituir o Decreto Federal nº 750, de 10 de fevereiro de 1993, estabelecendo uma proibição de supressão vegetal em áreas capazes de formar “corredores entre remanescentes de vegetação primária ou em estágio avançado e médio de regeneração” (BRASIL, 1993). Seguindo o mesmo caminho, e buscando dar mais atenção aos corredores ecológicos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece, através da Resolução CONAMA nº 009, de 24 de outubro de 1996, o conceito legal de corredores ecológicos (MMA, 1996). Essa resolução define os corredores ecológicos como sendo “uma faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes”. Uma determinação interessante trazida pelo Art. 3º deste instrumento legal foi a demarcação mínima dos corredores, que explicita que estes devem possuir uma largura de 10% do seu comprimento, não sendo permitido uma largura inferior a 100 metros.

Em 2000, os corredores ecológicos recebem uma nova caracterização legal pela Lei Federal nº 9.985, que institui o SNUC. Neste instrumento, os corredores são designados como

porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (BRASIL, 2000).

Percebe-se que o SNUC direciona o conceito dos CEs para atender aos objetivos da conservação ambiental. Porém, há um certo viés que impede a visualização ampla da capacidade deste instrumento para a melhoria ambiental local e regional ao defini-lo, apenas, como território de conexão entre unidades de conservação.

Apesar das definições legais, Brito (2012) afirma que a implementação de corredores ecológicos no Brasil tem sido dificultosa desde sua formalização pela lei do SNUC, em 2000, momento em que os superintendentes regionais do IBAMA motivam o órgão a promover o estabelecimento dessas áreas em seus estados. Segundo o autor, o conceito de corredor ecológico era muito desconhecido e gerava dúvidas em boa parte da população, assim sendo, existiram diversas nomenclaturas para o mesmo conceito: corredor ecológico, corredor biológico e corredor de biodiversidade são alguns exemplos. Somado a isso, o Código

Florestal, atualizado pela Lei Federal nº 12.651 de 2012, trouxe uma suavização das regras de recomposição de áreas de proteção ambiental em imóveis rurais, o que dificultou ainda mais o estabelecimento dos corredores.

Após o SNUC, diversas definições para o conceito de corredores ecológicos surgiram na literatura. Arruda e Nogueira de Sá (2003), definem como “ecossistemas naturais ou seminaturais que garantem a manutenção das populações biológicas e a conectividade entre as áreas protegidas”. Nesse sentido, são tratados como unidades de gestão, com o objetivo de preservar a biodiversidade, promover o uso sustentável dos recursos naturais e garantir uma distribuição justa das riquezas para as gerações atuais e futuras (ARRUDA; NOGUEIRA DE SÁ, 2003). Já para Ayres *et al.* (2005) essas áreas se constituem como “grandes extensões de ecossistemas florestais biologicamente prioritários [...], delimitados em grande parte por conjuntos de unidades de conservação e pelas comunidades ecológicas que contêm”. Em 2006, apoiados em Sanderson *et al.* (2003) e Ayres *et al.* (2005), o MMA e a Aliança para a Conservação da Mata Atlântica reformulam o conceito:

Um corredor corresponde a uma grande área de extrema importância biológica, composta por uma rede de unidades de conservação entremeadas por áreas com variados graus de ocupação humana e diferentes formas de uso da terra, na qual o manejo é integrado para garantir a sobrevivência de todas as espécies, a manutenção de processos ecológicos e evolutivos e o desenvolvimento de uma economia regional forte, baseada no uso sustentável dos recursos naturais (MMA, 2006).

Para Brito (2012), os corredores ecológicos se figuram como unidades de planejamento territorial que adotam o princípio da gestão biorregional, abrangem vastas paisagens dentro dos limites do bioma, ampliam a escala de conservação ambiental, promovem a instituição e consolidação de diversas categorias de unidades de conservação, que se constituem como áreas-núcleo, e são geridos pelas diferentes esferas do poder público. O autor utiliza a mesma definição de Miller (1988 *apud* BRITO, 2012) para as biorregiões, sendo estas regiões extensas, de características naturais e culturais únicas, que englobam variadas formas de relevo, plantas, animais, a cultura e a história da população residente, cuja proteção ambiental e desenvolvimento sustentável se fazem necessários para a manutenção da qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

Na contemporaneidade, ainda existem divergências sobre a definição exata das características, limitações e potencialidades do corredor no âmbito legal. Entretanto, percebe-se que apesar do conceito sofrer constantes alterações no âmbito acadêmico e na própria esfera legislativa nas décadas de 1990 e 2000, é concludente afirmar que as discussões em torno da temática contribuíram para a evolução do instrumento legal no Brasil. Portanto,

mesmo com as notáveis fragilidades que cercam a caracterização legal dos corredores nacionalmente, o fato não desacelerou a criação de novas áreas de conectividade. Pelo contrário, durante o período de maturação da definição legal do corredor ecológico, houve a instituição de milhões de hectares destinados a promover uma conexão florestal que promova a troca gênica e a permeabilidade de ambientes pelas diferentes espécies que compõem os ecossistemas naturais. Além disso, há de se destacar que a evolução do debate também acompanhou outras frentes de discussão na área ambiental, aproximando os corredores - tal como as unidades de conservação e outros instrumentos de gestão ambiental - ao conceito de uso sustentável. Embora esta visão conservacionista do território tenha, por um lado, um viés político que se aproxima dos debates internacionais sobre sustentabilidade e crescimento econômico sustentável, é importante destacar que isso permitiu incluir as comunidades tradicionais como agentes de importância significativa para a manutenção do equilíbrio ecossistêmico.

No Brasil, alguns corredores se destacam pelo pioneirismo ou devido à importância para o avanço da conservação e restauração de ambientes degradados. Aqui, cabe listar alguns desses corredores de relevância. O Corredor Ecológico Guaporé/Itenez-Mamoré além de ser um dos primeiros corredores instituídos (1998) também possui uma área de abrangência significativa, possuindo mais de 23 milhões de hectares, o que permite abarcar 12 UCs de Proteção Integral, 20 UCs de Uso Sustentável e 18 Terras Indígenas (ICMBIO, 2017). Sua importância vai além dos critérios ambientais, visto que a motivação para a criação do mesmo remonta ao Tratado de Cooperação Amazônica (TCA), assinado em 1978 por Brasil, Bolívia, Peru, Venezuela, Colômbia, Equador, Guiana e Suriname, países fronteiriços e que possuem amplas áreas de cobertura da floresta amazônica em seus territórios. O objetivo comum do acordo é promover o desenvolvimento harmônico da região e o bem-estar de suas populações (ICMBIO, 2017). O Corredor Guaporé/Itenez-Mamoré interliga o Brasil à Bolívia, países com maior extensão de fronteira. Outro exemplo relevante é o corredor ecológico Cerrado Paranã/Pirineus, criado para abranger cerca de 10 milhões de hectares no Cerrado brasileiro, o corredor surge da parceria entre o governo federal e o governo japonês como uma das muitas iniciativas no âmbito das discussões ambientais internacionais (IBAMA, 2005). Brito (2012) reforça que o apoio japonês foi essencial para capacitar os técnicos ambientais na instituição de corredores como o Paranã/Pirineus. Esse corredor buscou integrar cerca de oito UCs, promovendo a aproximação da gestão, elevando a permeabilidade na paisagem, além de tentar

frear a degradação do bioma. Cabe salientar que até o ano de sua implementação era estimado que apenas 20% do bioma Cerrado estava sob efetiva conservação.

Em Minas Gerais não foram implementados, até o momento, corredores ecológicos de abrangência nacional - embora existam ações para promover a conexão florestal na Serra da Mantiqueira e na Serra do Espinhaço (PEREIRA; CESTARO, 2016). No âmbito estadual, foram estabelecidos dois corredores nos últimos 11 anos: o Corredor Ecológico Sossego-Caratinga, em 2014, e o Corredor Ecológico Serra da Moeda-Arêdes, em 2024. Ambos os corredores possuem como objetivo a melhoria da permeabilidade da paisagem e o aumento do fluxo gênico, entretanto, o primeiro foi criado, também, com o objetivo de preservação do muriqui-do-norte, espécie endêmica da Mata Atlântica (MINAS GERAIS, 2014). Apesar destas áreas já terem sido instituídas legalmente, não há um detalhamento técnico que acompanhe a criação destes corredores. Ainda em Minas Gerais, é válido destacar o Corredor Ecológico Espinhaço-Serra do Curral, que foi instituído no âmbito municipal pela Prefeitura de Belo Horizonte. Este corredor visa interligar o conjunto de unidades de conservação já existentes na Serra do Curral, de modo a favorecer o fluxo gênico da região, em especial, da avifauna. Para além disso, seu objetivo também se fundamenta na proteção do patrimônio histórico e cultural da serra para a população belo-horizontina, que teve parte de sua área tomada pela mineração recentemente (UFMG, 2022).

Independente das fragilidades conceituais que cercaram a instituição dos corredores ecológicos no Brasil até o momento, é seguro afirmar que existem benefícios para a conservação ambiental. Em muitos casos, a metodologia empregada pode não ter seguido uma norma específica ou utilizado ferramentas para a adequação do corredor ao seu objetivo de promoção do fluxo gênico, contudo, o incentivo à criação de outras categorias de áreas protegidas no interior das manchas dos corredores pode contribuir para a permeabilidade da paisagem que, direta ou indiretamente, favorece a conectividade dos remanescentes naturais. A Tabela 1 lista algumas informações técnicas sobre os corredores descritos anteriormente e outros exemplos exitosos já implementados no país.

Tabela 1 - Corredores ecológicos do Brasil.

Nome	Data	Esfera	Envolvidos	Área (ha)
Corredor Ecológico Guaporé/Itenez-Mamoré	1998	Internacional	Brasil e Bolívia	23 mi
Corredor Ecológico do Cerrado Paranã/Pirineus	2002	Nacional	Goiás, Tocantins e Distrito Federal	10 mi

Corredor Ecológico Cerrado-Pantanal	2003	Nacional	Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso	21,8 mi
Corredor Ecológico Araguaia/Bananal	2003	Nacional	Pará, Tocantins, Goiás e Mato Grosso	9 mi
Corredor Ecológico Capivara-Confusões	2005	Nacional	Piauí	414.565
Corredor Ecológico Sossego-Caratinga	2014	Estadual	Minas Gerais	66.424
Corredor Ecológico Espinhaço-Serra do Curral	2022	Municipal	Belo Horizonte	1.185
Corredor Ecológico Serra da Moeda-Arêdes	2024	Estadual	Minas Gerais	464

Fonte: Arruda; Nogueira de Sá (2003); Instituto Socioambiental (2024); Minas Gerais (2014; 2024); Belo Horizonte (2022).

### 2.3 Metodologia de implementação dos corredores ecológicos no Brasil

O principal projeto para a implementação de corredores ecológicos em território nacional foi o Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG7), lançado na década de 1990, durante a Rio-92 (MMA, 2014). Sendo gerido pelo Ministério do Meio Ambiente - na figura do IBAMA - e financiado pela União Europeia, Banco Mundial e o G-7. O objetivo deste programa foi testar e abordar o conceito de conectividade florestal em dois corredores modelo: o Corredor Central da Mata Atlântica (CCMA) e o Corredor Central da Amazônia (CCA) (MMA, 2007). Inicialmente, a área proposta para o CCMA compreendia o sul do estado da Bahia e a totalidade do estado do Espírito Santo, abrangendo cerca de 12 milhões de hectares. De modo semelhante, o CCA foi proposto integralmente no estado do Amazonas e abarcou 52 milhões de hectares (MMA, 2007).

Durante os 17 anos de existência do PPG7, foram alcançados resultados importantes. Dentre eles pode-se destacar os 44 milhões de hectares de terras indígenas demarcadas; os 2,1 milhões de hectares de reservas extrativistas; os 100 milhões de hectares de áreas protegidas nos biomas da Mata Atlântica e Amazônia; os 72 milhões de hectares de corredores ecológicos; o incentivo à atividades de baixo impacto na biodiversidade; queda nas taxas de desmatamento nas áreas prioritárias dos corredores; além do incentivo de 26 projetos em ambos os biomas que buscavam compatibilizar a conservação com a geração de renda para a comunidade local (MMA, 2009; 2015). Além disso, o projeto buscou efetivar um modelo de gestão participativa, o que possibilitou uma aproximação entre os órgãos municipais, estaduais e federal e um maior envolvimento da sociedade civil, ONGs, cooperativas,

associações, sindicatos rurais e outros atores que compunham os chamados grupos locais, formados por cerca de 20 membros. O MMA (2007) ainda reitera que a participação popular foi essencial para a disseminação do conceito de corredor ecológico para os moradores da região de implantação.

Em vista disso, há de se destacar que o projeto foi benéfico, do ponto de vista da conservação ambiental no país, contribuindo também para a propagação da iniciativa para as esferas estaduais e municipais, bem como a definição de uma base metodológica biorregional (BRITO, 2012). O conceito de biorregião, por sua vez, envolve um determinado espaço geográfico que inclui “um ou mais ecossistemas, identificados pela topografia, cobertura vegetal, socioeconomia, cultura e história dos habitantes locais, governos e comunidade científica” (ARRUDA; NOGUEIRA DE SÁ, 2003). Neste sentido, conforme explicam Szmuchrowski (2007) e Brito (2012), a gestão biorregional de implantação de corredores ecológicos adotada pelo IBAMA atende às seguintes fases:

Quadro 1 - Fases para implantação de corredores ecológicos no Brasil.

Fase	Descrição	Etapa/processos
1ª	Definição dos critérios científicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ecologia da paisagem;</li> <li>- ecorregiões;</li> <li>- bacias hidrográficas;</li> <li>- estudos de prioridades para a conservação da biodiversidade, por bioma;</li> <li>- estudos de representatividade dos biomas e ecossistemas em relação à biota, áreas protegidas e aspectos socioeconômicos;</li> <li>- síntese e consenso por meio de workshops.</li> </ul>
2ª	Planejamento e ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elaboração de projeto básico;</li> <li>- desenho do sistema de gestão;</li> <li>- workshop de validação do projeto básico;</li> <li>- emprego do planejamento integrado e participativo;</li> <li>- emprego do SIG – Sistema de Informações Geográficas;</li> <li>- execução de ações prioritárias por todos os agentes envolvidos;</li> <li>- implementação de ações nas três escalas de conservação (espécies, habitats e ecossistemas);</li> <li>- implementação de ações e projetos para os três objetivos da CDB;</li> <li>- oficialização do Comitê Gestor;</li> <li>- realização de workshop para avaliação e correção.</li> </ul>
3ª	Desafios para os gestores biorregionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- capacidade de administrar programas e projetos mais complexos e integrados;</li> <li>- processos de planejamento que envolvem interesses, autoridades e responsabilidades diferentes;</li> <li>- envolvimento efetivo de todos os grupos de atores sociais interessados;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- fortalecimento e vínculo das instituições existentes (ou criação de novas);</li> <li>- atuar, antecipadamente, para enfrentar desafios, a fim de reduzir atrasos e conflitos;</li> <li>- compromisso com o legado às próximas gerações.</li> </ul>
--	--	---

Fonte: Adaptado de IBAMA (2005).

Para além dos critérios da biorregião, a escala a ser utilizada durante o estabelecimento do corredor deve ser compatível com as espécies da fauna e da flora alvo da conservação (BRITO, 2012). A Tabela 2 traz a compatibilidade da escala do corredor em relação às espécies a serem protegidas.

**Tabela 2 - Escala dos corredores ecológicos em razão das espécies alvo da conservação.**

<b>Espécies a proteger</b>	<b>Escala</b>
Mamíferos: onças, tamanduás, veados e macacos	1:500.000 - 1:1.000.000
Pequenos roedores	1:100.000 - 1:500.000
Níveis municipais, matas ciliares ou de galerias, encostas de pequenos corpos d'água.	1:50.000 - 1:100.000

Fonte: Adaptado de BRITO, 2012, p. 135-136.

No âmbito do estado de Minas Gerais, a metodologia de implantação de corredores ecológicos é descrita pela secretaria de meio ambiente, através do Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2018). Percebendo que não há um direcionamento sobre os mecanismos de definição destas áreas na legislação brasileira, o órgão ambiental estadual determina que a criação de novos corredores pode se dar através da instituição legal de novas áreas protegidas. Do mesmo modo, as etapas anteriores à instituição do corredor devem ser incluídas em um projeto técnico elaborado por um grupo de trabalho multidisciplinar e, preferencialmente, com conhecimento sobre a área de estudo. O IEF (2018) ainda destaca que, neste documento, se faz necessária a definição de uma justificativa e um objetivo claro para o corredor, que irá variar de região para região - em certo local o objetivo pode ser promover a conectividade entre UCs; em outro, a aplicação de boas práticas de conservação ambiental; enquanto que também é possível definir como meta a preservação de alguma espécie alvo, como executado no Corredor Ecológico Sossego-Caratinga. Quanto à definição da área de abrangência, a mesma pode ocorrer inicialmente utilizando o conjunto de variáveis ambientais relevantes para a região (relevo, declividade, hidrografia e outras), entretanto, o IEF (2018) enfatiza a importância da descentralização do estudo, com a inclusão da sociedade no processo. Outras métricas também podem ser aplicadas a fim de validar a correlação da área proposta com o

objetivo do corredor, entretanto, o órgão não especifica quais métricas poderiam ser utilizadas neste processo.

Percebe-se que a instituição dos corredores ecológicos no Brasil, tanto na esfera federal quanto estadual, se fundamenta no princípio de áreas potenciais ou regiões de relevante interesse ecológico para a conservação. Portanto, as técnicas empregadas pelos órgãos ambientais moldam os corredores à estrutura de um mosaico de unidades de conservação. Entende-se por mosaico o conjunto de unidades de conservação que, devido à proximidade, justaposição ou sobreposição formam uma região de integração da gestão entre as diferentes esferas de governo (MMA, 2012a). Diferentemente, as pesquisas científicas sobre o tema, no território nacional, frequentemente indicam meios e métodos para a definição específica dos limites dos corredores ecológicos. Masullo, Castro e Capim (2012) indicaram rotas específicas para a conexão florestal na ilha do maranhão a partir do uso da AHP; de modo semelhante, Morandi *et al.*, (2020) aplicaram o conjunto de três metodologias: AHP, análise multicritério e caminho de menor custo, para traçar rotas ideais para o fluxo gênico entre o Parque Nacional das Sempre-Vivas e o Parque Estadual do Biribiri; enquanto Silva *et al.*, (2011) geraram nós entre os fragmentos florestais distantes em até 2km para a movimentação de polinizadores do Buriti (*Mauritia flexuosa*).

Em linhas gerais, pode-se dizer que o PPG7 trouxe ganhos para a evolução dos corredores ecológicos no Brasil. Levando em consideração sua metodologia de implementação, o programa não apenas disseminou o conceito para os diversos núcleos de gestão ambiental nas três esferas de gestão espalhadas pelo território nacional, como também contribuiu para a criação de novas áreas de proteção em ecossistemas estratégicos. Além disso, embora a gestão biorregional tenha aproximado a área de instituição do CCMA e CCA mais ao conceito de mosaicos de unidades de conservação, sua implementação não invalida os resultados positivos adquiridos pela fauna e flora local.

#### 2.4 Fragilidades e contradições na instituição de corredores ecológicos no Brasil

Apesar da importância de programas como o PPG7 para a conservação da biodiversidade brasileira, bem como a atuação das esferas estaduais e municipais na promoção da conectividade florestal no território nacional, há uma baixa efetividade no estabelecimento da conectividade florestal específica. Isto é, os corredores ecológicos ainda se configuram mais como a exceção, no âmbito das políticas públicas ambientais. Pereira e Cestaro (2016) argumentam que o PPG7, especificamente, por possuir uma escala regional de

atuação, é incapaz de executar uma análise mais detalhada e minuciosa da paisagem, o que, consequentemente, não corrobora na conectividade entre os fragmentos, mas na definição de extensas áreas prioritárias para a conservação. Os mesmos autores ainda explicam que é possível encontrar algumas iniciativas para o estabelecimento de corredores ecológicos nas esferas estaduais e municipais, mas que tais projetos costumam levar em consideração a distribuição de UCs e aspectos eminentemente biológicos, como a riqueza de espécies, a diversidade de comunidades e ecossistemas, o grau de conectividade e a integridade dos blocos de paisagem natural (PEREIRA; CESTRO, 2016). Todas essas considerações reforçam a ideia de áreas potenciais, o que não gera avanços para a conexão de fragmentos ou manchas específicas.

Outro ponto de atenção na instituição de corredores ecológicos no Brasil se relaciona com a sua gestão. O IBAMA (2005) indica algumas das ações a serem tomadas para auxiliar os gestores biorregionais na gestão dos corredores, porém, uma etapa importante para a correta condução das ações é a elaboração de um plano de manejo. O que é constatado ao consultar os principais órgãos gestores do setor ambiental do país, no entanto, é a ausência de planos de manejo para os corredores já instituídos. Mesmo que as unidades de conservação abarcadas pelas áreas de conectividade possuam este ordenamento definido, em alguns casos, ainda se faz necessária a elaboração de um planejamento específico para os corredores ecológicos. Afinal, um documento que destaque e sintetize as principais características da área, execute um zoneamento estratégico das diferentes regiões que compõem o corredor e direcione esforços para atender as fragilidades existentes, condicionará maior efetividade, bem como assertividade da gestão. Cabe salientar que este planejamento deve ser elaborado em conjunto com a sociedade e necessita de revisões com certa periodicidade.

Para além do aspecto legal e de gestão, ainda há de se considerar que os corredores também facilitam a propagação de algumas perturbações ambientais que, em certa medida, podem ser fatais para algumas espécies. Simberloff e Cox (1987) argumentam que essa estrutura da paisagem facilita a dispersão de doenças entre certos grupos de animais e plantas ou podem servir como facilitadores para o alastramento de queimadas. Ainda, considerando que o homem é o maior disseminador de espécies exóticas pelo planeta e que essa ação é responsável por aproximadamente 38% das extinções (BROWN; LOMOLINO, 2006), se faz necessária a manutenção adequada das conexões ecológicas estabelecidas entre os fragmentos florestais, de modo que as espécies endêmicas de determinado ecossistema não sejam ameaçadas pela migração de potenciais predadores. Mais do que criar filtros que impeçam a

locomoção das espécies exóticas, além de promover um efetivo monitoramento nos corredores, urge a necessidade de aplicar técnicas de efetivo manejo e controle destas áreas de conservação.

## 2.5 Alternativas metodológicas para a implantação de corredores ecológicos

Ao longo dos anos, diversas metodologias foram aplicadas, visando dar maior rigor à implantação de corredores ecológicos como um mecanismo de gestão ambiental efetivo no território. Para além dos mapeamentos regionais executados durante o PPG7 (MMA, 2009; VIEIRA *et al.*, 2003; FRANCESCHINELLI *et al.*, 2003; ANTONINI *et al.*, 2003; LAPS *et al.*, 2003; SCHNEIDER *et al.*, 2003; SILVANO *et al.*, 2003), bem como as cartilhas elaboradas pelas secretarias de meio ambiente estaduais, que amparam a delimitação das conectividades no monitoramento de manchas por imagem de satélite (IEF, 2018), a bibliografia nacional e internacional demonstrou que alguns métodos se constituem como técnicas mais eficientes e seguras para o alcance do objetivo.

Diversos autores têm empregado ao longo dos anos uma técnica chamada de análise multicritério (MORANDI *et al.*, 2020; FERRETTI; POMARICO, 2012; COMINO *et al.*, 2014) que consiste na sobreposição de mapeamentos sobre diferentes temáticas - sociais, econômicas, ambientais, dentre outras - que agregam um somatório de pesos e contrapesos que, no final, fornecerá uma base com a indicação das regiões de maior potencialidade para a delimitação dos corredores. Como ferramenta de apoio a esta técnica - e almejando diminuir o viés do pesquisador - muitos estudos também combinaram a este primeiro método a lógica AHP (MASULLO; CASTRO; CAPIM, 2017; TANG; GAO; WU, 2020; TAKAHASHI *et al.*, 2021), desenvolvida por Saaty (1991), que se configura como uma técnica de auxílio e hierarquização de variáveis em um sistema complexo com múltiplas decisões.

Quando se pretende estabelecer uma rota única para conexão entre dois pontos no território, a metodologia de destaque é o caminho de menor custo (LCP). Esta técnica se mostrou adequada para os mais diferentes objetivos, desde o planejamento de rodovias (YU; LEE; MUNRO-STASIUK, 2003) até a validação de trilhas (REES, 2004). Além disso, o LCP foi utilizado diversas vezes para a definição de corredores ecológicos nos mais diferentes biomas, países e relevos ao redor do planeta (KARLSON *et al.*, 2016; JALES, 2013; TANG; GAO; WU, 2020; GHARIBI *et al.*, 2021; ZHOU; SONG, 2021; BEIER *et al.*, 2007). Esta ferramenta complementa a conjunção de metodologias que resultam em uma superfície de custo - análise multicritério e AHP -, além de possuir maior simplicidade de aplicação e

priorizar a eficiência computacional. Beier *et al.* (2007) ainda complementa que a modelagem de corredores ecológicos através do caminho de menor custo se consolidou por indicar uma técnica em que a adequação e a permeabilidade do habitat são sinônimos.

Outra metodologia interessante para a definição dos corredores ecológicos, e que tem sido amplamente utilizada na literatura, é a Teoria dos Circuitos. Wang *et al.*, (2022) utilizaram este método para a definição de corredores ecológicos na cidade de Shanghai, de modo semelhante Liang Lv *et al.*, (2022) avaliaram a possibilidade de restauração florestal em distritos da região montanhosa de Chongqing, enquanto Peng *et al.*, (2018) aplicaram a teoria para a mensurar os padrões de segurança ecológica ao sobrepor os corredores ecológicos mapeados com a oferta de serviços ecossistêmicos. A Teoria dos Circuitos trabalha de modo semelhante aos circuitos elétricos, com conceitos de resistência, condução, corrente e voltagem aplicados em suas próprias definições e nas interpretações ecológicas (MCRAE *et al.*, 2008). Desse modo, a resistência pode ser entendida como ambientes de difícil movimentação pelos indivíduos da fauna e flora; a condução é análoga a permeabilidade do habitat; a corrente busca avaliar as rotas prováveis de movimentação; enquanto que a voltagem pode ser utilizada como uma previsão da probabilidade de indivíduos aleatórios se moverem através dos pontos de partida e destino (MCRAE *et al.*, 2008). Semelhante ao método LCP, a teoria dos circuitos também utiliza uma superfície de resistência que serve de parâmetro para a conexão entre os nós pelos caminhos elétricos (PENG *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2022).

Apesar da Teoria dos Circuitos possibilitar elaborar um modelo de dispersão de espécies mais factível com a realidade - permitindo o traçado de vários caminhos -, o objetivo do presente trabalho consiste em investigar métodos que auxiliem na implementação de corredores ecológicos específicos, isto é, que conectam uma zona de interesse “A” e outra “B”. Por este motivo, o corredor proposto entre duas áreas-núcleo deve levar em consideração o caminho mais eficaz e com o menor número de perturbações possível, almejando, portanto, interligar as áreas ambientais com maior efetividade. Além disso, como visto no capítulo 4.1, diferentes espécies possuem diferentes deslocamentos na paisagem, por isso, utilizar um modelo como a Teoria dos Circuitos poderia dificultar a escolha sobre qual das alternativas seria a melhor decisão para um gestor ambiental implementar no território. Considerando estas premissas, o presente trabalho utiliza a conjunção das três primeiras metodologias descritas, que serão detalhadas no capítulo 6.

## 2.6 Elementos da paisagem e modalidades de conexão

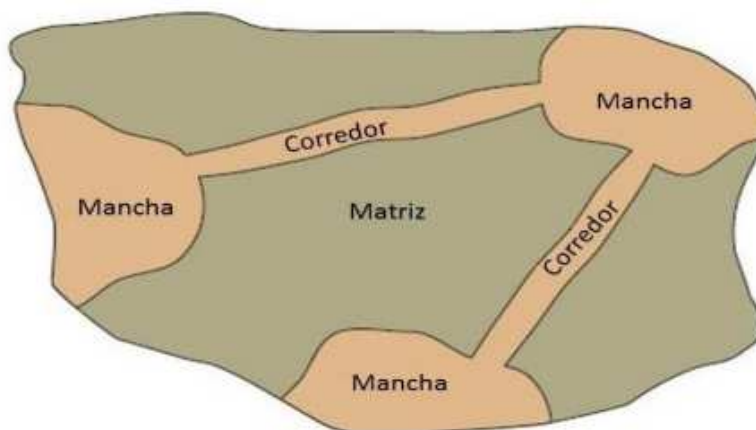
As implementações de corredores ecológicos ainda são incipientes por serem complexas e envolver a integração de diversos atributos bióticos e abióticos (TAKAHASHI *et al.*, 2021). Nesse sentido, a ocorrência da conectividade depende do quanto a paisagem propicia ou impede o fluxo genético entre as manchas ou fragmentos, não sendo necessário existir uma conexão física entre os remanescentes (PEREIRA; CESTARO, 2016). Rudnick *et al.* (2012) explicam que a seleção de critérios e dados para o manejo de paisagens, com o objetivo de implementar a conectividade entre os remanescentes florestais, está ligado ao tipo de conectividade que se deseja estabelecer.

Para entender as modalidades de conexão na paisagem é necessário, primeiramente, caracterizar os três elementos distintos que a compõem: mancha, matriz e corredor. Jales (2013) e Pereira e Cestaro (2016) trazem uma síntese interessante sobre esses elementos, a qual é pontuada a seguir:

- **Mancha:** se configura como uma superfície não-linear que se difere da aparência do entorno e é originada da fragmentação da matriz. As manchas podem variar em forma, tipo, tamanho, características da borda e heterogeneidade.
- **Matriz:** é o elemento mais extenso e conectado na paisagem, possuindo também um papel predominante na dinâmica da paisagem. São áreas homogêneas e se distinguem das unidades vizinhas que possuem extensões espaciais reduzidas e não-lineares. A densidade de manchas existentes em uma matriz irá guiar o grau de porosidade existente na região.
- **Corredor:** é uma superfície linear que difere da matriz em ambos os lados e conecta pelo menos dois fragmentos que originalmente estavam interligados.

A figura 2 exemplifica a ocorrência desses três elementos na paisagem.

Figura 2 - Elementos da paisagem: mancha, matriz e corredor.



Fonte: Jales (2013).

Diante disso, é possível caracterizar dois tipos de conectividade: a funcional e a estrutural. A primeira se baseia no comportamento dos indivíduos de uma espécie à estrutura da paisagem, sendo essa ação guiada pelos fluxos de disseminação, bem como intensidade de movimento (JALES, 2013). A conectividade funcional é, portanto, estabelecida através da movimentação das espécies ao longo da paisagem, sem que esta migração seja dependente de uma estrutura arbórea específica (corredor) ou de uma matriz relativamente porosa que seja propícia para a manutenção da reprodução dos seres (PEREIRA; CESTARO, 2016). Por outro lado, a conectividade estrutural, é determinada a partir da fisionomia da paisagem. Isto é, leva em consideração a complexidade do arranjo espacial dos fragmentos florestais, sua densidade e o grau de penetração dos indivíduos nos corredores de habitat (JALES, 2013). A permeabilidade da matriz também se torna relevante neste caso, visto que uma matriz mais diversa e, conseqüentemente, porosa, irá favorecer o fluxo gênico.

Jales (2013) ainda destaca que a conectividade estrutural pode contribuir para a ocorrência de uma conectividade funcional, tal como a ausência de conexões espaciais físicas não implica na inexistência de fluxos biológicos. A autora ainda evidencia que o contrário pode ocorrer, onde há uma estrutura na paisagem que permite a movimentação, porém, não há uma conexão funcional existente. Essa dinâmica será dependente das características das espécies e de como elas se locomovem e interagem com os elementos da paisagem. Por este motivo, Pereira e Cestaro (2016) argumentam que mesmo com a aplicação das mais modernas técnicas, é difícil mensurar de maneira efetiva a movimentação dos indivíduos no território.

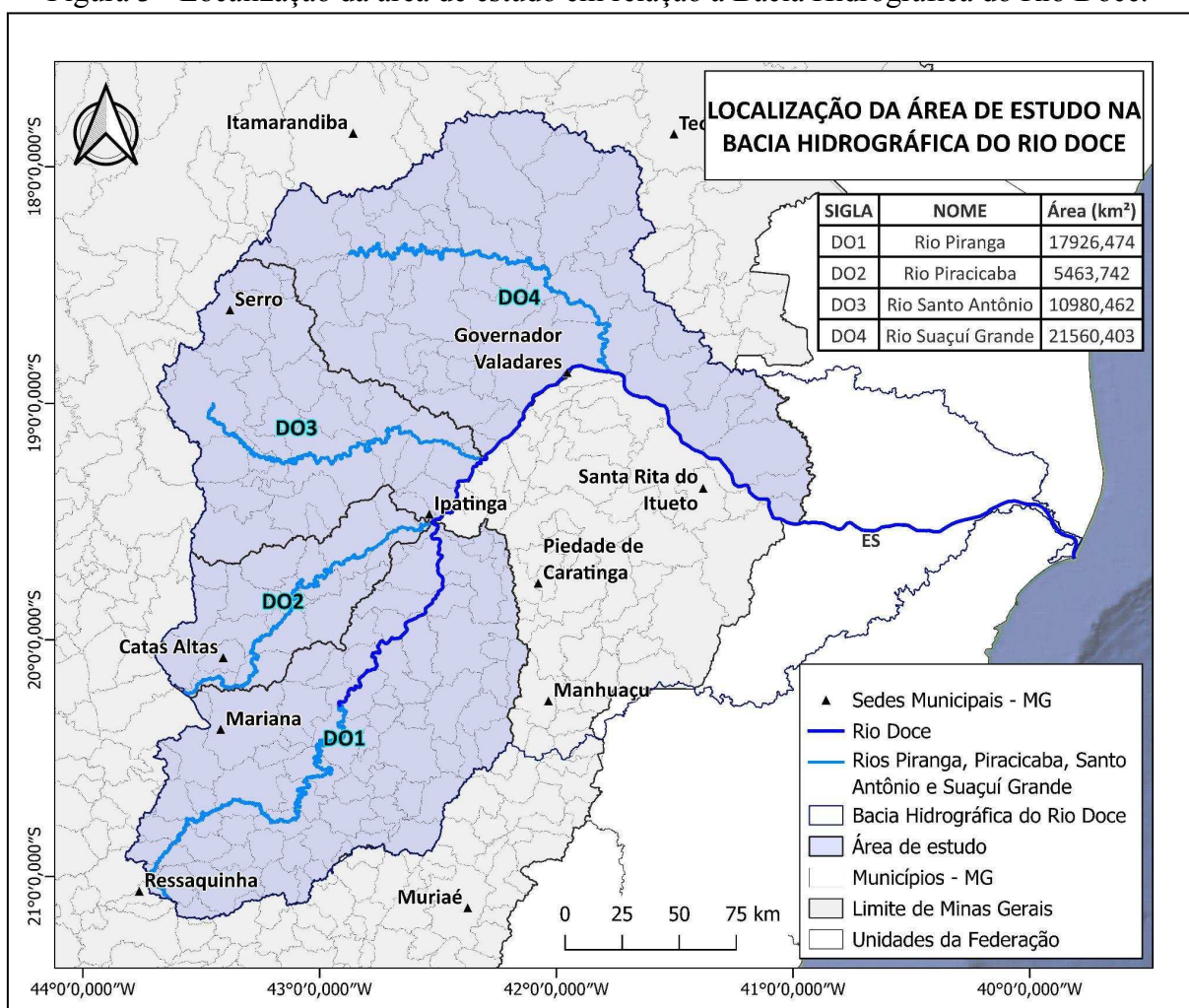
É válido salientar que, diante dos desafios para trabalhar com critérios funcionais, a utilização de características da paisagem que contribuam para a conectividade estrutural pode consistir em uma importante ferramenta de avaliação da interligação de fragmentos na

paisagem (SANDERSON *et al.*, 2003). O MMA (2007) destaca que elementos já estruturados na paisagem, como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) podem ser valiosas para estabelecer conexão entre unidades de conservação, se comportando como uma rede de fragmentos florestais que permitem o fluxo de indivíduos. Do mesmo modo, a Geografia dispõe de elementos metodológicos que, quando associados às possibilidades oferecidas pelos Sistemas de Informação Geográfica, são de grande serventia para a análise da paisagem, permitindo a seleção e combinação de critérios para a tomada de decisão (PEREIRA; CESTARO, 2016).

### 3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

A área de estudo abrange quatro divisões fisiográficas da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, geridas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio Piranga (DO1), criado pelo Decreto nº 43.101/2002 (MINAS GERAIS, 2002a); do Rio Piracicaba (DO2), criado pelo Decreto nº 40.929/2000 (MINAS GERAIS, 2000a); do Rio Santo Antônio (DO3), criado pelo Decreto nº 42.595/2002 (MINAS GERAIS, 2002b); e do Rio Suaçuí Grande (DO4), criado pelo Decreto nº 44.200/2005 (MINAS GERAIS, 2005). Estas delimitações estendem-se da latitude 17°45'33.462"S, ao norte, até 21°10'58.922"S, ao sul, e da longitude 43°49'16.958"W, a oeste, até 40°54'24.112"W, a leste. Juntas, as quatro sub-bacias abrangem 175 municípios e uma área de aproximadamente 55.566,35 km<sup>2</sup>, correspondendo a 77,99% do território da bacia do Rio Doce. É válido salientar que as quatro circunscrições hidrográficas em estudo também estão integralmente inseridas no estado de Minas Gerais. A Figura 3 exibe a delimitação das bacias hidrográficas em estudo.

Figura 3 - Localização da área de estudo em relação a Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

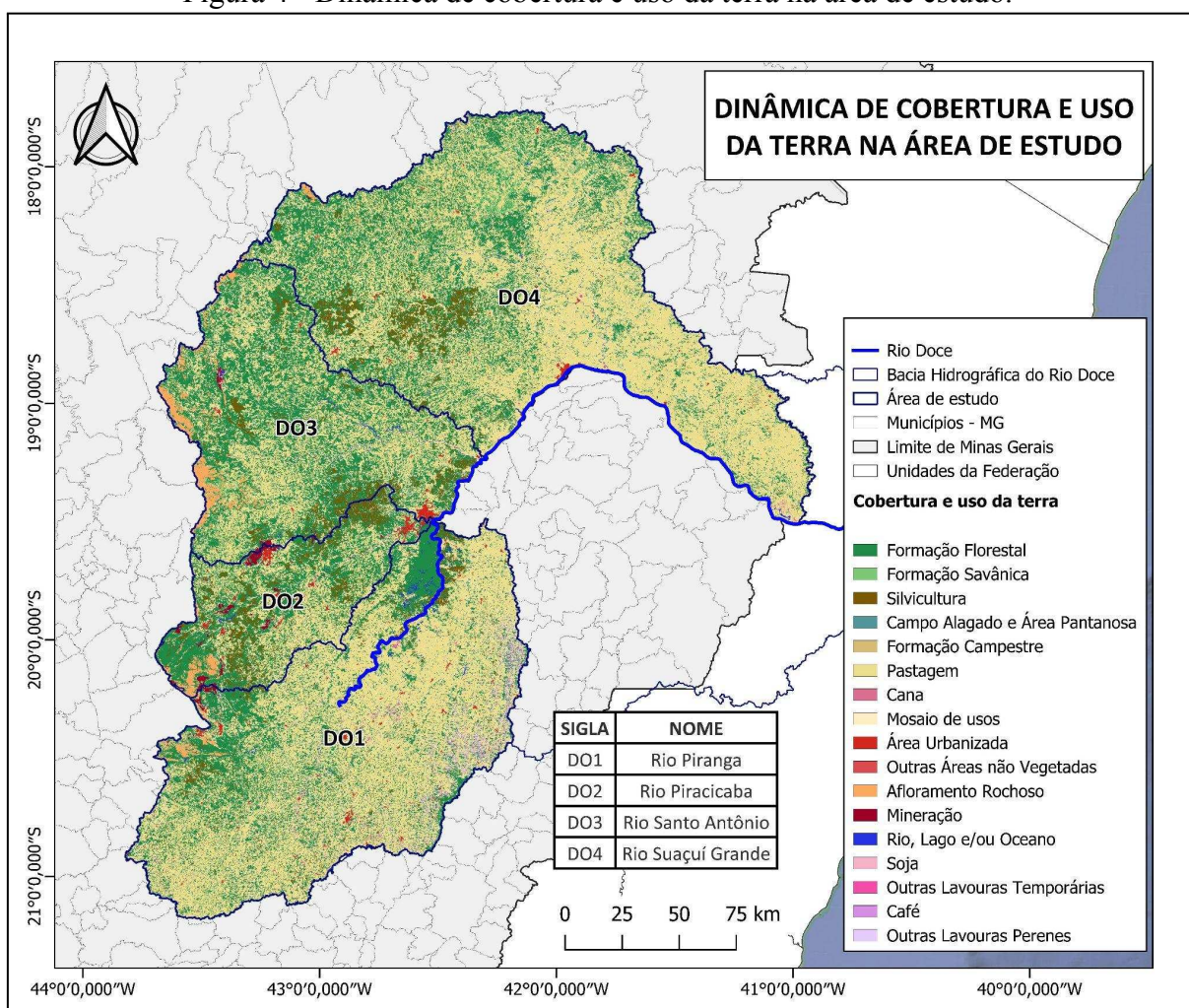


Fonte: Elaborado pelo autor, 2025..

Além de abranger parte da região conhecida como Quadrilátero Ferrífero, local de maior exploração mineral do estado de Minas Gerais, a área também é responsável por abarcar regiões importantes para a recarga hídrica da bacia, que por sua vez irá abastecer grande parte a população residente na porção leste do estado - juntamente com outros trechos importantes, como os rios Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus. A captação d'água é favorecida nas regiões de elevada altitude, que chegam até a 1729 m, com destaque para os afloramentos rochosos de quartzitos, filito e xisto, com ocorrência de neossolos litólicos e cambissolos háplicos. Destaca-se, também, que as maiores altitudes se encontram na Serra do Caraça, localizada no município de Catas Altas, no interior da bacia do Rio Piracicaba. Nas colinas dos mares de morros frequentemente são encontrados latossolos e argissolos, que favorecem a infiltração, enquanto que nas planícies fluviais ocorrem neossolos flúvicos, gleissolos, organossolos, plintossolos e cambissolos. Simultaneamente, há a ocorrência de ortognaisses, quartzito ferruginoso e granito por toda a porção de média a baixa altitude.

A associação entre a geomorfologia característica dos mares de morro (AB'SABER, 2003), os solos profundos, uma geologia rica em minerais primários e o bioma da mata atlântica, condiciona uma região de significativa pluralidade de usos antrópicos. Por este motivo, o mapeamento executado pelo Mapbiomas (2024) demonstrou que a maior parte deste território foi destinado para a pastagem e silvicultura. Devido à sobreposição com a antiga cordilheira do espinhaço na porção oeste/noroeste e o interesse mineral na área, há também múltiplas e extensas áreas de mineração, que se avizinham com manchas urbanas, que historicamente serviram de apoio para a exploração econômica em Minas Gerais. Ressalta-se, ainda, que as regiões mais preservadas, isto é, onde há maior predominância de áreas vegetadas, ocorrem nas porções de cabeceira da bacia, enquanto que quanto mais à jusante, mais presentes são as pastagens. Outra característica que se destaca ao avaliar a cobertura e uso da terra é a intensa atividade de pecuária existente nas bacias do Rio Piranga e do Rio Suaçuí Grande. Embora o Parque Estadual do Rio Doce se constitua como uma extensa área de preservação ambiental, com mais de 35 mil hectares de proteção integral, a bacia do Rio Piranga detém uma área de uso da terra categorizada como pastagem que, em termos comparativos, abrange uma porção do território quatro vezes mais vasta que a área da UC. A Figura 4 exhibe o mapeamento da cobertura e uso da terra no território.

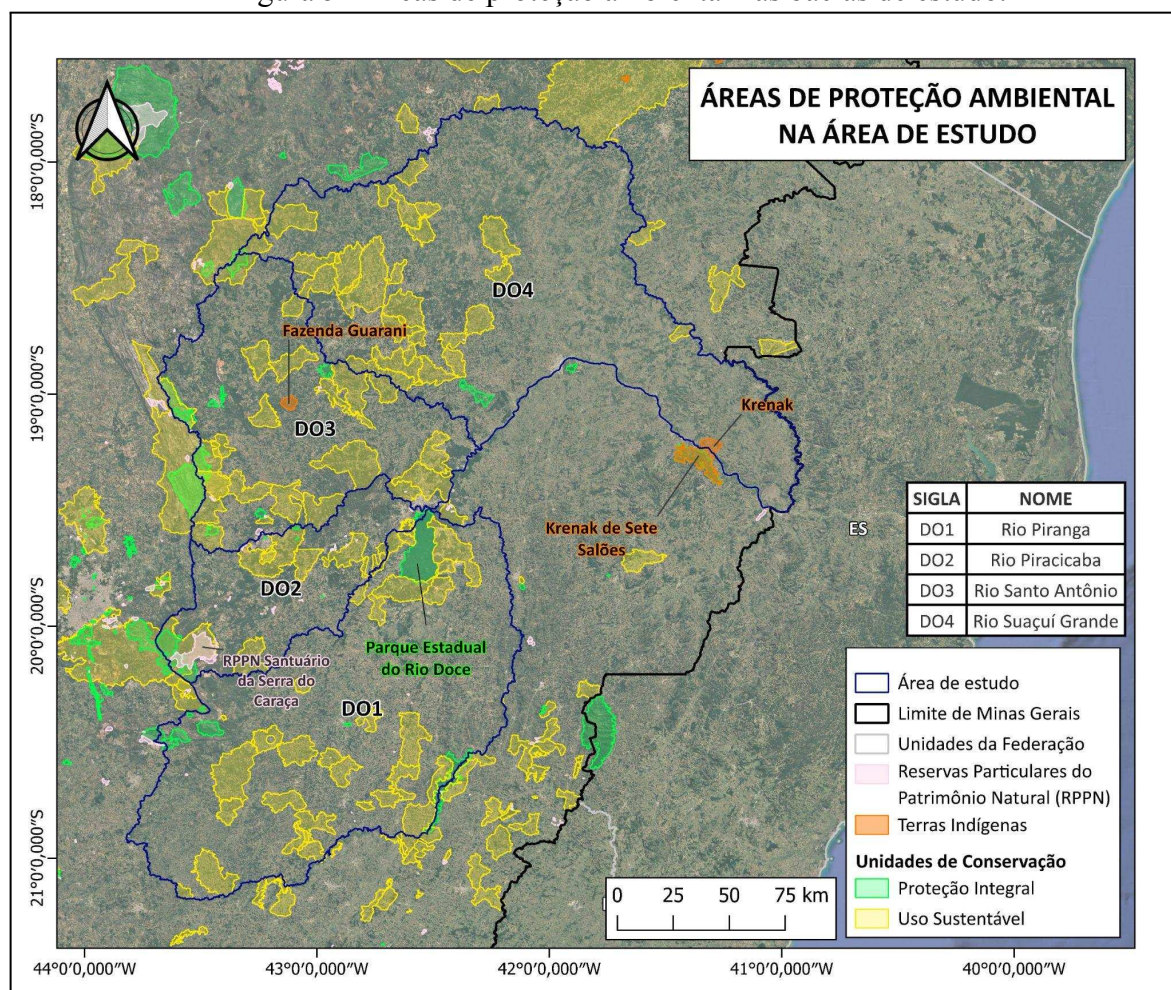
Figura 4 - Dinâmica de cobertura e uso da terra na área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Não obstante, este território também é marcado pela preservação ambiental. Atualmente, existem 119 unidades de conservação geridas pelas três esferas da federação instituídas na área das quatro sub-bacias. Quando somadas as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), o número salta para 158 (IDE-SISEMA, 2018a; 2018b; 2018c; 2018d; 2018e). Alguns dos destaques da conservação de ambientes naturais nesta região são o Parque Estadual do Rio Doce, que detém a maior área de preservação de vegetação nativa da mata atlântica no estado, além de servir de habitat para uma considerável população de felinos de grande porte; e o Parque Nacional da Serra da Gandarela, localizado na região de cabeceira do Rio Piracicaba, se constitui como uma relevante área de proteção da canga laterítica no bioma da Mata Atlântica. Ademais, é necessário salientar que as comunidades tradicionais também se fazem presentes no território, fruto disso são as terras indígenas abarcadas por estas sub-bacias, sendo as mais representativas as etnias Krenák e Pataxó. A Figura 5 exhibe a espacialização das áreas de proteção ambiental.

Figura 5 - Áreas de proteção ambiental nas bacias de estudo.



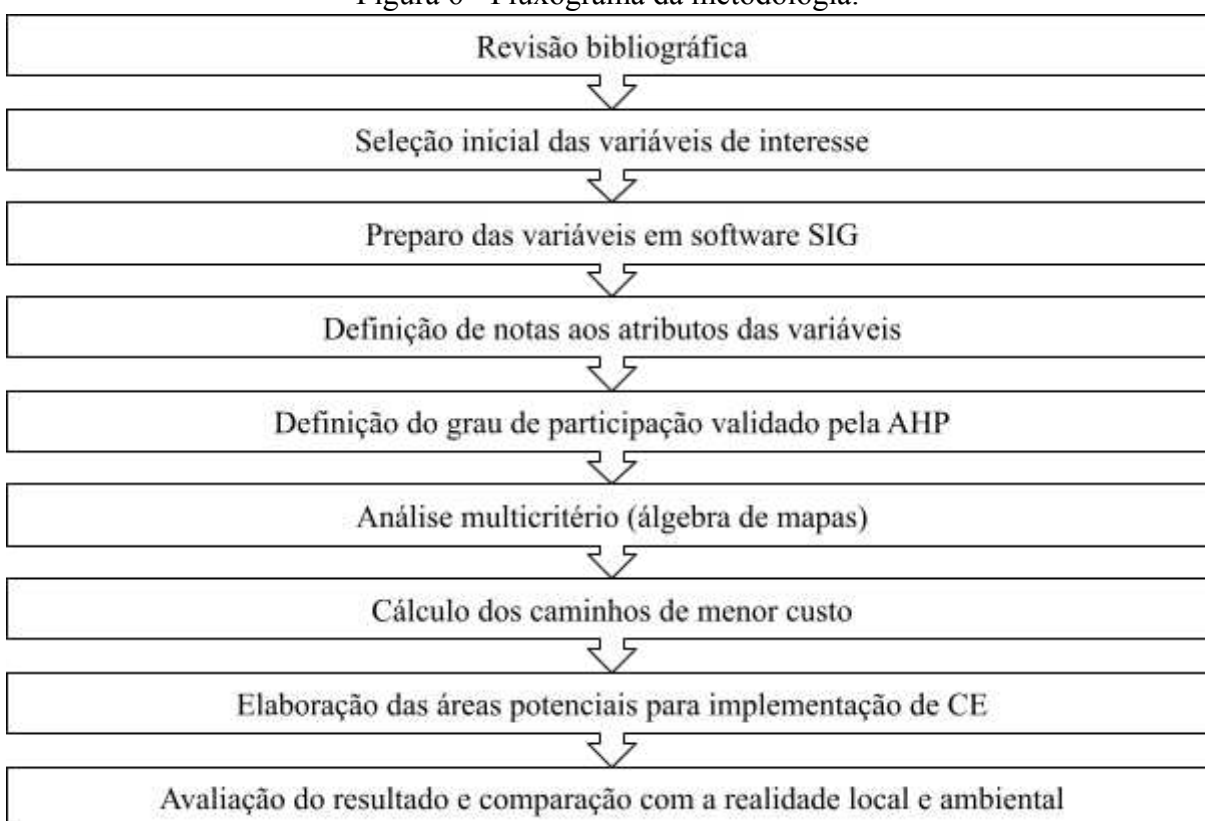
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A seleção destas sub-bacias para a consecução do trabalho levou em consideração os diversos atributos ambientais que tornam a região única, do ponto de vista da conservação de ecossistemas naturais. Além de abarcar um dos biomas mais degradados no território nacional e de elevado grau de endemismo, há ainda a sobreposição com diversas áreas de interesse econômico, social e ambiental mundial, como as Reservas da Biosfera da Mata Atlântica e da Serra do Espinhaço (RBRB, 2020). Ainda, a escolha das delimitações fisiográficas dos rios Piranga, Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí Grande se deu devido à sua importância na captação de água nas áreas de cabeceira da bacia federal e sua importante influência nos trechos à jusante. Cabe salientar que a análise multicritério se torna ainda mais efetiva quando considera um território interligado, buscando adaptar e abarcar as diferentes variáveis que interferem no espaço.

## 4 METODOLOGIA

Para consecução do que se propõe no presente trabalho, são elucidados a seguir os passos metodológicos a serem executados durante a pesquisa. A Figura 6 exibe um fluxograma da metodologia.

Figura 6 - Fluxograma da metodologia.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

### 4.1 Seleção e aquisição das variáveis de interesse

As variáveis escolhidas para o presente trabalho foram selecionadas levando em consideração aspectos naturais relevantes para o estabelecimento dos corredores ecológicos estruturais na paisagem. Desse modo, pretende-se combinar mapeamentos e estudos que agreguem, em conjunto, as áreas potenciais para a conectividade de fragmentos florestais.

Assim, foram obtidas ao todo nove variáveis, são elas: (1) Áreas de Preservação Permanente (APP), mapeadas pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2023); (2) Reservas Legais, definidas no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR, 2024); (3) Campos Rupestres e (4) remanescentes florestais, mapeados pela parceria entre o Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Minas Gerais e a Universidade Federal de Lavras (SCOLFORO, CARVALHO, 2006); (5) Áreas de Proteção Ambiental,

sendo abarcadas neste grupo o conjunto de unidades de conservação, reservas particulares do patrimônio natural, terras indígenas e comunidades quilombolas existentes na área de estudo, disponibilizadas pela Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA, 2024a; 2024b; 2024c; 2023a; 2023b; 2022); (6) Cobertura e Uso da Terra, mapeado pelo projeto MapBiomas (MAPBIOMAS, 2024); (7) Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*) obtido a partir do cruzamento entre as bandas do vermelho e do infravermelho do satélite Sentinel-2; (8) Malha Rodoviária de Minas Gerais, mapeada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e obtida através do Sistema Nacional de Viação (DNIT, 2024); e (9) Declividade, obtida através do projeto Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008). A seguir serão sintetizadas as justificativas para a composição de cada uma das variáveis na construção dos corredores ecológicos.

A seleção da variável de APP se justifica pela sua definição como área facilitadora do fluxo gênico da fauna e flora pela Lei Federal nº 12.651 (BRASIL, 2012). Este mesmo instrumento legal, também determina que as áreas de APP e de Reserva Legal, estabelecidas em imóveis rurais, devem priorizar a conectividade de fragmentos com as propriedades vizinhas, visando a formação de corredores ecológicos. Ainda, diversos autores reforçam que o estabelecimento destas áreas de preservação de vegetação nativa aumenta a permeabilidade da paisagem, favorecendo o fluxo gênico para os indivíduos da fauna e flora (ALARCON *et al.*, 2011; CARNEIRO; BERNINI; SILVA, 2013; DELALIBERA *et al.*, 2008).

Os Campos Rupestres, ainda que possuam uma participação pouco expressiva na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, se constituem como uma fitofisionomia relevante na faixa de transição do bioma Cerrado para a Mata Atlântica. Sua ocorrência se dá principalmente nas altitudes superiores a 900m, o que corresponde às áreas de cabeceira da área de estudo do presente trabalho. Este ambiente possui baixa resiliência e um alto grau de endemismo. Segundo Andrade *et al.* (2018), das 583 espécies de plantas ameaçadas de extinção no estado de Minas Gerais, cerca de 351 ocorrem apenas nos Campos Rupestres. Nesse sentido, sua seleção se dá como uma tentativa de estabelecer novas áreas de proteção que sirvam de instrumento legal favorável para a movimentação destes indivíduos no espaço. Outrossim, o mapeamento que subsidia a espacialização destas áreas nas CHs é o Inventário Florestal (SCOLFORO; CARVALHO, 2006). Considerando que se trata de um dado espacial significativamente antigo e, portanto, obsoleto, sua utilização objetiva indicar regiões de

ocorrência desta característica fitofisionômica pretérita ante determinar seu exato posicionamento atual.

Os Remanescentes Florestais são compostos pelo mapeamento de sete tipologias florestais levantadas pelo mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais (SCOLFORO; CARVALHO, 2006), sendo elas floresta estacional decidual montana; floresta estacional decidual sub montana; floresta estacional semidecidual montana; floresta estacional semidecidual sub montana; floresta ombrófila alto montana; floresta ombrófila montana; e floresta ombrófila sub montana. Cumpre salientar que a vegetação típica do bioma mata atlântica é composta por algumas destas tipologias (MMA, 2022), o que reforçou a necessidade de seleção. A delimitação das áreas vegetadas também se torna fundamental em um território que abarca uma das reservas de maior área contínua de mata atlântica preservada no Estado de Minas Gerais, o Parque Estadual do Rio Doce (IEF, 2024b). Além disso, é válido destacar que, nas circunscrições hidrográficas de estudo, ocorrem apenas quatro tipologias florestais, sendo elas: floresta estacional semidecidual montana e sub montana e floresta ombrófila montana e sub montana. Semelhante ao mapeamento dos campos rupestres, o dado também foi obtido a partir do inventário florestal (SCOLFORO, CARVALHO, 2006), permitindo identificar regiões de vegetação pretérita na área de estudo.

Para a variável Áreas de Proteção Ambiental, levou-se em consideração a delimitação das unidades de conservação geridas pelas três esferas do governo, assim como as reservas particulares do patrimônio natural. A inclusão dessa categoria de proteção - as UCs - se justifica pela sua relevância para a conservação da fauna e flora nacional; pela integridade de sua regulamentação, bem como gestão; e pela sua importância para a delimitação de corredores ecológicos, explicitado no SNUC (BRASIL, 2000). Além disso, as RPPN são importantes trampolins ecológicos existentes no território (VIEIRA *et al.*, 2003). De modo semelhante, também foram abarcadas nesta variável as terras indígenas e comunidades quilombolas. Diversos estudos demonstraram que as áreas geridas por comunidades tradicionais apresentaram uma taxa menor de conversão de áreas naturais em usos antropizados (ALVES-PINTO *et al.*, 2022; BATISTA; MILIOLI; CITADINI-ZANETTE, 2020) - parte disso devido à próxima relação com a natureza existente na cultura desses povos.

Para obter uma representação atualizada da dinâmica de ocupação humana no território, utilizou-se o mapeamento de cobertura e uso da terra da terra elaborado pelo MapBiomias (2024). Constituindo a sexta variável selecionada, o mapeamento é uma

representação atualizada da dinâmica de usos antrópicos e naturais existentes no território, determinando a extensão e posicionamento das regiões de ocorrência, por exemplo, de silviculturas, mineração, áreas urbanas, além de outras categorias florestais, como formações campestres, savânicas e florestais (MAPBIOMAS, 2024). Esse dado é crucial para validar e reforçar as regiões onde a vegetação permanece consolidada ou em estágio de recuperação. Também, esta variável auxilia na definição do corredor ecológico, permitindo que este contorne localidades em que há a existência de categorias com intensa atividade antrópica - como as áreas urbanas, pastagens e mineração. Desse modo, a sobreposição de variáveis antrópicas, que inviabilizam a ocorrência de corredores em áreas urbanas ou regiões de plantação, por exemplo, é essencial para evitar traçados equivocados e garantir o alcance dos objetivos de dispersão de espécies do corredor (SILVA *et al.*, 2011).

O NDVI foi selecionado como uma variável auxiliar para a anterior. Isso se deve à sua capacidade em estimar o grau de saúde da planta. O cálculo do NDVI se dá através da razão entre as diferenças das bandas do vermelho (*RED*) e infravermelho próximo (*NIR*) obtidas a partir de uma imagem de satélite - no caso presente o Sentinel-2. Assim, considerando que a clorofila absorve a luz vermelha, enquanto a estrutura celular das folhas reflete o infravermelho próximo, quando a planta está desidratada, doente ou estressada, a camada esponjosa das folhas se deteriora e a planta passa a absorver mais luz infravermelha próxima, em vez de refleti-la. Portanto, a mudança dos valores de *NIR* em relação aos valores de *RED* indica a presença de clorofila e, conseqüentemente, a saúde da planta (EOS, 2020).

A malha rodoviária existente no estado de Minas Gerais, mapeada pelo DNIT, serve como regulador para o traçado dos corredores ecológicos, no presente trabalho. Silva *et al.* (2011) destacam que contornar áreas urbanas e, igualmente, a malha rodoviária, é benéfico para os corredores ecológicos, que podem cumprir sua função de dispersão de espécies sem esta interferência. Hui Shi *et al.* (2018) também reforçam que, apesar das rodovias serem importantes para o desenvolvimento social e econômico da sociedade, elas são responsáveis por impactar diretamente os ecossistemas, dividindo o meio natural, aprisionando espécies em fragmentos isolados e impedindo o fluxo genético na paisagem. Os mesmos autores ainda ressaltam que essas vias são responsáveis por causar uma elevada mortalidade em espécies de menor porte e intensificar o isolamento daquelas de maior porte (HUI SHI *et al.*, 2018). Para amenizar o impacto se faz necessário traçar um *buffer* de segurança no entorno das rodovias. Gregory *et al.* (2021) sugerem diversas ações que podem ser tomadas para amenizar a situação nos diferentes setores produtivos da sociedade, como o estabelecimento de um

reservatório hídrico de 2 m de profundidade nas bordas das rodovias, por exemplo, para evitar atropelamentos de pequenos animais. Os autores, no entanto, destacam que cada espécie está sujeita a uma distância de influência diferente, que pode variar de 30 a 500 m em áreas ripárias (GREGORY *et al.*, 2021). De modo semelhante, Menin e Reis (2016) definem que a Área Diretamente Afetada (ADA) de uma rodovia é de cinco metros no entorno. Visando compatibilizar o presente estudo com a bibliografia internacional e dando atenção, também, às eventuais zonas ripárias existentes no território, definiu-se como área de baixa potencialidade para implantação dos corredores as regiões de borda até 30 m das principais rodovias presentes em Minas Gerais.

O mapeamento da declividade foi elaborado através do software QGIS, tendo como base o Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado pelo projeto Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com imagens da Missão Topográfica Radar Shuttle (INPE, 2008). De acordo com Morandi *et al.* (2020) as declividades com até 20° de inclinação são consideradas mais aplainadas e, portanto, são ideais para a implantação de agricultura mecanizada. De modo semelhante, Karlson *et al.* (2016) também destacam que em declives abaixo de 20° é comum serem traçadas rodovias. Já as classes entre 20 e 45° são consideradas regiões de uso restrito, podendo ocorrer atividades de manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, enquanto que acima de 45° deve haver áreas de preservação permanente, conforme definido no Código Florestal (BRASIL, 2012). É válido ressaltar que as definições de uso dadas pelo instrumento legal justificam a utilização desta variável no estudo de implantação dos corredores ecológicos.

#### 4.2 Consistência das bases geoespaciais e aplicação de notas aos atributos das variáveis

De modo a permitir que as metodologias propostas no presente trabalho sejam aplicadas corretamente, evitando também a interferência de erros topológicos ou de posicionamento que inviabilizem as análises, os dados geoespaciais obtidos para cada variável foram corrigidos no *software* de geoprocessamento. Esta etapa envolve quatro passos, são eles: (1) correção topológica dos dados geoespaciais, com a exclusão de geometrias inválidas ou duplicadas que poderão quebrar a execução do algoritmo; (2) reprojeção das feições para o Sistema Geodésico Brasileiro (SIRGAS 2000), possibilitando a assertiva sobreposição das informações mapeadas; (3) síntese/recorte das variáveis utilizadas para a área de estudo, o que contribui para um processamento mais veloz e uma menor poluição visual e de informações; (4) atribuição das notas para cada atributo - quando se tratar de arquivos vetoriais - e

reclassificação de *pixels* - quando envolver uma camada matricial -, seguindo a lógica descrita no presente capítulo; e (5) transformação dos arquivos vetoriais para o formato matricial. É válido destacar que a utilização de dados em formato *raster* se justifica pela integridade topológica dessa representação (CORBETT, 1979) e a facilidade de conversão da informação para os valores de pixels, que receberão notas e hierarquias de acordo com o peso que cada atributo possui na composição.

Após a consistência dos dados, são aplicadas as notas que definirão a participação de cada variável e seus respectivos atributos na análise. Primeiramente, são definidas as notas para os atributos, seguindo a escala de 1 a 5. Desse modo, quanto maior a relevância de um determinado atributo para a ocorrência de corredores ecológicos, mais próximo de 1 será sua nota e vice-versa. Ainda, cumpre salientar que essa forma de atribuição de menores valores para feições mais interessantes visa compatibilizar os dados com a metodologia do caminho de menor custo, explicitada no capítulo 6.5.

De modo geral, as variáveis selecionadas no presente estudo possuem uma representação binária no espaço, isto é, ocorrem ou não ocorrem. Para as regiões de ocorrência, são definidas notas próximas de 1 e para as regiões de não ocorrência, são definidas notas com o valor de 5 - com exceção da malha rodoviária, que inverte esta lógica de atribuição de notas. No entanto, uma das variáveis exige maior atenção por possuir classes de informação, trata-se do NDVI. Este índice é capaz de calcular o quão saudável é uma vegetação arbórea a partir da razão entre a diferença pela somatória das bandas do infravermelho próximo e do vermelho de uma imagem de satélite, conforme definido pela fórmula a seguir (EOS, 2020):

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

onde:

NIR - luz refletida na faixa infravermelha

RED - luz refletida na faixa vermelha

O resultado é um índice que varia de -1 até 1, em que os valores entre -1 e 0 definem planta morta ou objeto inanimado; entre 0 e 0,33 demonstram uma vegetação doente; entre 0,33 e 0,66 correspondem a uma vegetação moderadamente saudável e; entre 0,66 e 1 a plantas muito saudáveis (EOS, 2020). Diante do exposto, é tecnicamente viável atribuir notas correspondentes a esta variável, de modo que quanto mais sadia é a planta, mais próximo de 1

e quanto mais doente, mais próximo de 5. A Tabela 3 demonstra as notas atribuídas a cada atributo das variáveis que compõem o presente estudo.

Tabela 3 - Notas aplicadas para cada atributo das variáveis selecionadas.

Variável	Atributo	Nota
<b>Campo Rupestre</b>	Existe	1
	Não existe	5
<b>Formação Florestal</b>	Existe	1
	Não existe	5
<b>Áreas de Proteção Ambiental</b>	Proteção Integral / Terra indígena / Comunidade quilombola	1
	Uso Sustentável / RPPN	2
	Sem Unidade de Conservação	5
<b>Áreas de Preservação Permanente</b>	Existe	1
	Não existe	5
<b>Reserva Legal</b>	Existe	1
	Não Existe	5
<b>Áreas naturais e antropizadas</b>	Formação Florestal	1
	Formação Savânica	1
	Campo Alagado e Área Pantanosa	1
	Formação Campestre	1
	Praia, Duna e/ou Areal	1
	Afloramento Rochoso	1
	Rio, Lago e/ou Oceano	1
	Silvicultura	5
	Pastagem	5
	Cana	5
	Mosaico de Usos	5
	Área Urbanizada	5
	Mineração	5
	Soja	5
Outras Lavouras Temporárias	5	
Café	5	

	Citrus	5
	Outras Lavouras Perenes	5
	Algodão	5
	Outras áreas não vegetadas	5
<b>NDVI</b>	0,66 – 1 = Planta muito saudável	1
	0,33 – 0,66 = Planta moderadamente saudável	2
	0 – 0,33 = Planta doente	3
	-1 – 0 = Planta morta ou objeto inanimado	4
<b>Malha Rodoviária</b>	Existe	5
	Não existe	1
<b>Declividade</b>	0 - 20°	5
	20 - 45°	3
	>45°	1

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Com a finalização da consistência das variáveis, foi aplicada a metodologia da análise multicritério, que obedeceu aos graus de participação definidos no capítulo 6.3.

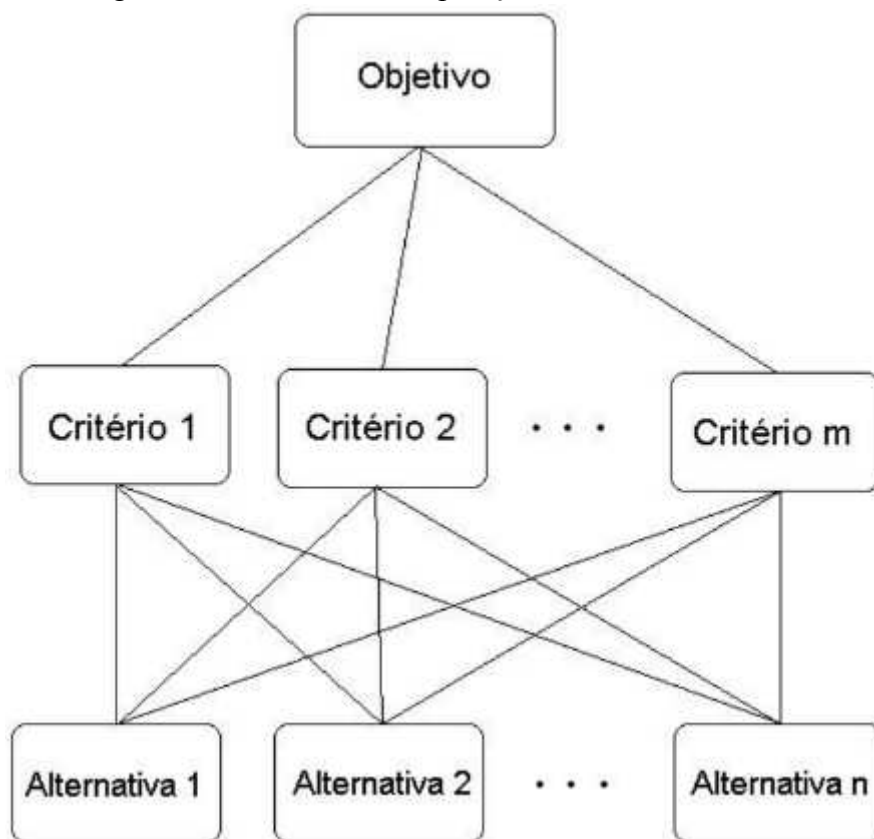
#### 4.3 Análise Hierárquica de Processos (AHP)

A Análise Hierárquica de Processos (AHP) se configura como um método de estatística multivariada, que foi proposto inicialmente por Thomas L. Saaty em 1980. A técnica auxilia um usuário na tomada de decisão em um sistema complexo que envolve a comparação entre múltiplas variáveis e/ou atributos (SAATY, 1991). Para tanto, o cálculo se baseia em comparações paritárias (par-a-par) entre as variáveis, permitindo, também, a quantificação de uma decisão humana subjetiva.

De acordo com Carvalho e Mingoti (2005), dentre as principais vantagens do método estão o seu potencial para auxiliar em processos de tomadas de decisão; a atribuição de valores numéricos quantificáveis a critérios abstratos; a efetividade para estabelecer hierarquias com base no nível de importância; e sua fácil aplicação em matrizes de menor ordem. As fragilidades, no entanto, segundo as autoras, estão na alta probabilidade de ocorrência de viés no resultado; a dificuldade de aplicação para um número maior de avaliadores; e a complexidade de execução dos cálculos manualmente.

De maneira geral, a estrutura da AHP é composta por um objetivo final, que é alcançado mediante a escolha dos critérios envolvidos e suas alternativas de cruzamento possíveis, o que permite hierarquizar, por sua vez, os atributos de maior importância para alcance da meta definida. A Figura 7 exibe a estrutura de comparação da AHP.

Figura 7 - Estrutura de comparação do método AHP.



Fonte: Carvalho; Mingoti (2005).

A aplicação se dá através das comparações paritárias, que são estabelecidas em uma matriz quadrada recíproca de  $n$  valores, onde cada atributo é comparado consigo mesmo e com os demais, recebendo notas equivalentes à intensidade de importância que possuem no sistema. De modo a padronizar as notas atribuídas nesta metodologia, Saaty propõe uma escala que varia de 1 a 9, onde os valores 1, 3, 5, 7 e 9 correspondem a notas absolutas de importância, enquanto que 2, 4, 6 e 8 são utilizados como valores intermediários entre dois julgamentos. O Quadro 2 traz a escala de Saaty, demonstrando os valores a serem atribuídos de acordo com a intensidade de importância de cada variável no sistema.

Quadro 2 - Escala de Saaty.

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	Dois atividades contribuem igualmente para o objetivo

3	Fraca importância de uma sobre a outra	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade e relação a outra
5	Essencial ou forte importância	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida e sua dominância é demonstrada na prática
9	Absoluta importância	A evidência favorecendo uma atividade sobre a outra é a mais alta ordem de afirmação
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos sucessivos	Quando se deseja um maior compromisso
Recíprocos dos valores acima	Se uma atividade $i$ tem um dos valores não zero acima quando comparado com a atividade $j$ , então $j$ tem um valor recíproco quando comparado com $i$ .	Uma designação razoável
Racionais	Razões surgidas da escala	Se a consistência foi forçada para obtenção de $n$ valores numéricos para cobrir a matriz

Fonte: Carvalho; Mingoti (2005).

A Figura 8 traz o modelo de matriz em que é demonstrada a metodologia de aplicação de notas. É possível notar que os elementos obedecem à regra  $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$ , onde  $a_{ij}$  são valores reais positivos advindos da escala de Saaty,  $i$  é o índice que representa as linhas e  $j$  as colunas. Esta regra é fundamental para que não existam paradoxos nas comparações, dessa forma um determinado atributo é tanto mais importante quanto o segundo é menos participativo no sistema em relação ao primeiro.

Figura 8 - Estrutura de comparação do método AHP.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Fonte: Carvalho; Mingoti (2005).

Considerando que os valores atribuídos na matriz são resultantes de um julgamento subjetivo, se faz necessário calcular a consistência da matriz. A matriz  $a_{ij}$  fornece apenas a razão entre as notas ( $W_i/W_j$ ), por isso, utiliza-se o cálculo do autovalor, em que se estima o autovetor  $w$  de pesos que satisfaça a equação  $Aw = \lambda_{máx} w$ . Em suma, o objetivo desta etapa é avaliar a proximidade entre o  $\lambda_{máx}$  e  $n$ , aplicando a fórmula da razão de consistência expressa a seguir:

$$RC = \frac{IC}{CR}$$

onde, o índice de consistência (IC) é obtido pela expressão  $IC = \frac{(\lambda_{máx} - n)}{(n-1)}$  e CR refere-se ao índice de consistência randômico.

O índice de consistência randômico (CR) é resultante de uma amostra aleatória de 500 matrizes recíprocas positivas de 11ª ordem, possibilitando efetuar comparações de  $n = 9$ . Uma matriz é considerada consistente quando a razão de consistência retorna um valor menor que 0,10, ou 10%. O Quadro 3 exibe os valores de CR utilizados para verificar a consistência.

Tabela 4 - Índice de consistência randômico.

<b>n</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>CR Randômico</b>	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Fonte: Carvalho; Mingoti (2005).

Com isso, para definir o grau de participação de cada variável no estudo, utilizou-se a *AHP Priority Calculator* (GOPEL, 2022). Esta ferramenta é disponibilizada online e segue os princípios definidos por Saaty (1991), permitindo a comparação de até 20 variáveis. O Apêndice A exibe o resultado online obtido após as comparações.

A Tabela 4 exibe o percentual de participação definido para cada variável no presente estudo, os quais serão aplicados posteriormente na etapa de álgebra de mapas.

Tabela 5 - Grau de participação para as variáveis.

<b>VARIÁVEL</b>	<b>PRIORIDADE</b>
<b>Campo Rupestre</b>	4,0%
<b>Formação Florestal</b>	4,0%
<b>Áreas Protegidas</b>	7,8%
<b>Áreas de Preservação Permanente</b>	8,7%

<b>Reserva Legal</b>	5,3%
<b>Cobertura e uso da terra</b>	17,6%
<b>NDVI</b>	28,8%
<b>Malha rodoviária</b>	9,5%
<b>Declividade</b>	14,3%

---

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Durante a atribuição das intensidades de importância entre as nove variáveis selecionadas, considerou-se que: o NDVI é a variável de maior importância, por ser capaz de representar as áreas com estrutura arbórea mais sadia e desenvolvida; a Cobertura e Uso da Terra é a segunda variável de maior peso, devido à sua capacidade de representação, em um único mapeamento, das áreas antrópicas e naturais e da dinâmica de usos do território; a terceira variável de maior relevância é a Declividade, que indica tanto as regiões mais comumente destinadas ao plantio quanto aquelas de proteção ambiental; a quarta variável é a Malha Rodoviária, que tem papel de contrapeso neste estudo em razão de sua barreira física tanto para a transição de fauna quanto para o estabelecimento da flora; em quinta colocação na hierarquia estão as Áreas de Preservação Permanente, que além de favorecerem a preservação dos rios ainda estruturam pequenos corredores pela paisagem; a sexta variável hierarquizada são as Áreas Protegidas, representadas pelas UCs, terras indígenas e RPPNs, que mesmo não dispondo de fisionomias florestais em seu interior são importantes para a preservação ambiental no médio a longo prazo; em sétimo, estão as Reservas Legais, que constituem parte importante do processo de regularização ambiental de propriedades rurais no Brasil, além de contribuírem para o aumento da porosidade da matriz e a melhoria da qualidade ambiental regional ao criar trampolins ecológicos para a fauna; por último, em oitava e nona colocação estão as Formações Florestais e os Campos Rupestres, cada um com 4% de participação, que mesmo se constituindo como feições relevantes para a conservação no território, decorrem de um mapeamento antigo e que, portanto, receberam menor peso em razão da precisão de suas localidades. É válido salientar que todas as variáveis possuem sua importância relativa para a formação das áreas potenciais para corredores ecológicos, contudo, algumas se destacam devido a seus atributos mais influentes na dinâmica ecossistêmica.

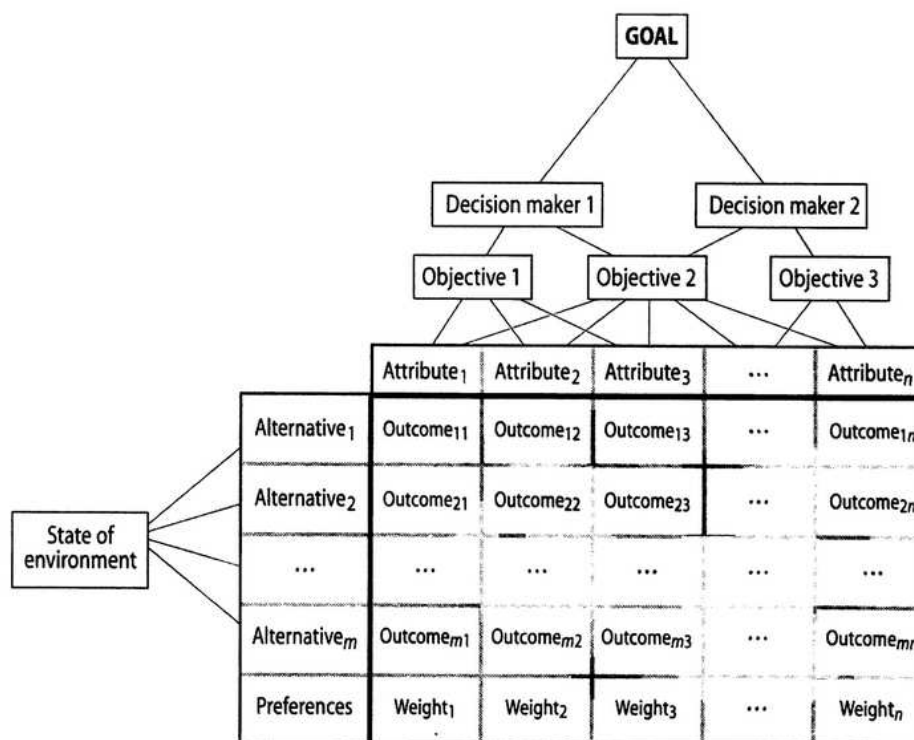
#### 4.4 Análise multicritério

A análise multicritério (AM) se configura como um método estatístico que permite o alcance de um dado objetivo a partir da avaliação de um conjunto de critérios e alternativas conflitantes e incomensuráveis (MALCZEWSKI, 1999). Em linhas gerais, este método possibilita estabelecer relações de comparação entre os atributos das variáveis que compõem a decisão, resultando nos conjuntos de cada par de atributos. De acordo com Malczewski (1999), os problemas envolvendo a análise multicritério geralmente envolvem seis componentes, são eles:

1. um objetivo ou um grupo de objetivos que o tomador de decisão deseja alcançar;
2. o tomador de decisão ou o grupo tomador de decisão envolvidos no processo, juntamente de suas preferências em relação aos critérios avaliados;
3. um conjunto de critérios de avaliação (objetivos e/ou atributos) com base nos quais os tomadores de decisão avaliam alternativas e cursos de ação;
4. o conjunto de alternativas de decisão, ou seja, as variáveis de ação;
5. o conjunto de variáveis ou estados da natureza incontroláveis (ambiente de decisão); e
6. o conjunto de resultados ou consequências associadas com cada par de atributos alternativos.

Além disso, a análise multicritério também possui uma estrutura hierárquica. Nesta estrutura, as colunas caracterizam os níveis de representação do tomador de decisão, suas preferências e os critérios de avaliação, enquanto as linhas representam as alternativas de decisão (MALCZEWSKI, 1999). No nível mais geral, está o objetivo desejado pelo tomador de decisão. Outro aspecto importante nesta estrutura é o estado da natureza, que se refere a fatores incontroláveis ou que o tomador de decisão possui pouco controle. Se apenas um estado de natureza for considerado, as células receberão apenas uma entrada e uma saída. A Figura 9 exibe a estrutura descrita acima conforme explicitado por Malczewski (1999).

Figura 9 - Estrutura da análise multicritério.



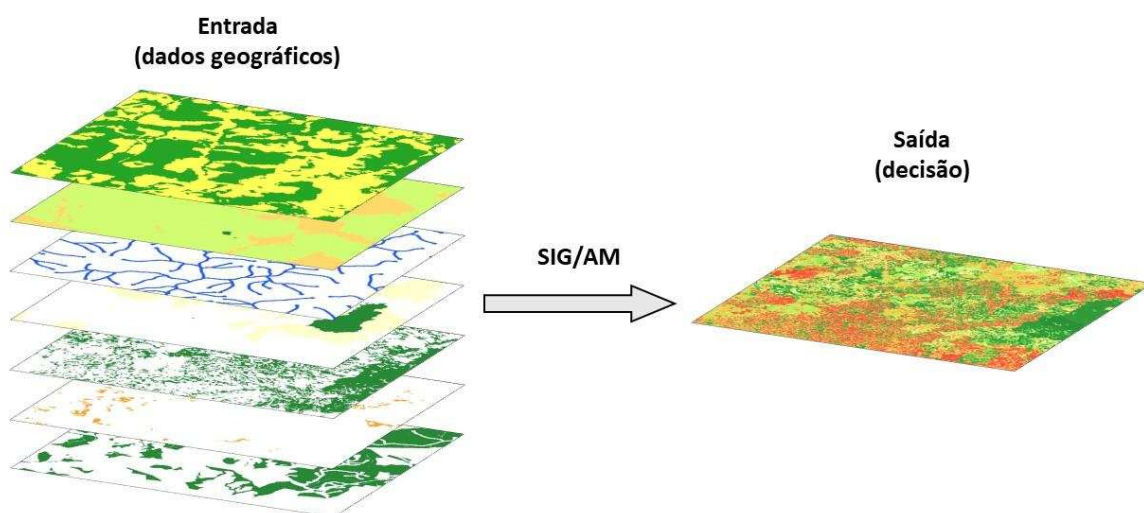
Fonte: Malczewski (1999)

Os problemas também podem ser divididos entre multiatributos e multiobjetivos. Enquanto o primeiro se estabelece sobre as propriedades ou elementos qualitativos ou quantitativos do sistema geográfico do mundo real e a relação entre as entidades que o compõem, o segundo visa indicar a melhoria de um atributo ou a junção de uma série de atributos para garantir que o objetivo será alcançado (MALCZEWSKI, 1999). Neste trabalho, será utilizada a análise multiatributo, por ser mais compatível com a aplicação em SIG.

Outra característica importante do método, são as tomadas de decisão grupal ou individual. Em geral, a estrutura da AM pode ser definida por apenas um tomador de decisão ou por um grupo de tomadores de decisão. No entanto, caso o grupo tenha um único posicionamento sobre os atributos considerados, esta tomada de decisão se torna individual, ainda que tenha sido composta por  $n$  pessoas. As decisões também podem ser competitivas, quando existe conflito entre os tomadores de decisão, ou independentes, o que faz com que cada decisão tenha consequência direta nas demais (MALCZEWSKI, 1999). Além disso, cabe destacar que a decisão também pode ser tomada sob um cenário de certeza, quando se assume que toda a informação relevante sobre uma determinada situação é conhecida e existe uma conexão determinística entre cada decisão e sua correspondente saída; e sob um cenário de incerteza, sendo este muito mais comum no mundo real, onde a informação é limitada e a imprecisão cerca os eventos, fenômenos ou estado das coisas.

Malczewski (1999) também traz elucidaciones sobre a aplicação da AM em SIG. Os sistemas geográficos de informação trabalham com a superposição da informação geográfica, executando uma média ponderada simples para a composição do resultado. Tomlin (1990) trabalha melhor o conceito ao cunhar o termo “álgebra de mapas”, que indica o conjunto de procedimentos de análise cartográfica que constrói dados através da manipulação de um ou mais mapas. Nesse sentido, as informações geoespaciais são tratadas como variáveis individuais e suas características são aplicadas de forma homogênea a todos os pontos do mapa (BARBOSA *et al.*, 1998). A Figura 10 demonstra um exemplo ilustrativo da superposição de bases geoespaciais que compõem a análise multicritério do presente estudo.

Figura 10 - Sobreposição cartográfica da análise multicritério em SIG.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Seguindo a fundamentação teórica explicitada, para a consecução dos objetivos do presente trabalho, a análise multicritério envolveu a superposição das variáveis selecionadas no capítulo 6.1. Cabe salientar que sua aplicação em *software* SIG ocorre através da média aritmética ponderada, que leva em consideração a somatória dos produtos obtidos entre as variáveis e seus respectivos graus de participação ou pesos, definidos anteriormente pela AHP. Considerando que a somatória de todos os pesos resulta no valor “1”, se torna desnecessário representar a divisão para essa fórmula:

$$PC = (CR * 0,040) + (FF * 0,040) + (AP * 0,078) + (APP * 0,087) + (RL * 0,053) + \dots \\ (UT * 0,176) + (NDVI * 0,288) + (MR * 0,095) + (DC * 0,143)$$

Onde:

PC = Potencialidade de corredores ecológicos

CR = Campo Rupestre

FF = Formação Florestal

AP = Áreas Protegidas

APP = Áreas de Preservação Permanente

RL = Reserva Legal

UT = Cobertura e Uso da Terra

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

MR = Malha Rodoviária

DC = Declividade

Cumprido destacar que o grau de participação de cada variável na álgebra, definido nas operações entre parênteses, obedece aos valores percentuais obtidos pela aplicação da AHP, como exibido na Tabela 3 do capítulo 6.2.

#### 4.5 Caminho de menor custo

A metodologia do Caminho de Menor Custo (LCP) permite calcular a rota de maior eficiência entre um ponto de partida A a um ponto de destino B. Esta aplicação leva em consideração a somatória das células de uma estrutura matricial - chamada de superfície de custo acumulado - para identificar o caminho em que a somatória dos pixels será a menor, ou seja, que possui menor resistência (DIJKSTRA, 1959). O LCP se mostrou exitoso em diversas aplicações práticas, desde a validação de trilhas em regiões montanhosas (REES, 2004), até o planejamento de rodovias em meio urbano (YU; LEE; MUNRO-STASIUK, 2003). Ainda, a escolha deste método para o traçado dos corredores ecológicos visa conceder uma certa imparcialidade na escolha das rotas, evitando que a rota seja definida a partir de um viés dos pesquisadores.

Um dos algoritmos mais utilizados para a aplicação do método é o algoritmo de Dijkstra (1959). Este autor contrapôs a solução apresentada anteriormente por L. R. Ford (1956) e C. Berge (1958) ao propor uma técnica que dispensava a necessidade de armazenamento da informação de todos ramos de conexão, mantendo apenas aqueles que estão sendo processados e, portanto, o valor menor que  $n$ . Cabe salientar que “uma árvore é

um gráfico que apresenta um e apenas um caminho entre cada dois nós” (DIJKSTRA, 1959), sendo sua estrutura baseada na conexão de  $n$  nós ligados por  $n$  ramos.

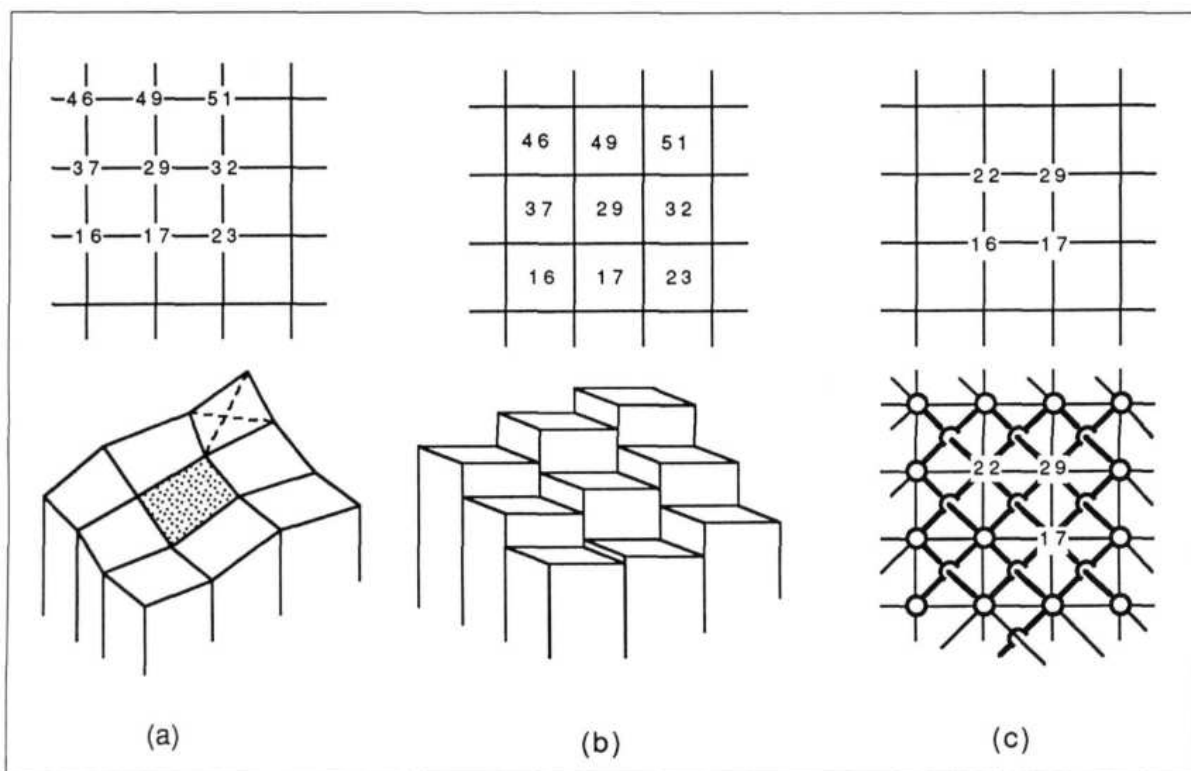
Para solução do problema da conexão, Dijkstra (1959) subdivide os ramos em três conjuntos, sendo o 1º os ramos já selecionados definitivamente na árvore em construção; o 2º os ramos que serão selecionados em seguida ao caminho do primeiro conjunto; e o 3º os demais ramos rejeitados ou ainda não considerados. Por sua vez, os nós são divididos em dois conjuntos, sendo o conjunto A os nós conectados pelos ramos do primeiro conjunto; e o B os nós restantes, que serão alcançados por um e apenas um ramo do 2º conjunto. No processo de transferência de nós entre os conjuntos A e B para formar a árvore desejada, o primeiro passo é remover o ramo mais curto do 2º conjunto e adicioná-lo ao 1º conjunto. Isso implica na transferência de um nó do conjunto B para o conjunto A. Em seguida, avaliamos os ramos que se estendem do nó recém-transferido no conjunto A aos nós restantes no conjunto B. Se um desses ramos for mais longo do que seu correspondente no 2º conjunto, ele é descartado. Por outro lado, se for mais curto, substitui o ramo correspondente no 2º conjunto, que é então descartado. Esse procedimento é repetido até que os conjuntos 2º e B estejam vazios, garantindo que os ramos no 1º conjunto se combinem de forma a constituir a árvore desejada (DIJKSTRA, 1959).

Para aplicar o algoritmo de Dijkstra em ambiente SIG é necessário que os nós sejam tratados em uma estrutura matricial (YU; LEE; MUNRO-STASIUK, 2003). Douglas (1994) propõe três maneiras de representar os valores dos nós em uma matriz numérica:

1. Os números dos elementos na matriz podem representar a altura, altitude ou valor escalar dos pontos de intersecção das linhas de grade (Figura 11a);
2. os números da matriz podem representar a altura, altitude, ou valor atribuído à célula da grade de caixa quadrada, denominado pixel em computação gráfica ou cenário de vídeo (Figura 11b); ou,
3. a altitude ou valor escalar pode ser atribuído a um nó de uma rede implicitamente conectada. A rede pode estar implícita para conectar vizinhos ortogonais, vizinhos diagonais ou vizinhos ortogonais e diagonais (Figura 11c).

A Figura 11 exhibe modelos visuais das possibilidades citadas acima.

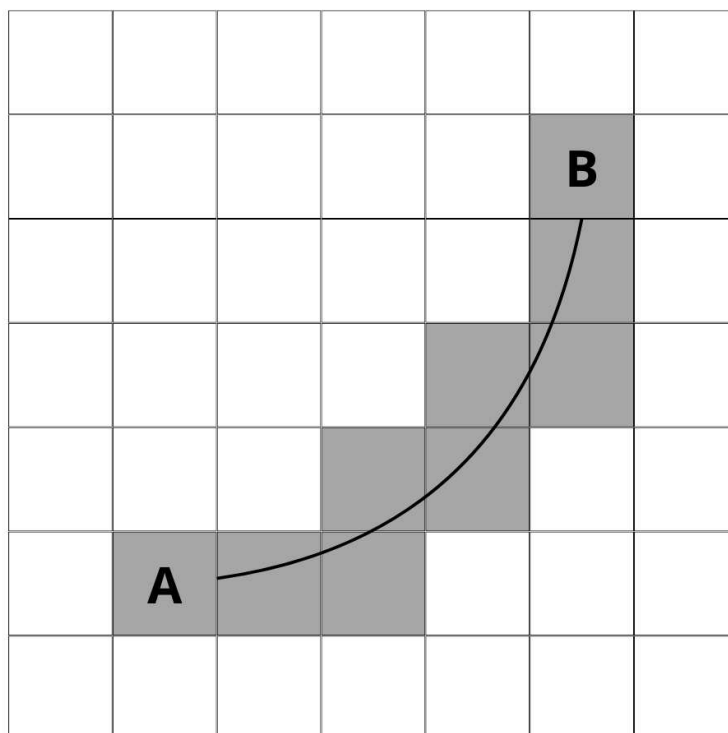
Figura 11 - Maneiras de representação dos valores dos nós em matrizes numéricas.



Fonte: Douglas (1994).

De modo a conciliar a aplicação do LCP com as demais metodologias propostas neste trabalho, utilizaremos a maneira *b* para representar os valores de nós. Isto permite aproveitar as notas atribuídas para o resultado do cruzamento das bases cartográficas (capítulo 6.1), validadas pela AHP (capítulo 6.2). Dessa maneira, para executar a mesma solução para o caminho de menor custo, seguindo as premissas de Dijkstra, os centros de cada célula da matriz representam os nós da árvore, enquanto as conexões entre os centros das células vizinhas se comportam como *links* para a conexão da árvore (YU; LEE; MUNRO-STASIUK, 2003). A Figura 12 exibe um exemplo de conexão entre um ponto de partida A e um ponto de destino B, levando em consideração a estrutura matricial.

Figura 12 - Células de intersecção em cinza no caminho AB.



Fonte: Adaptado de YU; LEE; MUNRO-STASIUK (2003)

O *software* escolhido para traçar o caminho de menor custo foi o QGIS, em sua versão 3.34, que dispõe de uma ferramenta complementar que calcula o caminho de menor custo entre dois pontos a partir de uma camada matricial. É válido salientar que a conexão deve possuir um arquivo vetorial no formato de pontos que servirá de indicação para o início e destino da rota. Por isso, os pontos centrais das áreas protegidas definidas como áreas-núcleo da conexão no capítulo 7.2 serão adquiridos através da ferramenta “gerar centróide”.

Ainda, é válido destacar que os caminhos, definidos automaticamente pelas ferramentas, poderão se sobrepôr a regiões incompatíveis com o estabelecimento de um corredor ecológico, como uma área de urbanização extensa, cavas de mineração, rodovias ou demais usos antrópicos intensos. Para estes casos, será avaliado os motivos do traçado nesta região e as fragilidades que culminaram neste resultado. Ademais, após a obtenção dos caminhos de menor custo, serão construídas zonas de amortecimento que satisfaçam a definição da Resolução CONAMA n° 9/1996 (MMA, 1996), em que os corredores devem possuir uma largura equivalente a 10% de seu comprimento, não sendo permitida uma largura inferior a 100 metros. Esta definição, concorda com a argumentação de Metzger (2010), que explica que um corredor ecológico muito estreito limita sua própria utilidade, favorecendo apenas a ocorrência de espécies mais generalistas, que por sua vez são mais resistentes aos efeitos de borda.

#### 4.6 Conectividade entre áreas-núcleo

De acordo com Brito (2012), para que os corredores ecológicos possam ser geridos com maior efetividade, se torna crucial que sejam identificados os núcleos e subnúcleos da conexão. O mesmo autor define as unidades de conservação abrangidas pelo corredor como “áreas-núcleo”, e que estas delimitações ambientais são importantes para o levantamento e estudo das espécies que transitam no território. Nesse sentido, as UCs podem ser facilitadoras para a condução de estudos de fauna e flora, além de permitirem - dentre outros benefícios - a manutenção de locais de repouso e reprodução das espécies.

As áreas-núcleo são um conceito importante para a gestão ambiental e territorial, sendo também utilizadas pelas Reservas da Biosfera, criadas pelo programa “O Homem e a Biosfera (MAB)” da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) (MMA, 2012c). De modo semelhante, o projeto também destaca que as áreas-núcleo destinam-se à proteção integral da natureza, podendo ser definidas por UCs já instituídas. No caso das Reservas da Biosfera, há ainda as zonas de amortecimento e transição, que possuem regras de uso do solo menos rígidas e corroboram para o estabelecimento de uma matriz relativamente porosa e potencial para a ocorrência de corredores ecológicos.

Buscando adequar o presente trabalho às práticas de efetiva gestão ambiental, os corredores ecológicos mapeados a partir do emprego dos métodos descritos anteriormente irão interligar pares de áreas protegidas dispostas no território - que podem ser tanto Unidades de Conservação quanto terras indígenas -, as quais serão definidas como áreas-núcleo da conexão. Entretanto, esta definição somente é possível após o procedimento de análise multicritério, que resultará em dois produtos: (1) um mapa de potencialidade de ocorrência de corredores ecológicos na área de estudo, que demonstrará as regiões de maior conservação estrutural florística para a movimentação da biota; e (2) a superfície de custo, que subsidiará a aplicação da metodologia do caminho de menor custo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presente pesquisa buscou mapear áreas potenciais para a implantação de corredores ecológicos nos trechos à montante da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, a partir da aplicação conjunta de três metodologias: a análise multicritério, a AHP e o caminho de menor custo. As potencialidades e fragilidades constatadas após a execução das práticas são discutidas neste capítulo, onde pretendeu-se avaliar as possibilidades de conexão florestal entre as UCs instituídas e as terras indígenas existentes no território. Além de discutir a efetividade do método selecionado, também objetiva-se contribuir para a evolução dos estudos de identificação desses espaços naturais, em função de sua importância para a manutenção da biodiversidade.

### 5.1 Áreas potenciais para conectividade florestal

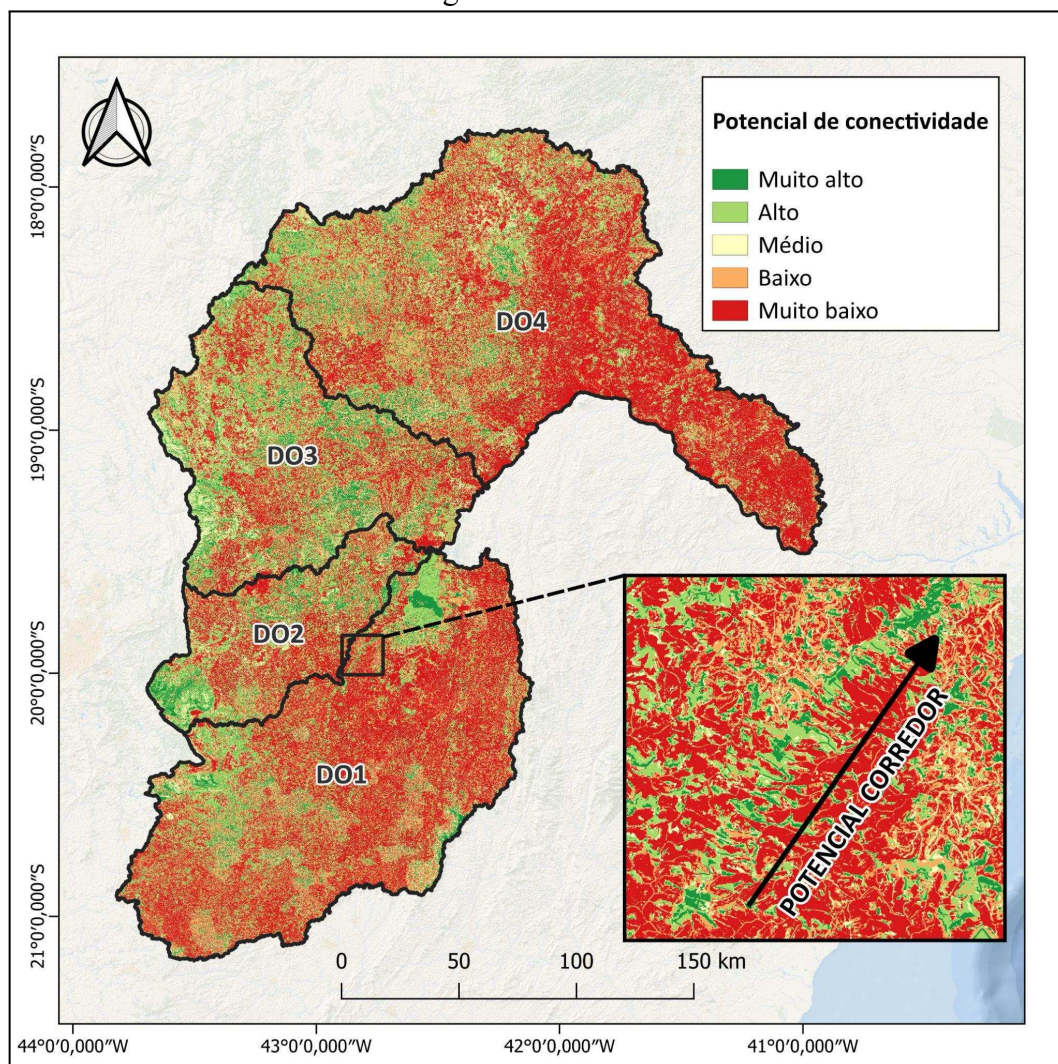
O cruzamento dos mapeamentos adquiridos no capítulo 6.1 demonstrou que o território em estudo possui uma diversidade de ambientes significativa, o que é reafirmado pela variação das potencialidades auferidas ao longo da região. Em relação a cobertura e uso da terra, a área de estudo possui aproximadamente 43% de seu uso associado a pastagem, enquanto que 34% corresponde a formações florestais (MAPBIOMAS, 2024). Diante desse cenário, e com base nos cálculos obtidos pela análise multicritério, a bacia do Alto Doce também apresentou a maior parte de seu território classificado como baixa potencialidade para a implantação de corredores ecológicos. Este resultado demonstra a diversidade de usos antrópicos e regiões pouco favoráveis para a criação de áreas protegidas de maior extensão, o que pode ser um desafio, também, para a implementação dos corredores, principalmente quando se leva em consideração a dinâmica de usos da terra, majoritariamente composta pelo uso agrossilvopastoril, monoculturas, mineração e áreas urbanas.

Por outro lado, a abundância de áreas protegidas já instituídas neste território contribui para amenizar os impactos das atividades antrópicas, sendo constatadas mais de 100 unidades de conservação no interior da bacia - o equivalente a 18.784 km<sup>2</sup> ou 33,59% do total da área de estudo. Desse modo, apesar do intenso uso antrópico constatado na região, ainda há uma porosidade significativa no território propiciada pelas diversas áreas florestais existentes nos fragmentos remanescentes. Parte das justificativas para a ocorrência de um grande número de unidades de conservação, bem como demais áreas protegidas na região se deve, dentre muitos fatores, pela atenção dada à necessidade de preservação do bioma mata atlântica; pela constante execução de projetos de compensação ambiental, proporcionado pelos

empreendimentos que são obrigados a compensar na mesma bacia; e pelo histórico de resistência dos povos e comunidades tradicionais em suas terras, podendo se destacar aqui as etnias Pataxó e Krenák.

A Figura 13 exhibe o resultado obtido a partir do cruzamento dos mapeamentos. Nela, é possível notar que grandes extensões de áreas florestadas, como o Parque Estadual do Rio Doce, atuam como áreas de disseminação de espécies para fragmentos menores em sua vizinhança (JALES, 2013). De modo semelhante, há uma significativa quantidade de fragmentos que atuam como trampolins ecológicos (BAUDRY *et al.*, 2003; SIMA, 2019; THIAGO; MAGALHÃES; SANTOS, 2020), favorecendo a movimentação dos indivíduos entre as manchas de maior extensão. Ainda, as demais áreas protegidas se mostraram mais dinâmicas do ponto de vista da conservação - ora apresentando estruturas arbóreas mais desenvolvidas ora abarcando regiões de solo exposto -, no entanto, podem ser consideradas regiões importantes para a reprodução das condições ecossistêmicas que, por sua vez, corroboram a manutenção dos fluxos da fauna e flora nativa. Para além disso, é possível notar que a conjunção das UCs já instituídas no território (Figura 5) concordam com as áreas de boa potencialidade para corredores ecológicos (Figura 13). Desse modo, o mosaico indica que estas regiões, mais do que condicionarem elevada porosidade na matriz da paisagem, são adequadas para a implantação de novas UCs, que indiretamente cumprirão o papel de corredores ecológicos.

Figura 13 - Áreas potenciais para a conectividade florestal em trechos à montante da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Baseado neste mapeamento, é possível notar que há uma predominância de “áreas vermelhas” nos trechos hidrográficos em estudo, definidas como regiões de baixo potencial para a ocorrência de corredores. Ainda que esta situação seja propiciada pela diversidade de atividades humanas na área, conforme demonstrado no encarte, ainda se pode afirmar que este produto se mostrou eficaz para destacar regiões em que - mesmo onde há elevada pressão antrópica - os fatores ambientais convergem para a delimitação de um potencial corredor ecológico. O Quadro 4 exibe os valores em área e em percentual de cobertura referente a cada classe de potencialidade obtida na área de estudo.

Tabela 6 - Distribuição da potencialidade para implantação de corredores ecológicos no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Potencialidade	Muito Alta	Alta	Média	Baixa	Muito Baixa
----------------	------------	------	-------	-------	-------------

<b>DO1</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	1486,28	2909,37	1462,87	3616,29	8450,37
	<b>Área (%)</b>	8,29%	16,23%	8,16%	20,17%	47,14%
<b>DO2</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	766,79	1374,05	646,76	790,04	1885,56
	<b>Área (%)</b>	14,04%	25,15%	11,84%	14,46%	34,51%
<b>DO3</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	1509,45	3034,03	1489,12	1698,68	3247,54
	<b>Área (%)</b>	13,75%	27,64%	13,56%	15,47%	29,58%
<b>DO4</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	1602,15	3765,14	2302,99	3597,94	10291,68
	<b>Área (%)</b>	7,43%	17,46%	10,68%	16,69%	47,74%
<b>Total</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	5364,68	11082,60	5901,75	9702,97	23875,17
	<b>Área (%)</b>	9,59%	19,82%	10,55%	17,35%	42,69%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Comparativamente, percebe-se que a bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande (DO4) possui a maior área absoluta classificada como elevada potencialidade para ocorrência de corredores ecológicos (Alta e Muito Alta). Entretanto, estas bacias representam um percentual significativamente menor quando comparados aos das demais bacias analisadas, este fato é consequência da extensão da circunscrição hidrográfica DO4. Cumpre destacar, conforme o mapeamento de usos antrópicos e naturais, que esta sub-bacia possui uma região mais conservada a oeste e mais antropizada a leste. Por outro lado, a bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio (DO3) possui a maior área percentual de elevada potencialidade, com aproximadamente 41,39% de sua área representada pelas categorias “Alta” e “Muito Alta”. Como demonstrado na Figura 5 do capítulo 5, as áreas sobrepostas por unidades de conservação - ainda que da categoria de uso sustentável - cobrem uma região relativamente maior na bacia do Rio Santo Antônio, o que pode ter contribuído para a elevação da potencialidade neste território. Para além das delimitações legais de áreas protegidas, o mapeamento exibido na Figura 4 do mesmo capítulo demonstrou que estas bacias possui uma distribuição mais uniforme de regiões florestadas - sendo que na bacia do Rio Suaçuí Grande isto pode ser observado mais intensamente em sua porção oeste.

A bacia hidrográfica do Rio Piracicaba (DO2) se destaca por ser a segunda, dentre as avaliadas, com a maior área percentual de elevada potencialidade, sendo constatada 39,19% de área propícia para a implantação de corredores ecológicos. Apesar de possuir uma menor cobertura de áreas protegidas legalmente instituídas, é possível perceber que a conectividade é favorecida pela qualidade florestal do território, principalmente nas regiões de cabeceira, onde

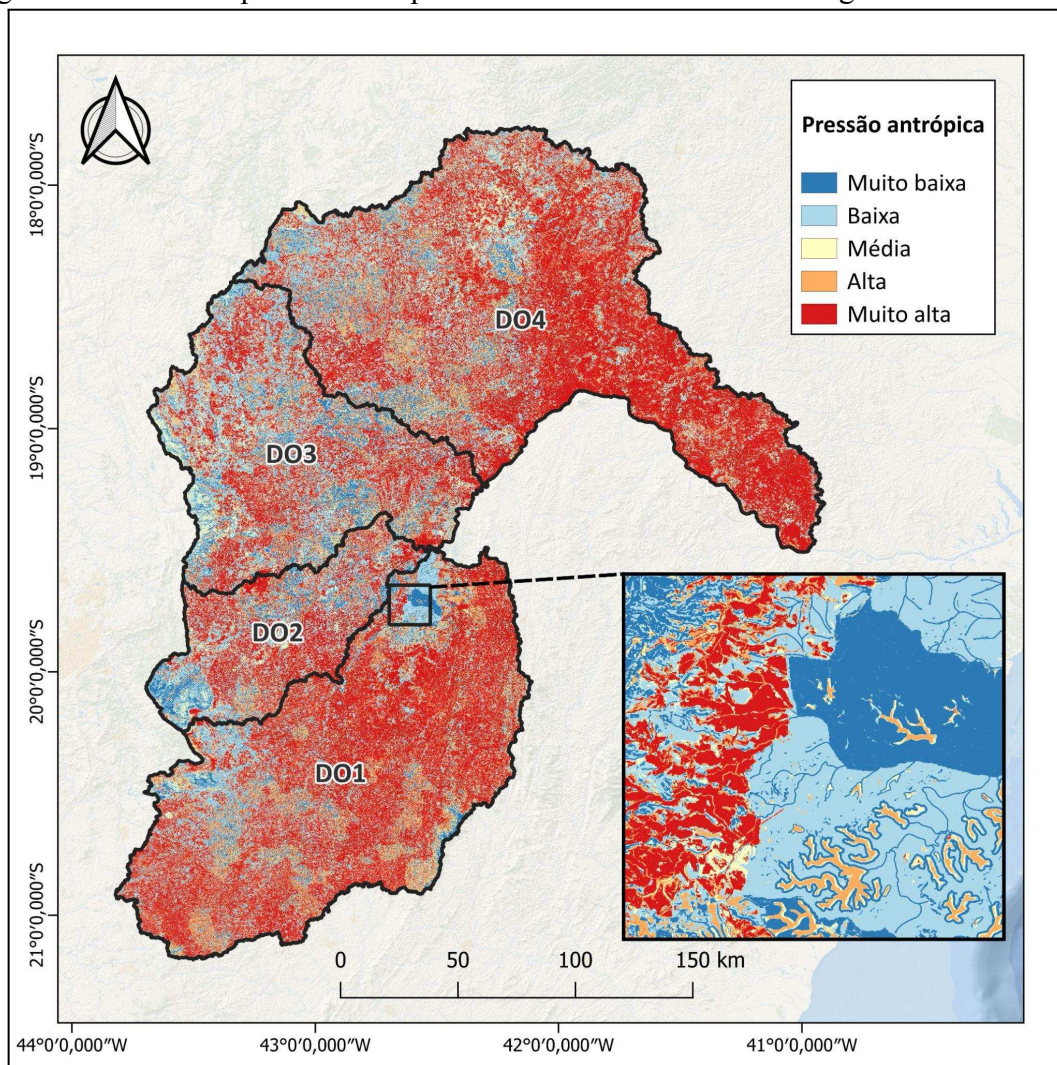
a RPPN da Serra do Caraça em conjunção com a APA RMBH corroboram um uso mais conservacionista do espaço. Além disso, as UCs de uso sustentável municipais (aqui sendo as mais representativas a APA Municipal Nova Era e a APA Municipal Antônio Dias), que acompanham o curso principal do Rio Piracicaba, formam uma espécie de mosaico, favorecendo tanto a movimentação dos indivíduos da fauna quanto o desenvolvimento florestal. Nesse sentido, a conjunção das variáveis de NDVI, cobertura e uso da terra, remanescentes florestais e áreas de proteção ambiental, contribuíram para o destaque das regiões de potencialidade nesta região.

Embora a bacia hidrográfica do Rio Piranga (DO1) abranja o Parque Estadual do Rio Doce, considerado de maior importância para a conservação do bioma mata atlântica - possuindo a maior área de vegetação nativa deste bioma preservada em Minas Gerais - os valores identificados para a potencialidade de ocorrência de corredores ecológicos foi a menor dentre todas as sub-bacias do Rio Doce em estudo. O mapeamento de cobertura e uso da terra (Figura 4) justifica estes valores ao demonstrar que, neste território, há uma considerável extensão de áreas destinadas ao uso agropecuário. Com isso, mesmo abarcando uma UC de relevância para a conservação de espécies naturais no estado, o DO1 possui fragmentos de proteção florestados relativamente confinados, o que também diminui a porosidade da paisagem e impede o fluxo gênico (ALARCON *et al.*, 2011).

Ainda, considerando que o mapeamento construído demonstrou uma multiplicidade de regiões de intensa ocorrência de atividades humanas, buscando avaliar melhor o território, a escala de cores foi alterada para indicar as áreas de maior pressão ecológica na área de estudo. Conforme demonstrado na Figura 13, as Circunscrições Hidrográficas dos Rios Suaçuí Grande e Piranga são as mais antropizadas dentre as estudadas. Boa parte das pressões constatadas nestas regiões decorrem da cobertura de extensas áreas de pastagem, que são predominantes em mais de 50% do território destas CHs. Além desta categoria, outro responsável pela intensa pressão antrópica nas bacias são os diversos núcleos urbanos, bem como rodovias, que facilitam a locomoção humana no território enquanto confinam as espécies aos fragmentos florestais restantes. Contudo, abarcando parte da porção norte da bacia do Rio Piranga e o baixo curso do Rio Piracicaba, está o Parque Estadual do Rio Doce, uma vasta região responsável por manter um menor nível de pressão de atividades humanas. É possível notar que na maior parte das áreas protegidas já instituídas há uma nítida transição entre as escalas de pressão na paisagem mapeada, um exemplo deste fenômeno pode ser visto no encarte da Figura 14. De modo similar, outras regiões de menor tensão se destacam de

modo fragmentado ao longo das bacias dos rios Piranga e Santo Antônio. Além dessas regiões agregarem as áreas de maior altitude - em razão da Cordilheira do Espinhaço - e, portanto, inúmeras áreas de afloramento rochoso ou que possuem declividades de difícil urbanização, também abarcam o maior número de áreas protegidas, o que pode ter favorecido a conservação das áreas naturais frente ao intenso uso da mineração.

Figura 14 - Áreas de pressão antrópica no alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Cabe salientar que as lagoas existentes no interior do Parque Estadual do Rio Doce foram classificadas como média a alta pressão antrópica, o que não condiz com a realidade. Este fenômeno ocorre devido a uma reclassificação do resultado da potencialidade de ocorrência de corredores, desse modo, as massas d'água possuem relevância moderada para o traçado dos corredores, o que não pode ser aplicado ao mapa de pressão.

## 5.2 Conexão entre áreas-núcleo

O presente capítulo destina-se a uma breve descrição sobre os pares de áreas protegidas selecionadas para receber os corredores ecológicos, buscando ressaltar a importância biológica, territorial e de gestão que tanto justificam quanto propiciam a conectividade. Desse modo, pretende-se estabelecer as seguintes rotas:

- Parque Municipal do Tropeiro ⇔ Reserva Biológica Municipal Mata do Bispo
- Parque Estadual do Rio Corrente ⇔ Parque Estadual do Rio Doce
- Terra Indígena Fazenda Guarani ⇔ Parque Estadual Serra da Candonga

É válido salientar que a escolha destas áreas protegidas se deu devido à sua proximidade no território, à similaridade de objetivos de conservação, à extensão relativa das áreas de proteção integral, à conservação florestal constatada via imagens de satélite, assim como à proximidade entre as esferas de gestão - que eventualmente poderão estruturar legalmente o corredor ecológico de modo conjunto. Todavia, é válido salientar que o mapeamento de potencialidade de ocorrência de corredores ecológicos, tratado no capítulo 7.1, subsidiou a escolha das regiões mais oportunas para o traçado.

### 5.2.1 Parque Municipal do Tropeiro e Reserva Biológica Municipal Mata do Bispo

A primeira proposta de conexão a ser estabelecida no território visa conectar o Parque Municipal do Tropeiro e a Reserva Biológica Municipal Mata do Bispo, UCs instituídas nas sub-bacias dos rios Santo Antônio e Piracicaba. Localizadas há aproximadamente 14 km de distância, ambas as unidades de conservação são geridas pela esfera municipal e se localizam no interior do município de Itabira - o que facilita a gestão territorial e ambiental. Mais do que compartilharem da mesma esfera de gestão e terem sido instituídas em local aproximado, estas unidades dispõem de atributos físicos e ambientais essenciais para a manutenção da dinâmica ecossistêmica local, acomodando espécies nativas da Mata Atlântica, servindo de local para a reprodução de espécies endêmicas e abrigando diversas nascentes que, além de abastecer a população residente à jusante ainda auxilia o ciclo de vida de outras espécies da ictiofauna.

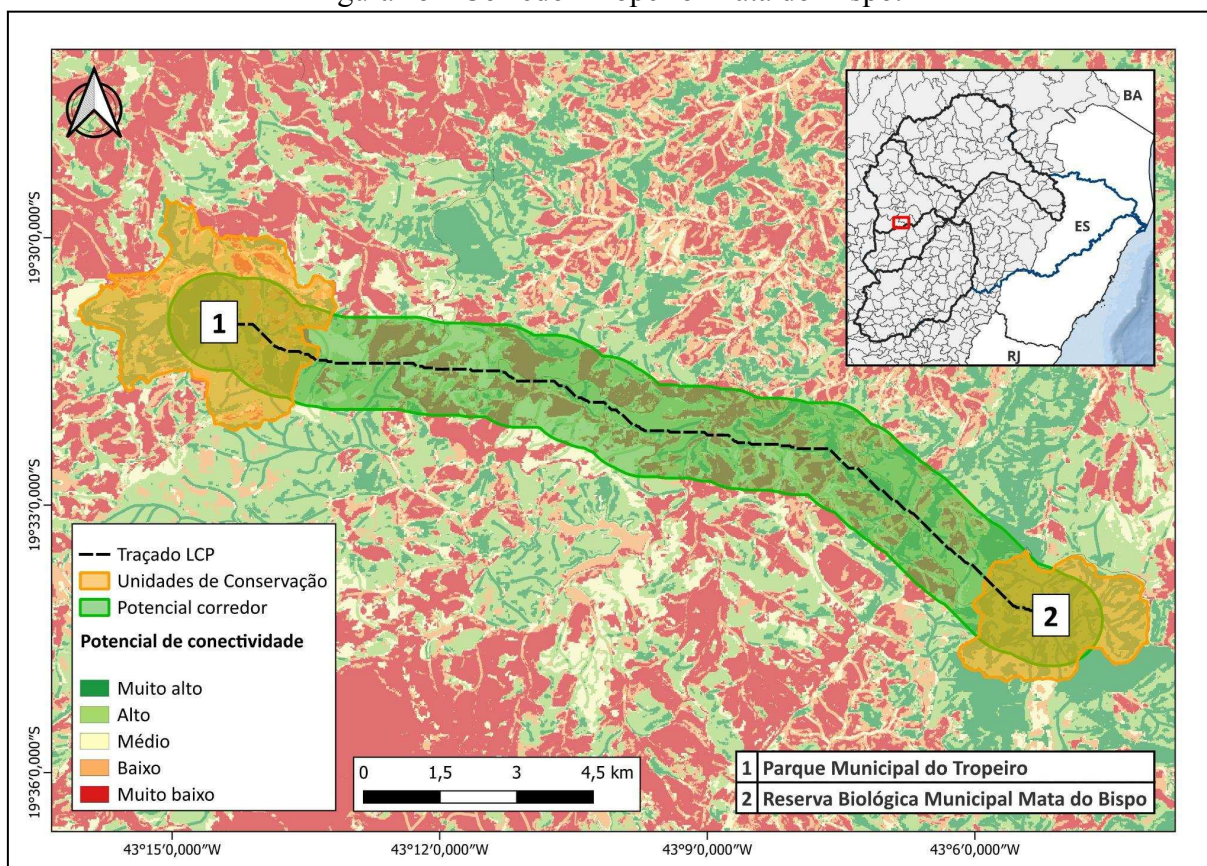
O Parque Municipal do Tropeiro se localiza na porção centro-norte do município de Itabira e possui uma área de 1.734,74 ha. Sua importância para a conservação é fundamental, visto que se localiza na Mata Atlântica e possui mais da metade de sua área de cobertura tomada por uma vegetação típica deste bioma, com destaque para a Embaúba-Branca,

frequentemente encontrada no interior do parque e espécie considerada crucial para a recuperação de ecossistemas degradados (REFLORESTA VINHEDO, 2020). Os principais trechos hídricos que nascem no interior do parque são o Córrego das Lavras e o Córrego da Serrinha, afluentes do Rio do Tanque que deságua no Rio Santo Antônio.

A Reserva Biológica Municipal Mata do Bispo, inicialmente criada como parque pela Lei Municipal nº 3.466/1998 (ITABIRA, 1998) e, posteriormente, recategorizada como REBIO pela Lei Municipal nº 3.783/2003 (ITABIRA, 2003), tem importância significativa para a preservação da biota local. Além de estar integralmente inserida no bioma Mata Atlântica e apresentar apenas a vegetação nativa da Floresta Estacional Semidecidual, a reserva encontra-se, em sua maioria, em estágio de regeneração médio ou avançado (ITABIRA, 2020). Dentro de seus 691 hectares de preservação são encontradas 14 nascentes que fornecem abastecimento para a sub-bacia do Rio de Peixe; cerca de 380 espécies de potencial ocorrência vegetal - algumas em perigo de extinção, como o Palmito-Juçara e o Jacarandá da Bahia -, além de outras 917 espécies animais (ITABIRA, 2020). É válido salientar que algumas das espécies ainda são endêmicas da região, ocorrendo somente na bacia do Rio Doce.

O cruzamento das bases geoespaciais permitiu visualizar as regiões de potencialidade de conexão nos trechos da bacia do Rio Doce e, conseqüentemente, criar a superfície de custo para o traçado do caminho de menor resistência. Com isso, após aplicação do método LCP no produto da AM, foi traçada uma rota de conexão entre o Parque Municipal do Tropeiro e a Reserva Biológica Municipal Mata do Bispo. O corredor proposto buscou interligar os pontos centrais de cada UC a partir de uma rota que levasse em consideração as áreas de menor esforço, isto é, os locais em que as características ambientais favorecem a ocorrência de cobertura florestal relevante, em que há abundância de recursos hídricos e que está livre de atividades humanas que eventualmente dificultam a transposição da paisagem pelas espécies. A Figura 15 exibe o produto desta etapa.

Figura 15 - Corredor Tropeiro-Mata do Bispo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Mesmo no interior do corredor, ainda existem locais onde a potencialidade é baixa. Contudo, comparativamente, esta rota se mostrou mais adequada que o entorno para permitir o fluxo da fauna e flora, considerando que as porções avermelhadas ao norte se referem a extensas áreas de pastagem com pouca porosidade na matriz, enquanto as regiões pouco potenciais ao sul são predominantemente caracterizadas por usos voltados à mineração - estando nesta região a Mina Cauê da mineradora Vale S.A. - e urbanização - referente a malha urbana de Itabira. É válido salientar que há um ponto de atenção na região central do corredor, onde há o cruzamento perpendicular com a rodovia estadual MG-120, o que obriga os gestores a avaliar a possibilidade de implementação de mecanismos de prevenção, como radares, sinalização, assim como travessias subterrâneas ou suspensas para permitir a passagem da fauna terrestre.

Do ponto de vista quantitativo, calcula-se que cerca de 54,85% da área abarcada pelo corredor corresponde a um potencial elevado para conexão. Este valor pode demonstrar que a conectividade estrutural é propiciada pelas características vegetais do território. Ademais, o corredor apresentou um comprimento de aproximadamente 19 km, sendo que parte desta distância abrange uma fração das unidades de conservação. Ainda, em atenção à Resolução

CONAMA n° 9/1996 (MMA, 1996), foi respeitado o percentual de largura do corredor em 10% do total de sua distância, resultando em uma largura média de 1.900 metros. O Quadro 5 exibe as informações do corredor.

Tabela 7 - Dados do corredor Tropeiro-Mata do Bispo.

<b>NOME</b>	<b>ÁREAS CONECTADAS</b>	<b>DISTÂNCIA (km)</b>	<b>LARGURA MÉDIA (m)</b>	<b>ÁREA (ha)</b>
Corredor Ecológico Tropeiro-Mata do Bispo	Reserva Biológica Municipal Mata do Bispo e Parque Municipal do Tropeiro	19,07	1.907,75	3.827,3556

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Buscando entender a dinâmica de potencialidade para a ocorrência do corredor ecológico, o Quadro 6 exibe o quantitativo de área abarcada por cada categoria de potencialidade, além do valor percentual que cada categoria representa na área total do corredor. É possível notar que mais de 50% da área do corredor se configura como regiões de elevada potencialidade, o que demonstra uma assertividade por parte do método LCP em buscar a melhor rota para o fluxo gênico. Além disso, a conjunção das variáveis selecionadas no presente estudo indicam características indicadas como favoráveis para a movimentação de fauna nesta região, havendo um elevado grau de porosidade na matriz da paisagem e, portanto, uma rota propícia para a manutenção dos ecossistemas locais (PEREIRA; CESTARO, 2016).

Tabela 8 - Potencialidade de conectividade no interior do corredor Tropeiro-Mata do Bispo.

<b>POTENCIALIDADE</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>PERCENTUAL (%)</b>
Muito alto	821,3894	21,46
Alto	1.278,0141	33,39
Médio	544,3267	14,22
Baixo	444,2915	11,61
Muito baixo	739,3339	19,32

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

### 5.2.2 Parque Estadual do Rio Corrente e Parque Estadual do Rio Doce

A segunda proposta de conectividade florestal destina-se a interligar dois parques geridos pelo Estado de Minas Gerais. Apesar de se distanciar em aproximadamente 55 km - mais que o dobro da primeira proposta - a implementação de um corredor desta proporção já ocorreu anteriormente na esfera estadual com o Corredor Sossego-Caratinga (MINAS

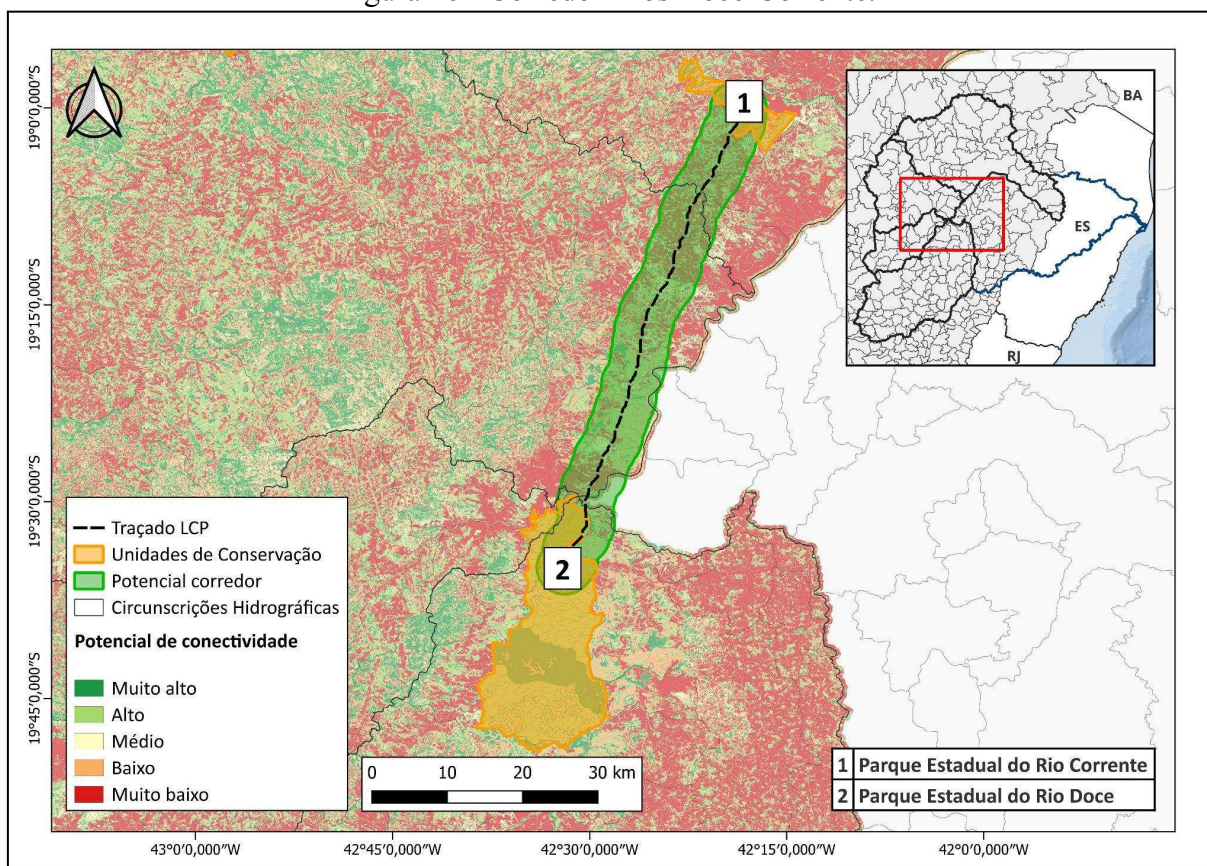
GERAIS, 2014). Além disso, a implantação de uma área de gestão ambiental desta categoria pode ser benéfica para a melhoria da movimentação dos indivíduos de fauna, criando uma rota de fuga, principalmente, para os grandes felinos que habitam o Parque Estadual do Rio Doce.

O Parque Estadual do Rio Corrente foi criado em 1998, pelo Decreto Estadual 40.168, com uma área de mais de cinco mil hectares no município de Açucena e integralmente localizado na Circunscrição Hidrográfica do Rio Suaçuí Grande, na região do médio Rio Doce em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 1998a). De acordo com o Decreto, o parque foi criado almejando a proteção da fauna e flora regional, a manutenção das nascentes e visando o desenvolvimento de condições ideais para a execução de pesquisas e estudos científicos. Nesse sentido, o parque se configura como uma importante área para a recarga hídrica, abarcando mais de 20 nascentes que abastecem os cursos tributários do Rio Corrente (IEF, 2024a). Há ainda no interior da unidade espécies animais e vegetais típicas do bioma Mata Atlântica, como a quaresmeira, a sapucaia, a paca e outras espécies que dependem de ambientes florestais preservados para sua sobrevivência (IEF, 2024a).

O Parque Estadual do Rio Doce é considerada a UC mais antiga do Estado de Minas Gerais e uma das mais antigas do Brasil, tendo sido criada em 1944 pelo Decreto-Lei nº 1.119 (MINAS GERAIS, 1944) entre a confluência dos rios Doce e Piracicaba, nos municípios de Marliéria, Dionísio e Timóteo e abrangendo uma área de mais de 35 mil hectares. Sua importância vai além do tempo de consolidação como área protegida, afinal, trata-se de um dos maiores complexos de lagos do país e sendo reconhecido internacionalmente como Sítio Ramsar pela sua capacidade de conservação das áreas úmidas (MINISTÉRIO DO TURISMO, 2024). Além de abrigar a maior área contínua de mata atlântica preservada no Estado, ainda é responsável por proteger uma ampla diversidade de espécies, com mais de 70 espécies de mamíferos e 300 de pássaros catalogados dentro da UC (MINAS GERAIS, 2024b). Por este motivo, há no parque um dos últimos remanescentes bem preservados de população de onça-pintada (SEMEIA, 2023), um dos destaques da unidade.

Nesse sentido, esta proposta de conectividade é favorecida pela centralização da gestão deste potencial corredor ecológico na esfera estadual, que seria um facilitador para sua implementação. É válido destacar que a junção das prefeituras também seria favorável, visto que apenas na rota mapeada para conexão há a sobreposição parcial com a APA Municipal Santana do Paraíso, a APA Municipal Belo Oriente, a APA Municipal Bom Jesus do Galho e a APA Municipal Lagoa Silvana. A Figura 16 exhibe o mapeamento do corredor.

Figura 16 - Corredor Rios Doce-Corrente.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Ainda que estes fatores contribuam para a efetividade na gestão territorial e ambiental, é necessário salientar que, dentre as propostas de conexão florestal estabelecidas no presente trabalho, este corredor é o que possui a menor potencialidade. O primeiro ponto de fragilidade decorre de sua espacialização ocorrer exatamente na faixa de borda das quatro CHs de estudo. Isto impediu que houvesse uma análise mais aprofundada sobre a rota de menor resistência, que poderia levar em consideração atributos de outras CHs localizadas a jusante da área de estudo, neste caso o DO5, referente ao Rio Caratinga. Estima-se que cerca de 939 hectares do total de 57.200,4332 hectares que compõem o corredor se localizam na circunscrição do Rio Caratinga. Para além disso, o corredor ainda se sobrepôs à porção leste da cidade de Ipatinga, local que poderia ter sido contornado caso houvesse melhores áreas potenciais à jusante. Outro obstáculo constatado para a implantação deste corredor são as rodovias. Conforme observado a partir da camada de rodovias mapeada pelo DNIT, existem cinco vias que cruzam a área do corredor em diferentes pontos, sendo elas MG-759, MG-458, MG-381, MG-758 e MG-789. Ainda que a interligação entre estas duas UCs seja benéfica para elevar a integridade ambiental, favorecer o fluxo gênico e permitir uma maior segurança para a

perpetuidade das espécies no território, a implantação deste corredor demandará um cuidado mais específico por parte dos gestores devido à sua extensão e complexidade.

Ao todo, o corredor se estende por uma distância de 74,27 km, abarcando neste total uma parte da área interior dos parques do Rio Doce e Rio Corrente. Também, visando atender a Resolução CONAMA n° 9/1996 (MMA, 1996) sua largura foi definida em 10% do total de seu comprimento, sendo estabelecida em aproximadamente 7.500 metros. O Quadro 7 exhibe maiores informações sobre o corredor.

Tabela 9 - Dados do Corredor Rios Doce-Corrente.

NOME	ÁREAS CONECTADAS	DISTÂNCIA (km)	LARGURA MÉDIA (m)	ÁREA (ha)
Corredor Ecológico Rios Doce-Corrente	Parque Estadual do Rio Doce e Parque Estadual do Rio Corrente	74,27	7.427,88	57.200,4332

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

O cálculo de distribuição das áreas potenciais no interior do corredor também demonstrou que esta região apresenta maior resistência para o fluxo gênico, podendo ocorrer na rota uma maior quantidade de áreas de intenso uso antrópico. Apesar das categorias de elevada potencialidade serem pelo menos cinco vezes maiores que aquelas apresentadas para a primeira proposta de conectividade, sua área percentual não é suficiente para indicar que o corredor foi traçado em uma região ideal, afinal, mais de 50% da área foi definida como baixa potencialidade. Douglas (1994) afirma que a seleção de rotas assertivas configura-se como um dos maiores desafios no âmbito dos sistemas de informação geográfico. O que foi demonstrado no caso do traçado entre o Parque Estadual do Rio Corrente e o Parque Estadual do Rio Doce é que, mesmo quando se dispõe de uma metodologia robusta para a definição das melhores rotas, outros fatores externos ainda podem influenciar a qualidade dos caminhos e prejudicar, neste caso, a transição de indivíduos entre os ambientes naturais. O Quadro 8 demonstra a relação destas classes de potencial.

Tabela 10 - Potencialidade de conectividade no interior do corredor Rios Doce-Corrente.

POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito alto	5.217,1814	9,27
Alto	16.479,4482	29,29
Médio	5.994,4069	10,65
Baixo	8.780,7356	15,61

Muito baixo

19.789,0166

35,17

---

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

### 5.2.3 Terra Indígena Fazenda Guarani e Parque Estadual Serra da Candonga

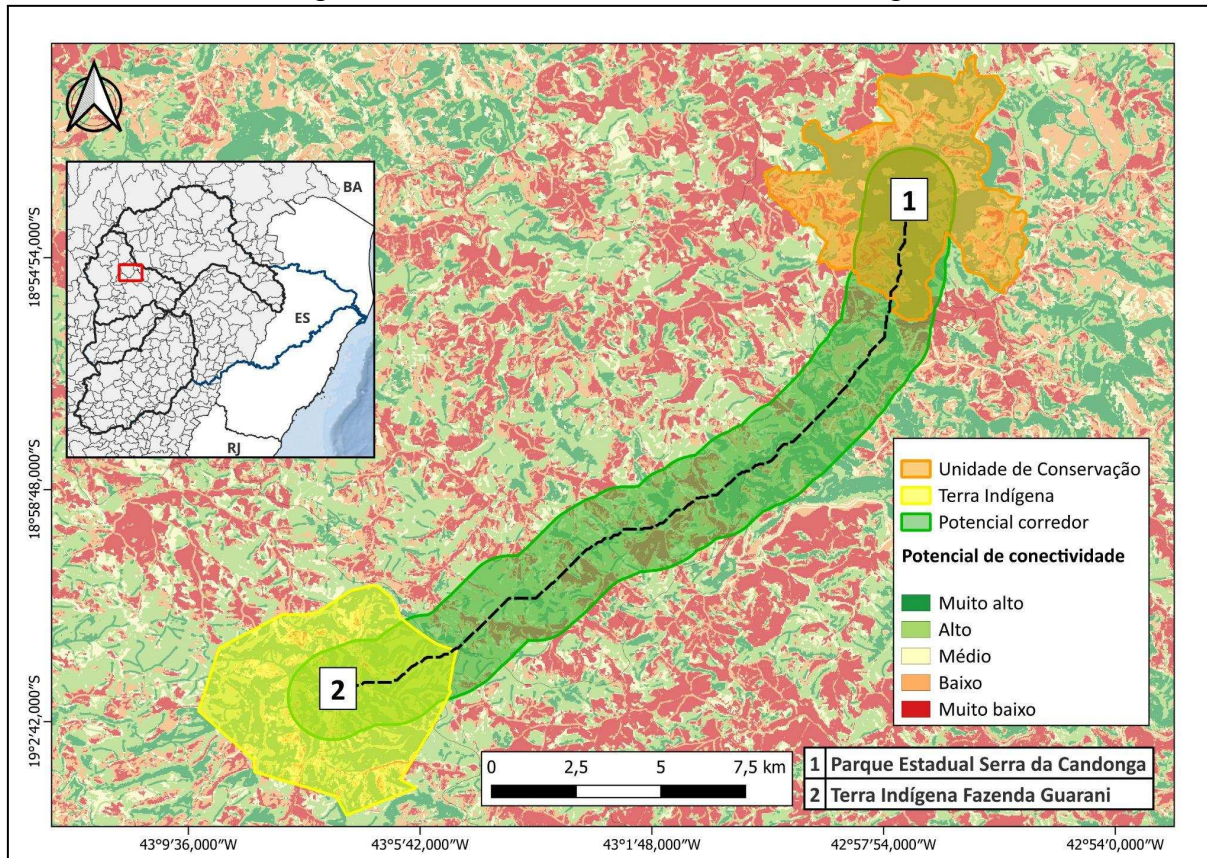
A última proposta de conectividade do presente estudo objetiva traçar uma rota florestal que permita o fluxo gênico entre espécies da Terra Indígena Fazenda Guarani e o Parque Estadual da Serra da Candonga. Estas áreas de proteção ambiental se distanciam em aproximadamente 16,7 km e, semelhante às demais áreas apresentadas anteriormente, abrigam espécies típicas do bioma Mata Atlântica, são importantes áreas de recarga do lençol freático, além de servirem como locais de importância para a preservação das condições ecossistêmicas - principalmente devido ao caráter preservacionista das categorias de proteção. Cabe salientar que ocorrem nesta região alguns mamíferos de maior porte, como o lobo-guará e a onça pintada (IEF, 2024c). Por este motivo, a implantação de um corredor ecológico nesta região se justifica para a manutenção das condições de vida dos indivíduos que necessitam de áreas de maior extensão para sua sobrevivência, conforme destacado pelo SNUC (2000).

Demarcada oficialmente em 1991, pelo Decreto Federal nº 270 (BRASIL, 1991), a Terra Indígena Fazenda Guarani abrange uma área de aproximadamente 3.269 hectares, abrigando uma biodiversidade típica da Floresta Estacional Semidecidual que ocorre na região. Apesar de hoje se constituir como uma região relativamente preservada - muito em razão do tempo em que foi feita a demarcação e pela restrição do uso da terra associado à classe de proteção do território - a terra indígena foi, por muito tempo, uma espécie de campo de concentração (AGÊNCIA PÚBLICA, 2013). Durante as décadas de 1960 e 1970, diversas etnias eram retiradas de seus locais de origem para dar espaço ao agronegócio. Todos aqueles que resistiam eram aprisionados na Fazenda Guarani, onde também foi realocado o Reformatório Krenak (MAGUIRE, 2022; CACI, 2023). Maguire (2022) explica que os indígenas da etnia Krenak viram seu território transformado por uma das maiores cadeias de exceção criadas na ditadura. Por isso, é essencial dedicar maior atenção a esse território, não apenas para preservar sua história e honrar as vítimas de um genocídio étnico brasileiro (MAGUIRE, 2022), mas também para ressignificá-lo, transformando-o em uma região que suporte a manutenção de modos de vida conservacionistas. Dessa forma, além de promover uma convivência harmônica com a natureza, será possível assegurar a continuidade e a regeneração do meio natural.

Criado pelo Decreto Estadual nº 40.170, de 17 de dezembro de 1998 (MINAS GERAIS, 1998b), com uma área de 3.302 hectares, o Parque Estadual Serra da Candonga se constitui com uma área de proteção integral destinada a preservação das nascentes, fauna e flora regionais. Localizado no município de Guanhões/MG, o parque abriga cerca de 20 nascentes que formam os córregos Barra Mansa, Barreira e Conquista, além de diversas espécies nativas do bioma mata atlântica, como a garopa, o angico, o inhambu e o curió (IEF, 2024c). O Instituto Estadual de Florestas (2024c) ainda destaca que habitam no parque outras espécies ameaçadas de extinção, como a onça-pintada, o lobo-guará e o tamanduá-bandeira.

Conectando a Terra Indígena Fazenda Guarani e o Parque Estadual Serra da Candonga, a terceira proposta de conexão ecológica se mostrou compatível com a realidade de ocupação do território. Semelhante à proposta apresentada no capítulo 7.2.1, este corredor ocorre em uma região rural com frequente ocorrência de áreas de pastagem que contrastam com fragmentos de floresta nativa. A Figura 17 demonstra que o corredor foi traçado levando em consideração a rota de menor resistência, que resultou em um caminho quase que linear entre as áreas-núcleo.

Figura 17 - Corredor Fazenda Guarani-Candonga.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Levando em consideração a dinâmica de ocupação do território, é possível perceber que as áreas avermelhadas ao redor do traçado do corredor são majoritariamente constituídas de pastagens, porém, também existem na região pequenas ocupações humanas, como o povoado Barreiras, a sudeste da terra indígena, e a vila Jacaré, localizada no centro-norte do corredor, locais que foram contornados pela metodologia empregada. Ainda, foi identificada na região uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), a PCH Jacaré, que teve sua barragem abarcada pela área do corredor. Tal fato não se torna um impeditivo para o traçado do corredor, tampouco a sua implantação resultaria na inativação do empreendimento, afinal, o corredor se aproxima mais de um uso conservacionista do território que uma barreira rígida de proteção. Além disso, a rodovia estadual MG-120 intercepta a porção sul do corredor, próximo ao parque. Nesta região poderá ocorrer atropelamento de fauna caso medidas de prevenção e estruturas adequadas para a passagem dos indivíduos não sejam construídas. O Quadro 9 exibe as informações referentes ao comprimento, largura e área do corredor.

Tabela 11 - Dados do Corredor Fazenda Guarani-Candongua.

NOME	ÁREAS CONECTADAS	DISTÂNCIA (km)	LARGURA MÉDIA (m)	ÁREA (ha)
Corredor Fazenda Guarani-Candongua	Terra Indígena Fazenda Guarani e Parque Estadual Serra da Candonga	26,28	2.628,03	7.222,3832

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Ao calcular a espacialização da potencialidade no interior do corredor, também foi possível constatar que, dentre os corredores propostos no presente trabalho, o Fazenda Guarani-Candongua é o que apresenta o maior percentual de potencialidade, possuindo 67,46% de sua área classificada como elevada potencialidade. Apenas a classe “Muito alto” possui uma área de cobertura quase três vezes maior que as categorias “Médio”, “Baixo” e “Muito baixo”, se somadas individualmente. Isto indica não apenas que o corredor possui uma conjunção de variáveis que favorecem a conservação, mas também indica que haverá menores perturbações, também, durante a existência do corredor. Este resultado concorda com as afirmações de Comino *et al.* (2014) e Ferretti e Pomarico (2012), que destacam que a conjunção do SIG com a análise multicritério possibilita identificar, de modo integrado, estas regiões de relevância para a conservação da natureza, caracterizando-se como um método promissor para análise da paisagem. O Quadro 10 exibe a relação de potencialidades internas ao corredor.

Tabela 12 - Potencialidade de conectividade no interior do Corredor Fazenda Guarani-Candongá.

POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
Muito alto	2.505,9943	34,70
Alto	2.366,2052	32,76
Médio	707,4878	9,80
Baixo	875,9197	12,13
Muito baixo	766,7762	10,61

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada no presente trabalho se mostrou interessante para o mapeamento de áreas potenciais para a ocorrência de corredores ecológicos. Do ponto de vista da conservação ambiental, pode-se dizer que as áreas definidas como favoráveis para a conectividade entre as áreas-núcleo selecionadas são mais preservadas que o entorno, demonstrando índices potenciais de mais de 50%, em sua maioria. Cumpre destacar aqui os corredores Tropeiro-Mata do Bispo e Fazenda Guarani-Candongá, que apresentaram potencialidades mais elevadas. Este alto caráter arbóreo no interior das delimitações estabelecidas demonstra que a conectividade estrutural já ocorre ou poderá ser fortalecida através da implementação de um instrumento legal que forneça maior proteção aos indivíduos que compõem o ecossistema. Não obstante, a ampla diversidade de organismos e os diversos tipos de movimentação na paisagem dificultam a validação, de forma eficaz e confiável desse fluxo gênico, mesmo quando aplicam-se as mais modernas técnicas de monitoramento (PEREIRA; CESTARO, 2016). Por este motivo, a pesquisa se debruçou sobre a conectividade estrutural, ante a funcional, visto que a primeira poderá subsidiar indícios de ocorrência da segunda.

Outrossim, é importante considerar aqui o caso do corredor Rios Doce-Corrente, onde a conectividade traçada, além de sobrepor a porções consideráveis da mancha urbana de Ipatinga, ainda demonstrou taxas de potencialidade inferiores, quando comparado aos demais traçados propostos nesta pesquisa. Diante disso, almejando melhorar a qualidade ambiental do corredor ecológico sugerido para a conectividade entre estas duas UCs, pode-se pensar em reavaliar as variáveis empregadas para a região, trazendo maior participação para aquelas que representam áreas de ocupação humana, o que pode servir de contrapeso para o traçado. Ademais, também se faz necessária a expansão da região de estudo para as porções a jusante da bacia do Rio Doce, abarcando também a sub-bacia do Rio Caratinga. Com esta expansão, novas áreas não antropizadas poderão embasar o delineamento do corredor.

Outra etapa fundamental para a melhoria desta e de demais propostas de corredores ecológicos tratados neste trabalho - ou em pesquisas futuras - é a consulta a especialistas. É válido salientar que a AHP caracteriza-se por ser uma técnica que auxilia um tomador de decisão na hierarquia de múltiplas variáveis em um sistema complexo, onde são estabelecidas comparações entre elas (Saaty, 1991). No entanto, é relevante ressaltar que este método não impede a reprodução de viés de seu usuário ou do grupo responsável pelo julgamento (CARVALHO; MINGOTI, 2005). À vista disso, para evitar estas fragilidades metodológicas,

faz-se necessária a consulta, de forma independente, a um grupo de especialistas multidisciplinares. Dessa maneira, AHP será definida com base nas sinergias entre as decisões do grupo e não apenas na definição individual. Cumpre destacar que a etapa de consulta a especialistas foi planejada para a execução deste trabalho, entretanto, sua execução se mostrou inadequada em razão da celeridade em que os resultados deveriam ser entregues.

Objetivando conservar a flora e fauna e a diversidade biológica regional, as técnicas empregadas demonstraram, também, áreas propícias para a criação de novas unidades de conservação, como os mosaicos de unidades de conservação identificados no capítulo 7.1. Conforme discutido por Jales (2013), a efetividade dos corredores ecológicos para a dispersão de espécies é dependente da configuração do mosaico. Isto é, quanto maior o número de fragmentos dispersos ao longo do mosaico de habitat, bem como quanto maior a permeabilidade da matriz, menos desafiadora é a movimentação para os indivíduos da fauna. Por este motivo, a criação de novas Unidades de Conservação no território, ainda que não tenham como objetivo a melhoria do fluxo genético regional, contribuem, indiretamente, para a ocorrência deste.

De modo semelhante, conforme destacado no capítulo 4.5, o emprego de outras metodologias para identificar os melhores traçados para o fluxo genético se faz necessário para alcançar maior confiabilidade nos traçados propostos. Assim, semelhante aos trabalhos elaborados por Wang *et al.*, (2022), Lv *et al.*, (2022) e Peng *et al.*, (2018), estudos futuros poderão empregar a metodologia conhecida como Teoria dos Circuitos não apenas para a validação dos corredores sugeridos nesta pesquisa, quanto também para sugerir diferentes rotas no território que poderão atender às diferentes demandas da numerosa pluralidade de espécies que compõem o território. A condução de um novo estudo amparado nesta técnica concorda com trabalhos conduzidos por diversos autores que avaliaram a resposta de determinadas espécies à fragmentação florestal (ANTONINI *et al.*, 2003; FRANCESCHINELLI *et al.*, 2003; LAPS *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2003).<sup>1</sup>

Também, é válido salientar que as sobreposições a áreas antrópicas ao longo dos traçados propostos indicam uma significativa dificuldade para implantação de áreas de conservação que atendam às definições da Resolução CONAMA nº 9/1996. Nesse sentido, Schwaida (2016) sugere que uma largura mínima de 100 metros já seria suficiente para garantir a conectividade, embora alguns autores defendam que a qualidade do corredor seria elevada com uma largura mínima de 300 metros (TABARELLI; GASCON, 2005). O fato é que mesmo que as barreiras físicas proporcionadas pelos empreendimentos humanos no

caminho sejam um desafio para a locomoção de determinadas espécies, a garantia de uma conservação mínima já seria benéfica para a melhoria da qualidade ecossistêmica regional. Pode-se pensar, portanto, em uma largura variável para os corredores propostos, onde poderão ser definidas zonas de maior ou menor espaçamento para o fluxo gênico e de espécies. Nesta perspectiva, o mapeamento de áreas de pressão antrópica, exibido na Figura 14, poderá ser utilizado para avaliar as regiões de maior ou menor espaçamento, bem como as áreas mais desafiadoras para a instituição dos corredores.

Ainda, conforme destacado no capítulo 4.1, a manutenção dos corredores ecológicos deve observar um delicado equilíbrio. Se por um lado a promoção da conectividade favorece a diversidade genética dos indivíduos e a dispersão de espécies, cria rotas de fuga e amplia a área de caça para alguns predadores, por outro, pode servir como combustível para o alastramento de queimadas entre fragmentos distantes, para a propagação de doenças e para a extinção definitiva de espécies ameaçadas (SIMBERLOFF; COX, 1987). Desse modo, a implementação de um corredor que favorecerá a recomposição florestal no médio a longo prazo deve ser sempre precedida de um aprofundado estudo biótico. De modo semelhante, o manejo humano nestas áreas deve ser constante, fomentando sempre as melhores práticas sustentáveis. Cumpre destacar que estes riscos não invalidam a efetividade do instrumento ambiental, afinal, de acordo com Figueiró (2015), a tendência é que as extinções superem a escala de espécies e passe a atingir a escala do habitat podendo, em último caso, ocasionar a destruição do bioma, caso os impactos ambientais continuem ocorrendo.

Por fim, destaca-se que, ainda que as superposições propostas no trabalho sejam capazes de denotar localidades de potencial ocorrência de corredores ecológicos e, portanto, propor uma estrutura básica e replicável para a identificação destes, a efetividade destes instrumentos de conservação ambiental está diretamente relacionada às especificidades de cada lugar. Deste modo, o aprofundamento dos estudos das características locais - em especial aquelas de caráter econômico, social, cultural e histórico - se configura como etapa fundamental para a complementaridade, bem como aperfeiçoamento dos limites resultantes da análise multicritério. Assim, se faz necessária a interlocução com atores locais, sejam essas entidades públicas, privadas, comunidades tradicionais ou a população residente, para a correta implementação do corredor ecológico.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3.ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AGÊNCIA PÚBLICA. **Um campo de concentração indígena a 200 quilômetros de Belo Horizonte (MG)**. 2013. Disponível em: <https://apublica.org/2013/06/um-campo-de-concentracao-indigena-200-quilometros-de-belo-horizonte-mg/>. Acesso em: 2 jan. 2025.
- ALARCON, Gisele Garcia; DA-RÉ, Marcos Aurélio; FUKAHORI, Shigueko T. Ishiy; ZANELLA, Leonardo Rampinelli. Fragmentação da floresta com araucária e ecossistemas associados no corredor ecológico Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 24, n. 3, p. 25-38, 2011.
- ALBUQUERQUE, N. R.; MOLINARI, D. C. Caracterização da cobertura vegetal no Alto Curso da Bacia do Igarapé do Mindu - Manaus (AM). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 1, p. 406-422, 2020.
- ALVES-PINTO, Helena N.; CORDEIRO, Carlos L. O.; GELDMANN, Jonas; JONAS, Harry D.; GAIARSA, Marília Palumbo; BALMFORD, Andrew; WATSON, James E. M.; LATAWIEC, Agnieszka Ewa; STRASSBURG, Bernardo. The role of different governance regimes in reducing native vegetation conversion and promoting regrowth in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 267, p. 109473, 2022.
- ANDRADE, Miguel Ângelo; DRUMMOND, Gláucia M.; DOMINGUES, Sérgio Augusto; MARTINS, Cássio Soares; FRANCO, André Rocha (Org.) *et al.* **Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço Fase 2**. Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, MaB-UNESCO. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 2018.
- ANTONINI, Yasmine; ACCACIO, Gustavo de Mattos; BRANT, Arthur; CABRAL, Béríte Carmo; FONTENELLE, Júlio César Rodrigues; NASCIMENTO, Marcelo Trindade; THOMAZINI, Ariane Paes de B. Werckmeister; THOMAZINI, Marcílio José. Insetos. *In: RAMBALDI, Denise Marçal; DE OLIVEIRA, Daniela América Suárez (org.). Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA, 2003 p. 510. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/979>. Acesso em: 27 jul. 2024.
- ARRUDA, Moacir Bueno. **Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil**. Brasília: IBAMA, 2004. 203 p.
- Ayres, J. M.; Fonseca, G. A. B.; Rylands, A.B.; Queiroz, H.L.; Pinto, L. P.; Masterson, D.; Cavalcanti, R. B. 2005. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém: Sociedade Civil Maminaurá. 256p.
- AZEVEDO, C. H. S. **Modelagem espacial para indicação de áreas potenciais para cultivo de espécies nativas na Reserva da Biosfera do Espinhaço**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri, Diamantina, p. 85, 2022.

BARBOSA, Cláudio Clemente; CAMARA, Gilberto; MEDEIROS, José Simeão; CREPANI, Edson; NOVO, Evelyn; CORDEIRO, João Pedro Cerveira. Operadores zonais em álgebra de mapas e sua aplicação a zoneamento ecológico-econômico. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, IX**, 1998.

BATISTA, Kátia Mara; MILIOLI, Geraldo; CITADINI-ZANETTE, Vanilde. Saberes tradicionais de povos indígenas como referência de uso e conservação da biodiversidade: considerações teóricas sobre o povo Mbya Guarani. **Ethnoscintia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, v. 5, n. 1, 2020.

BAUDRY, J.; BUREL, F.; AVIRON, S.; MARTINS, M; OUIN, A.; PAIN, G.; THENAIL, C. Temporal variability of connectivity in agricultural landscapes: do farming activities help? **Landscape ecology**, v. 18, n. 3, p. 303-314, 2003.

BEIER, Paul; MAJKA, Dan; JENNESS, Jeff. Conceptual steps for designing wildlife corridors. **Corridor Design**, Arizona, USA, 2007.

BELO HORIZONTE. Decreto nº 17.986, de 6 de junho de 2022. **Institui o Corredor Ecológico Espinhaço-Serra do Curral**. Belo Horizonte: Câmara Municipal de Belo Horizonte, 2022.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993**. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, DF, 11 de fevereiro de 1993. Seção 1, Página 1801. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1993/decreto-750-10-fevereiro-1993-449133-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 5 jul. 2024.

BRASIL. Decreto nº 270, de 29 de outubro de 1991. **Homologa a demarcação administrativa da Reserva Indígena Fazenda Guarani, no Estado de Minas Gerais**. Diário Oficial da União. Brasília, out. 1991. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/d270.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d270.htm). Acesso em: 02 jan. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, jul. 2000.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm). Acesso em: 15 jun. 2024.

BRITO, Francisco. **Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas**. Editora da UFSC, 2006

BROWN, James H.; LOMOLINO, Mark V. **Biogeografia**. 2006. p. 691-691.

CARNEIRO, Bárbara M.; BERNINI, Henrique; SILVA, Ary G. Perspectivas de conexão entre fragmentos florestais do Corredor Ecológico Burarama-Pacotuba-Cafundó, na Mata Atlântica do Espírito Santo, através de recomposição de Áreas de Proteção Permanente de cursos d'água. **Natureza online**, v. 11, n. 1, p. 20-28, 2013.

CARTOGRAFIA DE ATAQUES CONTRA INDÍGENAS (CACI). **O campo de concentração de índios de Minas Gerais**. 2023. Disponível em: <https://caci.cimi.org.br/#!/dossie/977/?loc=-15.910609912773019,-63.891329640265994,4&init=true>. Acesso em: 2 jan. 2025.

CARVALHO, Giselle Silva; MINGOTI, Sueli Aparecida. **Manual do Usuário: programas para realização da análise hierárquica**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 30 p.

COMINO, E.; BOTTERO, M.; POMARICO, S.; ROSSO, M. Exploring the environmental value of ecosystem services for a river basin through a spatial multicriteria analysis. **Land use policy**, v. 36, p. 381-395, 2014.

CORBETT, James P. **Topological principles in cartography**. Washington: US Department of Commerce, Bureau of the Census, 1979.

DELALIBERA, Hevandro C.; NETO, Pedro H. Weirich; LOPES, Angelo R. C.; ROCHA Carlos H. Alocação de reserva legal em propriedades rurais: do cartesiano ao holístico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 286-292, 2008.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sistema Nacional de Viação**. 2024. Disponível em: <https://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>. Acesso em: 8 jan. 2025.

DIJKSTRA, Edsger Wybe. **A note on two problems in connexion with graphs**. Mathematisch Centrum: Boerhaavestraat, Amsterdam. 1959.

DOUGLAS, David H. Least-cost path in GIS using an accumulated cost surface and slopelines. **Cartographica: the international journal for Geographic Information and Geovisualization**, v. 31, n. 3, p. 37-51, 1994.

EOS. **NDVI: índice de vegetação por diferença normalizada**. 2024. Disponível em: <https://eos.com/pt/make-an-analysis/ndvi/>. Acesso em: 18 mai. 2024

FERRETTI, V.; POMARICO, S. An integrated approach for studying the land suitability for ecological corridors through spatial multicriteria evaluations. **Environment, development and sustainability**, v. 15, n. 3, p. 859-885, 2012.

FIGUEIRÓ, Adriano. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. 1.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FLORESTAS. **Áreas naturais: qual a sua importância e como têm evoluído?**. 2022. Disponível em: <https://florestas.pt/conhecer/areas-naturais-qual-a-sua-importancia-e-como-tem-evoluído/#:~:text=Assim%2C%20na%20categoria%20das%20%C3%A1reas,l%C3%ADquenes%2C%20m usgos%20ou%20outra>). Acesso em: 10 out. 2024

FRANCESCHINELLI, Edivani Villaron; ALMEIDA, Eduardo Andrade Botelho; ANTONINI, Yasmine; CABRAL, Bértes Carmo; DO CARMO, Roselaini Mendes; DAMASCENO, Alexandre; FONTENELLE, Júlio Cesar Rodrigues; GARCIA, Vânia Luciane Alves; GUILHERME, Márcia Sepúlveda; LAPS, Rudi Ricardo; LEITÃO, Gilda Guimarães; LEITÃO, Suzana Guimarães; MIKICH, Sandra Bos; MOREIRA, Davyson de Lima; NASCIMENTO, Marcelo Trindade; NEMÉSIO, André; RIBON, Rômulo; SILVEIRA,

Fernando Amaral; VIDIGAL, Teofânia Heloisa Dutra Amorim. Interações entre animais e plantas. *In*: RAMBALDI, Denise Marçal; DE OLIVEIRA, Daniela América Suárez (org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003 p. 510. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/979>. Acesso em: 27 jul. 2024.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FBDS). **Mapeamento em Alta Resolução dos Biomas Brasileiros**. 2023. Disponível em: <https://geo.fbds.org.br/>. Acesso em: 11 jun. 2024.

GAMARRA, Roberto Macedo; TEIXEIRA-GAMARRA, Mara Cristina; CARRIJO, Martha Gilka Gutiérrez; FILHO, Antonio Conceição Paranhos. Uso do NDVI na análise da estrutura da vegetação e efetividade da proteção de unidade de conservação no cerrado. **O Espaço Geográfico em Análise**, v. 37, p. 307-332, 2016.

GHARIBI, Shiva; SHAYESTEH, K.; ATTAEIAN, B. Interconnected ecological network design using lcp algorithm and cohesion index in urban scale. **Urban Ecosystems**, v. 24, n. 1, p. 153-163, 2021.

GREGORY, Andrew; SPENCE, Emma; BEIER, Paul; GARDING, Emily. Toward best management practices for ecological corridors. **Land**, v. 10, n. 140, p. 25, 2021.

HOGAN, Daniel Joseph. População e meio ambiente: a emergência de um novo campo de estudos. Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro. Campinas: **Núcleo de Estudos de População-Nepo**, p. 13-49, 2007.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Projeto Corredor Ecológico Araguaia-Bananal**. Dias, A., Melo, P.E.C., Arruda, M., Gonçalves, M.R. Convênio: PNUD. 2005.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IDE-SISEMA). **Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)**. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas (IEF), 2024a. Dado em formato vetorial (shapefile). Escala 1:1.000 a 1:250.000. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 6 jan. 2025.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IDE-SISEMA). **Terras indígenas**. Brasília: Fundação Nacional dos Povos Originários (Funai), 2023a. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IDE-SISEMA). **Terras quilombolas**. Brasília: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), 2024b. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IDE-SISEMA). **Unidades de conservação estaduais**. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas (IEF), 2024c. Dado em formato

vetorial (shapefile). Escala 1:1.000 a 1:25.000. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IDE-SISEMA). **Unidades de conservação federais**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2022. Dado em formato vetorial (shapefile). Escala 1:10.000 a 1:250.000. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IDE-SISEMA). **Unidades de conservação municipais**. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas (IEF), 2023b. Dado em formato vetorial (shapefile). Escala 1:1.000 a 1:25.000. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Plano de manejo da Reserva Extrativista do Rio Cautário - RO**. Brasília: ICMBio, 2017. p. 373. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/resex-do-rio-do-cautario/plano\\_de\\_manejo\\_resex\\_cautario.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/resex-do-rio-do-cautario/plano_de_manejo_resex_cautario.pdf). Acesso em: 31 jan. 2025.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Parque Estadual do Rio Corrente**. 2024a. Disponível em: <https://comites.igam.mg.gov.br/web/ief/w/parque-estadual-do-rio-corrente>. Acesso em: 27 dez. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Parque Estadual do Rio Doce**. 2024b. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/195?task=view>. Acesso em: 15 jun. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Parque Estadual Serra da Candonga**. 2024c. Disponível em: [https://www.ief.mg.gov.br/w/parque-estadual-serra-da-candonga?p\\_1\\_back\\_url=%2Fbusca%3Fq%3Dserra%2Bda%2Bcandonga](https://www.ief.mg.gov.br/w/parque-estadual-serra-da-candonga?p_1_back_url=%2Fbusca%3Fq%3Dserra%2Bda%2Bcandonga). Acesso em: 2 jan. 2025.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Projeto corredores ecológicos**: unindo florestas e articulando forças. Belo Horizonte: IEF, 2018. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/florestas/corredores-ecologicos>. Acesso em: 16 set. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) **Topodata: Banco de dados geomorfométricos do Brasil**. 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>. Acesso em: 8 jan. 2025.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Unidades de Conservação no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br>. Acesso em: 9 jul. 2024.

ITABIRA. Lei nº 3.783, de 16 de julho de 2003. Converte em Reserva Biológica o Parque Municipal da Mata do Bispo e dá outras providências. **Diário de Itabira**. Itabira, ago. 2003. Disponível em: [https://www.itabira.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/Lei\\_Ordinaria\\_3783\\_2003?cdLocal=5&arquivo={7F5DCA26-5BC2-4674-AD13-7741687FE162}.pdf](https://www.itabira.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Lei_Ordinaria_3783_2003?cdLocal=5&arquivo={7F5DCA26-5BC2-4674-AD13-7741687FE162}.pdf). Acesso em: 27 dez. 2024.

ITABIRA. Lei nº 3.466, de 10 de dezembro de 1998. Cria o Parque Municipal Mata do Bispo e dá outras providências. **Diário de Itabira**. Itabira, dez. 1998. Disponível em: [https://www.itabira.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/Lei\\_Ordinaria\\_3466\\_1998?cdLocal=5&arquivo=%7B640C2DD9-1BF8-4CE1-9927-93B3B5B49B8E%7D.pdf](https://www.itabira.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Lei_Ordinaria_3466_1998?cdLocal=5&arquivo=%7B640C2DD9-1BF8-4CE1-9927-93B3B5B49B8E%7D.pdf). Acesso em: 27 dez. 2024.

ITABIRA. **Plano de manejo da Reserva Biológica Municipal da Mata do Bispo**. Itabira, 2020. 48 p. Disponível em: <https://meioambiente.itabira.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/reserva-biologica-mata-do-bispo/100034>. Acesso em: 27 dez. 2024.

JALES, Laís Ferreira. **Modelagem espacial de corredores ecológicos em paisagens naturalmente heterogêneas**. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 88, 2013.

KARLSON, Mårten; KARLSSON, C.S.J.; MÖRTBERG, U.; OLOFSSON, B.; BALFORS, B. Design and evaluation of railway corridors based on spatial ecological and geological criteria. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 46, p. 207-228, 2016.

LAPS, Rudi Ricardo; CORDEIRO, Paulo Henrique Chaves; KAJIWARA, Douglas; RIBON, Rômulo; RODRIGUES, Antônio Augusto Ferreira; UEJIMA, Angelica. Aves. *In*: RAMBALDI, Denise Marçal; DE OLIVEIRA, Daniela América Suárez (org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003 p. 510. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/979>. Acesso em: 27 jul. 2024.

LIU, J.; COOMES, D. A.; GIBSON, L.; HU, G.; LIU, J.; LUO, Y.; WU, C.; YU, M. Forest fragmentation in China and its effect on biodiversity. **Ecological reviews**, v. 94, n. 5, p. 1636-1657, 2019.

LV, Liang; ZHANG, Shihao; ZHU, Jie; WANG, Ziming; WANG, Zhe; LI, Guoqing; YANG, Chen. Ecological restoration strategies for mountainous cities based on ecological security patterns and circuit theory: a case of central urban areas in Chongqing, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 24, p. 16505, 2022.

MAGUIRE, Pedro Pablo Fermin. **“Foi a escravidão” : uma arqueologia histórica de duas cadeias de exceção contra povos indígenas em Minas Gerais, Brasil (1968-1979)**. Tese (Doutorado em Antropologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 404, 2022.

MALCZEWSKI, Jacek. **GIS and multicriteria decision analysis**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1999.

MAPBIOMAS. **Coleções mapbiomas**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 12. jun. 2024.

MASULLO, Yata Anderson Gonzaga; DE CASTRO, Claudio Eduardo; CAPIM, Roberta Rocha. Estudo de viabilidade para implementação de corredores ecológicos na Ilha do Maranhão. **Geosul**, v. 32, n. 65, p. 239-259, 2017.

MCRAE, Brad H.; DICKSON, Brett G.; KEITT, Timothy H.; SHAH, Viral B. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. **Ecology**, v. 89, n. 10, p. 2712-2724, 2008.

MENIN, Fernanda Asseff; REIS, Fábio Augusto Gomes Vieira. Definição de áreas de influência em estudos de impacto ambiental de rodovias: estudo de caso da Rodovia dos Tamoios/SP. In: **Encontro de Geociências e Meio Ambiente**, 9, 2016, Rio Claro. São Paulo: UNESP.

METZGER, Jean Paul. Does the forest code has a scientific base?. **Natureza & Conservacao**, v. 8, n. 1, p. 92-99, 2010..

MICHAELIS. **Dicionário brasileiro da Língua Portuguesa**. 2015. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portuguesbrasileiro/normatizar/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MINAS GERAIS. Decreto com numeração especial nº 397, de 1 de agosto de 2014. **Cria o Corredor Ecológico Sossego-Caratinga nos Municípios de Caratinga, Simonésia, Manhuaçu, Ipanema, Santa Bárbara do Leste, Santa Rita de Minas e Piedade de Caratinga**. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2014.

MINAS GERAIS. Decreto-lei nº 1.119, de 14 de julho de 1944. **Dispõe sobre parques florestais**. Belo Horizonte: Palácio da Liberdade, 1944. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEL/1119/1944/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

MINAS GERAIS. Decreto nº 40.168, de 17 de dezembro de 1998a. **Cria o Parque Estadual do Rio Corrente**. Belo Horizonte: Palácio da Liberdade, 1998. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/40168/1998/?cons=1>. Acesso em: 27 dez. 2024.

MINAS GERAIS. Decreto nº 43.101, de 20 de dezembro de 2002a. **Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga**. Belo Horizonte: Palácio da Liberdade, 2002.

MINAS GERAIS. Decreto nº 40.170, de 17 de dezembro de 1998b. **Cria o Parque Estadual Serra da Candonga**. Belo Horizonte: Palácio da Liberdade, 1998. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/40170/1998/?cons=1>. Acesso em: 2 jan. 2025.

MINAS GERAIS. Decreto nº 40.929, de 16 de fevereiro de 2000a. **Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba e dá outras providências**. Belo Horizonte: Palácio da Liberdade, 2000.

MINAS GERAIS. Decreto nº 42.595, de 23 de maio de 2002b. **Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica Rio Santo Antônio e dá outras providências**. Belo Horizonte: Palácio da Liberdade, 2002.

MINAS GERAIS. Decreto nº 44.200, de 29 de dezembro de 2005. **Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí**. Belo Horizonte: Palácio da Liberdade, 2005.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.776, de 9 de fevereiro de 2024a. **Institui o Corredor Ecológico Serra da Moeda-Arêdes**. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2024.

MINAS GERAIS. **Parque Estadual do Rio Doce**. 2024b. Disponível em: <https://minasgerais.com.br/pt/atracoes/marlieria/parque-estadual-do-rio-doce>. Acesso em: 02 jan. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Conselho Nacional do Meio Ambiente: Resolução n° 009, de 24 de outubro de 1996**. Brasília: 1996. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=99703>. Acesso em: 17 mar 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Corredores ecológicos: experiências em planejamento e implementação**. Brasília: MMA, 2007. 57p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/979/1/Fragmenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20ecossistemas.pdf>. Acesso em: 16 set. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Mata Atlântica**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 15 jun. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Mosaicos**. 2012a. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protetidas/instrumentos-de-gestao/mosaicos.html>. Acesso em: 1 fev. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **O corredor central da mata atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Conservação Internacional, 2006. 46 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **PPG7: duas décadas de apoio à proteção das florestas brasileiras**. 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/ppg7-duas-decadas-de-apoio-a-protecao-das-florestas-brasileiras>. Acesso em: 6 jul. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Projeto Demonstrativo de Povos Indígenas (PDPI)**. 2014a. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/apoio-a-projetos/povos-ind%C3%ADgenas.html#:~:text=O%20Projeto%20Demonstrativo%20de%20Povos,em%20linhas%20de%20financiamento%20de>. Acesso em: 6 jul. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Proteção das Florestas Tropicais: Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil**. 2014b. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/florestas/programa-para-a-prote%C3%A7%C3%A3o-das-florestas-tropicais.html>. Acesso em: 6 jul. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Proteção das Florestas Tropicais**. 2012b. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/florestas/programa-para-a-prote%C3%A7%C3%A3o-das-florestas-tropicais.html>. Acesso em: 18 mai. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Reserva da Biosfera**. 2012c. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/reserva-da-biosfera.html>. Acesso em: 18 dez. 2024

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Série corredores ecológicos**: 12 anos de trabalho pela conservação da biodiversidade nacional. Brasília: MMA, 2015. 40p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Serviços ecossistêmicos**. 2018. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/ozonio/item/15320-servi%C3%A7os-ecossist%C3%AAmicos.html>. Acesso em: 27 jul. 2024.

MINISTÉRIO DO TURISMO. **Parque Estadual do Rio Doce**. 2024. Disponível em: <https://investimento.turismo.gov.br/portuguese/parque-estadual-do-rio-doce/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MPF). **Caso Samarco: O desastre**. 2020. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/o-desastre>. Acesso em: 21 ago. 2025.

MORANDI, D. T.; FRANÇA, L. C. J.; MENEZES, E. S.; MACHADO, E. L. M.; SILVA, M. D.; MUCIDA, D. P. Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological indicators**, v. 115, p. 106440, 2020.

MOREIRA, T. R. **Proposta de implantação de corredores ecológicos como estratégia para mitigação de impactos ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, p. 96, 2019.

MUCHAILH, Mariese Cargnin; RODERJAN, Carlos Vellozo; CAMPOS, João Batista; MACHADO, Ayrton Luiz Torricillas; CURCIO, Gustavo Ribas. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010.

MUCIDA D. P.; GONTIJO, B. M.; MORAIS, M. S.; FAGUNDES, M. A degradação ambiental em narrativas de naturalistas do século XIX para a Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 57, p. 465-495, 2019.

OLIVEIRA, L. F. A. **Flora vascular dos campos rupestres**: composição florística, esforço amostral e riqueza de espécies. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p. 199, 2017.

PENG, Jian; YANG, Yang; LIU, Yanxu; HU, Yi'na; DU, Yueyue; MEERSMANS, Jeroen; QIU, Sijing. Linking ecosystem services and circuit theory to identify ecological security patterns. **Science of the total environment**, v. 644, p. 781-790, 2018.

PEREIRA, Vítor Hugo Campelo; CESTARO, Luiz Antonio. Corredores ecológicos no Brasil: avaliação sobre os principais critérios utilizados para definição de áreas potenciais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 17, n. 58, p. 16-33, 2016.

PHILLIPS, H. R. P.; HALLEY, J. M. J.; URBINA-CARDONA, N.; PURVIS, A. The effect of fragment area on site-level biodiversity. **Ecography**, v. 41, n. 7, p. 1220-1231, 2018.

PRANDEL, J. A. (org.) **Biodiversidade brasileira**: aspectos do estado atual. Ponta Grossa: Atena, 2019.

PRIMACK, Richard B; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Planta; 2006.

REDE BRASILEIRA DE RESERVAS DA BIOSFERA (RBRB). As Reservas da Biosfera brasileiras. 2021. Disponível em: <https://reservasdabiosfera.org.br/a-rbrb/>. Acesso em: 17 set. 2024.

REDE BRASILEIRA DE RESERVAS DA BIOSFERA (RBRB). **Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço**. 2022. Disponível em: <https://reservasdabiosfera.org.br/reserva/rb-serra-do-espinhaco/>. Acesso em: 14 out. 2022.

REES, W. Gareth. Least-cost paths in mountainous terrain. **Computers & Geosciences**, v. 30, n. 3, p. 203-209, 2004.

REFLORESTA VINHEDO. **Embaúba branca**. 2020. Disponível em: <https://www.reflorestavinhedo.org/fichas-de-arvores/embaubabranca#:~:text=A%20Emba%C3%B0a%2DBranca%20%C3%A9%20encontrada,na%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20de%20ecossistemas%20degradados>. Acesso em: 27 dez. 2024.

RUDNICK, Doborah; RYAN, Sadie J.; BEIER, Paul; Cushman, Samuel A.; Dieffenbach, Fred. The Role of Landscape Connectivity in Planning and Implementing Conservation and Restoration Priorities. **Issues in Ecology**, 16 (Fall): 1-20., p. 1-20, 2012.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Makron Books, 1991.

SANDERSON, J.; ALGER, K.; FONSECA, G. A. B.; GALINDO-LEAL, C.; INCHAUSTY, V. H.; MORRISON, K. **Biodiversity conservation corridors**: planning, implementing, and monitoring sustainable landscapes. Washington, DC: Conservation International, 2003.

SANDERSON, James *et al.* **Biodiversity Conservation Corridors**. Washington: Conservation International, 2003.

SCARIOT, Aldicir; DE FREITAS, Simone Rodrigues; NETO, Eduardo Mariano; NASCIMENTO, Marcelo Trindade; DE OLIVEIRA, Luis Cláudio; SANAIOTTI, Tânia; SEVILHA, Anderson Cássio; VILLELA, Dora Maria. Vegetação e flora. *In*: RAMBALDI, Denise Marçal; DE OLIVEIRA, Daniela América Suárez (org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003 p. 510. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/979>. Acesso em: 27 jul. 2024.

SCHNEIDER, Maria Paula Cruz; BATISTA, Cristiane Gomes; DE CARVALHO, Dulcinéia; CERQUEIRA, Rui; CIAMPI, Ana Yamaguishi; FRANCESCHINELLI, Edivani Villaron; GENTILE, Rosana; GONÇALVES, Evonnildo Costa; GRATIVOL, Adriana Daudt; NASCIMENTO, Marcelo Trindade; PÓVOA, Joema Rodrigues; VASCONCELOS, Giuliana Mara Perícia; WADT, Lúcia Helena; WIEDERHECKER, Helga Correa. Genética de populações naturais. *In*: RAMBALDI, Denise Marçal; DE OLIVEIRA, Daniela América

Suárez (org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003 p. 510. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/979>. Acesso em: 27 jul. 2024.

SCHWAIDA, Samuel Fernando. **Desafios e estratégias na implementação de corredores ecológicos entre áreas protegidas no bioma cerrado**. Monografia (Especialização em Geoprocessamento Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília, p. 18, 2016.

SCOLFORO, José Roberto; CARVALHO, Luis Marcelo Tavares. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Ed. UFLA, 2006.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIMA). Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Relatório Final**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/2020/01/b-relatorio-final-ctbio-e-minuta-corredores-ecologicos.pdf>. Acesso em: 6 out. 2022.

SEGELBACHER, G.; HÖGLUND, J.; STORCH, I. From connectivity to isolation: genetic consequences of population fragmentation in capercaillie across Europe. **Molecular Ecology**, v. 12, n. 7, p. 1773-1780, 2003.

SEMEIA. **Conheça o Parque Estadual do Rio Doce**. 2023. Disponível em: <https://semeia.org.br/conexao-semeia/parques-do-mes/parque-estadual-rio-doce/>. Acesso em: 30 dez. 2024.

SHI, Hui; SHI, Tiange; YANG, Zhaoping; WANG, Zhi; HAN, Fang; WANG, Cuirong. Effect of roads on ecological corridors used for wildlife movement in a natural heritage site. **Sustainability**, v. 10, n. 2725, p. 24, 2018.

SILVA, Mariana Mendes; DOS SANTOS, Douglas Gomes; DOS REIS, Laís Naiara Gonçalves; SILVA, Nathalie Ribeiro; FARIA, Polyana de Oliveira. Uma proposta de corredor ecológico para o município de Uberlândia/MG. **Revisa Eletrônica de Geografia**, v. 3, n. 7, p. 115-133, out. 2011.

SILVANO, Débora Leite; COLLI, Guarino Rinaldi; DIXO, Marianna Botelho de Oliveira; PIMENTA, Bruno Vergueiro Silva; WIEDERHECKER, Helga Correa. Anfíbios e répteis. In: RAMBALDI, Denise Marçal; DE OLIVEIRA, Daniela América Suárez (org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003 p. 510. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/979>. Acesso em: 27 jul. 2024.

SIMBERLOFF, D.; COX, J. Consequences and costs of conservation corridors. **Conservation Biology**, v. 1, n. 1, p. 63-71, 1987.

SISTEMA DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL (SICAR). **Base de downloads**. 2024. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/estados/downloads>. Acesso em: 10 jun. 2024

SZMUCHROWSKI, Mariusz Antoni. **Avaliação da sustentabilidade do plano de gestão do Corredor Ecológico Araguaia – Bananal, inserido na Bacia do Médio Araguaia - Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, p. 146, 2007.

TABARELLI, Marcelo; GASCON, Claude. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, 2005.

TAKAHASHI, Ryan Seiji; CICERELLI, Rejane Ennes; ALMEIDA, Tati; SANO, Edson Eyji; CONTRERAS, Francisco; RAMOS, Ana Paula Marques. Implementação de corredores ecológicos no Distrito Federal e entorno baseado em critérios ponderados. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 44, p. 1-11, 2021.

TANG, Yuhan; GAO, Chi; WU, Xuefei. Urban ecological corridor network construction: an integration of the Least Cost Path Model and the InVEST Model. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 1, p 33, 2020.

THIAGO, C. R. L.; MAGALHÃES, I. A. L.; SANTOS, A. R. Identificação de fragmentos florestais potenciais para a delimitação de corredores ecológicos na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, ES por meio de técnicas de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 595-612, 2020.

TOMLIN, C. D. **Geographic information system and cartographic modeling**. New Jersey: Prentice Hall, 1990.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). **Manuelzão: Prefeitura de Belo Horizonte cria Corredor Ecológico Espinhaço-Serra do Curral**. 2022. Disponível em:

<https://manuelzao.ufmg.br/prefeitura-de-belo-horizonte-cria-corredor-ecologico-espinhaco-sera-do-curral/>. Acesso em: 1 fev. 2025.

VIEIRA, Marcus Vinícius; DE FARIA, Deborah Maria; FERNANDEZ, Fernando Antônio dos Santos; FERRARI, Stephen Francis; FREITAS, Simone Rodrigues; GASPAS, Denise de Alemar; DE MOURA, Raquel Teixeira; OLIFIERS, Natalie; DE OLIVEIRA, Paula Procópio; PARDIM, Renata; PIRES, Alexandra Santos; RAVETTA, André; DE MELLO, Marco Aurélio Ribeiro; RUIZ, Carlos Ramon; SETZ, Eleonore Zulnara Freire. Mamíferos. In: RAMBALDI, Denise Marçal; DE OLIVEIRA, Daniela América Suárez (org.).

**Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA, 2003 p. 510. Disponível em:

<https://livroaberto.ibict.br/handle/1/979>. Acesso em: 27 jul. 2024.

WANG, Yujie; QU, Ziya; ZHONG, Qicheng; ZHANG, Qingping; ZHANG, Lang; ZHANG, Rui; YI, Yang; ZHANG, Guilian; LI, Xiaoce; LIU, Jie. Delimitation of ecological corridors in a highly urbanizing region based on circuit theory and MSPA. **Ecological Indicators**, v. 142, p. 109258, 2022.

YU, Chaoqing; LEE, J. A. Y.; MUNRO-STASIUK, Mandy J. Extensions to least-cost path algorithms for roadway planning. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 17, n. 4, p. 361-376, 2003.

## APÊNDICE A - Calculadora AHP

[AHP-OS](#) [Latest News](#)

### AHP Priority Calculator

Language: [English](#) [Deutsch](#) [Español](#) [Português](#) [Türkçe](#) [Русский](#)

#### AHP Criteria

Select number and names of criteria, then start pairwise comparisons to calculate priorities using the Analytic Hierarchy Process.

Select number of criteria:

**Input number and names (2 - 20)**   OK

#### Pairwise Comparison

36 pairwise comparison(s). Please do the pairwise comparison of all criteria. When completed, click *Check Consistency* to get the priorities.

**With respect to AHP priorities, which criterion is more important, and how much more on a scale 1 to 9?**

	A - wrt AHP priorities - or B?	Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Campo Rupestre <input type="radio"/> Formação Florestal	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input type="radio"/> Campo Rupestre <input checked="" type="radio"/> Áreas Protegidas	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input type="radio"/> Campo Rupestre <input checked="" type="radio"/> Áreas de Preservação Permanente	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input type="radio"/> Campo Rupestre <input checked="" type="radio"/> Reserva Legal	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input type="radio"/> Campo Rupestre <input checked="" type="radio"/> Uso e Cobertura da Terra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input type="radio"/> Campo Rupestre <input checked="" type="radio"/> NDVI	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7	<input type="radio"/> Campo Rupestre <input checked="" type="radio"/> Malha rodoviária	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8	<input type="radio"/> Campo Rupestre <input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9	<input type="radio"/> Formação Florestal <input checked="" type="radio"/> Áreas Protegidas	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10	<input type="radio"/> Formação Florestal <input checked="" type="radio"/> Áreas de Preservação Permanente	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

	A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
11	<input type="radio"/> Formação Florestal	<input checked="" type="radio"/> Reserva Legal	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
12	<input type="radio"/> Formação Florestal	<input checked="" type="radio"/> Uso e Cobertura da Terra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
13	<input type="radio"/> Formação Florestal	<input checked="" type="radio"/> NDVI	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
14	<input type="radio"/> Formação Florestal	<input checked="" type="radio"/> Malha rodoviária	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
15	<input type="radio"/> Formação Florestal	<input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
16	<input checked="" type="radio"/> Áreas Protegidas	<input type="radio"/> Áreas de Preservação Permanente	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
17	<input checked="" type="radio"/> Áreas Protegidas	<input type="radio"/> Reserva Legal	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
18	<input type="radio"/> Áreas Protegidas	<input checked="" type="radio"/> Uso e Cobertura da Terra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
19	<input type="radio"/> Áreas Protegidas	<input checked="" type="radio"/> NDVI	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
20	<input checked="" type="radio"/> Áreas Protegidas	<input type="radio"/> Malha rodoviária	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
21	<input type="radio"/> Áreas Protegidas	<input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
22	<input checked="" type="radio"/> Áreas de Preservação Permanente	<input type="radio"/> Reserva Legal	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
23	<input type="radio"/> Áreas de Preservação Permanente	<input checked="" type="radio"/> Uso e Cobertura da Terra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
24	<input type="radio"/> Áreas de Preservação Permanente	<input checked="" type="radio"/> NDVI	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
25	<input checked="" type="radio"/> Áreas de Preservação Permanente	<input type="radio"/> Malha rodoviária	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
26	<input type="radio"/> Áreas de Preservação Permanente	<input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
27	<input type="radio"/> Reserva Legal	<input checked="" type="radio"/> Uso e Cobertura da Terra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
28	<input type="radio"/> Reserva Legal	<input checked="" type="radio"/> NDVI	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?							
29	<input type="radio"/> Reserva Legal <input checked="" type="radio"/> Malha rodoviária	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
30	<input type="radio"/> Reserva Legal <input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
31	<input type="radio"/> Uso e Cobertura da Terra <input checked="" type="radio"/> NDVI	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
32	<input checked="" type="radio"/> Uso e Cobertura da Terra <input type="radio"/> Malha rodoviária	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
33	<input type="radio"/> Uso e Cobertura da Terra <input checked="" type="radio"/> Declividade	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
34	<input checked="" type="radio"/> NDVI <input type="radio"/> Malha rodoviária	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
35	<input checked="" type="radio"/> NDVI <input type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
36	<input type="radio"/> Malha rodoviária <input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9

CR = 2.6% OK

dec. comma

AHP Scale: 1- Equal Importance, 3- Moderate importance, 5- Strong importance, 7- Very strong importance, 9- Extreme importance (2,4,6,8 values in-between).

### Resulting Priorities

#### Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons:

Cat	Priority	Rank	(+)	(-)
1 Campo Rupestre	4.0%	8	1.1%	1.1%
2 Formação Florestal	4.0%	8	1.1%	1.1%
3 Áreas Protegidas	7.8%	6	1.3%	1.3%
4 Áreas de Preservação Permanente	8.7%	5	2.1%	2.1%

#### Decision Matrix

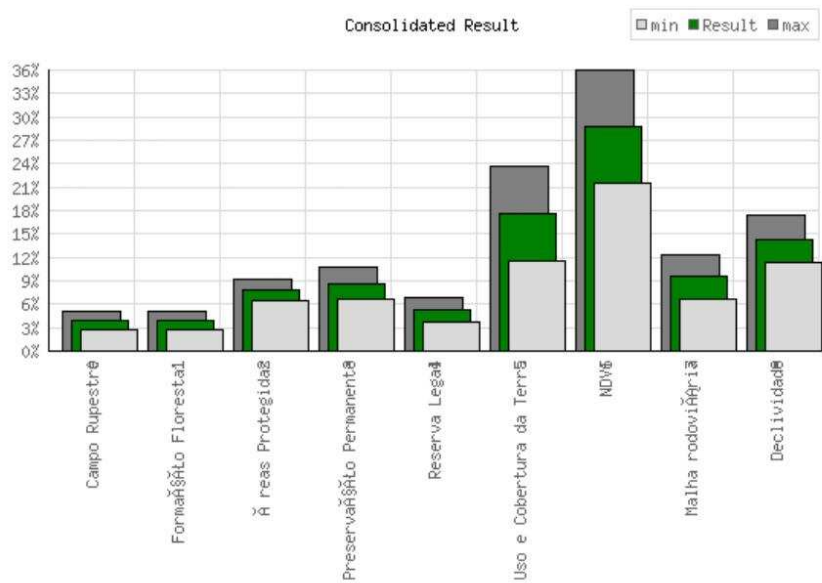
The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix:

5	Reserva Legal	5.3%	7	1.6%	1.6%
6	Uso e Cobertura da Terra	17.6%	2	6.0%	6.0%
7	NDVI	28.8%	1	7.2%	7.2%
8	Malha rodoviária	9.5%	4	2.9%	2.9%
9	Declividade	14.3%	3	3.0%	3.0%

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1.00	0.50	0.33	0.50	0.33	0.20	0.33	0.33
2	1.00	1	0.50	0.33	0.50	0.33	0.20	0.33	0.33
3	2.00	2.00	1	1.00	2.00	0.33	0.25	1.00	0.50
4	3.00	3.00	1.00	1	2.00	0.33	0.25	1.00	0.50
5	2.00	2.00	0.50	0.50	1	0.33	0.20	0.33	0.33
6	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1	0.50	3.00	1.00
7	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	2.00	1	3.00	3.00
8	3.00	3.00	1.00	1.00	3.00	0.33	0.33	1	0.50
9	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	1.00	0.33	2.00	1

Number of comparisons = 36  
**Consistency Ratio CR = 2.6%**

Principal eigen value = 9.297  
 Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 8.9E-9



AHP Priority Calculator

Done