



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**CAIO ALVES DA COSTA SILVA**

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A PROPOSIÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS  
ENTRE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO - 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**CAIO ALVES DA COSTA SILVA**

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A PROPOSIÇÃO DE CORREDORES  
ECOLÓGICOS ENTRE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO ESTADO DO RIO DE  
JANEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA

Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO – 2017

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A PROPOSIÇÃO DE CORREDORES  
ECOLÓGICOS ENTRE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO ESTADO DO RIO DE  
JANEIRO**

**CAIO ALVES DA COSTA SILVA**

Monografia aprovada em 29 de novembro de 2017

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA – UFRRJ  
Orientador

---

Prof. Dr. FRANCISCO JOSÉ DE BARROS CAVALCANTI– UFRRJ  
Membro

---

Prof. Dr. JERÔNIMO BOELSUMS BARRETO SANSEVERO – UFRRJ  
Membro

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus mentores espirituais, a toda minha família, a todos aqueles que me auxiliaram neste difícil caminho na engenharia e a todos aqueles que não desistem da luta em prol da natureza.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e todos os meus mentores espirituais, os quais sempre me deram força e um direcionamento em prol do bem, tornando possível a conquista de uma carreira que me viabilizará alcançar objetivos e conquistas que vão muito além da minha pessoa.

Agradeço imensamente a toda minha família, especialmente à minha mãe e ao meu pai, os quais tornaram a realização do sonho da Engenharia em uma Universidade Federal uma realidade, me incentivando a ficar na Rural pelo tempo que fosse necessário para sair bem formado profissionalmente e realizado pessoalmente. Os quais nunca me deixaram desamparado e que não mediram esforços, desde o dia do meu nascimento, para que eu tivesse condições de seguir uma vida pautada pelo bem e com capacidade de criar horizontes cada vez mais amplos. Os quais sempre me incentivaram em todas as etapas da minha vida e me ajudaram a levantar todas as vezes em que eu estava para baixo, devido a todas as dificuldades inerentes a universidade e à vida, independente da hora que fosse. A vocês não posso adereçar nada senão a gratidão e amor eternos. Essa conquista também é de vocês.

Agradeço com todo o carinho e reconhecimento aos mestres que compartilharam comigo seu conhecimento ao longo dessa jornada. Carrego com muito orgulho e gratidão o pedaço que cada um de vocês deixou na construção da minha formação, não só como engenheiro, mas como ser humano também. Agradeço especialmente ao meu grande orientador, Prof. Dr. Bruno Araujo, o qual me recebeu de braços abertos desde o primeiro momento em que bati na porta de sua sala com a mente cheia de sonhos e projetos e que me acompanha por bastante tempo, atendendo a todos os meus pedidos de ajuda, sempre com paciência, boa vontade, alto astral e disponibilidade, agregando imensurável valor a minha formação e tornando este trabalho possível; ao Prof. Dr. Francisco Cavalcanti (Chico), que além de me fazer muito feliz em aceitar o convite em compor a minha banca, expandiu minha mente no que diz respeito às florestas nativas que tanto valorizo, na forma de se encarar o mundo “engenheirando” e também em relação a como ser uma pessoa melhor; ao Prof. Dr. Jerônimo Sansevero, por também me proporcionar grande satisfação ao compor a banca deste trabalho, além de me causar grande despertar de vontade de aprender mais em suas aulas que são de alto nível, e admiração pela forma que aborda o tema da preservação, não só como professor, mas como ser humano; e, por último, mas certamente não menos importante, à Prof. Dr. Adriana dos Reis, por sempre ser tão disponível a prestar auxílio e esclarecer dúvidas de qualquer natureza, além de me proporcionar acesso a experiências profissionais que jamais imaginei que viveria ainda como graduando, aumentando minha autoconfiança e dando um super empurrão para começar a carreira com o pé direito, e também abrir minha mente para visões de mundo de um ponto de vista muito nobre, justo e admirável, me tornando uma pessoa melhor. Sou muito grato a todos vocês e

espero que um dia possa chegar ao nível de profissionalismo e humanidade que vocês demonstram, os quais tomo como um dos referenciais para essa nova etapa da minha vida.

Agradeço a equipe do Campus Fiocruz da Mata Atlântica por me receber e gerar grande crescimento pessoal e profissional durante os 18 meses em que compus tal equipe como estagiário. Sou muito grato, especialmente, à grande pesquisadora e bióloga Andrea Vanini, não somente por ter me recebido, orientado, compartilhado conhecimento e sempre tratado tão bem, mas também por demonstrar uma humanidade admirável em todas as questões em que presenciei ou que fiz parte; ao melhor identificador botânico, Jaílton Costa, o qual me proporcionou um acréscimo enorme de conhecimento de campo, como também de vida, ao compartilhar sua sabedoria profissional e experiências de vida comigo; a incrível pesquisadora, veterinária e encantadora de Micos e Preguiças, Fernanda Alves, por me proporcionar experiências inesquecíveis com a fauna que jamais teria se não fosse por você, além de tornar todos os dias de estágio sempre mais leves e engraçados, e também por toda a amizade e orientações para a vida, as quais sempre foram muito úteis e absorvidos com muito carinho e reconhecimento.

Agradeço com todo o carinho possível a todos os amigos que nessa longa e difícil jornada na UFRRJ. No quesito amizade, não posso deixar de citar algumas figuras especiais, começando pelo povo do quarto 213 e agregados:

- Thiago Botelho, cara, é até difícil escrever sobre você...Desde o início da minha graduação você está me orientando e ajudando em tudo o que pode, em todas as esferas e momentos da vida. É tanta coisa que poderia escrever aqui que só consigo dizer que sou extremamente grato por ter um “irmão” como você em minha vida, e que torço para que essa parceria seja eterna, especialmente agora que seremos companheiros de profissão;

- Jú Estrella, é impossível imaginar minha graduação sem seu companheirismo e parceria nos estudos. A gente sabe que uma amizade é realmente verdadeira quando você se sente próximo dela mesmo quando a outra parte está em outro Estado, no extremo norte do país, iniciando uma promissora carreira na engenharia. Daria para fazer um filme melhor que qualquer comédia estadunidense com os episódios que passamos aqui na Rural. Sou muito grato e orgulhoso de tê-la como amiga e, agora, companheira de profissão;

- Nathan Carlo, a missão de escrever sobre você também não é tarefa fácil. Já foram tantos episódios cômicos e trágicos (que acabaram virando cômicos depois de um tempo) que daria para escrever um texto extremamente comprido sobre a nossa parceria durante todos esses anos de Rural. Sua capacidade de demonstrar grande carinho e apreço pelas amizades, mesmo quando em longas distâncias, através das palavras e memes ofensivos mostra o quanto esse coração é grande, por mais que tente bancar o durão. Sou extremamente grato por ter um “irmão” de vida como você e espero

que o destino me permita sempre estar por perto para deixar seus objetos novos aptos para o uso e ouvir as besteiras que você fala ao vivo;

- Sandrinha, sou muito grato por todas as sessões de lágrimas de risos que você proporcionou com todas as suas encenações toscas e palavras regadas de riqueza verbal de baixo calão, além dos grandes momentos vividos baseados nas suas comidas. Sua participação na minha trajetória na Rural certamente será sempre lembrada com muito carinho e sessões de risos nostálgicos. Espero que, assim como o resta da tropa do 213, você esteja por perto ao longo de todos os anos que a vida nos reserva;

- Senador Lucas Avellar, vulgo 007, vulgo Prof. Msc. Avellar, ou simplesmente Avellar, como os seus eleitores mais íntimos costumam se referir à Vossa Excelência. Gostaria de poder explorar aqui um breve resumo de todos os momentos que me vêm em mente quando penso em V. Exa., mas, em respeito à sua imagem de pessoa pública, prefiro simplesmente destacar que sua presença em meu período universitário foi de grande notoriedade e certo arquivamento mental para agradabilíssimas recordações futuras, uma vez que nenhuma dessas memórias poderiam ser explicitadas sem prejudicar a sua ilibada imagem. Portanto, presto minha profunda gratidão à honra da participação de V. Exa. na minha trajetória universitária e deixo claro minha torcida para que tal participação se prolongue por período de tempo indeterminado, a fim de que, ao menos, eu possa presenciar a real atribuição de alguns desses títulos à sua pessoa;

- A dupla mais caricata e roqueiro depressiva da Rural, Rafael cabeça brilhante e Cássio Gringo do quarto 606, agradeço por todos os momentos de risadas e descontração regados à boa música e assuntos, ora inúteis, ora cheios de conteúdo filosófico repleto de citações literárias. Certamente a presença de vocês tornou a minha história na Rural muito mais divertida e agradável de ser mantida na memória;

- A todo o povo que marcou presença no período de ouro do quarto 415, onde eu vi e vivi histórias e situações tão comicamente inimagináveis que seres humanos normais não conseguem entender o que lá ocorria sem causar profundo estranhamento. Guardo todos vocês com muito carinho na memória de forma bem vívida para que eu possa sempre reviver esses momentos em pensamento e, também, poder compartilhar essas histórias com minha geração futura, para que ele(a) possa saber o que é uma zoeira de verdade;

- À gajínea Priscila, por todo o seu apoio durante todos esses momentos estressantes finais de graduação. A sua ajuda, vinda de diversas formas, foi de um efeito e importância inestimável, portanto, muito obrigado por tudo, do fundo do coração.

Muitas pessoas, em diversos locais, desde os mais próximos, até distantes Estados, também prestaram apoio e ajuda determinantes durante a minha graduação, porém, para não alongar demais,

prefiro não citar nomes, uma vez que todas essas pessoas sabem de sua importante participação nessa trajetória em algum momento. Portanto, muito obrigado a todos vocês, meus amigo(a)s.

Agradeço a essa enorme força de escala global que supre todas as nossas necessidades e dá a condição para a nossa sobrevivência, conhecida popularmente como “mãe Natureza”, e também a todas as pessoas que se esforçam diariamente na difícil luta contra sua ignorante e inconsequente destruição.

Para encerrar, agradeço profundamente ao povo brasileiro por me proporcionar essa educação de nível superior, gratuita e de qualidade. Tenho consciência do privilégio que é estar nesta instituição e espero que, em breve, possa retornar a vocês todo o investimento feito em mim, através da aplicação prática e compartilhamento do conhecimento aqui adquirido.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar o uso e cobertura do solo e a distribuição espacial das Unidades de Conservação (UCs) no Estado do Rio de Janeiro, a fim de realizar uma proposta de formação de corredores ecológicos entre essas áreas protegidas de modo automatizado utilizando técnicas de geoprocessamento. Para a análise foram utilizadas informações do banco de dados do uso e cobertura do solo, rodovias e UCs, procedendo-se ao processamento dos mesmos no software ArcGIS Desktop V.10.2. Os dados de uso e cobertura do solo foram divididos em 19 classes, a saber: Comunidade relíquia, Floresta, Mangue, Restinga, Afloramento rochoso, Vegetação secundária em estágio inicial, Áreas úmidas, Cordões arenosos, Agricultura, Reflorestamento, Dunas, Pastagem, Pastagem em várzea, Ocupação urbana de baixa, média e alta intensidade, Água, Salinas e Solo exposto. Os corredores foram propostos com o auxílio da ferramenta *Linkage Mapper* do software ArcGIS, sendo utilizados pesos (ou resistências) atribuídos às classes de uso e cobertura do solo, bem como na inclusão das rodovias. Esta análise foi dividida em dois métodos: 1) considerando a resistência associada ao peso das classes de uso e cobertura de solo e também da malha rodoviária presente no Estado; e 2) considerando somente a resistência associada ao peso das classes de uso e cobertura de solo. No total, com o primeiro método, foram gerados 32.162,5 ha de corredores ecológicos, enquanto que com o segundo foram gerados 33.500 ha, conectando UCs com área superior a 10 ha. A partir da área ocupada pelas propostas nos dois métodos, foi feita a relação de áreas de corredores necessários em cada um dos municípios relacionados e indicando, principalmente, os que devem ser considerados prioritários na implementação desses corredores. Além disso, estabeleceram-se paralelos comparativos com áreas florestais já existentes, a fim de tornar mais fácil a concepção de esforço necessário para pôr em prática as metodologias propostas. Ademais, foi feita a avaliação de investimento financeiro necessário para tornar ainda mais praticável a análise destas propostas. Conclui-se que a proposição de corredores ecológicos varia em cada uma das metodologias, embora a área de corredores totais em cada uma delas seja muito similar. Os resultados mostraram que o déficit de florestas para implementar os corredores propostos nas metodologias é relativamente baixo, assim como seu investimento financeiro necessário, o qual custaria R\$ 96.434.233, em média. A ferramenta mostrou-se de grande importância na viabilidade deste estudo, tornando o mesmo mais prático e otimizado, gerando informações prévias de localidades ideais a se investir em termos de conservação e restauração florestal.

**Palavras-chave:** Corredores ecológicos, *Linkage Mapper*, Mata Atlântica, Custos de restauração, Unidade de conservação.

## ABSTRACT

This work has the main goal the land coverage and use analysis and the spacial distribution of the Conservation Unities through the entire Rio de Janeiro State territory, with the view to propound ecological corridors formation among these protected areas in an automated way using geoprocessing techniques. For the analysis land coverage and usage, roads and CUs database information, proceeding to the processing of those on the ArcGIS Desktop V.10.2. software. The land coverage and usage data were divided among 19 classes, as: Relic community, Forest, Mangrove, Restinga vegetation, rock outcrop, Secondary vegetation at an early stage, Wetlands, Sandy cords, Agriculture, Reforestation, Sand dunes, Pasture, Pasture in floodplain, Low, Medium and High intensity urban occupation, Water, Saltpans and Exposed soil. The corridors were proposed auxiliated by ArcGIS'v.10.2 software Linkage Mapper tool, where two weights (or resistance) attributed to the classes of land coverage and usage as well as in the inclusion of roads. The analysis was in two methods: 1) considering the classes weight associated resistances to the land coverage and usage and also the State's highway network; and 2) considering the classes weight associated resistences to the land coverage and usage only. In total, on the first method were generated 32.162,5 ha of ecological corridors, while 33.500 ha were generated on the second, connecting CUs with area greater than 10 ha. From the occupied area by the two methods proposals the relation of necessary corridor areas in each one of the counties was made, relating and indicating, mainly, the ones that should be considered as priorities on the implementation of these corridors. Besides that, comparative parallel with already existing forest areas was established, for the purpose of turning the conception of necessary effort to put into practice the proposed methodologies easier. Furthermore, the financial investment avaliation was made, to make it even more feasible to analyze these proposals. It is concluded that the proposition of ecological corridors changes in each one of the methodologies, even though the corridors total area in each of them was shown very similar. The results showed that the forest deficit to implement the proposed corridors on both methodologies is relatively low, as well as its financial investment needed. The tool was of great value on the viability of such study, making it easier and optimized, and generating previous information regard ideal location for forest conservation and restoration investments.

**Keywords:** Ecological corridors, Linkage Mapper, Atlantic Forest, Restoration Costs, Conservation Units.

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Objetivo Geral.....</b>	<b>5</b>
2.1 Objetivos específicos.....	5
<b>3. Revisão De Literatura.....</b>	<b>6</b>
3.1 Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto.....	6
3.2 Mata Atlântica.....	6
3.3 Unidades de Conservação.....	8
3.4 Corredores ecológicos.....	9
<b>4. Material E Métodos.....</b>	<b>10</b>
4.1 Área de estudo e base de dados.....	10
4.2 Processamento de dados.....	16
<b>5. Resultados E Discussão.....</b>	<b>19</b>
5.1 Proposição de corredores ecológicos.....	26
5.2 Relação entre corredores ecológicos e municípios.....	32
5.3 Relação entre corredores ecológicos e Unidades de Conservação.....	36
5.4 Viabilidade econômica.....	38
<b>6. Considerações Finais.....</b>	<b>40</b>
<b>7. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Remanescentes florestais atuais da Mata Atlântica.....	7
<b>Figura 2.</b> Gráfico das áreas e seus respectivos usos no Estado do Rio de Janeiro.....	13
<b>Figura 3.</b> Mapa de uso e cobertura do solo no Estado do Rio de Janeiro.....	14
<b>Figura 4.</b> Mapa do Estado do Rio de Janeiro com limites municipais, áreas protegidas e uso do solo classificado por sua resistência.....	15
<b>Figura 5.</b> Malha rodoviária do Estado do Rio de Janeiro.....	18
<b>Figura 6.</b> Área ocupada em cada classe pela proposta de corredores ecológicos que incluem a malha rodoviária.....	21
<b>Figura 7.</b> Resistência à formação de corredores ecológicos, associada ao uso do solo e levando em conta as estradas.....	22
<b>Figura 8.</b> Formação de corredores ecológicos unindo UCs a partir da resistência de uso do solo, considerando a malha rodoviária .....	23
<b>Figura 9.</b> Formação de corredores ecológicos unindo UCs a partir da resistência de uso do solo, incluindo resistência associada à malha rodoviária.....	24
<b>Figura 10.</b> Região da Costa Verde e Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro.....	26
<b>Figura 11.</b> Área ocupada em cada classe pela proposta de corredores ecológicos que não incluem a malha rodoviária.....	28
<b>Figura 12.</b> Resistência à formação de corredores ecológicos, associada ao uso do solo desconsiderando as estradas.....	29
<b>Figura 13.</b> Formação de corredores ecológicos unindo UCs a partir da resistência de uso do solo, desconsiderando a malha rodoviária.....	30
<b>Figura 14.</b> Relação de resistência de zonas para a formação de corredores ecológicos unindo UCs a partir da resistência de uso do solo, desconsiderando a malha rodoviária.....	31
<b>Figura 15.</b> Ranking dos 10 municípios com mais propostas de corredores no cenário 1.....	33

<b>Figura 16.</b> Ranking dos 10 municípios com mais propostas de corredores no cenário 2.....	33
<b>Figura 17.</b> Limites municipais com Unidades de Conservação e corredores no cenário 1.....	34
<b>Figura 18.</b> Limites municipais com Unidades de Conservação e corredores no cenário 2.....	35
<b>Figura 19.</b> Relação de áreas a serem restauradas comparado com o total de área de UCs já existentes.....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Uso e cobertura do solo no Estado do Rio de Janeiro e suas respectivas resistências associadas.....	12
<b>Tabela 2.</b> Área ocupada em cada classe pela proposta de corredores ecológicos que incluem a malha rodoviária.....	20
<b>Tabela 3.</b> Área ocupada em cada classe de uso do solo pela proposta de corredores ecológicos que não incluem a malha rodoviária.....	27
<b>Tabela 4.</b> Resultados da comparação entre áreas de UCs, existência de florestas nas propostas de corredores e o esforço para implementação dos mesmos.....	37
<b>Tabela 5.</b> Custos médios para implementação dos corredores propostos.....	38
<b>Tabela 6.</b> Custos médios para implementação dos corredores propostos nos 10 municípios com maior proposta para os mesmos, em ambos os cenários.....	39

## 1. Introdução

Desde o início da colonização pelos portugueses, na costa brasileira, a Mata Atlântica vem sendo vítima da exploração mal planejada, ocasionando sua descaracterização, principalmente frente ao crescimento do setor industrial e ao crescimento da urbanização. Segundo Luiz (2017), sua contínua deterioração, com posterior uso e ocupação inadequados do solo, desencadeia processos erosivos que transformaram de forma radical a paisagem e seus habitantes.

A cobertura florestal é de suma importância para a manutenção do equilíbrio natural da área onde ela se encontra, pois, uma vez que a mesma é retirada, causando fragmentação da vegetação, parte destes ecossistemas não conseguem se recuperar e tendem a se apresentar como paisagens degradadas, como pastagens, o que aumenta a distância entre possíveis remanescentes florestais na região. Acerca disso, Forero-Medina & Vieira (2007) indicam que a expansão do uso e ocupação antrópica do solo tem como um de seus resultados uma generalizada perda e fragmentação dos habitats naturais, que podem levar ao maior evento de extinção global da história. A perda de habitats naturais tem severas consequências sobre a biodiversidade, ao afetar a manutenção das populações, reduzir a diversidade de espécies e alterar as interações das espécies, entre outros efeitos negativos. Hall et al. (1996) e Seoane et al. (2005) acrescentam que com a fragmentação, o isolamento de populações de uma espécie em pequenos fragmentos florestais pode levar à perda de variabilidade genética natural da espécie, principalmente devido ao gargalo genético (em curto prazo) e à deriva genética aleatória. Além disso, Seoane et al. (2010) dizem que outro efeito da fragmentação florestal está relacionado ao tamanho da área onde as espécies que demandam uma maior área para sua sobrevivência são muitas vezes as primeiras a serem extintas.

Diante deste problema, Harris e Atkins (1991) dizem que há duas maneiras de reduzir o efeito da fragmentação de habitats: aumentar o tamanho de áreas de conservação vizinhas até que elas formem uma só, recuperar ou criar corredores ecológicos entre tais áreas. Entretanto, Seoane et al (2005) deixa claro que, diante destas duas possibilidades, somente uma poderia ser viável, pois, no Brasil é impraticável, tanto econômica quanto socialmente, ter êxito em implantar uma estratégia que vise a um aumento das Unidades de Conservação (UCs) de Proteção Integral e que se consiga áreas de proteção integral grandes o suficiente para conservar a biodiversidade das florestas, especialmente no caso da Mata Atlântica.

Levando em consideração que o Estado do Rio de Janeiro possui uma quantidade considerável de áreas de Mata Atlântica bem preservadas em UCs (aproximadamente 10,6%, segundo o INEA), áreas que contemplam ecossistemas únicos ou em excelente estado de

conservação, não só podem como devem ser incluídas em uma “rede integrada de áreas preservadas”, uma vez que a diversidade de ecossistemas também é condicionante de alta biodiversidade (ZAÚ, 2007).

Nesse contexto, fica clara a importância da preservação dos fragmentos restantes de Mata Atlântica no Estado, especialmente os de grande extensão, como as grandes UCs. Diante disso, uma proposta de solução seria considerar a distribuição destes remanescentes florestais em todo o Estado e usar ferramentas apropriadas para projetos que visem a conexão destes fragmentos. Dentre as tecnologias disponíveis, o geoprocessamento é uma tecnologia-chave para o planejamento de corredores ecológicos (ROCHA et al., 2007), uma vez que a partir dos dados gerados por sensoriamento remoto, é possível obter informações rápidas e seguras quanto ao uso e cobertura do solo (LOCH e KIRCHNER, 1988).

## **2. Objetivo Geral**

O estudo teve como objetivo geral analisar a distribuição espacial de Unidades de Conservação com área superior a 10 hectares, área mínima considerada representativa para a escala do presente trabalho, exceto as Áreas de Preservação Ambientais, juntamente com o uso e cobertura do solo e a malha rodoviária para, então, fazer uma proposta de formação de corredores ecológicos entre essas áreas protegidas de modo automatizado, abrangendo todo o território do Estado do Rio de Janeiro considerando dois cenários: corredores que consideram o uso e cobertura do solo e a malha rodoviária e corredores que consideram apenas o uso e cobertura do solo. E, a partir disso, fazer relações de esforços demandados por município, além de estimar o aporte financeiro para implementar os projetos.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Estabelecer pesos de resistência à formação de corredores às classes distintas de uso do solo e rodovias;
- Gerar mapas e dados a respeito da proposição de formação de corredores ecológicos e suas relações com os municípios e Unidades de Conservação.
- Gerar paralelos comparativos com cenários atuais de cobertura vegetal;
- Estabelecer áreas prioritárias em escala municipal de acordo com o traçado dos corredores em ambos os cenários;

- Estimar o custo para possível implementação dos projetos de ambos os cenários, tanto em escala Estadual quanto nas áreas prioritárias de nível municipal.

### **3. Revisão de Literatura**

#### **3.1 Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**

Sensoriamento remoto é a ferramenta que utiliza sensores que captam energias eletromagnéticas, codificando-as em dados brutos, os quais podem gerar informações mais complexas em distâncias remotas dos objetos estudados. Estes sensores podem gerar informações por captação tanto de fontes naturais (sol) como artificiais (radares), após serem refletidas no alvo, tornando dispensável o contato físico direto com o mesmo. No caso do Geoprocessamento, podemos considerar como um conjunto de tecnologias, métodos e processos para o processamento digital de dados e informações geográficas (PEREIRA e SILVA, 2001).

Com uso em diversas áreas para os mais variados fins, geoprocessamento e o sensoriamento remoto têm seus potenciais maximizados uma vez que são associados aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), o que torna o monitoramento de áreas muito extensas uma possibilidade alcançável. Suas vantagens são diversas e incluem: abrangência de locais de acesso dificultado a partir de imagens repetidas em grandes altitudes, baixo custo, quando comparado às saídas de campo, considerando a capacidade de sobreposição de camadas e informações em um mesmo local, possibilitando o gerenciamento destes itens de forma simultânea (RODRIGUES, 1990; NOVO, 1992).

O sensoriamento remoto e seus três elementos essenciais: a fonte de energia eletromagnética, o sensor e o analisador, que é aquele que transformará os sinais gerados em informações, contribuem para uma avaliação mais detalhada de regiões que passaram por mudanças significativas. Estas podem ser associadas ao meio ambiente ou à antropização, como avanço de áreas urbanas, desmatamento, mudanças no regime de uso dos solos, erosões, desastres naturais, entre outros, uma vez que os dados adquiridos pelo sensoriamento remoto resultam em um agregado de informação de tempos distintos, como é explicado por Novo (1992).

#### **3.2 Mata Atlântica**

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, que originalmente estendia-se de forma contínua ao longo da costa brasileira, penetrando até o leste do

Paraguai e nordeste da Argentina em sua porção sul. No passado cobria mais de 1,5 milhões de km<sup>2</sup> – com 92% desta área no Brasil (Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, 2001; GALINDOLEAL e CÂMARA, 2003) citados por (Tabarelli et al., 2005). Além disso, Tabarelli (2005) ainda acrescenta dizendo que com status de ameaçada e mais de 8.000 espécies endêmicas, a Mata Atlântica é um

dos 25 hotspots mundiais de biodiversidade (MYERS et al., 2000)

**Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica 2015-2016**



**Figura 1.** Remanescentes florestais atuais da Mata Atlântica

**Fonte.** Fundação S.O.S. Mata Atlântica e INPE

Atualmente, segundo o balanço dos últimos dez anos da Mata Atlântica, disponibilizado em janeiro de 2017 e fornecido pela Fundação S.O.S Mata Atlântica, os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 12,5% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração; apenas cerca de 8,5% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares. Mesmo reduzida e muito fragmentada, como pode ser visto na figura 1, estima-se que na Mata Atlântica existam cerca de 20.000 espécies vegetais (cerca de 35% das espécies existentes no Brasil), incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Essa riqueza é maior que a de alguns continentes (17.000 espécies na América do Norte e 12.500 na Europa) e por isso a região da Mata Atlântica é altamente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial.

Ainda segundo o MMA, além de ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, tem importância vital para aproximadamente 120 milhões de brasileiros que vivem em seu domínio, onde são gerados aproximadamente 70% do PIB brasileiro. Importância essa devido à prestação de diversos e importantes serviços ambientais, regulando o fluxo dos mananciais hídricos, assegurando a fertilidade do solo, controlando o equilíbrio climático e protegendo escarpas e encostas das serras, além de preservar um patrimônio histórico e cultural imenso e também oferecendo paisagens que oferecem belezas cênicas.

### **3.3 Unidades de Conservação**

No Brasil existe uma legislação específica que rege as Unidades de Conservação (UCs), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o qual foi criado no ano 2000 a partir da Lei Federal nº 9.985/00. Plano de manejo, zona de amortecimento visando a amenização das atividades antrópicas nos arredores são determinações estabelecidas nesta lei, as quais as Unidades de Conservação devem atender.

De acordo com o SNUC, as UCs são espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente (BRASIL, 2000). Ainda segundo Brasil (2000), as UCs dividem-se em dois grupos: (1) Unidades de Proteção Integral - onde a proteção da natureza é o principal objetivo dessas unidades, por isso as regras e normas são mais restritivas. Nesse grupo é permitido apenas o uso indireto dos recursos

naturais; ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou danos aos recursos naturais. Exemplos de atividades de uso indireto dos recursos naturais são: recreação, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental, entre outras; (2) Unidades de Uso Sustentável - são áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Nesse grupo, atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais são permitidas, mas desde que praticadas de uma forma que a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos esteja assegurada. Dentro deste grupo, estão incluídas as seguintes subcategorias: área de relevante interesse ecológico, floresta nacional, reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável, reserva extrativista, área de proteção ambiental e reserva particular do patrimônio natural. Além disso, Bruner e colaboradores (2001) afirmam que as UCs têm a importância de garantir a continuidade da evolução natural, assim como contribuir para a futura restauração ecológica.

A Mata Atlântica brasileira é provavelmente uma das regiões sul americanas com o maior número de áreas de proteção integral (parques, reservas, estações ecológicas e reservas privadas) – mais de 600 novas áreas foram criadas nos últimos 40 anos (FONSECA et al., 1997; GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2003). Entretanto, ainda segundo Tabarelli et al (2005), o sistema está longe de ser adequado, uma vez que as áreas protegidas cobrem menos de 2% de todo o bioma e muitas destas áreas são pequenas demais (cerca de 75% delas são inferiores a 100 km<sup>2</sup>) para garantir a persistência de espécies em longo prazo (SILVA e TABARELLI, 2000) e entre as 104 espécies ameaçadas de vertebrados, 57 não constam em qualquer área protegida (PAGLIA et al., 2004).

### **3.4 Corredores ecológicos**

De acordo com o SNUC (BRASIL, 2000), os corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e 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 aquelas das unidades individuais.

Ao se levar em consideração o cenário de proteção de florestas nacional, Arruda (2004) diz que, caso implementados estrategicamente, os corredores e as zonas de amortecimento podem mudar fundamentalmente o papel ecológico das áreas protegidas; ele ainda acrescenta que os corredores servem para aumentar o tamanho e as chances de sobrevivência de populações de diferentes espécies, além de possibilitarem a recolonização com populações de espécies localmente reduzidas e, ainda, permitirem a redução de pressão sobre o entorno das áreas protegidas.

Csuti (1991) afirma que perturbações naturais sempre resultaram em algum grau de fragmentação de habitats. O mesmo ainda completa dizendo que, no passado, áreas perturbadas geralmente eram rodeadas por uma matriz de estágios mais avançados de sucessão, logo, os animais simplesmente se locomoviam desviando de ilhas de perturbação. Por isso, Seoane et al. (2010) afirmam que, além da urgência de se estabelecerem medidas de proteção dos remanescentes florestais, torna-se necessário restaurar a interligação entre fragmentos florestais, para que a reprodução da fauna e flora possa ocorrer entre indivíduos de diferentes fragmentos florestais.

Para tornar mais eficiente a proposta de união de fragmentos florestais, existem duas abordagens para avaliar a conectividade, uma baseada em requisito de habitats específicos de espécies e outra que está voltada para a identificação de corredores usando o nível de “naturalidade” da paisagem como foco (KROSBY et al., 2015). Uma metodologia aplicável a tal função é o uso da ferramenta *Linkage Mapper- LM*, por exemplo, utiliza o software ArcGIS 10.2 para considerar as áreas de *habitat (core areas)* e resistências principais a formação de corredores para identificar e mapear de possíveis ligações entre áreas discriminadas importantes pelo usuário (MCRAE e KAVANAGH, 2011). A eficiência deste modelo se baseia na identificação de áreas adjacentes e cria mapas de corredores de menor custo entre elas e, em seguida, é feito um mosaico individual dos corredores para criar um único corredor no mapa. O *Linkage Mapper* vem sendo utilizado com sucesso em muitos trabalhos científicos (DUTTA et al., 2015; KROSBY et al., 2015; CASTILHO, 2015).

## **4. Material E Métodos**

### **4.1 Área de estudo e base de dados**

A área de estudo escolhida foi o Estado do Rio de Janeiro, visto que seus limites estão inteiramente inseridos no bioma Mata Atlântica. Seu histórico conta com intensa exploração florestal, desde o período de colonização até os dias de hoje, com a expansão da urbanização. Tal cenário de desmatamento descontrolado gerou uma grande fragmentação das florestas do Estado, afetando diretamente a dinâmica da fauna e flora, além de pôr em risco a perpetuação dos serviços ambientais prestados por tal bioma, o que afeta diretamente a qualidade de vida humana.

De modo a simplificar e otimizar o processamento dos dados, tendo em vista o enorme conjunto de dados disponíveis para o Estado em escala mais detalhada (1:50.000), os dados tiveram sua resolução espacial piorada, processando os dados de uso e ocupação do solo, malha rodoviária e UCs em *pixels* de 250m, bem como foram selecionadas UCs, com áreas mais compatíveis com essa

resolução final adotada. Assim, foram selecionadas todas as Unidades de Conservação com área superior a 10 hectares, as quais foram obtidas do site [www.protectedplante.net](http://www.protectedplante.net). O uso e cobertura do solo atual em toda a abrangência do Estado e a malha rodoviária, a fim de propor corredores ecológicos entre estas UCs, foram obtidos do INEA (RIO DE JANEIRO, 2015). Esses dados foram convertidos para o formato *raster* em *pixels* de 250 m utilizando a Projeção Conforme Cônica de Lambert.

Para isso, foram estabelecidas classes de resistência à formação de um corredor ecológico, o que, também, demonstra de forma mais objetiva a realidade do uso do solo atualmente. Essa associação entre uso e classificação de resistência é apresentada na Tabela 1. A Figura 2 deixa clara a grande discrepância destes usos no Estado, especialmente quando se compara a quantidade de áreas naturais de florestas e áreas mais degradadas, como pastagens e solos expostos. A cobertura original do solo sem inserção em classes é apresentada na Figura 3. A distribuição espacial de toda essa dinâmica de uso e ocupação do solo é apresentada na Figura 4 incluindo as áreas das UCs selecionadas.

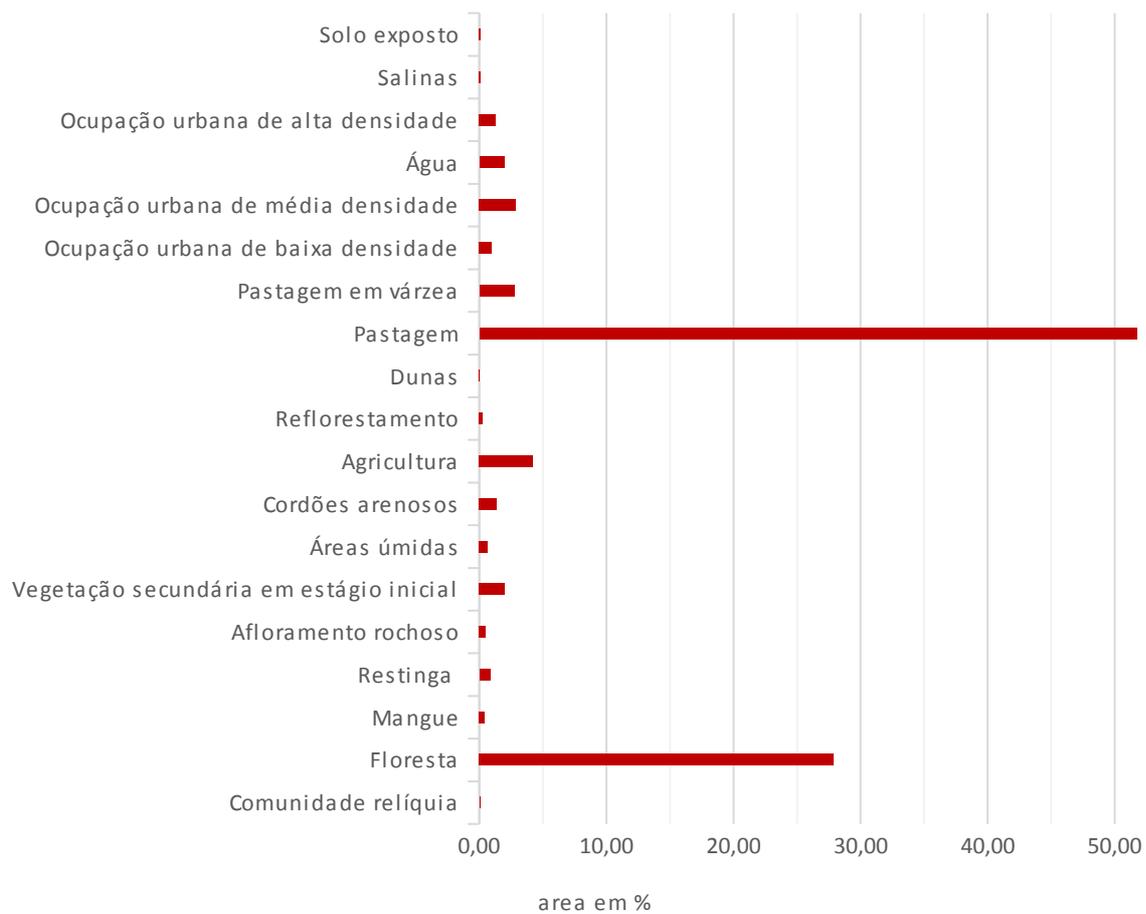
O Estado conta com 91 municípios e um total de 124 Unidades de Conservação acima de 10 ha, totalizando 335.612,6 ha, o que equivale a 8,56 % da área total do Estado. Porém, as Áreas de Proteção Ambiental (APA) não estão inseridas no cálculo de UCs devido à sua grande flexibilidade legal no uso, o que torna incerta a sua capacidade de manter a cobertura florestal equilibrada e, conseqüentemente, suas funções ecológicas plenas.

Segundo o Centro de Estatística Pesquisa e Estudo do Estado do Rio de Janeiro (CEPERJ), o Estado possui clima quente com áreas úmidas, semiúmidas e, até, secas; a temperatura e a distribuição das chuvas pelos meses do ano variam, principalmente, de acordo com o relevo e a proximidade do mar; quanto mais alto, mais baixa é a temperatura; quanto mais perto do mar, mais amena. Desta forma, percebem-se vários tipos de clima, destacando-se o tropical e o tropical de altitude. O clima tropical ocorre nas áreas de baixas altitudes, como as baixadas e a base da Serra do mar. Apresenta temperatura média anual em torno de 24°C e áreas úmidas e semiúmidas. O clima tropical de altitude ocorre nas terras altas e se caracteriza por temperaturas mais amenas, devido à altitude do relevo.

**Tabela 1.** Uso e cobertura do solo no Estado do Rio de Janeiro e suas respectivas resistências associadas.

<b>Classificação</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Resistência</b>
<b>Comunidade relíquia</b>	2.575,19	<b>0,07</b>	<b>1</b>
<b>Floresta</b>	1.091.865,7	<b>27,85</b>	<b>1</b>
<b>Mangue</b>	16.131,34	<b>0,41</b>	<b>1</b>
<b>Restinga</b>	33.090,35	<b>0,84</b>	<b>1</b>
<b>Afloramento rochoso</b>	20.048,29	<b>0,51</b>	<b>10</b>
<b>Vegetação secundária em estágio inicial</b>	79.738,79	<b>2,03</b>	<b>20</b>
<b>Áreas úmidas</b>	26.067,76	<b>0,66</b>	<b>40</b>
<b>Cordões arenosos</b>	52.822,58	<b>1,35</b>	<b>40</b>
<b>Agricultura</b>	166.255,86	<b>4,24</b>	<b>80</b>
<b>Reflorestamento</b>	10.420,46	<b>0,27</b>	<b>80</b>
<b>Dunas</b>	681,86	<b>0,02</b>	<b>90</b>
<b>Pastagem</b>	2.027.422,2	<b>51,72</b>	<b>90</b>
<b>Pastagem em várzea</b>	107.603	<b>2,74</b>	<b>90</b>
<b>Ocupação urbana de baixa densidade</b>	38.824,94	<b>0,99</b>	<b>95</b>
<b>Ocupação urbana de média densidade</b>	111.674,29	<b>2,85</b>	<b>97</b>
<b>Água</b>	77.392,53	<b>1,97</b>	<b>100</b>
<b>Ocupação urbana de alta densidade</b>	50.444,62	<b>1,29</b>	<b>100</b>
<b>Salinas</b>	3.230,24	<b>0,08</b>	<b>100</b>
<b>Solo exposto</b>	3.732,39	<b>0,10</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3.920,022</b>	<b>100,00</b>	

## USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



**Figura 2.** Gráfico das áreas e seus respectivos usos no Estado do Rio de Janeiro.



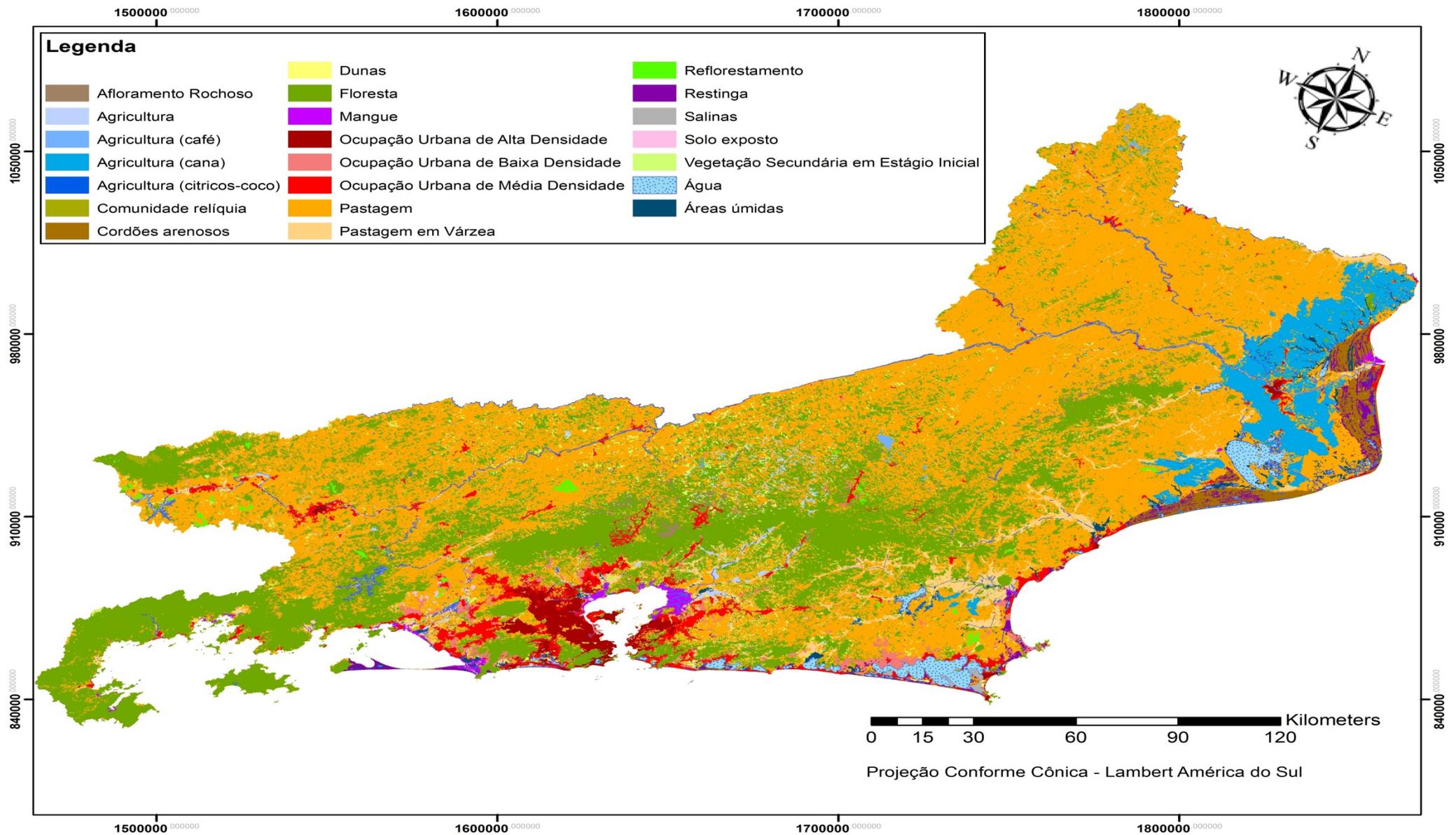


Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo no Estado do Rio de Janeiro.

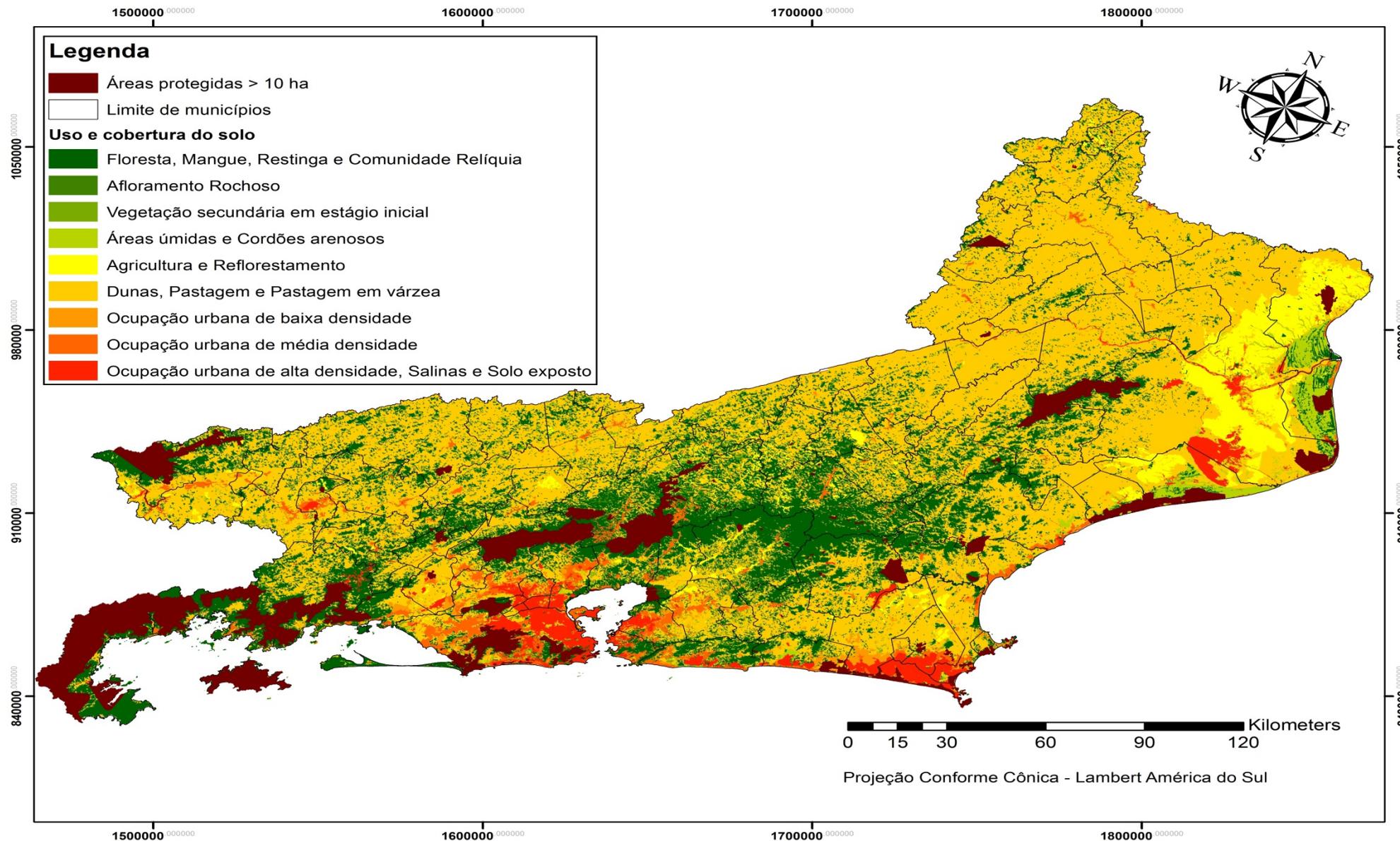


Figura 4. Mapa do Estado do Rio de Janeiro com limites municipais, áreas protegidas e uso do solo classificado por sua resistência.

## 4.2 Processamento de dados

A análise espacial para o Estado foi realizada a partir da base de dados do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), utilizando *shapefiles* de uso e cobertura do solo, malha rodoviária, e limites municipais. A base de Unidades de Conservação foi utilizada do site [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net).

O software empregado no processamento de dados foi o ArcGIS Desktop v10.2, utilizando *pixels* de 250 m para todas as camadas. Um *buffer* de 500 m foi aplicado para cada lado da malha rodoviária, a fim de tornar a sua resistência mais padronizada, uma vez que a base de dados utilizada engloba diversas classes de rodovias, além de tornar sua resistência mais representativa para a proposição de corredores ecológicos.

## 4.3 Resistência e cobertura do solo

Para a estimativa de resistência, foram criados dois cenários: cenário 1, levando em consideração a presença da malha rodoviária enquanto o outro cenário não a considera, logo, cenário 2. Os valores de resistência associados ao uso do solo estão explicitados na Tabela 1 e o mapa com a malha rodoviária para melhor compreensão da situação em questão é apresentado na Figura 5. Para o cenário com a presença das estradas foi considerado no interior do *buffer* uma resistência de 100 e no exterior NoData, de modo que apenas onde houvesse a presença das estradas, estas fossem sobrepostas às resistências de uso e cobertura, através da ferramenta *Mosaic to new raster*, no *software* ArcGIS v.10.2.

Para a proposição dos corredores utilizou-se a ferramenta *Linkage Mapper* adaptada ao *ArcToolbox* do ArcGIS v10.2. As UCs foram numeradas e inseridas no modelo, bem como os arquivos de resistência final para cada cenário avaliado. Após algumas horas de processamento, foram gerados os produtos finais: um *raster*, com dados contínuos das resistências ou os menores custos para a formação de corredores.

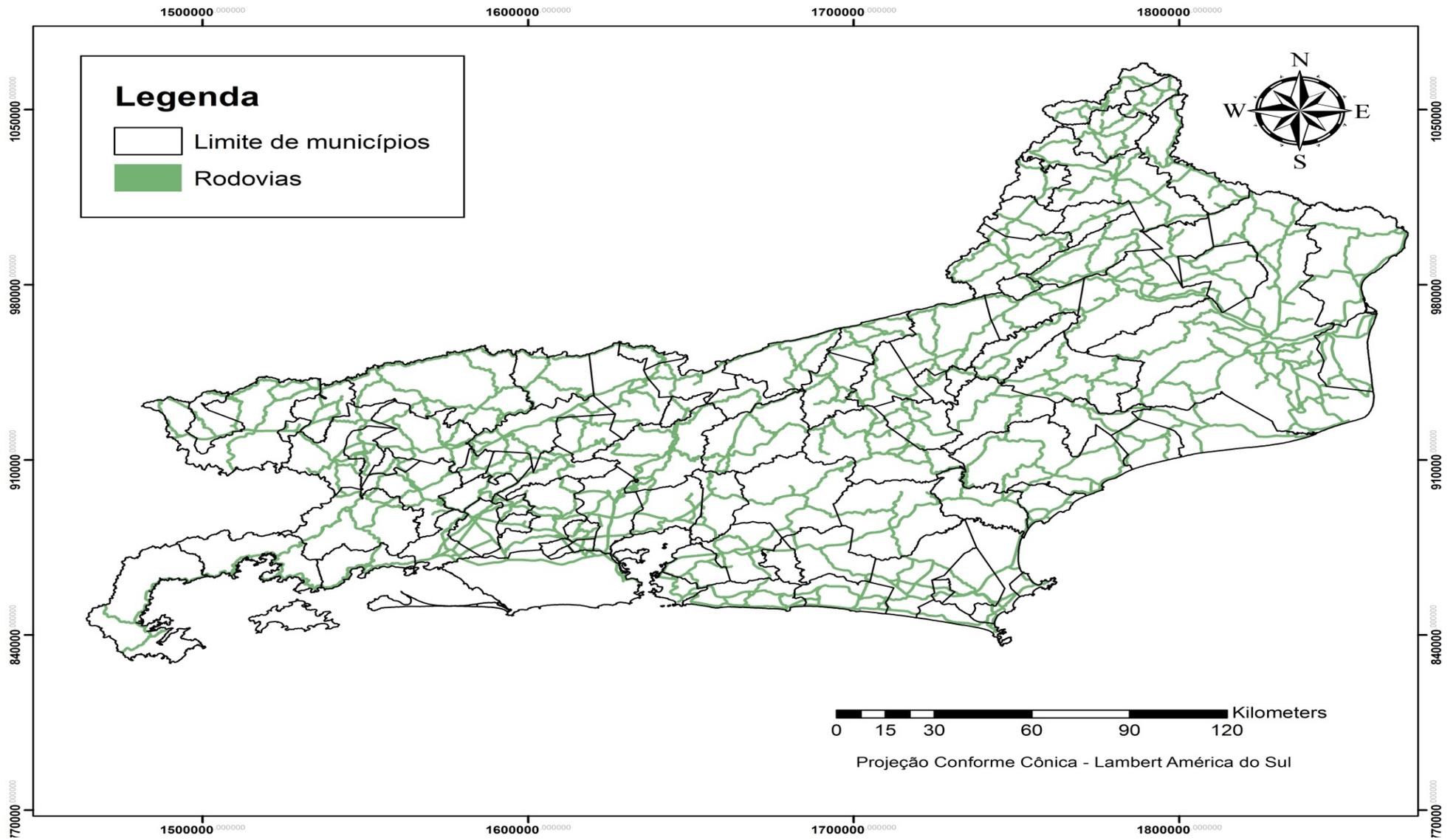
A partir do arquivo *shapefile* com o menor custo para a formação dos corredores entre as UCs, foi gerado um *buffer* de 100 m para cada lado, totalizando um corredor com faixa de 200 m conforme sugerido em Zau (1997), dobrando a área para corredores sugerida pelo CONAMA. Assim, nesse *buffer* foram excluídas as áreas que estavam inseridas no interior das UCs (pois o *Linkage Mapper* mantém uma continuidade dos corredores dentro das UCs)

e, em seguida, realizada a interseção com os dados originais de uso e cobertura do solo do Estado (na escala de 1:50.000), os quais foram reclassificados para *pixels* de 250 m para geração das propostas de corredores. Dessa forma, foi obtido um arquivo com o uso e cobertura do solo onde os corredores foram propostos, em uma faixa mínima de 200 m de largura conectando as UCs.

Segundo Temple & Cary (1988), efeitos de borda geralmente são encontrados a 200 m da borda física e, às vezes, a 600m da borda, de acordo com Wilcove et al.,(2004). Assim, utilizando a estimativa de 600 m, apenas corredores com largura maior que 1,2 km conterão habitat livre dos efeitos de borda (SEOANE et al., 2010). Portanto, em ambos os casos apresentados, os corredores ecológicos foram propostos com a largura de 200 m, usando como referência a Resolução CONAMA nº 09, de 24 de outubro de 1996, a qual, em seu Art. 3º estabelece que a largura mínima seja de 100 m.

Apesar da possibilidade de efeito de borda citadas por estudos aqui citados, foi adotada a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), devido à alta inviabilidade potencial de propostas de implementação de corredores com larguras superiores a 1,2km, ao se levar em conta a realidade altamente conflituosa entre meio ambiente e expansão urbana no Estado do Rio de Janeiro, no que diz respeito ao uso do solo.

Após a definição dos usos e coberturas do solo para ambos os cenários em cada um dos corredores, foi realizado um cruzamento com os municípios do Estado a fim de identificar um ranking com os municípios que mais possuem corredores ecológicos passando por seus respectivos territórios e, em seguida, estimar o aporte financeiro que os mesmos demandariam para se tornarem reais. Todo o processamento e mapas finais foi realizado na interface do *software* ArcGIS v10.2.



**Figura 5.** Malha rodoviária do Estado do Rio de Janeiro



## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 Proposição de corredores ecológicos

Nos mapas a seguir serão apresentadas as proposições de corredores ecológicos conectando as UCs através da metodologia de resistência de uso e cobertura do solo, tanto para a resistência da malha rodoviária associada (cenário 1) quanto para o cenário sem a inclusão da malha rodoviária (cenário 2).

Apesar das análises de cenários distintos, os resultados foram similares, especialmente na região central do Estado. Nota-se também a baixa tendência à formação de corredores, tendendo à inexistência nas áreas onde há predominância de áreas de pastagem e ocupação urbana de alta intensidade, como na região metropolitana do Rio de Janeiro e ao longo da divisa com o Estado de Minas Gerais. Embora a predominância da cobertura do solo no Estado seja de pastagens, com 54,46 %, valor que é praticamente o dobro da área coberta por florestas, com 27,85 %, os diversos fragmentos florestais de UCs espalhados, além da presença de florestas não pertencentes a qualquer UC, no centro do Estado geram um cenário promissor para a formação de corredores ecológicos nesta região, tornando possível uma conexão que engloba todo o território estadual. A presença desses remanescentes florestais é de grande valia, pois como foi observado por Shaadt e Vibrans (2015), avaliando o uso da terra no entorno de fragmentos florestais no sul do país, objetivando verificar a influência na sua estrutura e composição, as paisagens com maior cobertura florestal tendem a facilitar a existência de florestas mais conservadas e com menor influência da matriz antropizada de entorno.

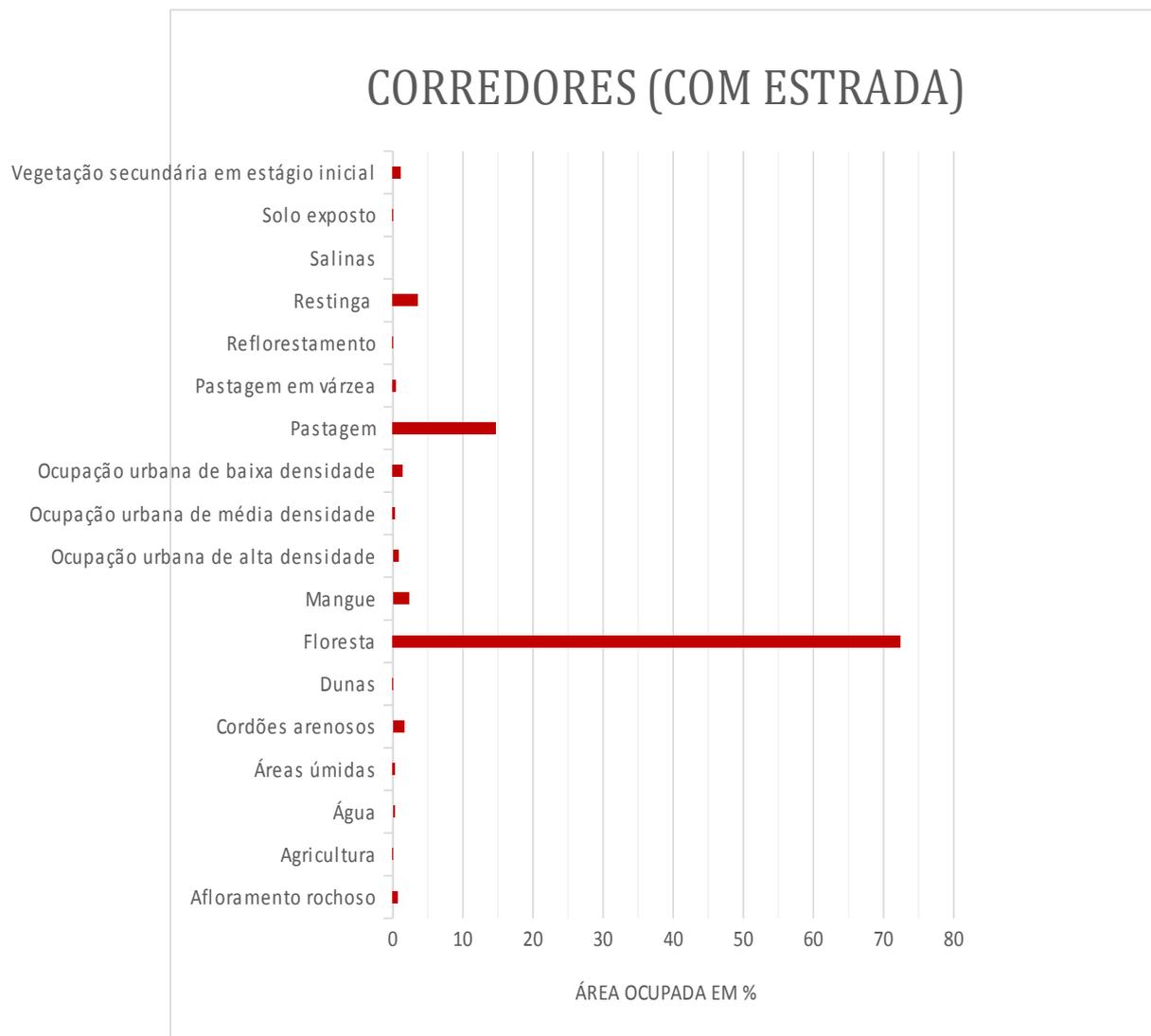
No cenário 1 foram gerados 32.165,5 ha de corredores ecológicos, sendo possível notar a diminuição de resistência à formação dos mesmos conforme aumenta a área verde no mapa, o que representa a cobertura florestal. Essa associação é confirmada numericamente na Tabela 2 e representada nas Figuras 6 a 9, demonstrando que a maior área de ocupação territorial proposta no Estado para a formação destes corredores já possui 23.293 ha de florestas em seu traçado, representando 72,43% da área de tal proposta.

Em segundo lugar há áreas de pastagens, totalizando 4.875 ha, representando 15,16% da área proposta (pastagem e pastagem em várzeas). Além destas duas classes majoritárias na

proposição da formação dos corredores, existem ainda mais 13 as quais estão melhor visualizadas também na Figura 6.

**Tabela 2.** Área ocupada em cada classe pela proposta de corredores ecológicos que incluem a malha rodoviária

<b>Classificação</b>	<b>Corredores ecológicos (com estradas) – ha</b>	<b>%</b>
<b>Afloramento rochoso</b>	237,5	<b>0,74</b>
<b>Agricultura</b>	12,5	<b>0,04</b>
<b>Água</b>	81,25	<b>0,25</b>
<b>Áreas úmidas</b>	93,75	<b>0,29</b>
<b>Cordões arenosos</b>	512,5	<b>1,59</b>
<b>Dunas</b>	6,25	<b>0,02</b>
<b>Floresta</b>	23.293,75	<b>72,43</b>
<b>Mangue</b>	731,25	<b>2,27</b>
<b>Ocupação urbana de alta densidade</b>	243,75	<b>0,76</b>
<b>Ocupação urbana de média densidade</b>	100	<b>0,31</b>
<b>Ocupação urbana de baixa densidade</b>	450	<b>1,40</b>
<b>Pastagem</b>	4.731,25	<b>14,71</b>
<b>Pastagem em várzea</b>	143,75	<b>0,45</b>
<b>Reflorestamento</b>	6,25	<b>0,02</b>
<b>Restinga</b>	1.156,25	<b>3,60</b>
<b>Solo exposto</b>	6,25	<b>0,02</b>
<b>Vegetação secundária em estágio inicial</b>	356,25	<b>1,11</b>
<b>TOTAL</b>	<b>32.162,5</b>	<b>100</b>



**Figura 6.** Área ocupada em cada classe pela proposta de corredores ecológicos que incluem a malha rodoviária.

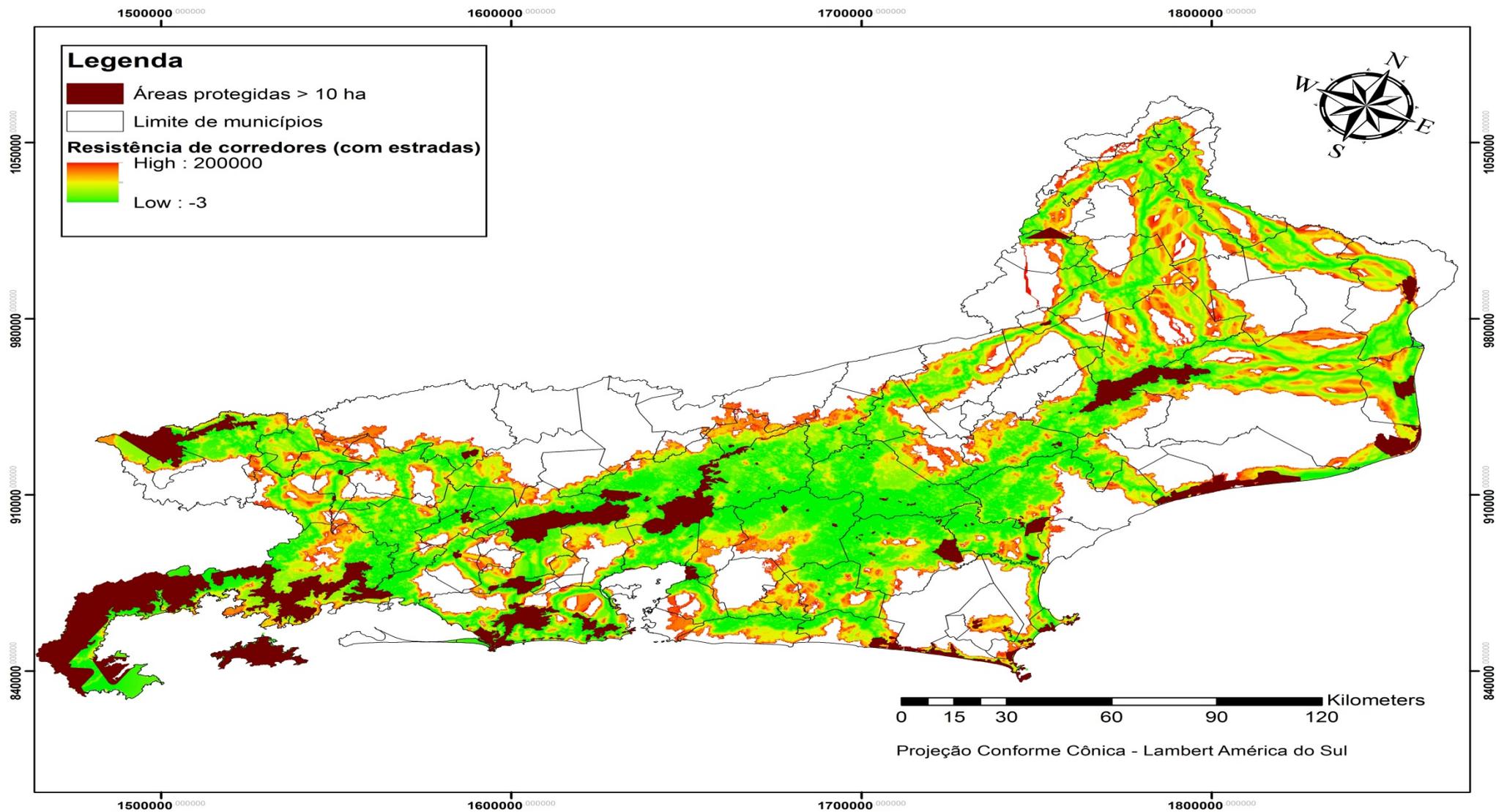
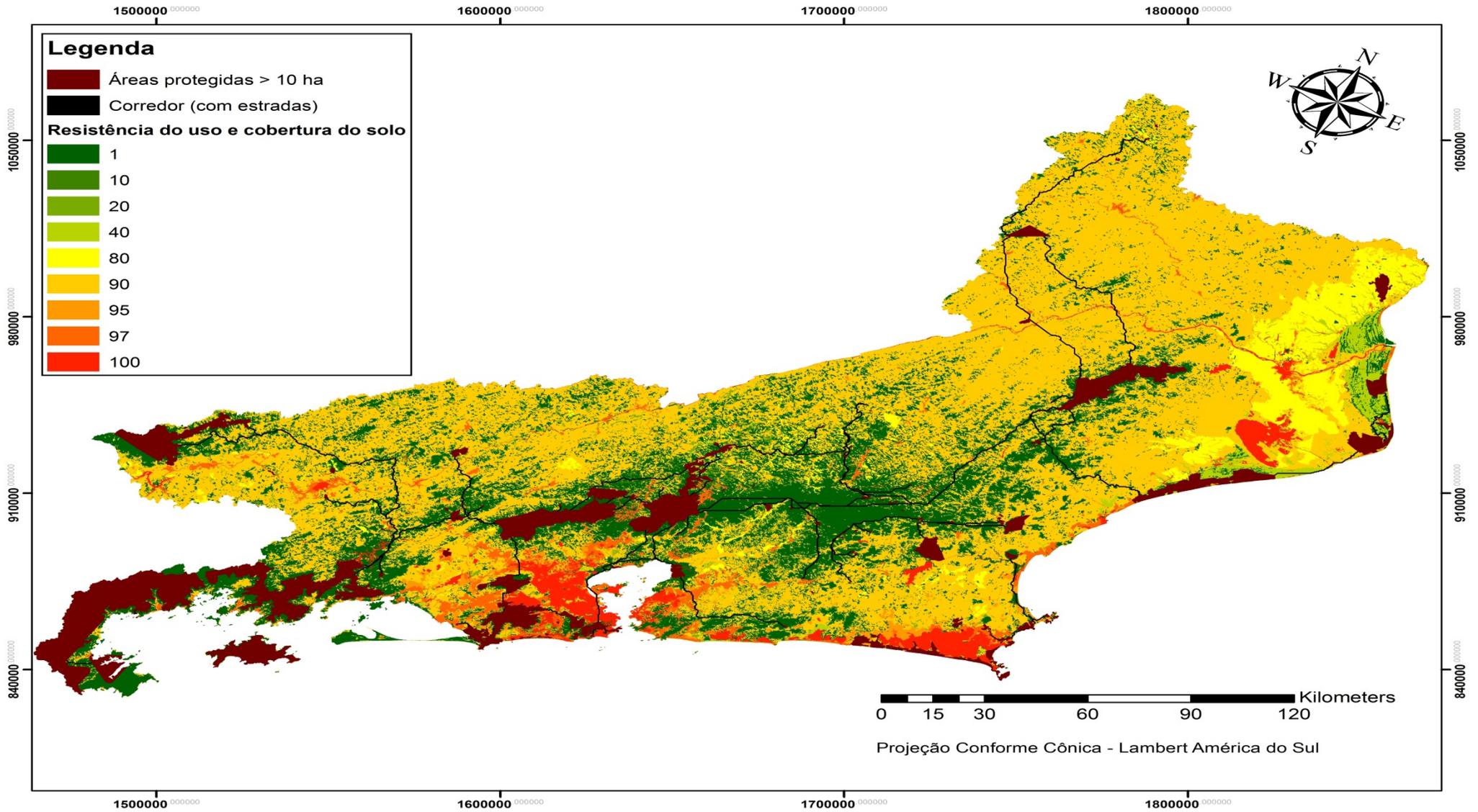


Figura 7. Resistência à formação de corredores ecológicos, associada ao uso do solo e levando em conta as estradas.



**Figura 8.** Formação de corredores ecológicos unindo UCs a partir da resistência de uso do solo considerando a malha rodoviária.

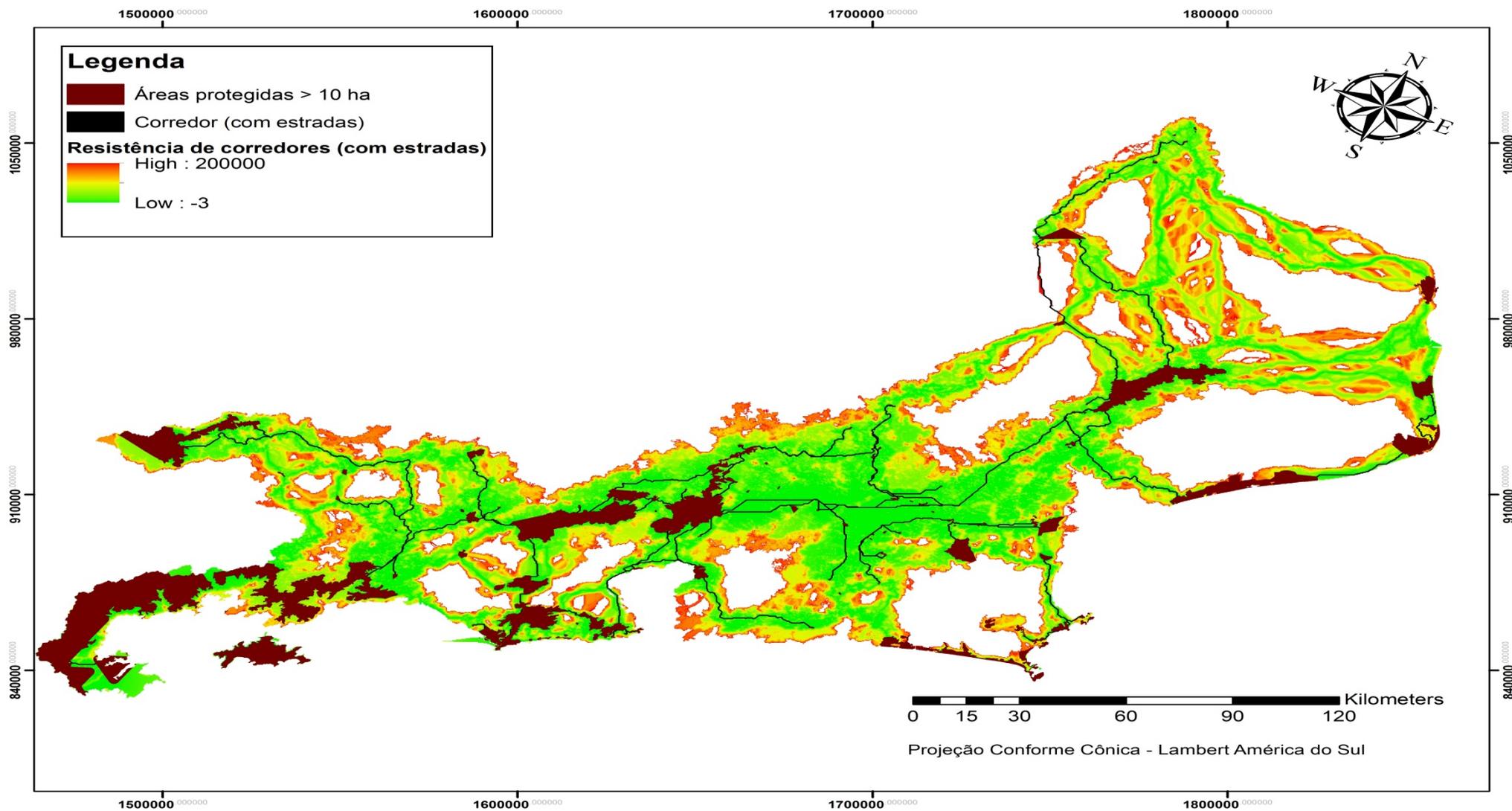


Figura 9. Relação de resistência de zonas para a formação de corredores ecológicos unindo UCs a partir da resistência de uso do solo, incluindo resistência associada à

malha rodoviária

Já no cenário 2 foram gerados 33.500 ha de corredores ecológicos, havendo somente um aumento de 1.334,5 ha no total comparado ao cenário 1, onde a inclusão da malha rodoviária influenciou com uma maior resistência à formação dos corredores ecológicos. Tal acréscimo de resistência, muda consideravelmente os traçados propostos, especialmente na região norte do Estado, próximo da divisa com o Estado de Minas Gerais e o Estado do Espírito Santo.

A influência das rodovias fica ainda mais explícita ao se analisar a região costeira na altura da Restinga da Marambaia. Neste caso, no cenário 2 há a proposta de formação de um corredor ecológico conectando as UCs da região da Costa Verde no Sul do Estado com a região metropolitana, regiões as quais estão demonstradas na Figura 10. Entretanto, tal proposta é eliminada no cenário 1, uma vez que a mesma se encontra na região de grandes rodovias, como a BR-101, inviabilizando a implementação deste corredor ecológico, e também é possível notar a diminuição de resistência a formação dos mesmos conforme aumenta a área verde no mapa, sendo essa associação também confirmada numericamente, como demonstrado na Tabela 3. Segundo esses dados a maior área de ocupação territorial proposta no Estado para a formação destes corredores já possui 25.950 ha de florestas em seu traçado, representando 77,46 % da área de tal proposta.

É notável o contraste de ocupação proposta pelos corredores em relação ao uso e ocupação do solo atualmente, onde a paisagem de pastagens predomina no Estado, ocupando 54,46% de sua área, enquanto a cobertura florestal ocupa praticamente a metade disso com 27,85%, somente.

Com semelhança ao cenário 1, em segundo lugar também vemos a classe de pastagens, totalizando 4.337,5 ha, representando 12,95 % da área proposta para a formação de corredores. Além destas duas classes majoritárias na proposição da formação dos corredores, existem mais 13 classes, também, por onde ele propõe sua passagem, dados os quais estão melhor visualizáveis na Figura 11. Ademais, a região onde a proposta de corredor é eliminada não se apresenta muito propícia à formação de corredores, de acordo com a escala de cores do mapa, as quais indicam o acréscimo de resistência ao mesmo, conforme a cor se aproxima do vermelho, como pode ser conferido nas Figuras 12, 13 e 14.



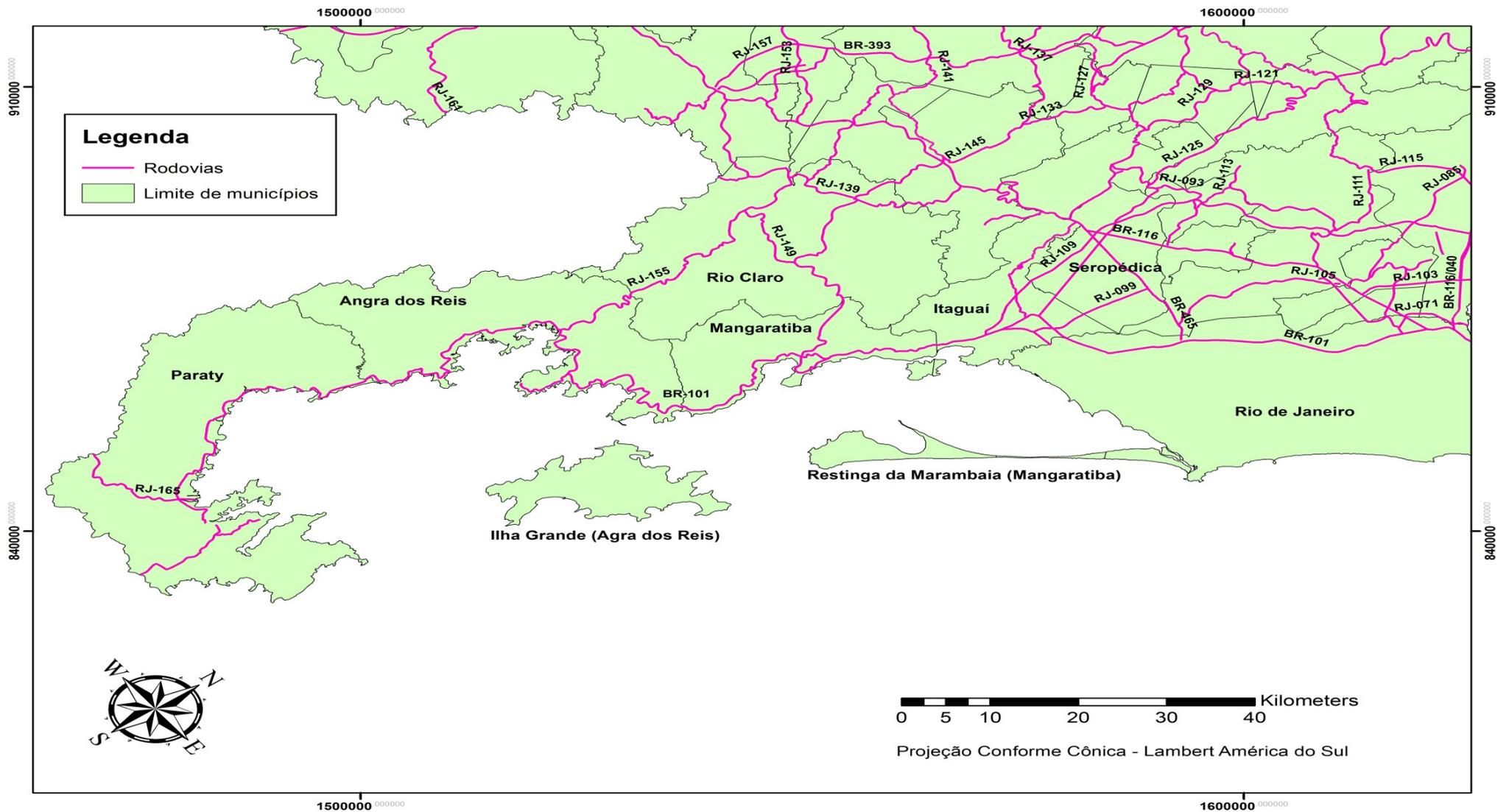
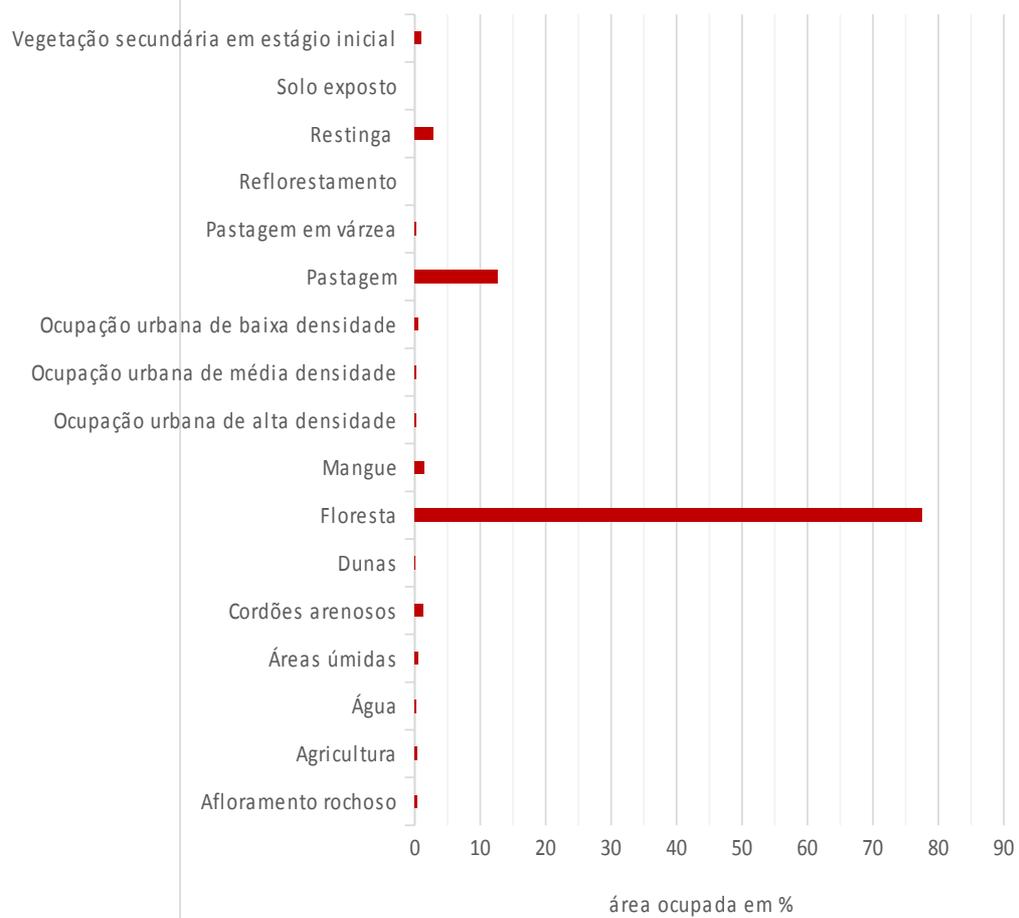


Figura 10. Região da Costa Verde e Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro

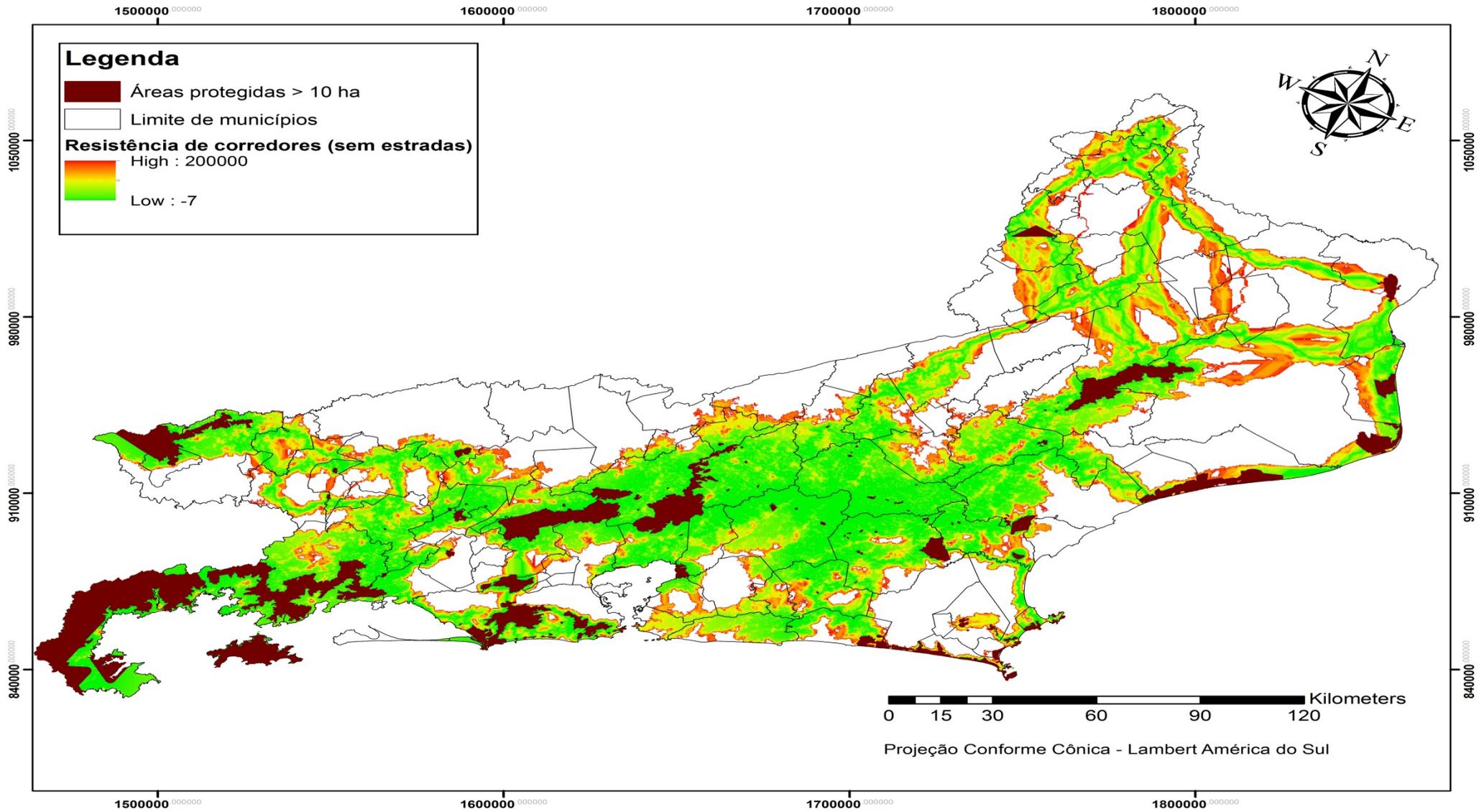
**Tabela 3.** Área ocupada em cada classe de uso do solo pela proposta de corredores ecológicos que não incluem a malha rodoviária.

<b>Classificação</b>	<b>Corredores ecológicos (sem estradas) - ha</b>	<b>%</b>
<b>Afloramento rochoso</b>	143,75	<b>0,43</b>
<b>Agricultura</b>	150	<b>0,45</b>
<b>Água</b>	100	<b>0,30</b>
<b>Áreas úmidas</b>	162,5	<b>0,49</b>
<b>Cordões arenosos</b>	431,25	<b>1,29</b>
<b>Dunas</b>	6,25	<b>0,02</b>
<b>Floresta</b>	25.950	<b>77,46</b>
<b>Mangue</b>	500	<b>1,49</b>
<b>Ocupação urbana de alta densidade</b>	87,5	<b>0,26</b>
<b>Ocupação urbana de média densidade</b>	106,25	<b>0,32</b>
<b>Ocupação urbana de baixa densidade</b>	193,75	<b>0,58</b>
<b>Pastagem</b>	4.275	<b>12,76</b>
<b>Pastagem em várzea</b>	62,5	<b>0,19</b>
<b>Reflorestamento</b>	0	<b>0,00</b>
<b>Restinga</b>	981,25	<b>2,93</b>
<b>Solo exposto</b>	0,00	<b>0,00</b>
<b>Vegetação secundária em estágio inicial</b>	350	<b>1,04</b>
<b>TOTAL</b>	<b>33.500</b>	<b>100,00</b>

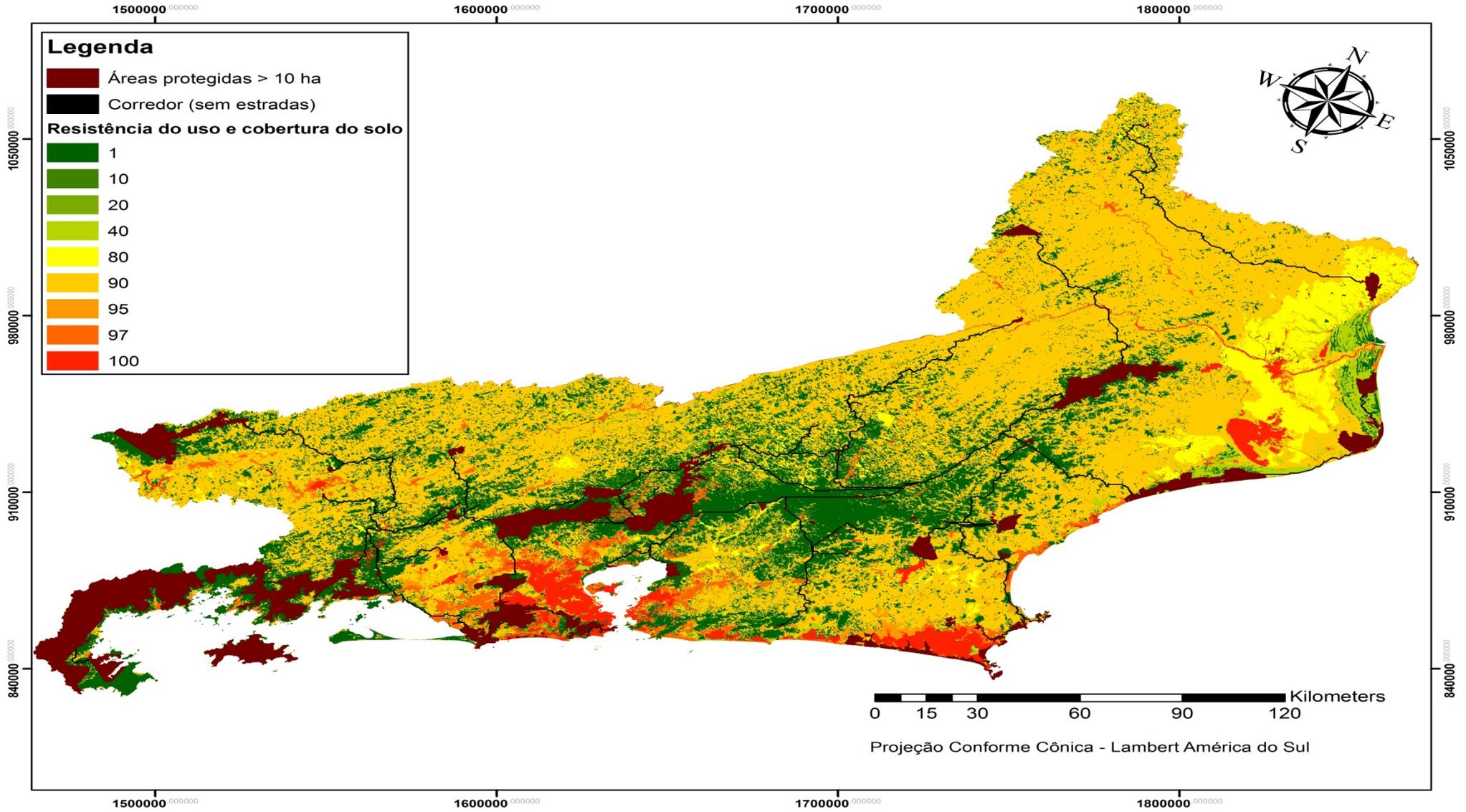
## CORREDORES (SEM ESTRADAS)



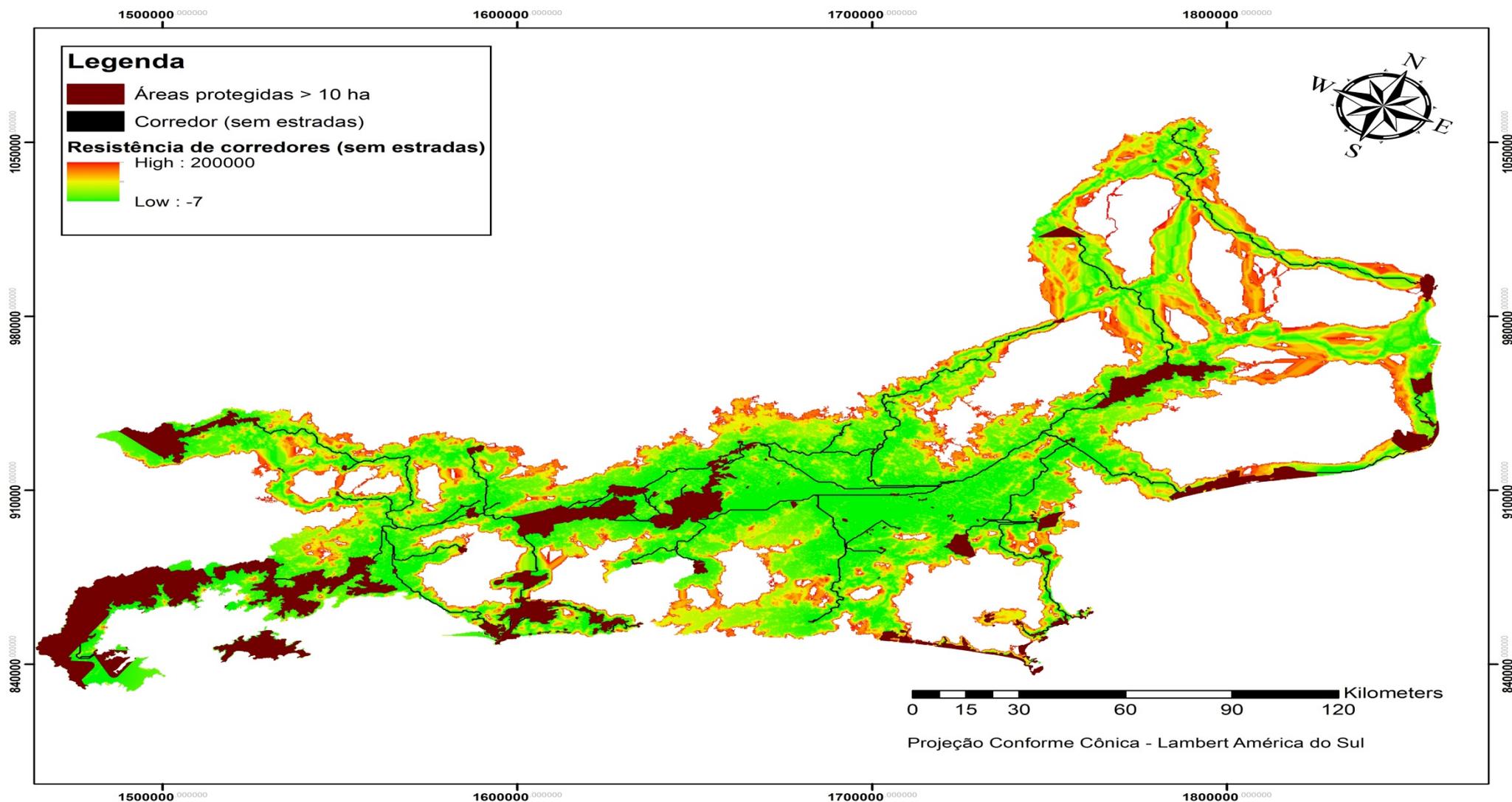
**Figura 11.** Área ocupada em cada classe pela proposta de corredores ecológicos que não incluem a malha rodoviária.



**Figura 12.** Resistência à formação de corredores ecológicos, associada ao uso do solo desconsiderando as estradas.



**Figura 13.** Formação de corredores ecológicos unindo UCs a partir da resistência de uso do solo, desconsiderando a malha rodoviária.



**Figura 14.** Relação de resistência de zonas para a formação de corredores ecológicos unindo UCs a partir da resistência de uso do solo, desconsiderando a malha

rodoviária.

## 5.2 Relação entre corredores ecológicos e municípios

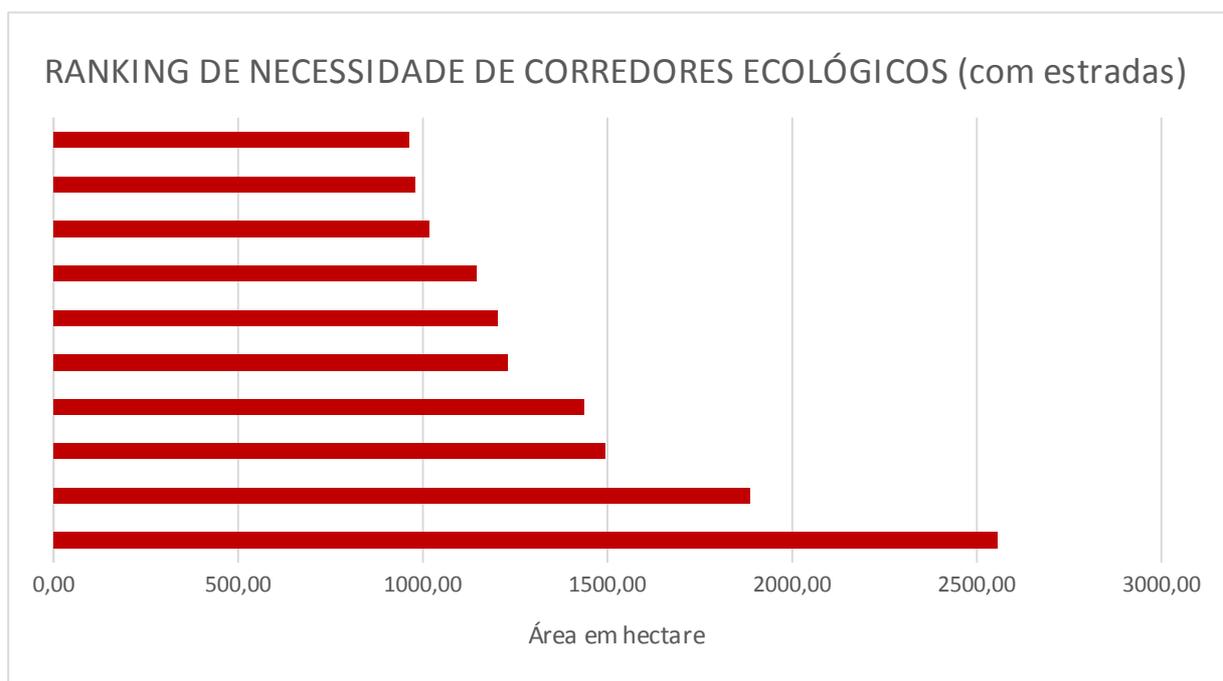
Os mapas e números gerados a partir do processamento de dados evidenciam a heterogeneidade de uso e cobertura do solo em escala Estadual, especialmente quando a comparação entre os dois cenários propostos é feita. Embora, sob uma análise mais branda, as distribuições de corredores nesses cenários sejam similares, a diferença desta distribuição fica clara quando a análise se torna mais criteriosa em cada caso específico de corredores em determinadas regiões.

O Estado do Rio de Janeiro é composto por 91 municípios, portanto, faz-se necessária uma análise em escala municipal para que se possa mensurar o real esforço que será necessário ser aplicado em cada um desses municípios para que as propostas de corredores ecológicos deixem de ser somente projetos e possam se tornar uma realidade. Seoane e colaboradores (2010) explicitam a necessidade da real implementação desses corredores, que além da urgência de se estabelecerem medidas de proteção dos remanescentes florestais, torna-se necessário restaurar a interligação entre fragmentos florestais, para que a reprodução da fauna e flora possa ocorrer entre indivíduos de diferentes fragmentos florestais. Ele ainda reafirma esta importância dizendo que os efeitos da fragmentação florestal tropical têm se mostrado tão severos que é justificável o planejamento e a execução de medidas que busquem atenuá-las, apesar de não estarem disponíveis resultados de pesquisas que demonstrem a eficácia ou mesmo o acerto destas medidas.

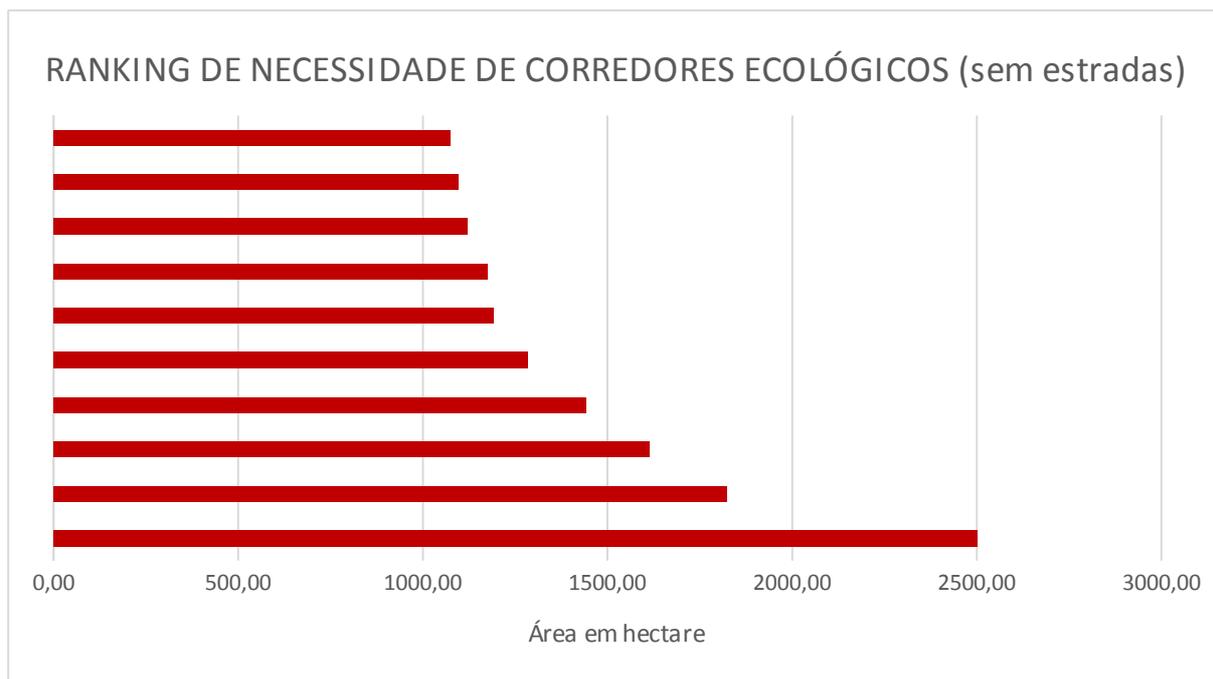
Devido à grande urgência na necessidade de conexão dos fragmentos florestais remanescentes de Mata Atlântica, foi gerado um ranking com os 10 municípios que mais possuem corredores ecológicos passando por seus respectivos territórios, segundo as propostas apresentadas nos dois cenários: com e sem a resistência associada à malha rodoviária. Dessa maneira, os esforços envolvidos na restauração deste bioma através da implementação dessas propostas podem saber suas regiões prioritárias. Os resultados estão apresentados nas Figuras 15 e 16, respectivamente, e os mapas com os corredores e municípios, UCs e numeração das áreas prioritárias nas figuras 17 e 18.

Em ambos os casos, o município de Nova Friburgo é o que possui o maior potencial para criação de corredores ecológicos, visto a sua baixa resistência associada ao uso e ocupação do solo e existência de Unidades de Conservação dentro do próprio município ou municípios vizinhos. Portanto, tal município mostra-se com alto potencial para ser o pioneiro na aplicação das propostas deste estudo. A relação de ocupação por propostas de corredores

ecológicos em todos os municípios do Estado do Rio de Janeiro em ambos os cenários aqui analisados encontra-se em anexo, identificada como anexo 2.



**Figura 15.** Ranking dos 10 municípios com mais propostas de corredores no cenário 1.



**Figura 16.** Ranking dos 10 municípios com mais propostas de corredores no cenário 2.

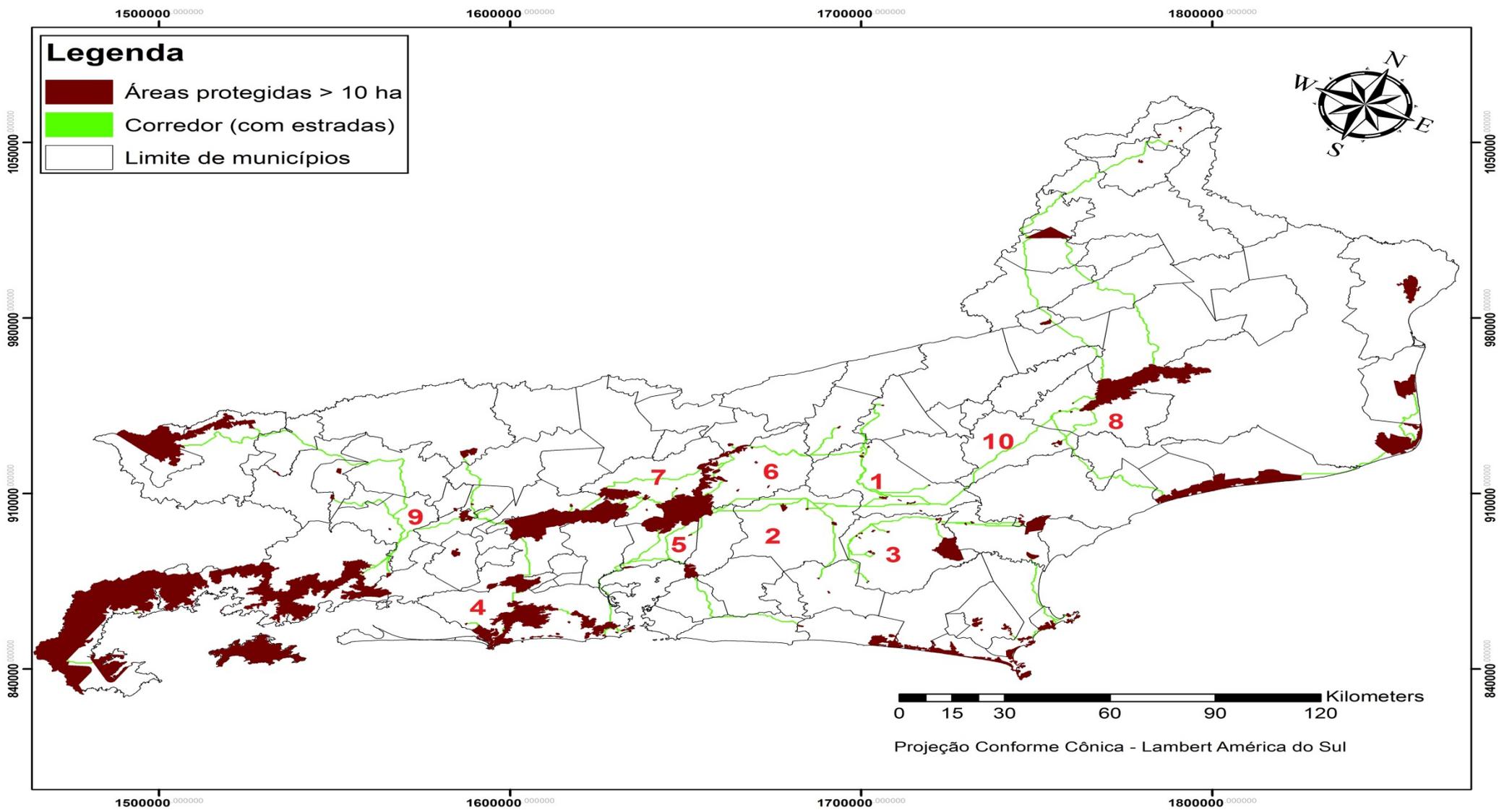


Figura 17. Limites municipais com Unidades de Conservação e corredores no cenário 1.

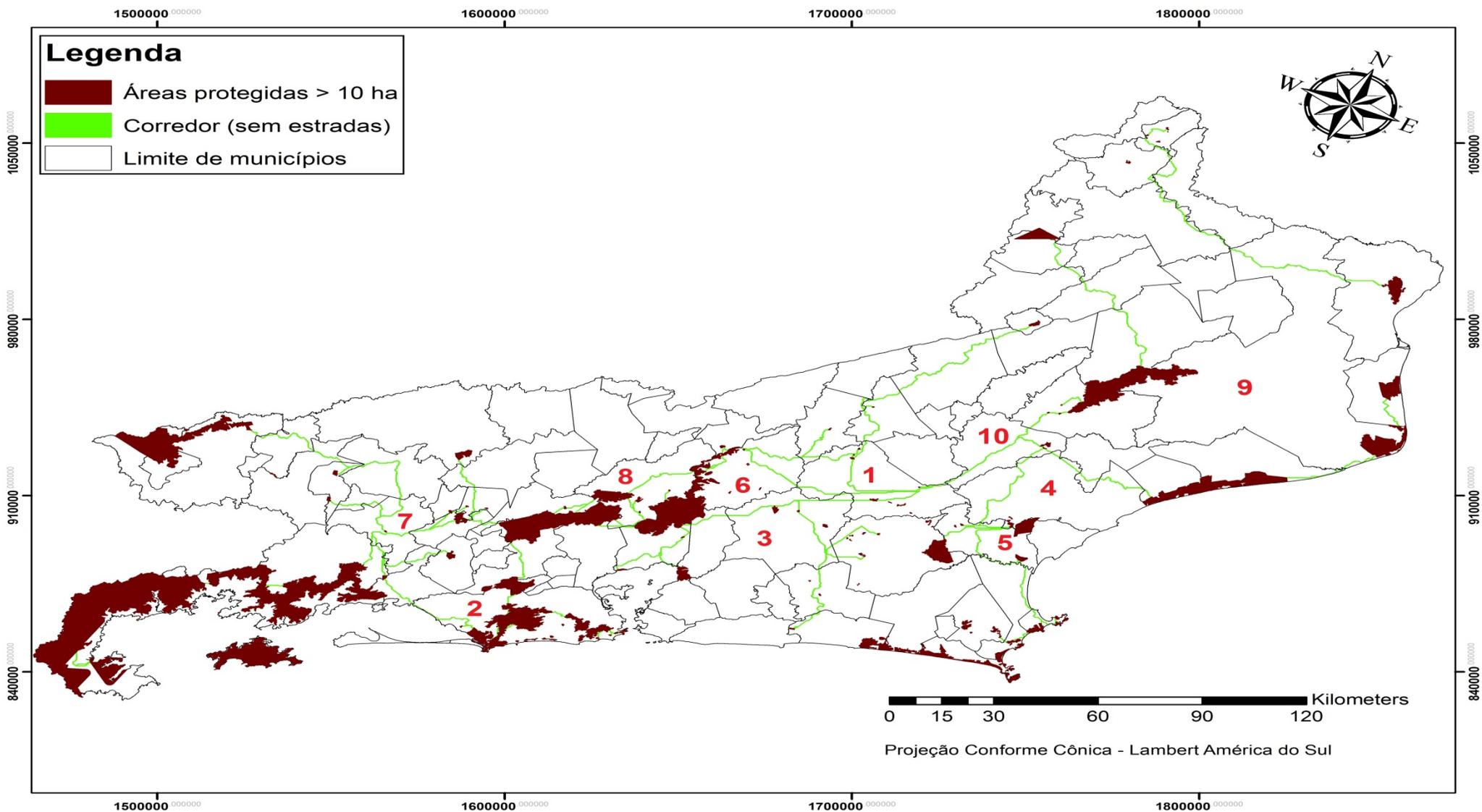


Figura 18. Limites municipais com Unidades de Conservação e corredores no cenário 2.

### 5.3 Relação entre corredores ecológicos e Unidades de Conservação

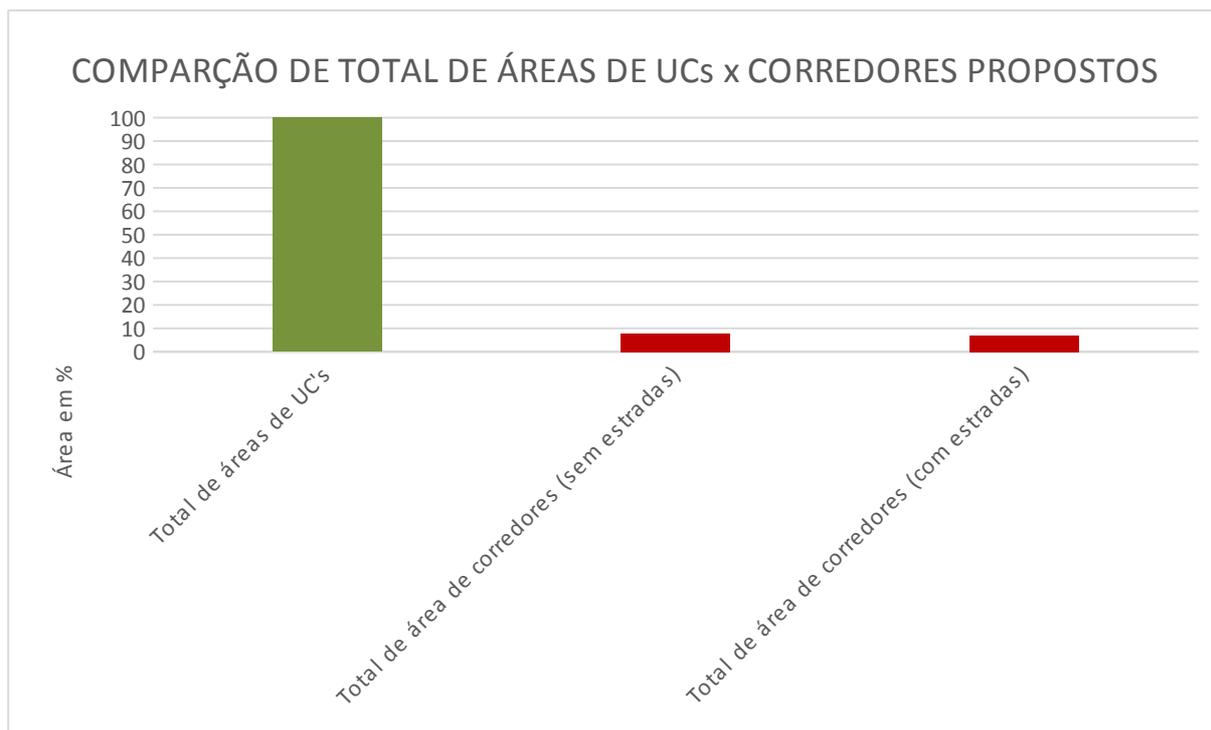
Diante da escala em que o presente estudo se baseia, faz-se oportuno um paralelo com alguma área relevante ao mesmo para que se torne mais visível o desafio proposto em ambos os cenários para a implementação de corredores ecológicos ligando as Unidades de Conservação.

A fim de tornar a dimensão do esforço a ser empregado mais compreensível, usou-se a soma de área de todas as UCs acima de 10 ha como referencial para comparação. O seu total é equivalente a 335.613 ha e foi fixado como 100% para o efeito comparativo. A partir dessa premissa, utiliza-se o total das áreas propostas pelos dois cenários do estudo e estima-se o quanto mais de florestas seria necessário ser restaurado para que as propostas de corredores se tornassem reais.

No cenário 1, onde é considerada a resistência da malha rodoviária, mostra-se necessário recuperar 32.162,5 ha, o que é equivalente a 9,58% das áreas de UCs já existentes no Estado. Já no cenário 2, onde tal resistência não é considerada, mostra-se necessário recuperar 33.500 ha, o que é equivalente a 9,98% das áreas de UCs já existentes no Estado.

Entretanto, um fato não é levado em consideração nesses dados: a cobertura florestal já existente no Estado e que não se enquadra no perfil estabelecido no presente estudo. Uma análise levando esta cobertura em consideração mostra que em ambos os casos há uma redução no total de áreas a serem restauradas. O cenário 1 apresenta uma queda de 2,25%, uma vez que a proposta de seu traçado engloba 77,46% de floresta na sua composição, gerando um novo valor de 6,94 % quando comparado a área total de UCs no Estado. Já no cenário 2, houve a queda de 2,64 %, pois seu traçado também engloba áreas florestais majoritariamente, 72,43 %, gerando o novo valor de 7,43 % quando feito a mesma comparação. As análises estão representadas na Figura 19 e na tabela 4.

Os valores gerados para os dois cenários podem ser ainda menores nos traçados propostos para os corredores, caso seja feita uma estimativa do déficit de áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente, os quais não foram explorados neste estudo e tenderiam a acrescentar ainda mais cobertura florestal no Estado.



**Figura 19.** Relação de áreas a serem restauradas comparado com o total de área de UCs já existentes.

**Tabela 4.** Resultados da comparação entre áreas de UCs, existência de florestas nas propostas de corredores e o esforço para implementação dos mesmos.

	ha	%	Restante após desconto de florestas já existentes (%)
<b>Total de áreas de UCs</b>	<b>335.612,6</b>	<b>100</b>	
Total de área de corredores (com estradas)	33.500	9,98	<b>6,94</b>
Total de área de corredores (sem estradas)	32.162,5	9,58	<b>7,43</b>
<b>Áreas florestadas por onde passam os corredores</b>			
Total de área de corredores (com estradas)	25.950	77,46	
Total de área de corredores (sem estradas)	23.293,75	72,43	

## 5.4 Viabilidade econômica

Ao comparar custos de implantação de modelos de restauração florestal na Mata Atlântica, foi adotado o modelo de recuperação sucessional para a estimativa de custos das propostas de corredores. Lira (2012) diz que modelos de restauração ecológica a partir do plantio em linha com diversidade de espécies, em que há utilização de várias espécies, formando grupos de pioneiras e de não pioneiras, que é considerado um modelo complexo que apresenta, como maior vantagem, a formação de uma floresta ciliar com maior diversidade e, portanto, mais semelhante a uma floresta nativa, o qual também estima custo médio de restauração de R\$ 8.537,24 /ha, entretanto, para o ano de 2012. Foi utilizado, então, o índice IGP-M para correção monetária, o qual estabelece uma correção de 37,60% no período, gerando o valor de R\$ 11.747,20 /ha para o ano de 2017. Diante das informações desse estudo, a Tabela 5 mostra o custo médio para a implementação da proposta dos corredores ecológicos nos dois cenários deste trabalho levando em conta a cobertura florestal já existente no traçado dos corredores, e a Tabela 6 mostra o quanto seria necessário investir em cada um dos 10 municípios listados como prioritários, porém, sem considerar a cobertura florestal já existente, pois seria necessária uma análise espacial mais aprofundada e detalhada para gerar valores exatos em escala municipal.

**Tabela 5.** Custos médios para implementação dos corredores propostos.

	Área - ha	Custo (R\$) - ha	Custo total (R\$)
Corredor (com estradas)	7.549,5	11.747,2	88.685.486,40
Corredor (sem estradas)	8.868,75		104.182.980,00

Uma vez que a área utilizada no cálculo de custos nos dois cenários leva em consideração a cobertura florestal já existente nos traçados propostos dos corredores ecológicos, esses valores foram encontrados pela diferença de área feita de acordo com os dados apresentados na tabela 4, em cada um dos cenários.

**Tabela 6.** Custos médios para implementação dos corredores propostos nos 10 municípios com maior proposta para os mesmos, em ambos os cenários.

<b>COM ESTRADAS</b>			
<b>Posição</b>	<b>Município</b>	<b>Área - ha</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
1	Nova Friburgo	2.556,76	30.034.771,07
2	Cachoeiras de Macacu	1.885,38	22.147.935,94
3	Silva Jardim	1.494,96	17.561.594,11
4	Rio de Janeiro	1.437,59	16.887.657,25
5	Magé	1.230,79	14.458.336,29
6	Teresópolis	1.201,97	14.119.781,98
7	Petrópolis	1.146,33	13.466.167,78
8	Santa Maria Madalena	1.017,61	11.954.068,19
9	Piraí	978,96	11.500.038,91
10	Trajano de Moraes	963,32	11.316.312,7

<b>SEM ESTRADAS</b>			
<b>Posição</b>	<b>Município</b>	<b>Área - ha</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
1	Nova Friburgo	2.502,13	29.393.021,54
2	Rio de Janeiro	1.823,88	21.425.483,14
3	Cachoeiras de Macacu	1.613,91	18.958.923,55
4	Macaé	1.443,21	16.953.676,51
5	Casimiro de Abreu	1.282,9	15.070.482,88
6	Teresópolis	1.192,67	14.010.533,02
7	Piraí	1.174,46	13.796.616,51
8	Petrópolis	1.120,88	13.167.201,54
9	Campos dos Goytacazes	1.096,65	12.882.566,88
10	Trajano de Moraes	1.074,34	12.620.486,85

## 6. Considerações Finais

Através do uso de ferramentas como o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento utilizando banco de dados de domínio público, a proposição de formação de corredores ecológicos entre Unidades de Conservação no Estado do Rio de Janeiro foi atendida.

Os mapas de corredores com as resistências atribuídas pelo analisador possibilitaram compreender melhor a importância do uso e cobertura do solo nesse contexto. Ainda nessa escala, apesar de certa similaridade, o analisador considera mais apropriado a adoção do cenário que considera a malha rodoviária, uma vez que sua área é menor e, conseqüentemente, seus custos também, além de que ele já considera todos os possíveis obstáculos físicos no traçado dos corredores, podendo evitar muitos custos extras com situações imprevistas na execução do projeto decorrentes de uma escolha de proposição equivocada.

Analisando o uso e cobertura do solo, proposição de corredores, áreas de UCs e áreas de municípios, gerou-se uma gama de resultados detalhados, os quais demonstram o esforço necessário em restauração florestal por município e o dimensionamento deste esforço ao se comparar com parâmetros existentes. Ao contrário do imaginado, a área a ser restaurada para a implementação do projeto deste estudo é menor do que a quantidade de florestas já existentes no Estado.

Além de áreas a serem restauradas, os custos para implementar tais corredores também mostraram-se bastante razoáveis, orbitando na casa dos R\$ 96.434.233,20 na média, visto todos os benefícios que ele gerará para a fauna, flora e sociedade como um todo, através do aumento de qualidade de vida gerado pelas áreas verdes e potencial melhora nos serviços ambientais gerados pelas florestas.

A ferramenta *Linkage Mapper* demonstrou ser de grande importância na viabilidade deste estudo, sendo muito prático e eficiente ao indicar zonas propícias a se investir em conservação e restauração florestal com o intuito de conectar os remanescentes florestais, algo que é de extrema urgência e importância visto a condição crítica do bioma Mata Atlântica frente a sua área de cobertura original. Destaca-se a limitação de *hardware* e o tempo disponível para a realização de uma análise mais detalhada em nível de resolução espacial, a qual nesse estudo teve sua qualidade reduzida em *pixels* de 250m para a execução dos processamentos.

## 7. Referências Bibliográficas

ARRUDA, M. B. Corredores Ecológicos – Uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. Brasília: IBAMA, p. 12, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) – Resolução nº 9, Brasília 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) – Lei 9985, Brasília 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Mata Atlântica. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/o-que-sao>>. Acessado em 15/011/2017

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Mata Atlântica. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acessado em 16/011/2017

BRUNER, A.G., GULLISON, R.E., RICE, R.E, FONSECA, G.A.B. *et al.* Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*. v 291, n 5501. p 125-128. 2001.

CASTILHO, C.S., HACKBART, V.C.S., PIVELLO, V.R. Evaluating Landscape Connectivity for Puma concolor and Panthera onca Among Atlantic Forest Protected Areas. *Environmental Management*. V 55, n 6. p. 1377-1389. 2015.

CENTRO DE ESTATÍSTICAS, ESTUDOS E PESQUISAS. GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

Disponível em <[http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info\\_territorios/ambiente.html](http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/ambiente.html)> . Acessado em 16/11/2017

CONSERVATION INTERNATIONAL. Hotspots. USA, 2000.

CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. 173 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade de Campinas, São Paulo. 1992.

CSUTI, B. Introduction. In: Hudson, W.E. Landscape Linkage and Biodiversity, Island Press, DC, p. 81-90, 1991.

DUTTA, T.; SHARMA, S.; MCRAE, B.; ROY, P.; DEFRIES, R. Connecting the dots: mapping habitat connectivity for tigers in central India. *Regional Environmental Conservation*. 2015.

FONSECA, G.A.B., L.P. PINTO & A.B. RYLANDS. Biodiversidade e unidades de conservação. In *Anais do I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Conferências e Palestras*. pp. 189-209. Universidade Livre do Meio Ambiente, Rede Pró-Unidades de Conservação e Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, Brasil. 1997.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. *Oecologia Brasiliensis*, v.11, n.4, p.493-502, 2007.

FUNDAÇÃO S.O.S MATA ATLÂNTICA. Dados mais recentes. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>>. Acessado em 04/11/2017

FUNDAÇÃO S.O.S MATA ATLÂNTICA. Balanço dos últimos 10 anos.

Disponível em <https://www.sosma.org.br/artigo/conservacao-da-mata-atlantica-brasileira-um-balanco-dos-ultimos-dez-anos>. Acessado em 08/12/2017

GALINDO-LEAL, C. & I.G. CÂMARA.. Atlantic forest hotspots status: an overview. in C. Galindo-Leal & I.G. Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. pp. 3-11. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C. 2003

HALL, P.; WALKER, S.; BAWA, K. Effect of forest fragmentation on genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Pithecellobium elegans*. *Conservation Biology*. v. 10, n.3, p. 757-768, 1996a.

HARRIS, L. D.; ATINS, K. Faunal movement corridors in Florida. *Landscape Linkages and Biodiversity*, 1991.

KROSBY M, BRECKHEIMER, I., COSENTINO, B., GAINES, B., HALL, S., HALUPKA, K., LONG, R., MCRAE, B., PIERCE, J., SCHUETT-HAMES, J., AND P. SINGLETON. Focal species and landscape “naturalness” corridor models offer complementary approaches for connectivity conservation planning. *Landscape Ecology* 30:2121–2132. 2015

LIRA, D. F. S. et al.; Comparação entre dois modelos de recuperação florestal na área de preservação permanente da barragem do Rio Siriji, Vicência – PE *Scientia Plena*. V8, n.44, p.4, 2012.

LOCH, C.; KIRCHNER, F. F. Aplicações das imagens de satélites no mapeamento cadastral. In: *Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 5. (SBSR, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 1988. p. 3-6. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00050-8) 1988. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/07.22.17.46>>*

LUIZ, C. N. A conectividade ecológica da terra indígena Krenak com o seu entorno: uma proposta de corredores ecológicos. Monografia. Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. p. 1, 2017

MCRAE, B.H. AND D.M. KAVANAGH. *Linkage Mapper Connectivity Analysis Software*. The Nature Conservancy, Seattle WA. 2011. Disponível em: <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>.

NOVO, E.M.L.M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 2. ed. Edgard Blücher: São Paulo, 308 p. 1992.

PAGLIA, A., A. PAESE, L. BEDÊ, M. FONSECA, L.P. PINTO & R. MACHADO. Lacunas de conservação e áreas insubstituíveis para vertebrados ameaçados da Mata Atlântica. In: *Anais do IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*. pp. 39-50. Fundação O

Boticário de Proteção à Natureza & Rede Pró-Unidades de Conservação, Curitiba, Brasil. 2004.

ROCHA, C. C. da; SILVA, A. de B.; NOLASCO, M. C. e W. F. ROCHA. Modelagem de corredores ecológicos em ecossistemas fragmentados utilizando processamento digital de imagens e sistemas de informações georreferenciadas. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 3065-3072. INPE (Abril). Florianópolis-Santa Catarina (SC)- Brasil, 2007.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO. Anais. EDUSP, São Paulo p. 1-26 , 1990.

SEOANE, C. E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; RIBEIRO, A.; MATIAS, R.; REIS, M. S.; BAWA, K.; SEBBENN, A. M. Efeitos da fragmentação florestal sobre a imigração de sementes e a estrutura genética temporal de populações de *Euterpe edulis* M. Revista do Instituto Florestal, v.17, n.1, p.23-43, 2005.

SEOANE, C.E.S. et al. Corredores ecológicos como ferramenta para a fragmentação de florestas tropicais. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 30, n. 63, pags 207-216. 2010

SCHAADT, SUÉLEN SCHRAMM VIBRANS, ALEXANDER CHRISTIAN. O Uso da Terra no Entorno de Fragmentos Florestais Influencia a sua Composição e Estrutura. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 4, p. 437-445, 2015.

SILVA, J.M.C. & M. TABARELLI. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. Nature 404: 72-74. 2000.

TABARELLI, M et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. Megadiversidade, v. 1, n. 1 Julho, 2005

TEMPLE, S. A.; CARY, J. R. Modeling dynamics of as na edge effect in habitat islands:

experimental evidence habitat-interior bird populations in fragmented landscapes. *Ecology*, v.19, n.3, p.734-739, 2005.

WILCOVE, D. S.; MCLENNA, C. H.; DOBSON, A. P. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: SOULÉ, M. E. (ed.): *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer Inc. MA, USA, p. 237-56, 1986.

ZAÚ, A.S. A ecologia da paisagem no planejamento territorial. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, ano 4, p.99, 1997.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Lista de Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro, sem incluir APAs, com áreas superiores a 10 ha e suas respectivas áreas totais

ID	NOME DA ÁREA	ÁREA EM HA
1	Arandu-Mirim	9.200,88
2	Área De Relevante Interesse Ecológica Floresta Da Cicuta	125,07
3	Area De Relevante Interesse Ecológico- Ilhas Do Rio Paraiba Do Sul	82,77
4	Arie De São Conrado	82,27
5	Estação Ecológica Da Guanabara	1.545,06
6	Estação Ecológica De Tamoios	33,63
7	Estação Ecológica Estadual De Guaxindiba	3.269,87
8	Floresta Nacional De Mário Xavier	495,8
9	Guarani Araponga	206,24
10	Guarani Araponga	6.167,47
11	Guarani de H	2.133,01
12	Monumento Natural Dos Morros Do Pão De Açúcar E Urca	81,4
13	Monumento Natural Municipal Da Pedra Do Colégio	127,45
14	Monumento Natural Municipal Da Serra Da Bolívia	332,88
15	Parati-Mirim	84,53
16	Parati-Mirim	5.665,15
17	Parque Estadual Da Pedra Branca	12.500
18	Parque Estadual Cunhambebe	38.019,72
19	Parque Estadual Da Costa Do Sol	9.214,99
20	Parque Estadual Da Ilha Grande	12.106,58
21	Parque Estadual Da Lagoa Do Açu	8.041,57
22	Parque Estadual Da Pedra Selada	8.035,54
23	Parque Estadual Da Serra Da Concórdia	1.040,36
24	Parque Estadual Da Serra Do Mar	144,25
25	Parque Estadual Do Desengano	21.444,27
26	Parque Estadual Do Mendanha	4.398,08
27	Parque Nacional Da Serra Da Bocaina	67.594,51
28	Parque Nacional Da Serra Dos Orgãos	20.023,83
29	Parque Nacional Da Tijuca	3.958,36
30	Parque Nacional Do Itatiaia	12.620,05
31	Parque Nacional Restinga De Jurubatiba	14.577,59
32	Parque Natural Municipal Barão De Mauá	110,73
33	Parque Natural Municipal Bosque Da Barra	53,65
34	Parque Natural Municipal Chico Mendes	43,64
35	Parque Natural Municipal Da Catacumba	26,64
36	Parque Natural Municipal Da Cidade	46,78
37	Parque Natural Municipal Da Freguesia	29,22
38	Parque Natural Municipal Da Mata Atlântica Aldeense	268,51

39	Parque Natural Municipal Da Prainha	<b>84,38</b>
40	Parque Natural Municipal Da Serra Da Capoeira Grande	<b>20,99</b>
41	Parque Natural Municipal Da Serra Do Mendanha	<b>1.052,34</b>
42	Parque Natural Municipal De Grumari	<b>669,53</b>
43	Parque Natural Municipal De Marapendi	<b>148,53</b>
44	Parque Natural Municipal De Petrópolis	<b>16,52</b>
45	Parque Natural Municipal Do Curió	<b>913,95</b>
46	Parque Natural Municipal Dos Corais De Armação Dos Búzios	<b>12,86</b>
47	Parque Natural Municipal Fazenda Santa Cecília Do Ingá	<b>218,76</b>
48	Parque Natural Municipal Montanhas De Teresópolis	<b>4.397,62</b>
49	Parque Natural Municipal Paisagem Carioca	<b>116,19</b>
50	Parque Natural Municipal Penhasco Dois Irmãos - Arquiteto Sérgio Bernardes	<b>35,03</b>
51	Parque Natural Municipal Três Coqueiros	<b>25,46</b>
52	Parque Natural Municipal Verde Vale	<b>13,22</b>
53	Refúgio De Vida Silvestre Da Ventania	<b>3.195,44</b>
54	Reserva Biológica De Araras	<b>3.837,78</b>
55	Reserva Biológica De Poço Das Antas	<b>5.070,99</b>
56	Reserva Biológica Do Tinguá	<b>24.809,41</b>
57	Reserva Biológica Estadual Da Praia Do Sul	<b>3.137,41</b>
58	Reserva Biológica Estadual De Guaratiba	<b>2.605,42</b>
59	Reserva Biológica União	<b>2.927,26</b>
60	Reserva De Desenvolvimento Sustentável Do Aventureiro	<b>102,18</b>
61	Reserva Extrativista Marinha Arraial Do Cabo	<b>1.154,87</b>
62	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Águas Vertentes	<b>12,38</b>
63	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Agulhas Negras	<b>16,11</b>
64	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Alto Da Boa Vista - Resgate Viii	<b>29,82</b>
65	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Alvorada Do Itaverá	<b>160,49</b>
66	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Bacchus	<b>101,86</b>
67	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Bello E Kerida	<b>13,7</b>
68	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Boa Esperança	<b>39,58</b>
69	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Boa Vista	<b>49,96</b>
70	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Cachoeirinha	<b>23,76</b>
71	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Campo Escoteiro Geraldo Hugo Nunes	<b>20,29</b>
72	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Canto Dos Pássaros	<b>28,06</b>
73	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Córrego Frio	<b>21,69</b>
74	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Da Cabeceira Do Cafôfo	<b>167,6</b>
75	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Dois Peões	<b>59,98</b>
76	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Douglas Vieira Soares	<b>17,62</b>
77	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Dr. Carlos De Oliveira Ramos	<b>25,36</b>
78	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Fargo	<b>11,82</b>
79	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Fazenda Caruara	<b>3.675,43</b>
80	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Fazenda Minas Gerais	<b>18,38</b>
81	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Fazenda Miosótis	<b>93,23</b>

82	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Fazenda Sambaiba	<b>118,27</b>
83	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Fazenda Suspiro	<b>18,21</b>
84	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Frilson Matheus Vieira	<b>14,98</b>
85	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Graziela Maciel Barroso	<b>185</b>
86	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Grotta Do Sossego	<b>15,1</b>
87	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Jardim Das Delícias	<b>19,01</b>
88	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Jardim De Mukunda	<b>21,71</b>
89	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Lençóis	<b>18,4</b>
90	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Matumbo	<b>31,3</b>
91	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Mico Leão Dourado	<b>22,12</b>
92	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Neiva, Patrícia, Cláudia E Alexandra	<b>10,8</b>
93	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Panapaná	<b>17,27</b>
94	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Pedra Branca	<b>14,08</b>
95	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Pilões	<b>18,35</b>
96	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Ponte Do Baião	<b>248,36</b>
97	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Quero-Quero	<b>16,38</b>
98	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Rabicho Da Serra	<b>60,73</b>
99	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Refúgio Do Bugio	<b>23,64</b>
100	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Reserva Córrego Vermelho	<b>20,95</b>
101	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Reserva Ecológica De Guapiaçu	<b>301,77</b>
102	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Reserva Ecológica De Guapiaçu 2	<b>34,44</b>
103	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Reserva Florestal Engenheiro João Furtado De Mendonça	<b>78,92</b>
104	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Reserva Gargarullo	<b>45,72</b>
105	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Reserva Mato Grosso Ii	<b>53,26</b>
106	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Reserva Serra Do Caramandu	<b>35,5</b>
107	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Rildo De Oliveira Gomes Ii	<b>23,82</b>
108	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Rogério Marinho	<b>82,91</b>
109	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Santa Clara	<b>21,12</b>
110	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Santa Dulce De Cima	<b>92,18</b>
111	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Santo Antonio	<b>538,35</b>
112	Reserva Particular Do Patrimônio Natural São Carlos Do Mato Dentro	<b>24,02</b>
113	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Serra Grande	<b>109,3</b>
114	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Sítio Da Luz	<b>41,18</b>
115	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Sítio Da Luz	<b>14,28</b>
116	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Sítio Picada	<b>24,93</b>
117	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Sítio Serra Negra	<b>19,11</b>
118	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Taquaral	<b>16,83</b>
119	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Terra Do Sol E Da Lua	<b>10,78</b>
120	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Três Morros	<b>508,79</b>

121	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Vale Do Paraíso	<b>85,04</b>
122	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Vale Do Sossego	<b>47,78</b>
123	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Verbicaro	<b>11,63</b>
124	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Woodstock	<b>30,37</b>
125	Rio Pequeno	<b>9.380,3</b>
<b>TOTAL</b>		<b>335.612,6</b>

**Anexo 2.** Áreas ocupadas nos municípios pelas proposições de corredores ecológicos nos cenários com e sem resistência associadas à malha rodoviária, respectivamente

<b>ID</b>	<b>Município</b>	<b>Área - ha</b>	<b>ID</b>	<b>Município</b>	<b>Área - ha</b>
1	Nova Friburgo	<b>2.556,76</b>	1	Nova Friburgo	<b>2.502,13</b>
2	Cachoeiras de Macacu	<b>1.885,38</b>	2	Rio de Janeiro	<b>1.823,88</b>
3	Silva Jardim	<b>1.494,96</b>	3	Cachoeiras de Macacu	<b>1.613,91</b>
4	Rio de Janeiro	<b>1.437,59</b>	4	Macaé	<b>1.443,21</b>
5	Magé	<b>1.230,79</b>	5	Casimiro de Abreu	<b>1.282,90</b>
6	Teresópolis	<b>1.201,97</b>	6	Teresópolis	<b>1.192,67</b>
7	Petrópolis	<b>1.146,33</b>	7	Piraí	<b>1.174,46</b>
8	Santa Maria Madalena	<b>1.017,61</b>	8	Petrópolis	<b>1.120,88</b>
9	Piraí	<b>978,96</b>	9	Campos dos Goytacazes	<b>1.096,65</b>
10	Trajano de Moraes	<b>963,32</b>	10	Trajano de Moraes	<b>1.074,34</b>
11	São Fidélis	<b>835,35</b>	11	Magé	<b>1.022,80</b>
12	Casimiro de Abreu	<b>745,35</b>	12	Cantagalo	<b>914,44</b>
13	Resende	<b>717,34</b>	13	Paracambi	<b>766,87</b>
14	Macaé	<b>617,04</b>	14	Itaperuna	<b>748,63</b>
15	Sumidouro	<b>616,36</b>	15	Cabo Frio	<b>690,89</b>
16	Miracema	<b>596,39</b>	16	Rio Claro	<b>671,54</b>
17	Barra do Piraí	<b>594,91</b>	17	Duas Barras	<b>651,31</b>
18	Paracambi	<b>582,22</b>	18	Sumidouro	<b>623,31</b>
19	Santo Antônio de Pádua	<b>532,84</b>	19	São Fidélis	<b>610,56</b>
20	Cabo Frio	<b>521,97</b>	20	Barra do Piraí	<b>598,75</b>
21	Laje do Muriaé	<b>504,89</b>	21	Silva Jardim	<b>535,90</b>
22	Rio Claro	<b>499,18</b>	22	Itaguaí	<b>527,81</b>
23	Maricá	<b>483,26</b>	23	Miguel Pereira	<b>497,62</b>
24	Campos dos Goytacazes	<b>475,58</b>	24	Quatis	<b>484,87</b>
25	Quatis	<b>444,94</b>	25	Rio Bonito	<b>480,29</b>
26	Nova Iguaçu	<b>442,93</b>	26	Santa Maria Madalena	<b>470,96</b>
27	Duas Barras	<b>436,73</b>	27	Bom Jesus do Itabapoana	<b>408,67</b>
28	São Gonçalo	<b>412,54</b>	28	Cambuci	<b>406,12</b>
29	Natividade	<b>403,25</b>	29	Nova Iguaçu	<b>401,25</b>
30	Cambuci	<b>394,20</b>	30	Engenheiro Paulo de Frontin	<b>353,15</b>

31	Guapimirim	<b>367,03</b>	31	Quissamã	<b>337,63</b>
32	Itaperuna	<b>339,32</b>	32	Paraty	<b>319,71</b>
33	Engenheiro Paulo de Frontin	<b>330,42</b>	33	Armação dos Búzios	<b>313,96</b>
34	Quissamã	<b>330,35</b>	34	São João da Barra	<b>303,65</b>
35	São João da Barra	<b>327,66</b>	35	Volta Redonda	<b>296,63</b>
36	Miguel Pereira	<b>291,12</b>	36	Varre-Sai	<b>291,49</b>
37	Armação dos Búzios	<b>290,53</b>	37	Saquarema	<b>260,54</b>
38	Itaocara	<b>285,73</b>	38	Miracema	<b>258,24</b>
39	Rio Bonito	<b>272,79</b>	39	Guapimirim	<b>254,72</b>
40	Pinheiral	<b>263,02</b>	40	Pinheiral	<b>240,43</b>
41	Duque de Caxias	<b>259,19</b>	41	Vassouras	<b>238,63</b>
42	Vassouras	<b>239,46</b>	42	São Francisco de Itabapoana	<b>236,31</b>
43	Conceição de Macabu	<b>221,92</b>	43	Natividade	<b>233,97</b>
44	Barra Mansa	<b>213,42</b>	44	Barra Mansa	<b>212,56</b>
45	Paraty	<b>203,77</b>	45	Conceição de Macabu	<b>173,05</b>
46	Volta Redonda	<b>201,54</b>	46	Itaocara	<b>168,71</b>
47	Varre-Sai	<b>179,65</b>	47	Santo Antônio de Pádua	<b>149,14</b>
48	Aperibé	<b>160,58</b>	48	São José do Vale do Rio Preto	<b>96,91</b>
49	São Sebastião do Alto	<b>108,56</b>	49	Aperibé	<b>91,95</b>
50	Carapebus	<b>78,78</b>	50	Carapebus	<b>85,27</b>
51	São José do Vale do Rio Preto	<b>59,95</b>	51	Resende	<b>80,22</b>
52	Itaboraí	<b>59,12</b>	52	Seropédica	<b>75,55</b>
53	Valença	<b>52,94</b>	53	Duque de Caxias	<b>64,45</b>
54	São Pedro da Aldeia	<b>34,53</b>	54	Valença	<b>52,93</b>
55	Saquarema	<b>12,20</b>	55	Bom Jardim	<b>42,04</b>
			56	São José de Ubá	<b>41,74</b>
			57	São Pedro da Aldeia	<b>37,37</b>
			58	Angra dos Reis	<b>29,93</b>
			59	Porciúncula	<b>18,69</b>
			60	Laje do Muriaé	<b>15,64</b>
			61	Mendes	<b>11,32</b>
			62	Japeri	<b>7,55</b>